

XXIII CONIRD

Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

TRABALHOS
APRESENTADOS

Evolução
e Tecnologia
na Irrigação



www.conird.com.br

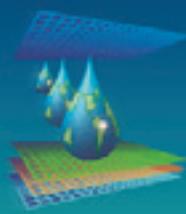
13 a 18
OUTUBRO / 2013

Hotel Saint Louis

Luis Eduardo
Magalhães
Bahia - Brasil

ÍNDICE

AGROCLIMATOLOGIA	004
CONSUMO DE ÁGUA PELAS PLANTAS E EFICIÊNCIA DE USO DE ÁGUA	042
DRENAGEM E SALINIDADE	144
ENGENHARIA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, HIDRÁULICA DE SISTEMAS	175
IMPACTOS AMBIENTAIS DA AGRICULTURA IRRIGADA	262
IRRIGAÇÃO: RELAÇÕES SOLO-ÁGUA-PLANTA, MANEJO, FERTIRRIGAÇÃO	269
QUALIDADE E REUSO DE ÁGUA	524
RECURSOS HÍDRICOS: HIDROLOGIA APLICADA, GESTÃO E MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS	596
TECNOLOGIAS ADAPTATIVAS	615

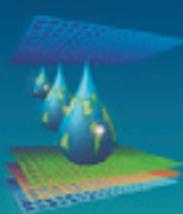


XXIII
CONIRD
Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

Evolução e Tecnologia
na Irrigação

13 º 18
OUTUBRO / 2013
Hotel Saint Louis
Luís Eduardo
Mogolhôes
Bahia - Brasil

AGROCLIMATOLOGIA



ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DE EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO PARA VITÓRIA DA CONQUISTA, BA

**L. C. SANTOS¹, F. S. BARBOSA², A. V. BEZERRA³, J. V. JOSÉ²,
D. P. V. LEAL², R. D. COELHO⁴**

RESUMO: Dados históricos de precipitação máxima são utilizados para realizar previsões de chuvas extremas, cujo conhecimento é de grande importância na elaboração de projetos agrícolas e de engenharia hidráulica. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho, analisar o ajuste da distribuição de Gumbel aos dados de precipitação diária máxima com seus respectivos intervalos de confiança em diferentes níveis de probabilidade, para a região de Vitória da Conquista no Estado da Bahia. Para estimativa dos parâmetros da distribuição foi utilizado o método dos momentos, e os intervalos de confiança das estimativas máximas prováveis foram obtidos pela técnica de reamostragem Jackknife. A partir dos resultados, observou-se que a distribuição de Gumbel ofereceu melhor ajuste a maioria dos valores de máximas de precipitação; a exceção ficou por conta dos meses de maio, agosto e setembro. O uso dos intervalos de confiança permitiu diminuir a incerteza associada aos valores de lâminas dentro de cada nível de probabilidade de ocorrência.

PALAVRAS-CHAVE: Probabilidade, Eventos raros, Elaboração de projetos

STUDY OF THE DISTRIBUTION OF EXTREME RAINFALL FOR VITORIADA CONQUISTA, BAHIA, BRAZIL

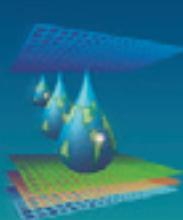
SUMMARY: Historical data of maximum precipitation are used to make predictions of extreme rainfall, whose knowledge is of great importance in the elaboration of design agricultural and hydraulic engineering. Thus, the aim of this study was to analyze the adjustment of the Gumbel distribution to maximum daily precipitation data with their respective confidence intervals at different probability levels for the region of Vitória da Conquista, Bahia - Brazil. To estimate the parameters of the distribution was used method of moments, and the confidence intervals of the estimates probable maximum was obtained by Jackknife resampling. From the results, it was observed that the Gumbel distribution fits well most of the values of maximum rainfall, the

¹ Eng. Agrônomo, MSc. Doutorando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP, Caixa Postal 9 , CEP: 13418-900, Piracicaba/SP. Fone: (19) 34478538. E-mail: lucas.cs21@usp.br

² Eng. Agrônomo, MSc. Doutorando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Depto de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, Piracicaba/SP.

³ Geógrafa, Mestranda em Geografia, Departamento de Geografia, FCT/UNESP, Presidente Prudente/SP.

⁴ Prof. Doutor, Depto de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, Piracicaba/SP.



exception was the months of May, August and September. The use of confidence intervals, thus reducing the uncertainty associated with values blades within each level of probability.

KEYWORDS: Probability, Rare events, Project design

INTRODUÇÃO

O estudo de precipitações extremas é de grande interesse nos trabalhos de hidrologia, por sua frequente aplicação na estimativa das vazões de projeto para dimensionamento de obras de engenharia, tais como: vertedouros de barragens, bueiros, bocas de lobo, terraços, canais de drenagem, dentre outros.

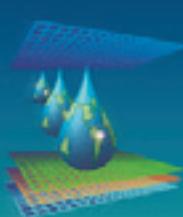
Estas estruturas de controle de águas naturais não são dimensionadas para serem capazes de comportar a máxima vazão absoluta que possa um dia vir a passar por elas. Primeiro, por que é impossível conhecer a magnitude desse evento e, segundo, por que possivelmente a obra ficaria antieconômica, caso esta estratégia fosse adotada; dessa forma, devem ser utilizadas vazões de dimensionamento que apresentem certa probabilidade de ocorrer, probabilidade essa que deve ser tanto menor quanto maior for a importância da estrutura (DUARTE et al., 2012).

A teoria de valores extremos desempenha um papel fundamental para a modelagem destes tipos de eventos, uma vez que os modelos probabilísticos baseados nesta teoria visam predizer, a partir de um conjunto de valores máximos, registrados num período relativamente curto de tempo (30 anos, por exemplo) os valores máximos esperados num período superior aos da coleta dos dados, por meio de extrapolações. Os fundamentos desta teoria foram desenvolvidos por Fisher-Tippett (1928), que definiram os três tipos possíveis de distribuições assintóticas de valores extremos, conhecidas como de Gumbel (tipo I), Fréchet (tipo II) e Weibull (tipo III).

A distribuição de Gumbel tem tido grande aplicação para o estudo de eventos extremos e é utilizada de forma generalizada nos trabalhos de chuvas intensas (BACK, 2001).

HERSHFIELD & KOHLER (1960), analisando os dados de milhares de estações pluviométricas nos Estados Unidos, concluíram que a distribuição de Gumbel é a mais adequada para estimar as probabilidades de ocorrência de eventos extremos de precipitação de diversas durações. Cruciani (1980) foi ainda mais enfático, ao afirmar que a distribuição de Gumbel é a mais apropriada para essas análises, segundo a opinião unânime da literatura especializada. Dessa mesma opinião comungam ELTZET al., (1992), PINTO (1995) e BEIJO (2002), ao estudarem esta mesma distribuição aplicada a eventos extremos.

Embora a teoria probabilística de valores extremos tenha sido desenvolvida há muito tempo, a modelagem estatística de eventos raros de precipitação ainda permanece como assunto



ativo de pesquisas dado seu importante papel nos projetos e gerenciamento de recursos hídricos, especialmente num contexto de mudanças climáticas (Katz et al., 2002).

Tendo em vista a importância do conhecimento das possíveis precipitações diárias máximas, realizou-se este trabalho com o objetivo de estudar o ajustamento da distribuição de Gumbel aos dados de precipitação diária máxima com seus respectivos intervalos de confiança para os níveis de probabilidade de 50, 60, 70, 80, 90 e 95%, para o município de Vitória da Conquista-BA.

MATERIAL E MÉTODOS

Vitória da Conquista é um município que está localizado a Latitude 14°51' S, Longitude 40°50' W e altitude de 941 metros, situado na região sudoeste do Estado da Bahia. Segundo a classificação de Koppen, o clima da região varia do tipo subúmido ao semiárido, com temperaturas mínimas que variam de 9 a 15°C, no mês mais frio (julho), enquanto no verão as temperaturas máximas registradas oscilam de 22 a 30°C no mês mais quente (janeiro). A temperatura média anual varia entre 19,5 a 20,5°C e possui umidade relativa do ar média anual variando de 70 a 85%.

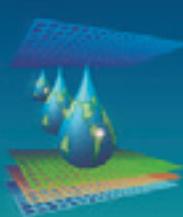
Para realização deste estudo foram utilizados dados de precipitações máximas diárias expressas em altura de lâmina d'água (mm), referentes a 54 anos de observação do período compreendido entre 1934 e 2008. Os anos que apresentavam meses com falhas nos registros foram preenchidos com a média dos anos restantes, sendo o número de meses com dados faltantes inferior a 5% do total dos meses estudados.

Os dados foram obtidos na estação meteorológica instalada no campus da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, operada em parceria com o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

Para o estudo do ajustamento da distribuição de Gumbel, foram utilizados os maiores valores de precipitação ocorridos em cada mês ao longo de toda série estudada. Com esses dados, foram determinadas as estimativas dos parâmetros da distribuição de valores extremos do tipo I (Gumbel) pelo método dos momentos e, a partir destes parâmetros, calculou-se a precipitação diária máxima provável para os níveis de 50, 60, 70, 80, 90 e 95% de probabilidade e seus respectivos intervalos de confiança via técnica de reamostragem “Jackknife”.

O teste de aderência do modelo aos dados observados foi feito por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov, considerando-se o nível de significância igual a 5%.

A função de densidade de probabilidade da distribuição de Gumbel, davarável aleatória x , associada a valores máximos, é dada pela Equação 1:



$$f(x) = \frac{1}{\beta} \exp\left(-\frac{x-\alpha}{\beta}\right) - \exp\left(-\frac{x-\alpha}{\beta}\right) \quad (1)$$

em que:

x é a variável associada a valores de precipitação máxima;

α e β são os parâmetros da função de distribuição, sendo o primeiro denominado de parâmetro de escala e o segundo de posição.

A função cumulativa de probabilidade é dada pela Equação 2:

$$F(x) = \int_0^x f(x) dx = \exp\left\{-\exp\left[-\left(\frac{x-\beta}{\alpha}\right)\right]\right\} \quad (2)$$

As estimativas dos parâmetros α e β foram obtidas com base nos dois primeiros momentos da amostra (média (\bar{x}) e desvio padrão (s), obtidas pelas Equações 3 e 4:

$$\beta = \frac{\sqrt{6}}{\pi} s \quad (3)$$

$$\alpha = \bar{x} - 0,5772 \beta \quad (4)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O regime pluviométrico de Vitória da Conquista pode ser dividido em duas épocas bem distintas: a estação chuvosa, compreendida entre os meses de outubro a abril, e os meses complementares formando a estação seca. Os maiores valores de máxima são de ocorrência comum na primeira temporada.

Na Tabela 1 são apresentados alguns parâmetros da estatística descritiva para a pluviosidade do município de Vitória da Conquista. Observa-se que os valores de precipitação máxima média não diferem muito entre os meses do trimestre nov-dez-jan; sendo estes os meses de maior volume e intensidade das chuvas registradas para a região. A grande variabilidade dos dados, comuns em eventos extremos, evidencia-se nos demais parâmetros, sendo ainda mais acentuada nos meses de maio, agosto e setembro. Estes meses, por comporem a estação seca, normalmente apresentam baixos valores de precipitação, mas, a ocorrência esporádica de chuvas de elevada magnitude (como exemplo, a máxima registrada para o mês de agosto) pode conferir uma variabilidade fictícia.

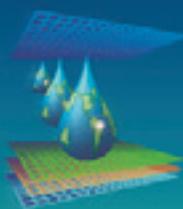


Tabela 1. Estatística descritiva da precipitação mensal em Vitória da Conquista/BA para um período de 54 anos (1932 – 2008)

Meses	Média (mm)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	CV* (%)	Assimetria	Curtose
Jan	32,2	0,0	87,8	73,3	0,67	-0,27
Fev	28,2	0,3	95,3	84,2	1,13	0,59
Mar	28,3	0,0	106,2	83,8	1,09	1,24
Abr	22,2	0,0	96,2	91,5	1,63	2,74
Mai	8,8	0,3	43,0	109,0	2,29	5,32
Jun	6,0	1,6	12,9	52,7	0,67	-0,52
Jul	5,2	0,0	16,8	57,2	2,00	6,10
Ago	7,5	0,0	100,9	186,0	6,10	40,7
Set	11,1	0,5	70,5	128,8	2,40	6,50
Out	20,8	0,0	84,1	90,9	1,00	1,00
Nov	43,7	0,3	126,0	60,2	1,30	2,10
Dez	39,8	6,6	93,2	51,8	0,56	-0,07

*CV – Coeficiente de Variação

Os dados de precipitação diária máxima(acumulada em 24 horas) ajustaram-se à distribuição Gumbel conforme avaliado pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ao nível de 5% de significância. As exceções ficaram por conta dos meses de maio, agosto e setembro, para os quais não houve ajuste.

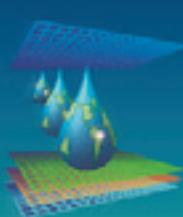
As estimativas das precipitações para cada nível de probabilidade bem como os seus intervalos de confiança para um nível de significância de 5%, podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2. Níveis de probabilidade do evento não ser superado, intervalos de confiança e parâmetros da distribuição de Gumbel para estimativa de precipitação máxima em Vitória da Conquista/BA (1932 –2008)

Meses	Nível de probabilidade (%)						Parâmetros	
	50	60	70	80	90	95	α	β
Jan	28±3	34 ±3	41 ±4	49±4	63±5	76±6	18,4	21,6
Fev	24±3	30±3	37 ±4	45±5	59±6	72±8	18,5	17,5
Mar	24±3	30±3	37±4	45±5	59±6	73 ±8	18,5	17,6
Abr	19±2	24 ±3	30 ±4	37 ±5	49 ±6	60 ±8	15,9	13,1
Out	18 ±2	22±3	28 ±3	35±4	46 ±5	56±6	14,8	12,3
Jun	6±	6±1	7±1	8±1	10±1	12±1	2,5	4,6
Jul	5±	5±	6±1	7±1	9±1	11±1	2,3	3,8
Nov	40 ±3	46±4	53±5	63 ±6	78±8	93±10	20,5	31,8
Dez	36±3	41±3	47±3	55 ±4	67±5	78±5	16,1	30,5

(±) Desvios para os valores de precipitação estimados

Os níveis de probabilidade representam os limites de ocorrência de valores iguais ou inferiores aos estabelecidos. No mês de novembro, como pode ser observado na Tabela 2, espera-se que (mês onde se registrou a maior altura de lâmina na série histórica estudada), em 95% dos casos, a chuva máxima ocorrida em 24 horas, não exceda 93 mm. Associado a esse valor, é recomendável fazer uso do seu intervalo de segurança, o que segundo Beijo (2005) aumenta a confiabilidade das estimativas de precipitação. Seu uso, neste estudo, deve se restringir aos desvios positivos, uma vez que este trabalho aborda apenas valores máximos de precipitação.



Tomando novamente como exemplo o mês de novembro, este teria sua lâmina aumentada para 103 mm.

Apesar da importância do conhecimento dos níveis de probabilidade das estimativas de precipitação máxima, o parâmetro estatístico de maior utilidade para obras de engenharia é o período de retorno, que é o intervalo de tempo estimado para ocorrência de uma precipitação com uma dada magnitude. O seu cálculo pode ser realizado pelo inverso da probabilidade do evento ser igualado ou superado. Utilizando mais uma vez o mês de novembro ao nível de probabilidade de 95%, esperasse que a lâmina de 103 mm seja superada em um tempo médio de retorno de 20 anos.

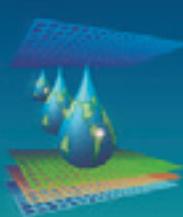
CONCLUSÕES

A maioria dos dados de máximas de precipitação ajustou-se bem a distribuição de Gumbel, a exceção ficou por conta dos meses de maio, agosto e setembro;

O uso dos intervalos de confiança permitiu diminuir a incerteza associada aos valores das lâminas dentro de cada nível de probabilidade estudado.

REFERÊNCIAS

- BACK, Á. J. Seleção de distribuição de probabilidade para chuvas diárias extremas do Estado de Santa Catarina. Revista Brasileira de Meteorologia, v.16, p.211-222, 2001.
- BEIJO, L. A. Distribuição de Gumbel: Estudo de métodos de estimação dos parâmetros e ajuste aos dados de precipitação máxima de Lavras, MG. 2002. 91f. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agronômica) - Universidade Federal de Lavras, 2002.
- BEIJO, L. A.; MUNIZ, J. A.; CASTRO NETO, P. Tempo de retorno das precipitações máximas em lavras/MG pela distribuição de valores extremos do tipo I. Revista Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 29, n. 3, p. 657-667, mai/jun., 2005.
- CRUCIANI, D. E. A drenagem na agricultura. São Paulo: Nobel, 1980. 333p.
- DUARTE, et al. Hidrologia. Piracicaba: ESALQ/LEB, 2012. 342p. (Série Didática nº 18).
- ELTZ, F. L. F., REICHERT, J. M., CASSOL, E. A. Período de retorno de chuvas em Santa Maria, RS. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.16,265-9, 1992.
- FISHER, R.A.; TIPPETT, L.H.C. Limiting forms of the frequency distribution of the largest and smallest member of a sample, Proc. Camb. Phil. Soc., 24, 180-190, 1928.
- HERSFIELD, D. M.; KOHLER, M. A. Anempirical appraisal of the Gumbel extreme value procedure. J. Geophys. Res., v. 65, n. 6, p. 1737-1746, 1960.
- KATZ, R. W.; PARLANGE, M. B.; NAVAU, P. Statistics of extremes in hydrology. Advances in Water Resources, n. 25, p. 1287-1304, 2002.
- PINTO, F. A. Chuvas intensas no Estado de Minas Gerais: Análises e modelos. Viçosa, 1995. 87p. (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa.



**INFLUÊNCIA DOS ELEMENTOS METEOROLÓGICOS NA
EVAPOTRANSPIRAÇÃO ESTIMADA PELO IRRIGÂMETRO NO MUNICÍPIO DE
GUANAMBI-BA**

**C. TAGLIAFERRE¹; W. V. CAMPOS²; D. U. GOMES GUIMARÃES²; H. A. COSTA³; V. da
SILVA RODRIGUES²; F. A. ROCHA⁴**

RESUMO: Objetivou-se com este estudo analisar os efeitos das interações dos elementos meteorológicos, temperatura máxima e mínima do ar, umidade relativa, velocidade do vento e radiação na evapotranspiração de referência determinada pelo Irrigâmetro operando com diferentes alturas do nível de água no evaporatório. O experimento foi conduzido na estação experimental do IFBA de Guanambi-BA, montado em delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiram de irrigâmetros operando com níveis de água no evaporatório iguais a 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 cm, tomadas a partir de um nível de referência próprio do aparelho. Para avaliar os efeitos diretos e indiretos de cada componente climático sobre a evapotranspiração utilizou-se a análise de trilha. Os elementos meteorológicos que apresentaram maior correlação com a estimativa da evapotranspiração obtida no Irrigâmetro foram velocidade do vento e radiação.

PALAVRAS-CHAVE: variáveis climáticas. análise de trilha. Irrigâmetro.

**THE INFLUENCE METEOROLOGICAL OF THE ELEMENTS IN THE
EVAPOTRANSPIRATION ESTIMATED BY THE IRRIGAMETER IN THE
MUNICIPALITY GUANAMBI-BA**

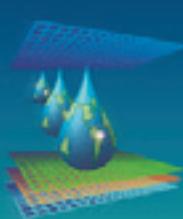
ABSTRACT: The objective of this study was to analyze the effects of the interactions of meteorological maximum temperature and minimum air relative humidity, wind speed and radiation in reference evapotranspiration estimated by Irrigameter operating with different heights of water level in the evaporator. The experiment was conducted at the experimental station of the IFBA Guanambi-BA, mounted in a completely randomized design with seven treatments and three replications. The treatments with the evaporatórios Irrigâmetros

¹ Prof. Adjunto, Dpto. de Engenharia Agrícola e Solos, UESB, Estrada do Bem Querer, Km 04, CEP:45083-900, Vitória da Conquista, BA. Fone: (77) 3424-8600. E-mail: tagliaferre@yahoo.com.br.

² Graduando do Curso de Eng. Agronômica, UESB, Vitória da Conquista, BA.

³ Prof. Adjunto, Dpto. de Engenharia Agrícola e Solos, UESB, Vitória da Conquista, BA.

⁴ Eng. Agrícola, Prof. do Instituto Federal da Bahia – IFBA, Vitória da Conquista, BA.



operating with water in the heights of 1, 2, 3, 4, 5, 6, and 7 cm, taken from a reference level on the unit itself. To assess the direct and indirect effects of each component of climate on evapotranspiration was used path analysis. The weather data that showed the highest correlation with evapotranspiration Irrigameter were obtained in wind speed and radiation.

KEYWORDS: climatic variables. path analysis. Irrigameter.

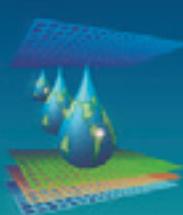
INTRODUÇÃO

O Irrigâmetro é um aparelho desenvolvido por uma equipe de pesquisadores da Universidade Federal de Viçosa (UFV), para uso no manejo da água na agricultura irrigada. O aparelho apresenta grande potencial de uso na agricultura irrigada, pois, além de diversas vantagens, ele fornece resposta prática às duas perguntas básicas do manejo de irrigação: quando e quanto irrigar. Assim, o irrigante não precisa ter conhecimentos técnicos especializados sobre irrigação. De acordo com os resultados obtidos por OLIVEIRA et al. (2007), OLIVEIRA et al. (2007a), OLIVEIRA et al. (2008) e TAGLIAFERRE et al. (2006), o Irrigâmetro pode ser usado para estimar a evapotranspiração de qualquer cultura, em qualquer estádio de desenvolvimento, para um valor de K_c desejado.

Em condições de campo, os elementos climáticos atuam sobre a evapotranspiração de forma interdependentes, dificultando o entendimento isolado do efeito de um ou outro elemento sobre a evapotranspiração.

Para entender melhor as associações entre diferentes variáveis, WRIGHT (1921) propôs um método de desdobramento dos coeficientes de correlação. Esse método é denominado análise de trilha ou análise de caminhamento. A análise de trilha consiste no estudo dos efeitos diretos e indiretos de variáveis explicativas sobre uma variável básica, cujas estimativas são obtidas por meio de equações de regressão, constituindo-se numa expansão da regressão múltipla, em que as variáveis são previamente padronizadas.

Sendo assim, objetivou-se com este estudo analisar os efeitos das interações dos elementos meteorológicos temperatura máxima, temperatura mínima, umidade relativa, velocidade do vento e radiação na evapotranspiração de referência avaliada pelo Irrigâmetro operando com diferentes alturas do nível de água no evaporatório.



MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste trabalho utilizou-se dados obtidos de um experimento conduzido com Irrigâmetros na área experimental do *campus* do Instituto Federal da Bahia (IFBA), localizado no município de Guanambi – BA, situado nas coordenadas 14°13'30" de latitude Sul, 42°46'53" de longitude Oeste e com altitude de 525 m, durante o período de abril de 2009 a janeiro de 2010. O clima é classificado como semiarido (BSa) pela classificação de Thornthwaite, apresentando temperatura média anual de 22,6°C e precipitação pluviométrica média de 715 mm por ano.

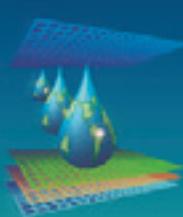
A determinação dos efeitos das variáveis meteorológicas, temperatura máxima, temperatura mínima, umidade relativa, velocidade do vento e radiação, na evapotranspiração estipulada pelo Irrigâmetro foi feita com o aparelho operando com diferentes níveis de água no evaporatório. Assim, o experimento foi montado num delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos e três repetições. Foram instalados 21 Irrigâmetros dispostos lado a lado, espaçados de 3,5 por 3,5 m para evitar sombreamento nos evaporatórios. Os tratamentos consistiram de Irrigâmetros operando com as seguintes alturas do nível de água no evaporatório: N₁ = 1, N₂ = 2, N₃ = 3, N₄ = 4, N₅ = 5, N₆ = 6 e N₇ = 7 cm, tomadas a partir de um nível de referência próprio do equipamento.

Para determinar as correlações e analisar a relação entre as variáveis explicativas adotou-se a análise de trilha (*path analysis*), com desdobramentos em efeitos diretos e indiretos sobre a variável principal, no caso a evapotranspiração.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No decorrer do período experimental a umidade relativa média diária foi, na maioria das vezes, superior a 60%, com a ocorrência de poucos valores extremos, sendo 86,8% para o dia 1º de abril de 2009 e 42,5% para o dia 20 de setembro de 2009. Já a radiação solar média do período em estudo foi de 249,58 W m⁻² e a velocidade média do vento foi de 3,19 m s⁻¹, considerada leve, de acordo com DOORENBOS & PRUITT (1977), atingindo valores máximos e mínimos de 6,98 m s⁻¹ e 0,52 m s⁻¹, respectivamente, conforme Figura 1.

Com relação aos elementos meteorológicos, de acordo com a Tabela 1, os que apresentaram maior relação com a evapotranspiração foram a umidade relativa e a radiação solar, que no mês de agosto se comportaram de forma mais propícia a evapotranspiração, com uma umidade relativa do ar baixa e uma radiação solar mais elevada, como constatado por



OLIVEIRA et al. (2011), sendo a radiação solar a que mais influencia a evaporação da água, conforme relata CHANG (1971) e OLIVEIRA et al. (2007), elemento este que apresenta maior correlação com a maioria dos trabalhos com Irrigâmetro, com a temperatura mínima e máxima apresentando menor coeficiente de Pearson total em todas as análises.

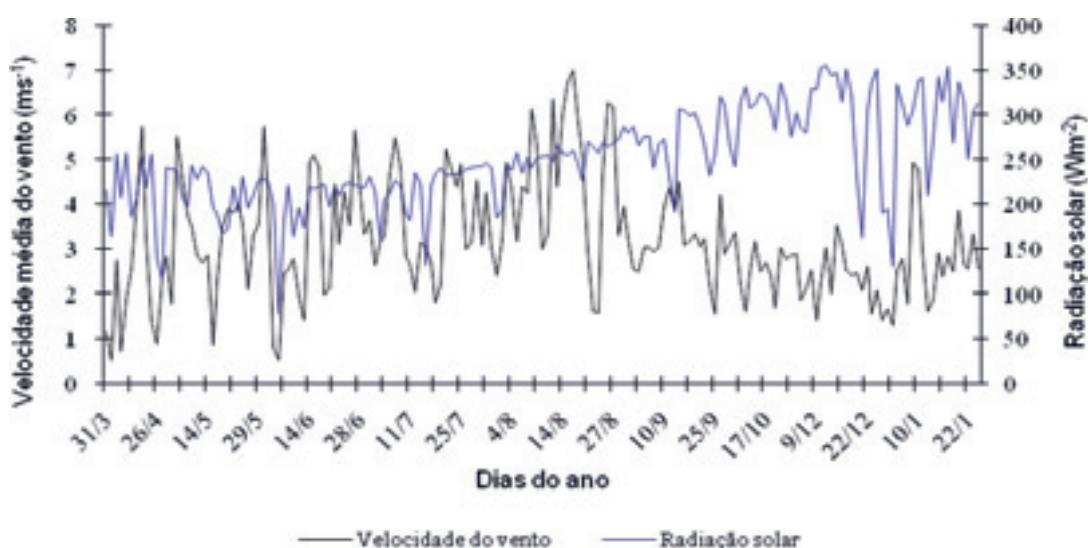


Figura 1. Variação diária da velocidade média do vento e da radiação solar ao longo do período experimental.

As estimativas dos efeitos diretos elevados e de sinal igual aos dos coeficientes de correlação total, indicaram que as variáveis velocidade do vento e a radiação solar são as principais determinantes na composição da variável principal. A variável velocidade do vento influencia na evapotranspiração pela retirada da camada saturada da superfície do evaporímetro e a radiação, como explicado por CHANG (1971), no fornecimento de calor, apresentando essas duas variáveis, relação nítida de causa e efeito. Isso evidencia que a variação na radiação solar e na velocidade do vento implica mudanças diretas na evapotranspiração para todos os níveis de água. Segundo CAIXETA (2009), de acordo com que foi observado, à medida que se elevou o nível de água no evaporatório, maior foi a influência desses elementos meteorológicos sobre a estimativa da evapotranspiração pelo Irrigâmetro.

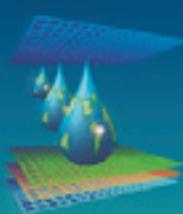
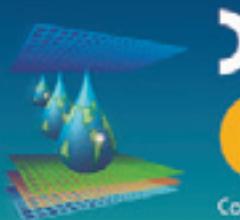


Tabela 1. Estimativa dos efeitos diretos e indiretos e correlação total entre a variável evapotranspiração obtida no Irrigâmetro e as variáveis temperatura máxima, temperatura mínima, umidade relativa, velocidade do vento e radiação para o mês de agosto.

Temperatura máxima	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Nível 6	Nível 7
Direto sobre ET	0,264	0,269	0,267	0,249	0,320	0,244	0,195
Indireto via T mín	- 0,018	- 0,013	- 0,023	- 0,009	- 0,023	- 0,001	0,031
Indireto via Ur	0,068	0,072	0,118	0,091	0,105	0,099	0,119
Indireto via Vv	- 0,150	- 0,166	- 0,156	- 0,166	- 0,159	- 0,165	- 0,173
Indireto via Rad	- 0,223	0,182	0,160	0,160	0,149	0,135	0,119
Total (cor. Pearson)	0,387*	0,346*	0,365*	0,325*	0,391*	0,312*	0,291*
Temperatura mínima							
Direto sobre ET	- 0,036	- 0,025	- 0,046	- 0,019	- 0,046	- 0,001	0,061
Indireto via T Max	0,132	0,135	0,133	0,125	0,160	0,122	0,098
Indireto via Ur	0,012	0,013	0,021	0,016	0,019	0,018	0,022
Indireto via Vv	- 0,070	- 0,077	- 0,073	- 0,077	- 0,074	- 0,077	- 0,081
Indireto via Rad	0,119	0,097	0,085	0,085	0,079	0,072	0,064
Total (cor. Pearson)	0,157	0,142*	0,121*	0,131**	0,139**	0,134**	0,163**
Umidade relativa							
Direto sobre ET	- 0,107	- 0,114	- 0,186	- 0,142	- 0,165	- 0,157	- 0,188
Indireto via T Max	- 0,168	- 0,171	- 0,169	- 0,159	- 0,203	- 0,155	- 0,124
Indireto via T mín	0,004	0,003	0,005	0,002	0,005	0,001	- 0,007
Indireto via Vv	- 0,103	- 0,114	- 0,107	- 0,114	- 0,109	- 0,114	- 0,119
Indireto via Rad	- 0,216	- 0,176	- 0,154	- 0,154	- 0,144	- 0,130	- 0,115
Total (cor. Pearson)	- 0,589	- 0,572*	- 0,612*	- 0,568*	- 0,616*	- 0,556*	- 0,553*
Velocidade do vento							
Direto sobre ET	- 0,487	0,537	0,507	0,538	0,517	0,537	0,561
Indireto via T Max	- 0,081	- 0,083	- 0,082	- 0,077	- 0,099	- 0,075	- 0,060
Indireto via T mín	0,005	0,004	0,007	0,003	0,007	0,001	- 0,009
Indireto via Ur	- 0,023	0,024	0,039	0,030	0,035	0,033	0,039
Indireto via Rad	0,014	0,011	0,010	0,010	0,009	0,008	0,007
Total (cor. Pearson)	- 0,447	0,493*	0,481*	0,504*	0,469*	0,504*	0,539*
Radiação							
Direto sobre ET	0,358	0,292	0,256	0,257	0,239	0,217	0,192
Indireto via T Max	- 0,165	0,168	0,166	0,156	0,199	0,152	0,121
Indireto via T mín	- 0,012	- 0,008	- 0,015	- 0,006	- 0,015	- 0,001	0,020
Indireto via Ur	0,064	0,069	0,122	0,086	0,099	0,094	0,113
Indireto via Vv	0,019	0,021	0,020	0,021	0,020	0,021	0,022
Total (cor. Pearson)	0,594	0,542*	0,539*	0,513*	0,542*	0,484*	0,468*
Coef Determinação	0,59	0,58	0,59	0,56	0,59	0,54	0,56
Ef. variável residual	0,64	0,65	0,64	0,66	0,64	0,68	0,66



ns Não-significativo pelo teste t; ** Significativo a 1%, pelo teste t.

CONCLUSÃO

Os elementos meteorológicos que apresentaram maior correlação com a estimativa da evapotranspiração obtida no Irrigâmetro foram velocidade do vento e a radiação solar, em todos os níveis de água estudados no evaporatório, sendo a radiação elemento mais relevante na maioria dos trabalhos com Irrigâmentro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAIXETA, S.P. **Efeitos de elementos meteorológicos na evapotranspiração estimada pelo Irrigâmetro nas condições climáticas da Zona da Mata Mineira.** 2009. 52f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CHANG, J. **Climate and agriculture.** Chicago: Aldine Publishing, 1971. 296 p.

DOORENBOS, J.; PRUITT, J. O. **Crop water requirement.** Rome: FAO, 1977. 144p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 24).

OLIVEIRA, E. M.; OLIVEIRA, R. A.; SEIYAMA, G. C.; CECON, P. R.; DRUMON, L. C. D. Análise do coeficiente e o desempenho do Irrigâmetro e a influência dos elementos do clima na estimativa da evapotranspiração. **Engenharia na agricultura**, Viçosa, v. 19, n. 4, p. 348-360, 2011.

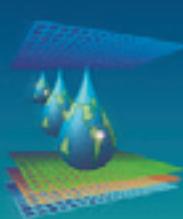
OLIVEIRA, R. A.; RAMOS, M. M. **Manual do irrigâmetro.** Viçosa; MG: UFV, 2008. 144p.

OLIVEIRA, E. M. de; OLIVEIRA, R. A. de; BAPTESTINI, J. C. M. Ajuste do Irrigâmetro para estimar a evapotranspiração da cultura, por meio da variação da área do evaporatório. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 12., Viçosa, MG, 2007a **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2007a. 1.

OLIVEIRA, E. M.; OLIVEIRA, R. A.; TAGLIAFERRE, C.; SEDIYAMA, G. C. Ajuste do Irrigâmetro para estimar a evapotranspiração da cultura nos seus diversos estádios de desenvolvimento. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2007, Bonito- MS. **Anais...** Bonito: SBEA, 2007b.

TAGLIAFERRE, C. **Influência da presença da bordadura e da profundidade dos níveis de água na evaporação obtida nos minievaporímentros operando com Irrigâmetro modificado.** 2006. 99f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

WRIGTH, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 20, 1921.



PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE DIAS SECOS E CHUVOSOS NO MUNICÍPIO DE BARREIRAS PARA AUXILIAR O MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA SOJA

A. do N. Silva¹; M. A. V. Silva²; A. C. T. Pinheiro¹; E. C. de Oliveira³; A. R. G. Bezerra⁴; E. S. Moscon⁵

RESUMO - O trabalho teve como objetivo a determinação das probabilidades de ocorrência de períodos secos e chuvosos na cidade de Barreiras, BA, a partir de uma série de 66 anos de dados diários de precipitação pluvial, visando auxiliar o planejamento de sistemas de irrigação e o manejo da mesma para a cultura. Foram considerados como dias secos, os que apresentaram precipitação inferior à evapotranspiração da cultura da soja, ET soja. O trabalho foi realizado para as fases de floração e enchimento de grãos a partir de sete datas de semeadura DS (1/10, 16/10, 31/10, 15/11, 01/12, 16/12, 31/12) As chances de ocorrência dos períodos secos e chuvosos foram estimadas mediante o uso da cadeia de *Markov*. De acordo com os resultados, percebe-se que as probabilidades de ocorrerem dias secos foram sempre superiores as probabilidades de ocorrerem dias chuvosos. A melhor época para cultivo de sequeiro ocorre entre 01/10 e 16/10 devido a menor probabilidade de ocorrência de veranico.

PALAVRAS-CHAVE: Irrigação suplementar, déficit hídrico, *Glycine max*.

PROBABILITY OF OCCURRENCE OF DRY AND RAINY DAYS IN BARREIRAS TO ASSIST MANAGEMENT OF IRRIGATION IN SOYBEAN CROP

SUMMARY: The study aimed to determine the probability of dry and rainy periods in Barreiras, BA, from a series of 66 years of daily rainfall data, aiming to help the planning of irrigation systems and management for the same culture. It were considered as dry days, those who had precipitation below the evapotranspiration of soybean, soybean ET. The work was performed for the stages of flowering and grain filling from seven sowing dates DS (10/01, 10/16, 10/31, 11/15, 12/01, 12/16, 12/31) the chances of occurrence of dry and rainy periods were estimated by using the Markov chain. According to the results, it is clear that the probabilities of occurrence of dry days were always greater than the probability of occurrence of rainy days. The best time to rainfed crop is between 10/01 and 10/16 due to lower probability of moisture stress.

KEY WORDS: Irrigation supplemental, water deficit, *Glycine max*.

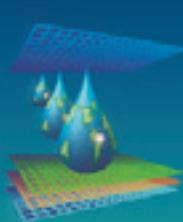
¹Graduando em Engenharia Agronômica, Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Ciências Humanas, Campus 9, BR 242, km 04, Loteamento Flamengo, 47800-000, Barreiras, Bahia, Brasil. albertons28@hotmail.com

²Engenheiro Agrônomo, Doutor. Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Ciências Humanas, Campus 9, BR 242, km 04, Loteamento Flamengo, 47800-000, Barreiras, Bahia, Brasil. maavsilva@uneb.br

³ Meteorologista, Doutor. Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Itapina.

⁴ Mestrando em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa

⁵ Mestrando em Agronomia, Universidade de Brasília



INTRODUÇÃO

A cultura da soja constitui-se em um dos principais cultivos da agricultura mundial e brasileira, com alto potencial produtivo e valor nutritivo, o que lhe confere multiplicidade de aplicações na alimentação humana e/ou animal, com relevante papel sócio econômico, constituindo-se em matéria prima indispensável para impulsionar diversos complexos agroindustriais (GOMES, 2007; PEIXOTO, 2005).

A expansão da cultura no oeste baiano deveu-se a uma série de fatores naturais como condições edafoclimáticas favoráveis e a recursos tecnológicos sendo uns dos principais, os avanços dos sistemas de irrigação utilizados na cultura (SEAGRI, 2009).

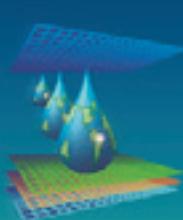
Na produção comercial da cultura da soja, a disponibilidade hídrica é o principal fator limitante ao rendimento, sendo a precipitação pluvial em muitas safras não suficiente para o atendimento da demanda potencial da cultura. Modificações de datas de semeadura podem interferir nas necessidades hídricas totais. A complementação hídrica adequada no período onde a deficiência é mais severa pode ser manejada de modo a minimizar as perdas de produtividade decorrentes da escassez.

Segundo VIVAN et al. (2010) os reduzidos níveis de produtividade apresentados pela cultura devido a deficiências hídricas expressam a necessidade da incorporação de técnicas mais eficientes de condução da atividade agrícola, dentre as quais sobressai o manejo de irrigação suplementar.

A cultura da soja apresenta necessidade hídrica crescente durante o desenvolvimento da planta, atingindo o pico durante a floração-enchimento de grãos (7-8 mm/dia) e, decrescendo após esse período. Déficits hídricos expressivos, durante tais estádios, provocam alterações fisiológicas na planta, como o fechamento estomático e o enrolamento de folhas e, como consequência, a queda prematura de folhas e de flores e abortamento de vagens, resultado, por fim, em redução do rendimento de grãos (EMBRAPA, 1999).

Portanto o conhecimento da estimativa da disponibilidade hídrica, ou seja, período chuvoso e dias secos ao longo do ciclo da cultura, permite a elaboração adequada de um planejamento de manejo e operação dos projetos de irrigação, permitindo a tomada de decisão sobre planos ótimos de cultivo e ocupação de área para produção econômica com base na água disponível (VIVAN, 2010).

Outro fator condicionante a ser considerado é a época de semeadura, que, para a cultura da soja, tem sido baseada em condições climáticas que favorece a obtenção de altos



rendimentos de grãos. No entanto, em algumas situações, não é possível realizar a semeadura na época recomendada, o que pode provocar perdas na produtividade, em especial, quando estas não são contornadas com sistemas de manejo corretivo.

O presente trabalho tem como objetivo o estudo da probabilidade de ocorrência de dia secos e chuvosos na cidade de Barreiras BA a partir de uma série de 66 anos de dados diários de precipitação pluvial para auxiliar na tomada de decisões quanto ao planejamento e manejo agrícola visando a implementação da irrigação suplementar para a cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

A análise estatística foi realizada em uma série de 66 anos (1947 a 2012) de dados diários de precipitação da Estação Climatológica Principal pertencente ao INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), localizada em Barreiras, BA (Lat. 12° 09' 10", Long. 44° 59' 24" e Alt. 430 m). Na definição de ocorrências de chuva foram consideradas apenas as precipitações pluviais superiores ou iguais à evapotranspiração diária da cultura da soja, ET_{soja}. Assim, um dia foi considerado seco (com déficit de chuva) quando a precipitação foi menor ou igual a ET_{soja} e chuvoso na situação contrária. Na análise, considerou-se o número de sequências de dias com e sem chuva dentro da fase FIII, que representa o início do florescimento até a formação de grãos e o final da formação de grãos até o início da maturação, para sete diferentes datas de semeadura DS (01/10, 16/10, 31/10, 15/11, 01/12, 16/12 e 31/12). Para a estimativa da probabilidade de ocorrência de períodos secos P(S) e chuvosos P(C), utilizou-se o processo baseado na cadeia de Markov por meio das seguintes equações:

$$P(S) = \frac{\sum DS}{\sum (DS + DC)} \quad (1)$$

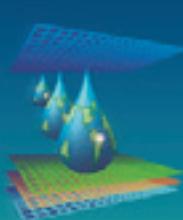
$$P(C) = 1 - P(S) \quad (2)$$

em que:

DS é o dia seco e

DC o chuvoso.

O cálculo das probabilidades condicionais foi efetuado por meio das equações propostas por FIETZ et al. (1998) e ANDRADE JÚNIOR et al. (2001):



$$P(S|S) = \frac{\sum DSS}{\sum DS} \quad (3)$$

$$P(S) = I - P(S|S) \quad (4)$$

$$P(C|C) = \frac{\sum DCC}{\sum DC} \quad (5)$$

$$P(S|C) = I - P(C|C) \quad (6)$$

em que:

DSS é o dia seco precedido de dia seco;

DCC o dia chuvoso precedido de dia chuvoso;

P(S|S) a probabilidade de ocorrência de um dia seco, sendo o dia anterior seco;

P(C|S) a possibilidade de ocorrência de um dia chuvoso, sendo o anterior seco;

P(S|C) a probabilidade de ocorrência de um dia seco, sendo o anterior chuvoso e

P(C|C) a chance de ocorrência de um dia chuvoso, sendo o anterior chuvoso.

As probabilidades de ocorrência de dias consecutivos secos, P(S,n), ou chuvosos, P(C,n), foram calculadas pelas expressões a seguir (VIANA et al., 2002):

$$P(S,n) = P(S) \times P(S|S)n-1 \quad (7)$$

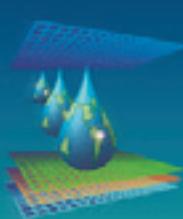
$$P(C,n) = P(C) \times P(C|C)n-1 \quad (8)$$

em que: "n" representa o número de dias consecutivos do período considerado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados da tabela 2, percebe-se que as probabilidades de ocorrerem dias secos foram sempre superiores as probabilidades de ocorrerem dias chuvosos. A menor chance de ocorrerem dias secos foi verificada na data de semeadura (DS) 01/10. Para as DS estudadas a medida que avança a escolha da semeadura identifica-se uma tendência de acontecer incremento na probabilidade de ocorrência de dias secos.

Com exceção da DS 01/10 a probabilidade de persistir um déficit hídrico com um dia anterior seco ultrapassa 80% para as demais datas. Dessa forma o irrigante deve incluir no seu manejo o monitoramento da probabilidade de um dia chuvoso preceder outro dia chuvoso cuja



tendência é diminuir a medida em que a escolha da semeadura se prolongue até o mês de dezembro. Essa queda percentual chega a 1/3 de possibilidade na semeadura de dezembro.

Tabela 1. Data de semeadura (DS), probabilidade de ocorrência de períodos secos (S), períodos chuvosos (C) e probabilidades condicionais na Fase III.

DS	FIII	Subperíodo					
		P(S)	P(C)	P(S/S)	P(C/S)	P(C/C)	P(S/C)
01/out	20/11-18/01	76,52	23,48	67,75	32,25	49,69	50,31
16/out	05/12-02/02	77,4	22,6	84,24	15,76	45,84	54,16
31/out	20/12-17/02	78,89	21,11	84,93	15,07	43,33	56,67
15/nov	04/01-04/03	81,11	18,89	85,43	14,57	37,38	62,62
01/dez	20/01-20/03	80,93	19,07	85,28	14,72	37,32	62,68
16/dez	04/02-04/04	82,6	17,4	85,94	14,06	33,09	66,91
31/dez	19/02-19/04	84,17	15,83	86,83	13,17	29,76	70,24

No período de dezembro a abril foi observado a ocorrência de cinco dias consecutivos de déficit hídrico com probabilidade em torno de 40% (tabela 2). Quanto a persistência de dez dias seguidos sem chuva verifica-se que a semeadura a partir de 16/12 poderia indicar a ocorrência dessa sequência em um a cada quatro anos. Além do prejuízo no uso consultivo de água uma sequencia de dez dias sem chuva na FIII, que compreende o tempo de inicio da reprodução, afetaria negativamente o manejo fitossanitário, uma vez que o predomínio de veranicos retira a eficiência dos inseticidas fumigantes e de ação sistêmica. Dessa forma a estimativa das probabilidades da transição entre dias secos e chuvosos são de grande importância para a otimização do planejamento das atividades agrícolas, como um todo, pois contribuem de forma decisiva para a tomada de decisão quanto as épocas de plantio, para a avaliação do risco de deficiência hídrica e para o dimensionamento e manejo dos sistemas irrigados (KELLER FILHO et al, 2006).

Destaca-se que tanto para período seco quanto para chuvoso a sequencia de vinte dias a probabilidade praticamente é nula.

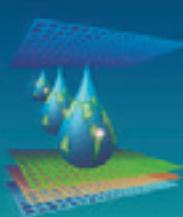


Tabela 2. Probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos para um número de dias específicos (5,10 e 20 dias consecutivos)

DS	Período FIII	P(S,5)	P(S,10)	P(S,20)	P(C,5)	P(C,10)	P(C,20)
01/10	20/11-18/01	16,12	2,30	0,00	1,43	0,04	0,00
16/10	05/12-02/02	38,98	16,54	0,00	1,00	0,02	0,00
31/10	20/12-17/02	41,05	18,14	0,00	0,74	0,01	0,00
15/11	04/01-04/03	43,19	19,65	0,00	0,37	0,00	0,00
01/12	20/01-20/03	42,80	19,30	0,00	0,37	0,00	0,00
16/12	04/02-04/04	45,06	21,13	0,00	0,21	0,00	0,00
31/12	19/02-19/04	47,84	23,61	0,00	0,12	0,00	0,00

CONCLUSÃO

A melhor época para cultivo de sequeiro ocorre entre 01/10 e 16/10 devido a menor probabilidade de ocorrência de veranico nesse período.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 1999/2000.** Londrina: Embrapa/CNPSO, 1999.p. 2226. (Documentos, 132).

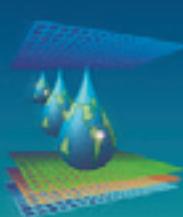
GOMES, A. C. S. **Efeito de diferentes estratégias de irrigação sob a cultura da soja (*Glycine max (L.) Merril*) na região de Santiago, RS.** Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS. 2007. 132p.

KELLER FILHO. T.; ZULLO JUNIOR, J.; LIMA, P. R. S. R. Análise da transição entre dias secos e chuvosos por meio da cadeia de markov de Terceira ordem. **Pesquisa agropecuária brasileira.** Brasília, v41, n 9, p1341-1349, set. 2006.

PEIXOTO, C.R; A cultura da soja na Bahia: da defesa ao ataque. **Bahia Agrícola.** v.7, n.1, set.2005.

SEAGRI – Secretaria de Agricultura do Estado da Bahia. **Região Oeste da Bahia.** Nota Técnica (Superintendência de Política do Agronegócio). 2009. 10p.

VIVAN, G.A; **Resposta da irrigação suplementar em diferentes cenários para a cultura da soja na microregião de passo fundo.** Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS. 2010. 141p.



O USO DA LOGNORMAL PARA OBTENÇÃO DA PRECIPITAÇÃO EFETIVA PARA O MUNICÍPIO DE BARREIRAS

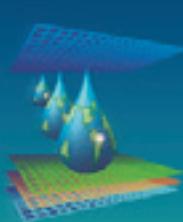
A. C. T. Pinheiro¹; M. A. V. Silva²; A. N. Silva¹; A. R. G. Bezerra³; E. S. Moscon⁴; E. C. de Oliveira⁵

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estimar as precipitações efetivas mensais para o município de Barreiras, BA, por meio de diferentes equações, fazendo-se uso das precipitações prováveis, aos níveis de 75% e 90% de probabilidade, calculadas segundo a distribuição Log-normal. O estudo foi realizado a partir das estimativas mensais de chuva provável, cujos dados utilizados compreenderam o período de 1937 a 2012, resultando em 76 anos de observação. Utilizou-se a distribuição Log-N, sendo esta a própria distribuição da curva de Gauss, na estimativa da chuva provável. A partir desses dados, realizou-se a estimativa da chuva efetiva, que foi obtida a partir dos métodos: percentagem fixa (PF) (20, 50 e 80%), fórmula empírica (AGLW/FAO) e do Soil Conservation Service Method (USDA), fazendo-se uso da planilha eletrônica Excel. As precipitações efetivas mensais obtidas por meio da distribuição Lognormal identificou o período de maio a outubro como imprescindível para uso de irrigação no município de Barreiras.

PALAVRAS-CHAVE: Probabilidade de precipitação; FAO; Irrigação.

USE OF LOGNORMAL TO ESTIMATE FOR OBTAINING EFFECTIVE PRECIPITATION FOR THE MUNICIPALITY OF BARREIRAS

SUMMARY: The aim of this study was to estimate the effective monthly rainfall for the city of Barriers, BA, using different equations, making use of the probable rainfall, levels of 75% and 90% probability, calculated according to the Log-normal distribution . The study was conducted from the monthly estimates of rainfall likely, the data used comprised the period from 1937 to 2012, resulting in 76 years of observation. It used the log-N, which is the actual distribution of the Gaussian curve to estimate the probable rain. From these data, there was an estimated effective rainfall, which was obtained from the methods: fixed percentage (PF) (20, 50 and 80%), empirical formula (AGLW / FAO) and the Soil Conservation Service Method



(USDA), making use of the Excel spreadsheet. The actual monthly precipitation obtained by lognormal distribution identified the period from May to October as essential for irrigation use in Barreiras.

KEYWORDS: Probability of precipitation; FAO; Irrigation.

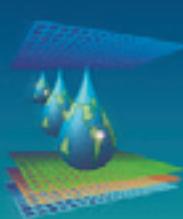
INTRODUÇÃO

A principal utilização da água ocorre na irrigação, sendo esta responsável por cerca de 70% do total consumido no mundo, e por 64,7% do consumo de água no Brasil (TUCCI et al., 2001). Esses dados revelam a crescente necessidade na melhoria do manejo de irrigação e seu planejamento, para que os conflitos na gestão dos recursos hídricos sejam minimizados.

Segundo SAMPAIO et al. (2000), os projetos de irrigação no Brasil são, geralmente, dimensionados em termos de irrigação total, visando atender as necessidades hídricas da cultura, sem considerar a contribuição da precipitação. Além do desperdício de água, as consequências de superestimar a irrigação estão relacionadas com o aumento do custo de irrigação por unidade de área e, consequentemente, elevação do custo final de produção.

De acordo com FRIZZONE (1979), precipitação provável é a precipitação pluviométrica mínima que tem uma probabilidade específica de ocorrência baseada na análise de uma longa série de dados. Sendo assim, o conhecimento da probabilidade de ocorrência de precipitação é importante para manejo das culturas e planejamento da irrigação, e a sua adequabilidade está em função da série histórica e do período analisado. Para BERNARDO et al., (2008) não se deve trabalhar com probabilidades de ocorrência de chuva inferiores a 75 ou 80%, para estudos de minimização dos riscos de empreendimentos agrícolas. Entretanto, esses valores podem ser variáveis adotando-se um critério econômico, cujo nível de probabilidade esteja associando à redução na qualidade e quantidade de produção, decorrentes da deficiência hídrica pela falta de chuva, durante determinado período (JENSEN, 1983).

A distribuição Log-normal tem distribuição unilateral, isto é, toma valores somente no intervalo positivo. Esta propriedade torna-a conveniente para quantidades físicas que só podem tomar valores positivos. De acordo com VILLELA & MATOS (1975), dentre as distribuições de probabilidade, a Log-normal tem se ajustado bem à distribuição



pluviométrica brasileira e possui maior facilidade quando comparada às demais distribuições. Observação atestada por LONGO et al., (2001).

A determinação da precipitação efetiva é bastante importante para a irrigação, visto que esta parcela da precipitação é a porção da precipitação que contribui com a água disponível do solo e, assim, sua quantificação torna-se útil no manejo da irrigação (SAMPAIO et al., 2000). Informações quanto a precipitação efetiva podem auxiliar na gestão de recursos hídricos, através de um manejo econômico dos sistemas de irrigação, podendo ser estimada por diferentes metodologias, sendo os métodos empíricos os mais utilizados, por sua simplicidade de aplicação.

O objetivo deste trabalho foi estimar as precipitações efetivas mensais para o município de Barreiras, BA, por meio de diferentes equações, fazendo-se uso das precipitações prováveis, aos níveis de 75% e 90% de probabilidade, calculadas segundo a distribuição Log-normal.

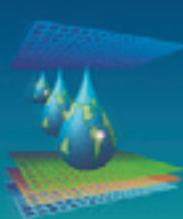
MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no município de Barreiras, Bahia, geograficamente definido pelas coordenadas de 12°09'10" e 44°59'24", com 430 m de altitude. O clima da região é, conforme classificação de Köppen, do tipo Aw, ou seja, típico de savana, com inverno seco e temperatura média do ar do mês mais frio superior a 18º C.

O estudo foi realizado a partir das estimativas mensais de chuva provável, cujos dados utilizados compreenderam o período de 1937 a 2012, resultando em 76 anos de observação. As lâminas diárias foram totalizadas em períodos mensais e avaliadas com níveis de probabilidade de ocorrência de 75 e 90%. Ressalta-se que, considerando-se a análise econômica, o valor de 75% é sugerido por Bernardo et al. (2008), para estudos com fins agrícolas. Utilizou-se a distribuição Log-N, sendo esta a própria distribuição da curva de Gauss, na estimativa da chuva provável.

A partir desses dados, realizou-se a estimativa da chuva efetiva, que foi obtida a partir dos métodos: percentagem fixa (PF) (20, 50 e 80%), fórmula empírica (AGLW/FAO) e do Soil Conservation Service Method (USDA), fazendo-se uso da planilha eletrônica Excel.

O método da percentagem fixa é definido como a precipitação efetiva com uma probabilidade de excedência respectiva à percentagem aplicada; assim, 20% de probabilidade



de excedência representam um ano considerado "úmido"; 50% se referem a um ano "normal", aproximando-se de uma média; já 80% representam um ano "seco", o que equivale a se dizer, então, que quanto mais úmido o ano, menor a porcentagem da chuva que fica retida no solo disponível às plantas (SAMPAIO et al., 2000).

O método da AGLW/FAO foi desenvolvido para climas árido e subúmido, sendo a precipitação efetiva calculada pelas Equações 1 e 2:

$$P_{eff} = 0,6P_p - 10 \rightarrow P_p < 70 \text{ mm} \quad (1)$$

$$P_{eff} = 0,8P_p - 24 \rightarrow P_p > 70 \text{ mm} \quad (2)$$

O método USDA foi desenvolvido por meio de balanços hídricos relacionando-se à entrada da precipitação com as saídas, por escoamento superficial e percolação, bem como a água retida na zona radicular, para várias culturas. A precipitação efetiva foi obtida pelas Equações:

$$P_{eff} = (P_p (125 - 0,2 * P_p)) / 125 \rightarrow < 250 \text{ mm} \quad (3)$$

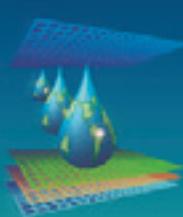
$$P_{eff} = 125 + 0,1 * P_p \rightarrow > 250 \text{ mm} \quad (4)$$

RESULTADO E DISCUSSÕES

As precipitações prováveis para os níveis de probabilidade de 75% e 90% encontram-se na Tabela 1, os dados indicam a existência de um período seco e um período chuvoso bem definidos no município, para a agricultura praticada na região, a existência desse período chuvoso entre os meses de setembro a abril é imprescindível para o cultivo das principais lavouras extensivas de sequeiro.

Tabela 1. Precipitações prováveis (mm) na cidade de Barreiras, para o intervalo de agrupamento de 30 dias, com probabilidade de 75% e 90%, referentes ao período de 1937 a 2012.

Prob. (%)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
75	34,64	50,73	41,44	17,68	2,09	0,77	0,71	0,77	1,97	17,00	62,03	304,87	534,68
90	14,86	27,36	20,46	7,93	0,83	0,45	0,43	0,45	0,75	7,54	32,03	41,56	154,65



Os resultados para precipitação efetiva encontram-se nas Tabelas 2 e 3. Para o nível de probabilidade de 75% encontram-se os maiores valores de chuva efetiva, visto que, os mesmos estão relacionados com a precipitação provável. Para os dois níveis de probabilidade estudados, os maiores valores observados foram obtidos pelas metodologias de percentagem fixa a 80% e da USDA, que foram os que mais se assemelharam.

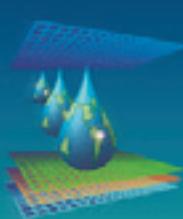
Para o nível de probabilidade de 90%, condição adotada apenas para culturas de maior sensibilidade ao estresse hídrico ou em culturas onde o valor agregado é maior, a precipitação efetiva chega a 38 mm no mês de dezembro, mas volta a cair no mês de abril, ficando praticamente nula do mês de maio a outubro, o que demonstra ser necessário o uso da irrigação com lâminas totais neste período do ano.

Tabela 2. Precipitações efetivas (mm) na cidade de Barreiras, para o intervalo de 30 dias, com probabilidade de 75%, estimadas segundo equações empíricas.

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Percentagem Fixa 20%												
6,93	10,15	8,29	3,54	0,42	0,15	0,14	0,15	0,39	3,40	12,41	15,43	61,39
Percentagem Fixa 50%												
17,32	25,36	20,72	8,84	1,05	0,38	0,35	0,38	0,98	8,50	31,01	38,57	153,48
Percentagem Fixa 80%												
27,71	40,58	33,15	14,14	1,67	0,61	0,56	0,61	1,58	13,60	49,62	61,71	245,56
Fórmula Empírica (AGLW/FAO)												
10,78	20,44	14,86	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	27,22	37,71	111,82
Soil Conservation Service Method (USDA)												
32,72	46,61	38,69	17,18	2,08	0,77	0,70	0,77	1,96	16,54	55,87	67,62	281,51

Tabela 3. Precipitações efetivas (mm) na cidade de Barreiras, para o intervalo de 30 dias, com probabilidade de 90%, estimadas segundo equações empíricas.

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Percentagem Fixa 20%												
2,07	5,47	4,09	1,59	0,17	0,09	0,09	0,09	0,15	1,51	6,41	8,31	30,93
Percentagem Fixa 50%												
7,43	13,68	10,23	3,96	0,42	0,23	0,21	0,22	0,37	3,77	16,01	20,78	77,33
Percentagem Fixa 90%												
11,89	21,89	16,37	6,34	0,67	0,36	0,34	0,36	0,60	6,03	25,62	33,25	123,72
Fórmula Empírica (AGLW/FAO)												



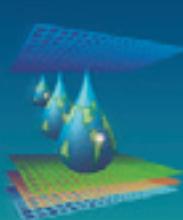
0,00	6,42	2,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,22	14,94	32,85
Soil Conservation Service Method (USDA)												
14,50	26,17	19,79	7,83	0,83	0,45	0,43	0,45	0,74	7,45	30,39	38,80	147,43

CONCLUSÃO

As precipitações efetivas mensais obtidas por meio da distribuição Lognormal identificou o período de maio a outubro como imprescindível para uso de irrigação no município de Barreiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C.. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2008. 625p.
- FRIZZONE, J. A. **Análise de cinco modelos para cálculo da distribuição e freqüência de precipitações na região de Viçosa, MG**. Viçosa, 1979. 100p. (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa.
- JENSEN, M.E. **Design and operation of farm irrigation system**. New York: ASAE. 1983. 829p.
- LONGO, A. J.; SAMPAIO, S. C; CORREA, M. M.; VILAS BOAS, M. A. Precipitação provável e equação de chuvas intensas para o município de Cascavel – PR. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 30, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...**Foz do Iguaçu: CONBEA, 2001. 1 CD.
- SAMPAIO, S.C. ET al.. Precipitação efetiva para o Município de Lavras-MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.2, p.210-213, 2000.
- TUCCI, C.E.M.; HESPAÑOL, I.; CORDEIRO NETTO, O.M. **Gestão de água no Brasil**. Brasília: Unesco, 2001. 156p.
- VILELA, S. M.; MATOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Hill do Brasil, 1975. 245p.



MÉTODOS EMPÍRICOS PARA ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA MORRO DO CHAPÉU-BA

L. S. BATISTA¹; M. G. SILVA²; J. A. SILVA FILHO³; N. T. SANTOS²; F. A. C. PEREIRA⁴

RESUMO: Objetivou-se com o trabalho avaliar o desempenho dos métodos empíricos de estimativa da evapotranspiração de referência: Hargreaves-Samani, Radiação – FAO 24, Makking e Priestley-Taylor, em comparação ao método padrão Penman-Monteith – FAO 56 (PM-FAO 56). Para as estimativas de ET₀ mensal por meio dos métodos empíricos, foram obtidos dados climáticos da estação meteorológica convencional da localidade do Morro do Chapéu-BA, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Para comparar os valores de ET₀ estimados por PM-FAO 56 e os demais métodos empíricos, foram considerados: erro médio (EM), erro padrão de estimativa (EPE), coeficiente de determinação (r^2), índice de concordância (d) e o índice de confiança ou desempenho (c). Os melhores desempenhos foram obtidos pelos métodos Hargreaves-Samani, Radiação – FAO 24 e Priestley-Taylor, com desempenho classificado como “Ótimo” e “c” acima de 0,90. O método de Makking apresentou desempenho inferior aos demais métodos, classificado como “Bom” e “c” de 0,74.

PALAVRAS-CHAVE: Elementos climáticos, Irrigação, Penman-Monteith.

EVALUATION OF EMPIRICAL METHODS TO ESTIMATE EVAPOTRANSPIRATION REFERENCE IN MORRO OF CHAPÉU-BA

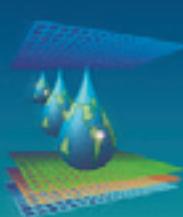
ABSTRACT: The objective of the study was to evaluate the performance of empirical methods to estimate reference evapotranspiration: Hargreaves-Samani, Radiation - FAO 24, Makking and Priestley-Taylor, comparing them with the standard method Penman-Monteith –

¹ Graduando em Engenharia Agronômica na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, Núcleo de Engenharia de Água e Solos - NEAS. e-mail: lucasbaptistafrb@gmail.com

² Mestrando em Engenharia Agrícola na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Núcleo de Engenharia de Água e Solos - NEAS. e-mail: mairtong@hotmail.com, narinhatosta_@hotmail.com

³ Mestrando em Ciências Agrárias na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Núcleo de Engenharia de Água e Solos - NEAS. e-mail: ailtonjuniortid@hotmail.com

⁴ Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr. da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Núcleo de Engenharia de Água e Solos - NEAS



FAO 56 (FAO-56 PM). For the evapotranspiration monthly through empirical methods, were obtained climate data from the meteorological station conventional of Morro of Chapéu-BA, provided by the National Institute of Meteorology (INMET). To compare the values of ET_o estimated by PM-FAO 56 and other empirical methods were considered: mean error (ME), standard error of estimate (SEE), coefficient of determination (r^2), concordance index (d) and the index confidence or performance (c). The best performances were obtained by methods Hargreaves-Samani, Radiation - FAO 24 and Priestley-Taylor, with performance classified as "Excellent" and "c" above 0.90. The method Makking showed inferior performance to the other methods, classified as "Good" and "c" of 0.74.

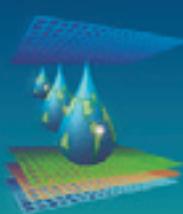
KEYWORDS: Climatic elements, Irrigation, Penman-Monteith.

INTRODUÇÃO

O manejo da irrigação requer, além de métodos e tecnologia adequada, estudos específicos de consumo de água para cada cultura em épocas, locais e estádios de desenvolvimento distintos. Uma alternativa para o manejo eficiente de sistemas de irrigação é por meio da estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) (SILVA et al., 2011), e compreender a ET_o é essencial para um planejamento econômico do uso dos recursos hídricos.

Existe um grande número métodos de estimativa da ET_o , em que foram desenvolvidos nas mais diversas condições climáticas, diante dessa diversidade de métodos, a equação de Penman-Monteith foi parametrizada pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) em seu manual número 56 como o modelo padrão para a estimativa da ET_o e calibração de métodos empíricos (ALLEN et al., 1998), porém essa equação exige parâmetros de entrada nem sempre medidos em estações agrometeorológicas, tornando-o de uso restrito para a maioria das condições. Assim, torna-se de suma importância estudos que avaliem o desempenho de métodos mais simples que utilizam menor número de parâmetros de entrada.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho dos métodos empíricos para a estimativa da ET_o mensal: Hargreaves-Samani, Radiação – FAO 24, Makking e Priestley-Taylor, comparando com o método padrão Penman-Monteith FAO-56, na região de Morro do Chapéu, BA.



MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado a partir de dados diários de temperatura máxima e mínima do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e insolação, correspondentes ao período de 1977 a 2012, oriundos da Estação Meteorológica Convencional de Morro do Chapéu, BA (latitude 11,22° S, longitude 41,22° W e altitude de 1003,27 m). Os dados foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a partir do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP).

Na região predomina o tipo climático Cwb, segundo a classificação de Köppen, tropical de altitude de verão brando, com temperatura média do mês mais frio (julho) inferior a 18°C e temperatura média do mês mais quente (janeiro) inferior a 22°C. A temperatura média compensada equivale a 19,7°C e a precipitação média anual em torno de 800 mm.

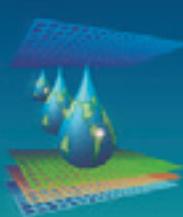
Os métodos utilizados para a estimativa da ET_o foram: Hargreaves-Samani, Radiação – FAO 24, Makking e Priestley-Taylor comparados ao método de Penman-Monteith FAO 56, considerado padrão (Equação 1).

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T_m + 273} u_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34 \cdot u_2)} \quad (1)$$

em que:

ET_o - evapotranspiração de referência, mm dia⁻¹; R_n - radiação líquida total do gramado, MJ m⁻² dia⁻¹; G - densidade do fluxo de calor no solo, MJ m⁻² dia⁻¹; T_m - temperatura média diária do ar, °C; u₂ - velocidade do vento média diária a 2 m de altura, m s⁻¹; e_s - pressão de saturação de vapor, kPa; e_a - pressão parcial de vapor, kPa; e_s-e_a - déficit de saturação de vapor, kPa; Δ - declividade da curva de pressão de vapor no ponto de T_m, kPa °C⁻¹; γ - coeficiente psicrométrico, kPa °C⁻¹.

Os valores de ET_o foram avaliados por regressão linear simples, coeficiente de correlação (r); coeficiente de determinação (r²); erro médio (EM); erro padrão de estimativa (EPE); índice de concordância ou exatidão (d) (WILLMOTT et al., 1985), onde seus valores variam de “0” (não existe concordância) a “1” (concordância perfeita) e o índice de confiança ou desempenho (c) proposto por CAMARGO & SENTELHAS (1997), que é obtido pelo produto entre a correlação “r” (precisão) e o índice “d” (exatidão), c = r x d. Os valores do índice “c” são interpretados como: “Ótimo”, para valores maiores que 0,85; “Muito Bom”, para valores entre 0,76 e 0,85; “Bom”, para valores entre 0,66 e 0,75; “Mediano”, para valores



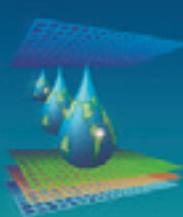
entre 0,61 e 0,65; “Sofrível”, para valores entre 0,51 e 0,60; “Mau”, para valores entre 0,41 e 0,50 e como “Péssimo”, para valor menor ou igual a 0,40.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as médias mensais da estimativa da ET_o para o município de Morro do Chapéu, BA obtidas pelos métodos de Penman-Monteith (PM); Hargreaves-Samani (HS); Radiação – FAO 24 (FAORad); Makking (Makk) e Priestley-Taylor (PT). A ET_o máxima pelo método padrão PM ocorreu no mês de outubro ($4,63 \text{ mm dia}^{-1}$) e a mínima em junho ($2,62 \text{ mm dia}^{-1}$). No método de HS os maiores valores de ET_o ocorreram em janeiro ($4,73 \text{ mm dia}^{-1}$) e fevereiro ($4,72 \text{ mm dia}^{-1}$) e a ET_o mínima em junho ($2,71 \text{ mm dia}^{-1}$); no método FAORad os maiores valores de ET_o ocorreram em janeiro ($5,16 \text{ mm dia}^{-1}$), fevereiro ($5,15 \text{ mm dia}^{-1}$) e outubro ($5,16 \text{ mm dia}^{-1}$) e a mínima de $2,86 \text{ mm dia}^{-1}$ (junho); no método de Makk a ET_o máxima de $3,68 \text{ mm dia}^{-1}$ ocorreu nos meses de janeiro e fevereiro, respectivamente e a mínima em junho ($2,26 \text{ mm dia}^{-1}$); a ET_o máxima pelo método de PT foi de $4,90 \text{ mm dia}^{-1}$ (janeiro) e $4,89 \text{ mm dia}^{-1}$ (fevereiro), respectivamente e mínima de $2,83 \text{ mm dia}^{-1}$ (junho).

Tabela 1 - Médias da ET_o mensal pelos métodos de Penman-Monteith (PM); Hargreaves-Samani (HS); Radiação – FAO 24 (FAORad); Makking (Makk) e Priestley-Taylor (PT), Morro do Chapéu, BA.

Mês	PM	HG	FAORad	Makk	PT
JAN.	4,56	4,73	5,16	3,68	4,90
FEV.	4,56	4,72	5,15	3,68	4,89
MAR.	4,24	4,36	4,73	3,45	4,58
ABR.	3,69	3,73	4,07	3,04	3,97
MAI.	3,05	3,11	3,34	2,58	3,30
JUN.	2,62	2,71	2,86	2,26	2,83
JUL.	2,79	2,83	3,13	2,42	2,98
AGO.	3,45	3,37	3,96	2,89	3,57
SET.	4,16	4,07	4,72	3,31	4,19
OUT.	4,63	4,67	5,16	3,55	4,61
NOV.	4,44	4,67	4,88	3,45	4,60



DEZ.	4,43	4,68	4,93	3,53	4,72
------	------	------	------	------	------

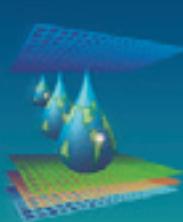
Na Tabela 2 são apresentados os indicadores estatísticos da comparação das estimativas de ET_o pelos de Hargreaves-Samani, Radiação – FAO 24, Makking e Priestley-Taylor comparados ao método padrão Penman-Monteith FAO 56. Os valores do EM variam de 0,46 para o método FAORad a -0,75 pelo método Makk. A razão entre as médias (ξ), onde este índice está relacionado com a sub ou superestimativa da ET_o em relação ao método padrão, verificando-se superestimativa máxima pelo método FAORad de 11,80% e pelos métodos de PT (5,40%) e HS (2,26%). O método de Makk subestima a ET_o padrão em 18,97%. Os valores do EPE variaram de 0,28 mm dia⁻¹ (HS) a 0,80 mm dia⁻¹ (Makk).

Tabela 2 - Erro médio (EM), razão entre as médias (ξ), erro padrão de estimativa (EPE), coeficiente de correlação (r^2), índice de concordância (d) e índice de desempenho (c) entre a ET_o estimada pelos métodos empíricos em comparação ao método padrão PM-FAO 56.

Métodos	EM	ξ	EPE	r^2	d	c	Desempenho
HG	0,09	102,26	0,28	0,95	0,97	0,92	Ótimo
FAORad	0,46	111,80	0,52	0,99	0,93	0,92	Ótimo
Makk	-0,75	81,03	0,80	0,97	0,76	0,74	Bom
PT	0,21	105,40	0,33	0,95	0,96	0,91	Ótimo

O coeficiente de determinação (r^2) foi igual ou superior a 0,95 para todos os métodos avaliados. O índice “d” de WILLMOTT et al. (1985) foi semelhante para os métodos de HS (0,97) e PT (0,96), de 0,93 para o método FAORad. O método Makk apresentou o menor valor de “d”, de 0,76.

Os métodos que apresentaram o melhor desempenho de acordo com o índice “c” proposto por CAMARGO & SENTELHAS (1997), foram: HS, FAORad e PT, com “c” de 0,92; 0,92 e 0,91, respectivamente e classificado como “Ótimo”. Os resultados encontrados no presente trabalho também foram observados por FANAYA JÚNIOR et al. (2012), em que empregaram métodos empíricos para estimativa da ET_o para Aquidauana, MS e verificaram desempenho ótimo com os métodos de Hargreaves-Samani e Priestley-Taylor. Em três localidades no Norte de Minas Gerais, o método de Priestley-Taylor foi adequado na estimativa da ET_o, classificado como ótimo (ALENCAR et al., 2011).



Nas condições climáticas de Mossoró, RN o método da FAO24-Radiação apresentou ótimo desempenho na estimativa da ET₀ em qualquer época do ano, recomendado para o uso nos projetos de irrigação na região (CAVALCANTE JUNIOR et al., 2011).

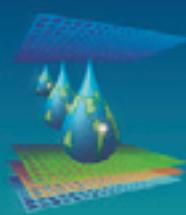
O método de Makk apresentou valor de “c” inferior aos demais métodos, de 0,74 e classificado como “Bom”. MELO & FERNANDES (2012) avaliaram métodos empíricos para estimativa de ET₀ em Uberaba – MG e verificaram que o método de Makkink apresentou melhor desempenho, com valor de “c” de 0,75 e classificado como bom.

CONCLUSÕES

De acordo com as condições climáticas do município de Morro do Chapéu, BA recomenda-se os métodos de Hargreaves-Samani, Radiação – FAO 24 e Priestley-Taylor na estimativa da evapotranspiração de referência mensal em substituição ao método padrão Penman-Monteith FAO 56.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, L. P.; SEDIYAMA, G. C.; WANDERLEY, H. S.; ALMEIDA, T. S.; DELGADO, R. C. Avaliação de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para três localidades no Norte de Minas Gerais. Revista Engenharia na Agricultura, Viçosa, v. 19, n. 5, 2011.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- CAMARGO, A.P.; SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.
- CAVALCANTE JUNIOR, E. G.; OLIVEIRA, A. D.; ALMEIDA, B. M.; SOBRINHO, J. E. Métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para as condições do semiárido Nordestino. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, suplemento 1, p. 1699-1708, 2011.
- FANAYA JÚNIOR, E. D.; LOPES, A. S.; OLIVEIRA, G. Q.; JUNG, L. H. Métodos empíricos para estimativa da evapotranspiração de referência para Aquidauana, MS. Irriga, Botucatu, v. 17, n. 4, p. 418-434, 2012.
- MELO, G. L.; FERNANDES, A. L. T. Evaluation of empirical methods to estimate reference evapotranspiration in Uberaba, state of Minas Gerais, Brazil. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 32, n. 5, p. 875-888, 2012.



XXIII CONIRD

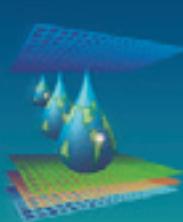
Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

Evolução e Tecnologia
na Irrigação

13 º 18
OUTUBRO / 2013
Hotel Saint Louis
Luís Eduardo
Magalhães
Bahia - Brasil

SILVA, V. J.; CARVALHO, H. P.; SILVA, C. R.; CAMARGO, R.; TEODORO, R. E. F. Desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração de referência diária em Uberlândia, MG. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 95-101, 2011.

WILLMOTT, C. J. et al. Statistics for the evaluation and comparison of models. Journal of Geophysical Research, v. 10, n. C5, p. 8995-9005, 1985.



ARTIGO TÉCNICO

IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DE PLATAFORMAS DE REDE SOCIAL NA DISSEMINAÇÃO DE INFORMAÇÕES HIDROAGRÍCOLA E AMBIENTAIS¹

B.F.R. SILVA²; F.B.T. HERNANDEZ³; M.A. LEITE⁴; J.L. ZOCOLER⁵

RESUMO: Este artigo mostra a evolução das estatísticas de acesso aos canais de comunicação, baseados na Internet, que a Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira (AHI) mantém, antes de depois da utilização da plataforma de rede social "Facebook" como ferramenta de comunicação, durante o ano de 2012. A AHI possuía cinco canais de comunicação, com a finalidade de disponibilizar de maneira livre e gratuita os trabalhos de pesquisa, ensino e extensão desenvolvidos pela equipe. No segundo semestre de 2012, a AHI passou a utilizar o "Facebook", refletindo na quantidade de acessos e visualizações de página dos canais de comunicação.

PALAVRAS-CHAVES: extensão, redes sociais, clima, agricultura irrigada

IMPACT ANALYSIS OF THE USE OF SOCIAL NETWORKING PLATFORMS IN THE DISSEMINATION OF HYDROENVIRONMENTAL INFORMATIONS

SUMMARY: This article shows the evolution of the statistics of access to the internet communication channels, that the Hydraulics and Irrigation Division at the UNESP Ilha Solteira (AHI) holds before and after the use of social networking platform "Facebook" as a tool for communication during the year 2012. The AHI had five internet communication channels with the purpose of available the works of research, teaching and extension, developed by staff. In the second half of 2012, AHI began using the "Facebook", reflecting the amount of hits and page views of the communication channels.

KEY WORDS: extension, social networking, climate, irrigated agriculture

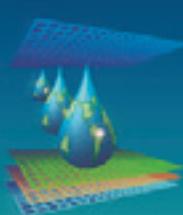
¹ Projeto Planejamento e Gerenciamento Hidroagrícola e Ambiental desenvolvido com suporte financeiro da PROEX - UNESP

² Graduando na UNESP Ilha Solteira. Bolsista PROEX de Extensão Universitária. Caixa Postal 34. CEP 15.385-000. Ilha Solteira - SP. Fone: (18) 3743-1959. brunofelipe88@gmail.com

³ Professor Titular do DEFERS, UNESP Ilha Solteira.

⁴ Professor Assistente Doutor do DEFERS, UNESP Ilha Solteira.

⁵ Professor Adjunto do DEFERS, UNESP Ilha Solteira.



INTRODUÇÃO

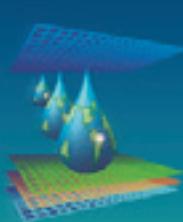
Paralelamente às atividades de ensino e pesquisa, a Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira tem como objetivo a disseminação do conhecimento. Para isso, realiza desde 2005 o projeto de extensão: “PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO HIDROAGRÍCOLA E AMBIENTAL”, através do qual, procura disponibilizar de maneira livre e gratuita, informações ligadas ao clima na região do noroeste paulista, as práticas de irrigação e agricultura irrigada. Para tanto, a internet é a principal ferramenta utilizada pela AHI, mantendo diversos canais de comunicação online para atingir seu objetivo.

Nos últimos tempos, nota-se uma constante transformação dos interesses da sociedade no que se refere à internet. A efetividade da transmissão de informação tende a variar de acordo com os tipos de canais online que estão sendo mais utilizados no momento. Cabe ao transmissor optar por adequar-se à realidade atual ou ficar para trás.

De acordo com MONTEIRO (2013), “Embora que informação atualmente seja um grande e talvez maior recurso da sociedade como instrumento para desenvolvimento, ela deve ser seletiva - adequada a cada público em linguagem e conteúdo”, e para isso, até setembro de 2012, a AHI mantinha cinco canais: Blog, Canal da Irrigação, Canal do Clima, Canal no Youtube e Grupo de Discussões. Tendo em vista o crescente número de usuários da plataforma de rede social “Facebook”, a equipe responsável pelo projeto de extensão, junto a seu coordenador, decidiu criar uma página na rede social, de maneira a transmitir as informações já disponíveis nos demais canais, de maneira mais rápida, direta e simples. Essa decisão acabou refletindo nas estatísticas de acesso aos demais canais de modo geral.

DESCRIÇÃO

A AHI sempre procurou investir na Internet como meio de comunicação, buscando diferentes canais e linguagens, para garantir uma ampla disponibilidade de informações. No Canal da Irrigação (www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php), se tem acesso aos textos técnicos produzidos, notícias publicadas na mídia que citam as atividades da AHI, resumos das atividades acadêmicas, fotos, entre outros, além dos links para os demais canais. No Blog (irrigacao.blogspot.com.br/), utiliza-se uma linguagem mais coloquial, buscando variar o assunto tratado nas postagens que são publicadas cerca de três vezes na semana. Já no Canal do Clima (clima.feis.unesp.br), são disponibilizados com atualização de cinco minutos dados do clima da região noroeste do estado de São Paulo, captados pela Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista, além de toda a base histórica acumulada ao longo dos anos. O Grupo de Discussões IRRIGA-L (www.agr.feis.unesp.br/irriga-l.php), funciona através de cadastros de



emails, que passam a trocar livremente informações e notícias ligadas à irrigação e à agricultura irrigada. Por fim, no Canal no Youtube (<http://www.youtube.com/fernando092>), estão os vídeos feitos pela equipe de participações e promoções de eventos, entrevistas, aulas práticas, entre outros.

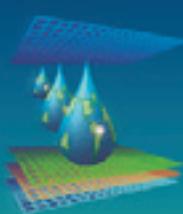
Mensalmente, registram-se as estatísticas de acesso de cada canal, destacando o número de visitas e o de páginas visitas/visualizações. Ao se comparar as flutuações da audiência alcançada em cada mês, é extremamente importante levar em conta os acontecimentos ocorridos em cada período que fizeram com que houvesse atualizações nos canais. Sendo assim, épocas de intensa mudança no clima, o Canal do Clima, por exemplo, tende a ser mais acessado. A fim de projetar todos os meios de comunicação mantidos pela AHI, a equipe procura integrar todos os canais, associando-os entre si. Em postagens no Blog, por exemplo, mesmo que o assunto seja um evento promovido pela AHI, busca-se direcionar o internauta para todos os demais veículos.

Para BIAZOTTO et al (2012) “Diante do dinamismo do mundo de hoje e necessidade da informação *just in time*, todos os serviços e empresas tem tido que se adaptar a essa nova conjuntura de mundo globalizado, que inclui uma oferta massiva de dados e informação. A Internet - Rede Mundial de Computadores - tornou-se o meio de comunicação que mais evoluiu desde o século passado chegando a um patamar dinamismo e agilidade que já são fundamentais a vida no mundo hoje”, e seguindo esta filosofia, a AHI procura adequar suas atividades de extensão às mudanças perceptíveis da Internet.

No ano de 2012, dois alunos de graduação da UNESP Ilha Solteira foram selecionados para desenvolver o projeto de extensão. Após um período de adaptação e aprendizado, à medida que se foi ganhando autonomia, foi proposta a utilização da plataforma de rede social “Facebook” como mais um canal de comunicação.

Segundo ROBERTO (2009) “As redes sociais também modificaram a forma das pessoas se comunicarem por meio da Internet. De acordo com uma pesquisa do Instituto Nielsen desse ano, 27 milhões de pessoas usaram o *e-mail* nos Estados Unidos, Europa, Austrália e Brasil, enquanto que o acesso a redes sociais é feito por 301 milhões de pessoas. Alguns especialistas inclusive até cogitam o fim do *e-mail* em um futuro próximo, mas até o momento não há nada comprovado”.

A utilização do “Facebook” se concretizou no dia 18 de setembro de 2012, quando foi criada a *Fan Page* da AHI (www.facebook.com/ahiunespilhasolteira) e com isso, a informação passou a ser transmitida de maneira mais rápida e intensa, garantindo um diário direcionamento dos seguidores da página, aos outros canais. Em cada um deles o reflexo foi



distinto, mas de modo geral, este instrumento contribuiu para os resultados positivos obtidos no ano de 2012.

Canal do Clima: Aliada aos eventos extremos no clima ocorridos na região após sua criação, a página da AHI teve maior impacto neste veículo de informação. Sendo uma das ações do Canal do Clima informar a população quanto a variáveis climáticas excessivamente altas ou baixas, à medida que situações adversas foram ocorrendo, a página da AHI contribuiu para que os seguidores passassem a acompanhar o clima na região do noroeste paulista através do canal. Os fatos de que em menos de 20 dias após o início da utilização do “Facebook”, a região apresentar chuva após cerca de 90 dias de seca, e logo em seguida temperaturas máximas acima de 35°C e a umidade relativa do ar deixar a alguns municípios em estado de alerta, fizeram com que a página fosse constantemente atualizada, impulsionando as estatísticas de acesso ao Canal do Clima a partir de setembro, principalmente em termos de páginas visitadas que subiu de uma média de 12.785 páginas visitadas por mês de janeiro a agosto, para mais de 23.000, de setembro a dezembro, como pode ser visto no gráfico da Figura 1.

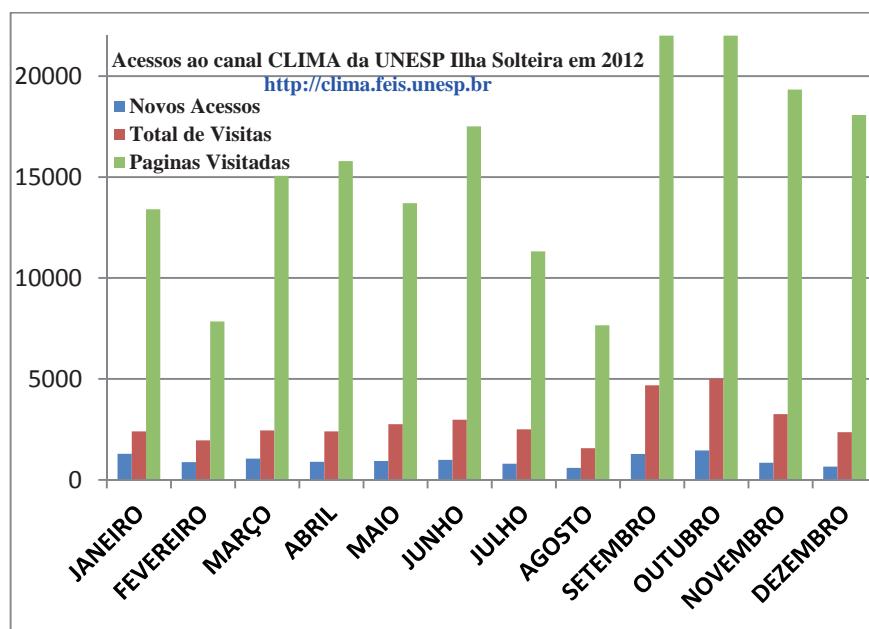
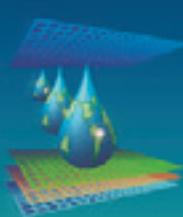


Figura 1 - Gráfico das estatísticas de acesso ao Canal Clima da AHI

Canal da Irrigação: Sendo este o Canal mais antigo mantido pela AHI, é o veículo de comunicação com maior acúmulo de informações, possuindo um número elevado de visitas e páginas visitadas, tornando mais difícil a obtenção de grandes aumentos de audiência evidenciados nas estatísticas. Em 2012, até o último dia de agosto, o Canal da Irrigação teve uma média de 22.791 páginas visitadas por mês e 14.046 visitas mensais. Já de setembro a



dezembro, as médias subiram para 27.323 páginas visitadas por mês e 14.305 visitas, como se verifica na Figura 2.

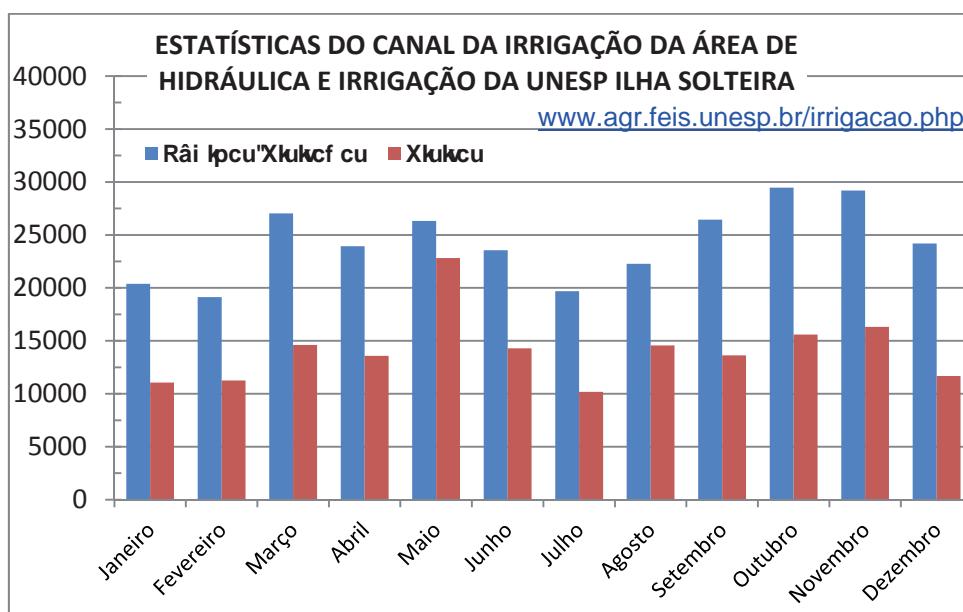
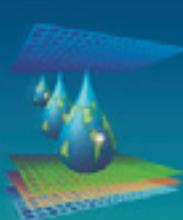


Figura 2 – Gráfico das estatísticas de acesso ao Canal da Irrigação

Blog e Canal no Youtube: Estes canais apresentaram menores evidências de impacto da utilização da página no “Facebook”. Analisando o número de visitas e páginas visitadas durante todo o ano, nota-se que não houve uma significativa elevação dos números de visitas e páginas visitadas após o dia 18 de setembro. No entanto, notou-se uma consolidação da utilização do Blog por internautas, mantendo uma boa média de audiência durante todo o ano. Além disso, o número de seguidores foi crescendo à cada mês, passando de 123 em 31 de janeiro para 163 no último dia do ano.

Já no Canal do Youtube, esta análise torna-se mais complexa, uma vez que após o início das postagens na página no “Facebook”, apenas mais quatro vídeos foram adicionados ao canal. Com isso, apesar de o número de exibições totais terem crescido significantemente de 18 de setembro até 31 de dezembro, o que chama a atenção é o fato de, a partir de setembro, as visualizações dos vídeos do canal fora do Youtube, terem se mantido acima de 200, o que só havia acontecido apenas duas vezes anteriormente em 2012.

Assim, nota-se um resultado positivo quanto à decisão de criação da página da AHI no “Facebook”, adequando as atividades da equipe a fim de garantir o cumprimento do objetivo do projeto de extensão, vindo de encontro com Silva (2006), que diz que “a sociedade contemporânea está sendo remodelada através de uma intensa revolução tecnológica que tem como ferramenta primordial as tecnologias da informação”.



CONCLUSÃO

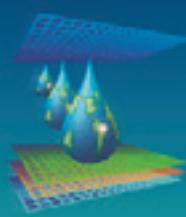
Evidenciou-se a importância de uma reciclagem constante de ideias e de ações que busquem a paridade com o que acontece no mundo a cada dia. Na pretensão de garantir que as informações sejam transmitidas à população, deve atentar-se às mudanças de comportamento das pessoas e estudar-se a possibilidade de adaptação das atividades praticadas, de forma a acompanhar as mudanças, principalmente no uso da Internet.

O uso da página no “Facebook” mostrou que esta ferramenta não apenas disponibiliza a informação e espera que os usuários venham busca-la, mas também contribui para uma pulverização de conhecimentos e dados de interesse das pessoas, tornando a disseminação da ciência direta e ativa.

A opção da AHI de se apropriar do uso desta plataforma de rede social indica que, não apenas deve-se aderir a novas tendências, como também estudar a possibilidade de se abandonar algumas ferramentas que venham a se tornar obsoletas, garantindo maior produtividade das ações de extensão universitária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIAZOTTO, R.P. USO DA INTERNET PARA A TRANSFERÊNCIA DO CONHECIMENTO E INFORMAÇÃO AMBIENTAIS. In: CONIRD, 22, 2012, Cascavel. XXII Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. Cascavel: Conird, 2012. p. 1-6.
- MONTEIRO, L.N.H. A COMUNICAÇÃO ADEQUADA. Disponível em: <<http://www.unesp.br/portal#!/debate-academico/a-comunicacao-adequada/>>. Acesso em: 12 jun. 2013.
- ROBERTO, L.M. A INFLUÊNCIA DAS REDES SOCIAIS NA COMUNICAÇÃO ORGANIZACIONAL UNIVERSIDADE. 2009. 82p. Trabalho de Graduação (Graduação) - Universidade Nove De Julho (uninove), São Paulo, 2009.
- SILVA, C.M.S. AS NOVAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E A EMERGÊNCIA DA SOCIEDADE INFORMACIONAL. Parte da monografia de conclusão do curso de Especialização em Pensamento Político Brasileiro, defendida na UFSM intitulada: “Tecnologias de informação e comunicação e suas implicações para o exercício da nova cidadania”. Disponível em: <<http://www.angelfire.com/sk/holgonsi/claudia.html>>. Acesso em: 15 jun. 2013.

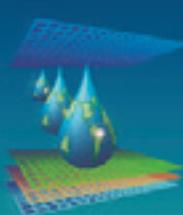


XXIII
CONIRD
Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

Evolução e Tecnologia
na Irrigação

13 º 18
OUTUBRO / 2013
Hotel Saint Louis
Luís Eduardo
Magalhães
Bahia - Brasil

CONSUMO DE ÁGUA PELAS PLANTAS E EFICIÊNCIA DE USO DE ÁGUA



EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL EM CANA-DE-AÇÚCAR POR DOIS MÉTODOS¹

¹Parte da dissertação do primeiro autor

R. A. DE ARAÚJO NETO¹, J. L. DE SOUZA², R. A. F. JUNIOR³, M. B. P. da SILVA⁴, C. A. CAVALCANTE JÚNIOR⁵,

Resumo: O cultivo da cana-de-açúcar em sequeiro requer atenção à perda de água pelo seu dossel foliar através da evapotranspiração real (ETR). Visando essa perda, objetivou-se avaliar a ETR em cultivo de cana-de-açúcar por duas diferentes metodologias, para todo ciclo da cultura. O estudo foi realizado com base nos dados obtidos em pesquisa de campo no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL) no período de setembro de 2005 a novembro de 2006, utilizando-se da variedade RB92579. Na estimativa da ETR em escala de tempo quinquidial (cinco em cinco dias) fez-se o uso de: i) método Penman-Monteith FAO “Kc dual” (ETR 1) e método do balanço hídrico de cultivo (ETR 2). Todos os dados foram comparados estatisticamente através do índice de concordância “d”, coeficiente de correlação de Pearson “r” e raiz quadrada do erro médio “RMSE”. Os resultados mostram que a chuva efetiva foi menor que a ETc, indicando estresse hídrico para a planta. Houve uma tendência dos valores de ETR 1 e ETR 2 assemelharem-se durante o período chuvoso (ETR = ETc) e ETR 2 apresentou índices estatísticos satisfatórios durante o período total de cultivo, com um RMSE de 5,24 mm em uma média de 13,48 mm.

Palavras-chave: Disponibilidade hídrica, sequeiro, Thornthwaite & Mather

ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION IN SUGARCANE CROP BY TWO DIFFERENT METHODS

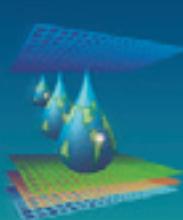
¹Mestre em Agronomia, Laboratório de Agrometeorologia e Radiometria Solar-LARAS, Universidade Federal de Alagoas, UFAL, Maceió-AL, Fone: (0xx82) 3214 1360, renato.eng.agronomo@hotmail.com

²Prof. Doutor, Depto. de Manejo de Solo e Água, CECA/UFAL, Rio Largo-AL

³Doutor em Energia na Agricultura, FCA/UNESP, Botucatu-SP

⁴Eng. Agrônomo, CECA/UFAL, Rio Largo-AL

⁵Graduando em Agronomia, CECA/UFAL, Rio Largo-AL



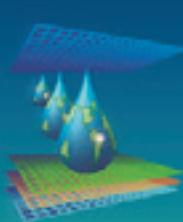
Summary: The sugarcane management in rainfed crop requires attention to the water loss by your leaf canopy through actual evapotranspiration (ETR). Aiming this loss the study aimed to evaluate the ETR in sugarcane crop by two different methodologies for all crop season. The study was developed on data obtained through field research at the Centro de Ciências Agrárias in Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL) from september 2005 to november 2006, using RB92579 variety. In ETR estimation in quinquidial time scale (five days) made use of: i) FAO Penman-Monteith "dual Kc" (ETR 1) and water balance method (ETR 2). All data were statistically compared using index agreement "d", Pearson correlation coefficient "r" and root mean squared error "RMSE". The results show that ETR 2 showed satisfactory statistical indexes for all crop cycle and rainy season.

Keywords: Water available, rainfed, Thornthwaite & Mather

INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar é cultivada em várias localidades do planeta, visando à produção de açúcar e energia. No entanto, para que a planta produza em seu potencial máximo, há a necessidade do conhecimento da distribuição das chuvas na região, visando um melhor planejamento para aproveitamento da água disponível em áreas com alta concentração de chuvas em pouca variação de tempo, como na região metropolitana de Maceió, onde 70% da precipitação concentram-se entre os meses de março a setembro (SOUZA et al., 2004; INMAN-BAMBER & SMITH, 2005).

Em cultivos de sequeiro, a quantidade de água perdida para a atmosfera corresponde a evapotranspiração real (ETR). Os valores de ETR variam com a disponibilidade hídrica no solo, fase de desenvolvimento das plantas e com as condições meteorológicas, podendo ser calculadas através de diferentes metodologias ou modificadas para condições locais (ALLEN et al., 1998; PEREIRA, 2005). Diante do exposto, esse trabalho teve como objetivo avaliar a ETR em cultivo de cana-de-açúcar através de dois diferentes métodos para todo o período de cultivo.



MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido com base nos dados obtidos em pesquisa de campo no CECA/UFAL (09°28'02"S; 35°49'43"W; 127 m), localizada nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas, período de setembro de 2005 a novembro de 2006. A variedade utilizada foi a RB92579 com ciclo de 422 dias. Os elementos agrometeorológicos necessários para o cálculo da ETR foram oriundos da estação agrometeorológica localizada a 200m do campo experimental. A ETR foi obtida através de duas diferentes metodologias, em escala quinquinal (cinco em cinco dias) para o período total de cultivo.

A primeira (ETR 1) foi obtida através do método Penman-Monteith FAO com cálculo do coeficiente da cultura dual (K_c dual) detalhada por ALLEN et al. (1998). A segunda (ETR 2) foi obtida através da equação proposta por THORNTHWAITE & MATHER (1955), descrita por PEREIRA et al. (2002). Determinou-se ainda a chuva efetiva, dada pela diferença entre a precipitação pluvial (P) e o escoamento superficial (RO). Os procedimentos para o cálculo de RO são descritos por CAMPBELL & DIAZ (1988). Os dados de ETR foram comparados, realizando-se as seguintes avaliações estatísticas: Índice de concordância “d” de Willmont, Coeficiente de correlação de Pearson “r” e Raiz quadrada do erro médio “RMSE”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O total de chuva efetiva e total e médias da evapotranspiração de referência (ET₀) e evapotranspiração da cultura (ET_c) são descritas na Tabela 1. Observa-se que o total de chuva efetiva foi de 1672 mm, onde o maior índice pluviométrico ocorreu durante os quinquídeos 22 aos 60, totalizando 1255 mm. INMAN-BAMBER & SMITH (2005) afirmam que a irregularidade da distribuição das chuvas pode causar oscilação no rendimento final. Tem-se uma maior demanda da cultura (ET_c), comparada com a cultura de referência (ET₀), onde o total da ET₀ e ET_c foram de 1855 e 1948 mm, respectivamente.

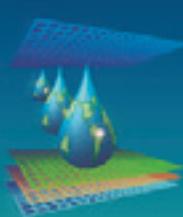


Tabela 1. Chuva efetiva (P-RO), evapotranspiração de referência (ETo) e evapotranspiração da cultura para cana-de-açúcar na região de Rio Largo-AL.

	P-RO	ETo	ETc
Total (mm)	1672	1855	1948
Média (mm d ⁻¹)	-	4,39 mm d ⁻¹	4,61 mm d ⁻¹

O comparativo em todo ciclo, para ETR 1 e ETR 2 são apresentados na Figura 1. Observa-se que há uma tendência da ETR 2 seguir os valores da ETR 1 durante o período de cultivo. Os valores totais para ETR 1 e ETR 2 foram de 1077 e 1133 mm, respectivamente, apresentando uma diferença de apenas 56 mm. Esses resultados aproximaram-se ao encontrado por BRITO et al. (2009), com ETR total de 1058 mm em um cultivo de cana-de-açúcar em sequeiro no estado de São Paulo. Observa-se ainda que, durante o período chuvoso (quinquídeos 46 aos 66) há uma tendência dos valores de ambos os métodos serem semelhantes ou igualar-se (Figura 1).

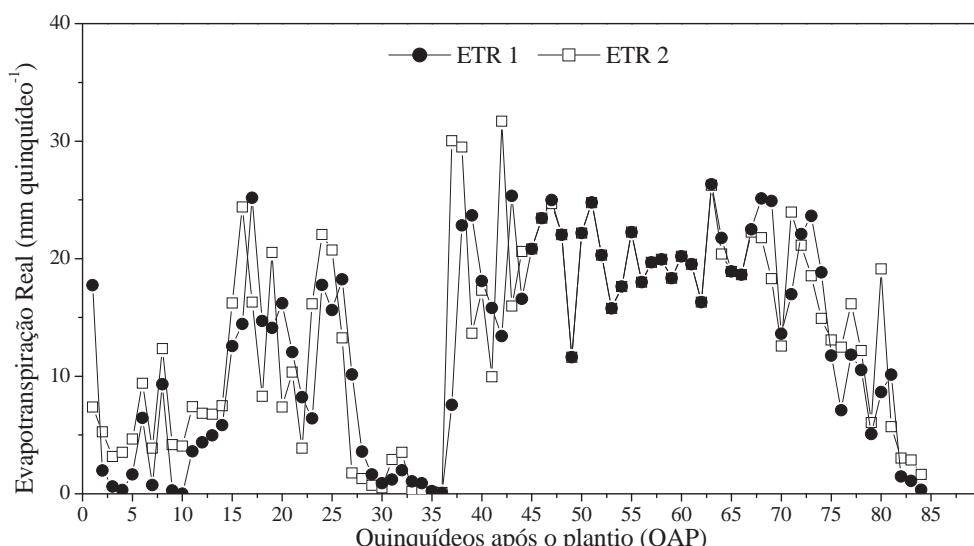
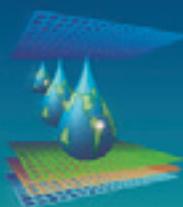


Figura 1. Evapotranspiração real calculada através do método Penman-Monteith FAO “Kc dual” (ETR 1) e Thornthwaite & Mather (ETR 2) para o período total de cultivo para cana-de-açúcar, na região de Rio Largo-AL.

A correlação do período total para ETR1 e ETR2, bem como os valores de “r”, “d” e “RMSE” para este período são apresentados na Figura 2. Observa-se que os dados de ETR2 subestimaram ETR1 em 0,40%. Esse método apresentou uma forte correlação ($r = 0,8074$) além de um excelente índice de concordância (d). Comparado com a média geral durante os 84 quinquiédeos de cultivo ($13,48 \text{ mm quinquídeo}^{-1}$), apresenta-se uma boa raiz quadrada do



erro médio (RMSE = 5,2469 mm). Os dados podem ser utilizados na equação correspondente (ETR2=0,9770.ETR1).

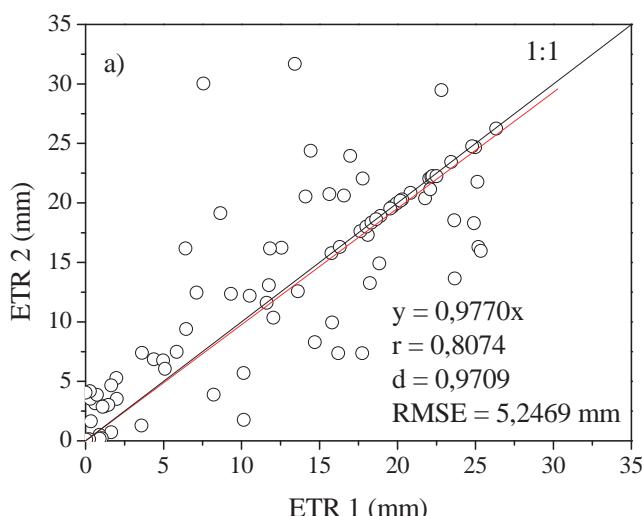


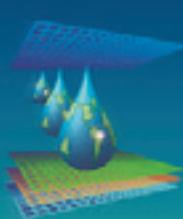
Figura 2. Correlação entre os métodos de Penman-Monteith FAO “Kc dual” (ETR 1) e Thornthwaite & Mather (ETR 2) ao longo do período de cultivo para cana-de-açúcar, na região de Rio Largo-AL.

CONCLUSÕES

O método ETR 2 pode ser utilizado para cálculo da evapotranspiração real no cultivo de cana-de-açúcar em sequeiro para todo o ciclo de cultivo, sem que haja prejuízos na contabilidade da mesma.

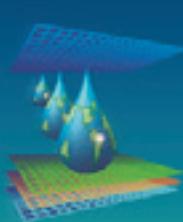
AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L. S; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements.** Irrigation and Drainage Paper 56, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.1998, 300p.
- BRITO, A. S.; LIBARDI, P. L.; GHIBERTO, P. J. Componentes do balanço de água no solo com cana-de-açúcar, com e sem adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** v.33, p.295 – 303, 2009.
- CAMPBELL, G. S.; DIAZ, R. Simplified soil-water balance models to predict crop transpiration. In: BIDINGER, F. R.; JOHANSEN, C. **Drought research priorities for the dryland tropics.** Parancheru, India: Icrisat, p. 15-26, 1988.
- INMAN-BEMBER, N. G.; SMITH, D. M. Water relations in sugarcane and response to water deficits. **Field Crops Research,** Amsterdam, v.92, p.185 – 202, 2005.
- PEREIRA, A. R. Simplificando o balanço hídrico de Thornthwaite-Mather. **Bragantia,** Campinas, SP, v.64, n.2, p311 – 314, 2005.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: **Agropecuária**,478p., 2002.
- SOUZA, J. L.; MOURA FILHO, G.; LYRA, R. F. F.; TEODORO, I.; SANTOS, E. A.; SILVA, J. L.; SILVA, P. R. T.; CARDIM, A. H.; AMORIM, E. C. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do tabuleiro costeiro de Maceió, AL, período 1972 – 2001. **Revista Brasileira de Agrometeorologia,** Santa Maria, v. 12, n 1, p. 131 – 141, 2004
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. **Publications in climatology.** New Jersey, Drexel Institute of Technology, 104p.1955.



**COMPARAÇÃO DO CUSTO DE PRODUÇÃO DO MARACUJA SOB DIFERENTES
MANEJOS DE IRRIGAÇÃO NAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DE LIVRAMENTO
DE NOSSA SENHORA – BA¹**

**D. U. GOMES GUIMARÃES²; C. TAGLIAFERRE³; F. A. ROCHA⁴; G. V. VERAS⁵; F. M.
BARROS⁶; H. A. COSTA³**

RESUMO: Objetivou-se com o presente trabalho comparar os custos de produção do cultivo do maracujá submetido a diferentes manejos de irrigação. O experimento foi instalado no Município de Livramento de Nossa Senhora – BA em área experimental de 0,6 hectares irrigados por microaspersão. Tal área foi dividida em duas parcelas com dimensões iguais, das quais uma a irrigação foi manejada com uso do Irrigâmetro e a outra manejada da maneira tradicionalmente utilizada pelos produtores da região. A comparação dos custos de produção para verificação do manejo mais rentável foi feita através de dados de quantidade dos fatores de produção obtidos no experimento e preços no mercado. A utilização do Irrigâmetro no manejo da água de irrigação proporcionou economia no custo de produção da cultura do maracujá nas condições climáticas do referido município.

PALAVRAS-CHAVE: *Passiflora edulis*. agricultura irrigada. Irrigâmetro.

SUMMARY: The objective of the present work was to compare the cost of production and economic analysis of passion fruit cultivation under different irrigation management. The experiment was conducted at the City of Livramento de Nossa Senhora - BA. The experimental area was 0.6 hectares divided into two parts with equal dimensions, irrigated by micro where one was managed with Irrigameter and another handled the way traditionally used by local farmers. A comparison of production costs for verification of management was made more profitable through primary data obtained in the experiment (data quantity of factors of production) and market prices. The use of Irrigameter the management of irrigation water thus saved the cost of production of the passion fruit crop in the climatic conditions of the said municipality.

¹ Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq

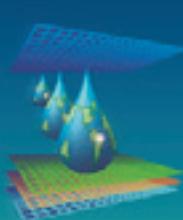
² Graduando do Curso de Eng. Agronômica, UESB, Vitória da Conquista, BA. E-mail: diogoulisses1@hotmail.com;

³ Prof. Adjunto, Dpto. de Engenharia Agrícola e Solos, UESB, Vitória da Conquista, BA;

⁴ Eng. Agrícola, Prof. do Instituto Federal da Bahia – IFBA, Vitória da Conquista, BA;

⁵ Graduando do Curso de Eng. Agronômica, UESB, Vitória da Conquista, BA. E-mail: diogoulisses1@hotmail.com;

⁶ Eng. Agrônoma, Prof. Assistente do Dpto. de Estudos Básicos e Instrumentais, UESB, Itapetinga, BA.



KEYWORDS: *Passiflora edulis*. irrigated agriculture. Irrigameter.

INTRODUÇÃO

Originário das regiões tropicais, o maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*) tem sido cultivado no Brasil, principalmente no Estado da Bahia que responde por 59% da produção nacional (IBGE, 2008). Como produtores do Estado, destacam-se os Municípios de Livramento de Nossa Senhora e Dom Basílio, os quais representam 43,5% da produção baiana, chegando ao final de 2008 com uma produção de 120.000 toneladas.

O Município de Livramento de Nossa Senhora situa-se no semi-árido onde ocorre um período de cinco a seis meses sem ou com baixa precipitação pluviométrica. Desta forma, torna-se obrigatória a irrigação nas atividades agrícolas. Paralelamente à irrigação, tem-se o manejo da água de irrigação, que visa a eficiência do uso da água.

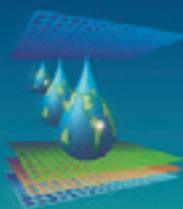
Várias tecnologias podem ser utilizadas no manejo da irrigação, tais como: Tanque Classe A, Tensiômetro e Estação Meteorológica (ROCHA *et al.*, 2003). Na prática, tem-se verificado grande resistência à adoção dessas tecnologias por parte da maioria dos produtores que trabalham com agricultura irrigada. A resistência é justificada pelas dificuldades de natureza econômica, considerando-se o custo elevado dos equipamentos e a baixa capitalização dos produtores.

Diante disso, é necessário disponibilizar para o produtor técnicas que sejam simples, mas que possuam precisão satisfatória. Neste sentido, o Irrigâmetro é a tecnologia que foi desenvolvida na Universidade Federal de Viçosa (UFV) com o intuito de levar maior praticidade aos produtores irrigantes. Esse aparelho combina o método de estimativa da evapotranspiração com a disponibilidade de água no solo para a cultura, permitindo incluir a efetividade da chuva no manejo da irrigação (OLIVEIRA & RAMOS, 2008).

Face ao exposto, objetivou-se com este trabalho comparar os custos de produção do cultivo do maracujá submetido a diferentes manejos de irrigação nas condições climáticas do Município de Livramento de Nossa Senhora – BA.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no município de Livramento de Nossa Senhora, localizado no Sudoeste do Estado da Bahia, sob as coordenadas geográficas latitude de 13° 41' 38" S, longitude de 41° 55' 30" W e altitude de 475 metros. Nesta região o clima varia de subúmido a seco ao clima semi-árido, segundo a classificação proposta por Thornthwaite (1948), com vegetação típica de caatinga.



A cultura do maracujá foi plantada num espaçamento de 5 x 5 m, numa área de 0,6 hectares e irrigado por microaspersão. A área experimental foi dividida em duas, com dimensões iguais. Em uma das áreas, foi adotado o manejo utilizado pelos produtores da região, doravante denominado de convencional. Este sistema de manejo estabelece um turno de rega diário, com tempo de irrigação de 30 minutos durante a fase inicial da cultura (estádio vegetativo) e de 60 minutos na fase produtiva (estádio florescimento e frutificação). Na outra área o manejo foi realizado utilizando o Irrigâmetro para o controle das irrigações.

Amostras de solo foram retiradas nas camadas de 0 a 30 cm de profundidade para determinação de características químicas, da densidade e da curva de retenção da água do solo. Avaliou-se o equipamento de irrigação para determinação da intensidade líquida de aplicação de água (I_{liq}), vazões dos emissores e porcentagem de área molhada. Os dados obtidos, do solo e do sistema de irrigação, foram usados no processo de confecção das réguas de manejo e temporal que equipam o Irrigâmetro.



Fonte: Oliveira e Ramos (2008)

Figura 1. Representação do Irrigâmetro equipado com evaporatório (direita) e pluviômetro (esquerda).

A comparação dos custos de produção para verificação do manejo mais rentável do ponto vista econômica foi feita através de dados primários obtidos no experimento (dados de quantidade dos fatores de produção) e preços no mercado. No caso dos preços, estes foram levantados a cada dois meses, contemplando o período de agosto de 2010 a maio de 2011, realizando-se a média dos preços.

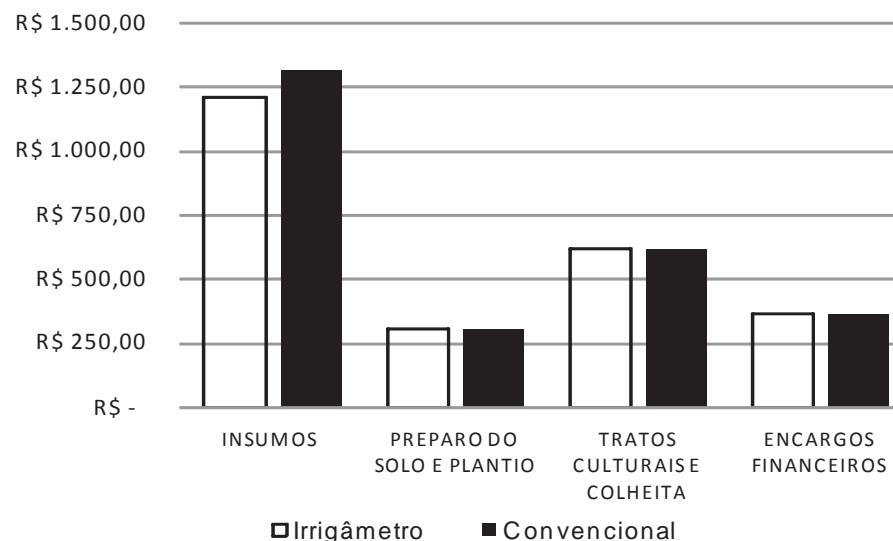
Após o levantamento dos dados os mesmos foram tabulados em planilhas eletrônicas que foram elaboradas em programas apropriados. Posteriormente foi feito o processamento dos dados e comparação do custo de produção.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comparação dos custos de produção do cultivo do maracujá nas condições climáticas do Município de Livramento de Nossa Senhora – BA revelam que o custo operacional na área em que a irrigação foi manejada da forma convencional foi de R\$ 2.603,80, enquanto que na área em que a irrigação foi manejada com uso do Irrigâmetro o custo operacional foi de R\$ 2.500,62 possibilitando, portanto uma economia de R\$ 103,18.

Na Figura 2 encontram-se detalhado os resultados dos custos de produção da cultura do maracujá-amarelo submetido aos diferentes manejos da água de irrigação.

(a)



(b)

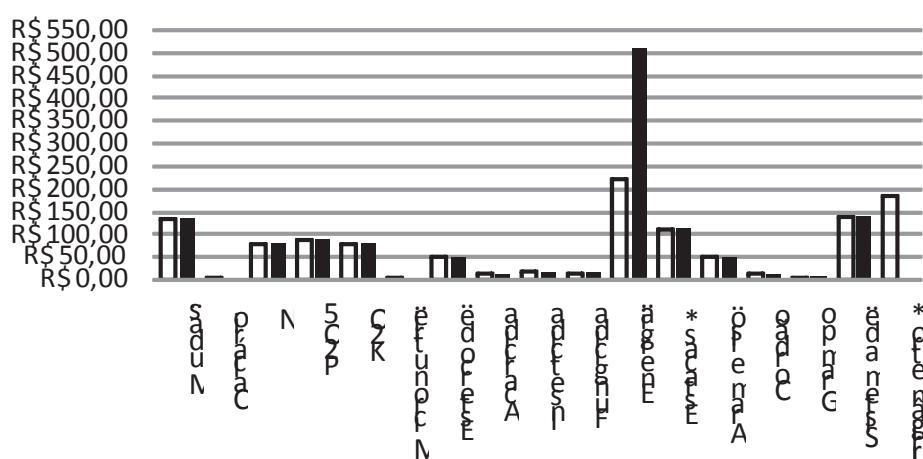
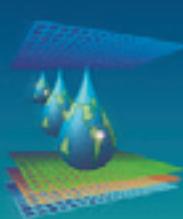


FIGURA 2. Custo de produção do maracujá-amarelo (a) e custo dos insumos (b).



Observa-se na Figura 2 que os custos de produção foram iguais em todos os itens (preparo do solo e plantio, tratos culturais e colheita, encargos financeiros), exceto para os insumos onde, com o manejo da água de irrigação feita com o uso do Irrigâmetro, houve uma redução de 7,84% nos custos de produção, em comparação com o manejo adotado pelo produtor. A causa dessa redução foi o menor custo com energia elétrica, que ficou na ordem de 56,40%. Estes resultados corroboram com MORUELLI *et al.* (1998) que evidencia que o manejo da irrigação visa minimizar o consumo de energia, maximizar a eficiência do uso da água. Desse modo, verifica-se a eficiência do Irrigâmetro no manejo da água de irrigação.

Vale ressaltar que nos custos de produção do maracujá alguns itens podem ser reutilizados na exploração seguinte, como é o caso das estacas, arames, sistema de irrigação e do Irrigâmetro. Considerando essa situação, os preços de tais insumos foram calculados como custo anual fixo, considerando a vida útil do bem de 15 anos e a taxa de juros de 8,75% ao ano.

CONCLUSÃO

A utilização do Irrigâmetro no manejo da água de irrigação proporcionou economia de 3,97% nos custos de produção da cultura do maracujá nas condições climáticas do Município de Livramento de Nossa Senhora – BA.

AGRADECIMENTOS: À Universidade Estadual Sudoeste da Bahia (UESB) pelo apoio com transporte e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação científica concedido ao primeiro autor.

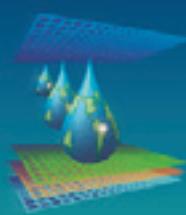
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Online. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>> acesso em: 10 de fevereiro de 2013.

MARQUELLI, W.A.; SILVA, W.L. de C. da; SILVA, H.R. **Manejo da irrigação em hortaliças.** EMBRAPA-SPI: Brasília, 1994. 60p.

OLIVEIRA, R. A.; RAMOS, M. M. **Manual do Irrigâmetro.** Viçosa, MG: UFV, 2008. 144 p.

ROCHA, O. C.; GUERRA, A. F.; AZEVEDO, H. M. de. Ajuste do modelo Christiansen-Hargreaves para estimativa da evapotranspiração do feijão no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 263- 268, 2003.



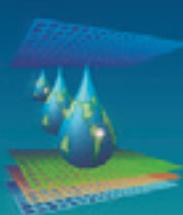
XXIII CONIRD

Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

Evolução e Tecnologia
na Irrigação

13 º 18
OUTUBRO / 2013
Hotel Saint Louis
Luís Eduardo
Magalhães
Bahia - Brasil

THORNTHWAITE, C.W. An approach towards a rational classification of climate.
Geographical Review, London, v.38, p.55-94, 1948



**Eficiência de uso da água de irrigação em dois sistemas de cultivo
de cana-de-açúcar de segunda soca no Submédio São Francisco**

M. Calgaro¹, W. L. Simões², J. M. Pinto², M. B. Braga³,
J. M. Soares⁴, M. A de Souza⁵, J. A. Lima⁵

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência de uso da água no cultivo da cana-de-açúcar, de segunda soca, submetida a diferentes sistemas de irrigação. O experimento foi realizado no Campo Experimental de Bebedouro, pertencente à Embrapa Semiárido, em Petrolina (PE). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três sistemas de irrigação: gotejamento superficial, gotejamento subsuperficial e sulco em seis repetições. Foi avaliado o consumo de água da cultura, proveniente da quantidade água aplicada pelos diferentes sistemas de irrigação e da chuva, em função da produtividade da cultura. Na análise de variância do parâmetro eficiência de uso da água houve efeito ($p < 0,05$) entre os tratamentos, sendo observada superioridade da irrigação por gotejamento superficial sobre a irrigação por sulcos e gotejamento subsuperficial.

PALAVRAS-CHAVE: *Saccharum officinarum* L., produtividade.

**Water use efficiency in two farming system in
sugarcane second ratoon in Submedio São Francisco**

SUMMARY: The objective of this study was to evaluate the efficiency of water use in the cultivation of sugar cane, second ratoon under different irrigation systems. The experiment was conducted at the Experimental Trough, Embrapa Semi-Arid, Petrolina (PE). The experimental design was randomized blocks, with three irrigation systems: drip irrigation, subsurface drip and furrow in six replicates. The intake of water culture, from the amount water applied by different irrigation systems and rain, depending on the crop yield. The analysis of variance of the parameter of the water use efficiency was no effect ($p < 0.05$) between treatments was observed superiority of surface drip irrigation on furrow irrigation and subsurface drip.

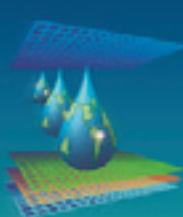
¹ - Pesquisador, Embrapa Semiárido, Caixa Postal 23, CEP 56302-970, Petrolina, PE. Fone (87) 3866-3600.
e-mail: marcelo.calgario@embrapa.br

² - Pesquisador, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

³ - Pesquisador, Embrapa Hortalícias, Brasília, DF.

⁴ - Pesquisador aposentado, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁵ - Biólogos. Bolsistas da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.



KEYWORDS: *Saccharum officinarum* L., productivity.

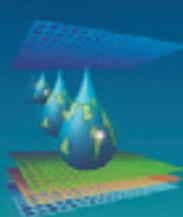
INTRODUÇÃO

O Vale do Submédio São Francisco destaca-se pela crescente produção de cana-de-açúcar, o que de certo modo deve-se às peculiaridades edafoclimáticas do Semiárido nordestino (VIDAL et al., 2006), aliados à disponibilidade hídrica e à utilização de técnicas de irrigação. A adoção dessa tecnologia deve ser feita de forma racional a fim de não somente otimizar o uso da água de irrigação, mas que essa otimização seja feita de maneira a maximizar o uso dos recursos naturais e minimizar desperdícios. Isto exige conhecimento adequado do efeito da água sobre o crescimento das culturas e seu rendimento e da escolha do método de irrigação mais adequado a cada situação (BERNARDO et al., 2006).

Dentre as possibilidades de aumentar a produtividade está à adoção de práticas sustentáveis de irrigação que devem ser feitas baseadas em critérios técnicos, torna-se necessária a realização de pesquisas com a finalidade de avaliar os diferentes sistemas de irrigação e responder algumas dúvidas que ainda se fazem presentes quando relacionadas ao assunto, como, qual método de irrigação proporciona maior eficiência de uso da água e, como é o comportamento do sistema radicular da cana-de-açúcar diante do método utilizado. Dessa forma o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência de uso da água no cultivo da cana-de-açúcar, de segunda soca, submetida a diferentes sistemas de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos no campo experimental de Bebedouro, pertencente à Embrapa Semiárido, no município de Petrolina - PE, cujo solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2006). A classificação climática segundo Köppen é do tipo BSWh, ou seja, tropical semiárido conforme descrito em Reddy e Amorim Neto (1983). As chuvas concentraram-se entre os meses de novembro e abril, com precipitação média anual em torno de 400 mm, irregularmente distribuídas. A temperatura média anual é de 26,5°C, variando entre 21 e 32°C, com evaporação média anual em torno de 2000 mm, umidade relativa do ar média anual em torno de 67,8%, 3000 horas de brilho solar e velocidade do vento de 2,3 m/s. Os dados climáticos foram obtidos da estação agroclimatológica convencional, instalada no próprio campo experimental.



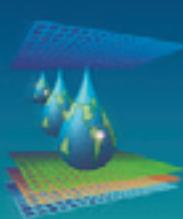
A variedade de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) adotada foi a RB 92579 conduzida em segunda soca. Os espaçamentos utilizados dependeram dos sistemas de irrigação que foram testados, ou seja, para o sistema de irrigação por sulco foi utilizado o sistema de plantio em fileiras simples espaçadas de 1,5 m, enquanto para o sistema de gotejamento foi adotado o sistema de plantio em fileiras duplas, espaçadas de 0,60 m x 1,20 m. As parcelas experimentais possuíram tamanho total de 12 m de comprimento por 12,6 m de largura, de modo que a área útil da cada parcela foi de 8 m de comprimento por 3,6 m de largura, totalizando 28,8 m² (quatro fileiras úteis). O experimento foi conduzido em blocos ao acaso com 3 tratamentos, sendo eles, irrigação por sulco, gotejamento superficial e subsuperficial, com 6 repetições cada.

Foram estudados dois métodos de irrigação, sendo eles irrigação localizada, através do sistema de irrigação por gotejamento (superficial e subsuperficial) e irrigação por superfície, através do sistema de irrigação por sulcos. No sistema de irrigação localizada superficial foram utilizados emissores com vazão de 1,6 l/h espaçados entre si de 0,50 m. No sistema de irrigação localizada subsuperficial o procedimento foi similar ao anterior, com a linha de emissores enterrada a profundidade de 0,2 m. O espaçamento foi de 1,5 m entre sulcos por 12 m de comprimento. A irrigação por gotejamento teve turno de rega diário, diferente do sistema de irrigação por sulcos, o qual teve turno de rega semanal. O cálculo da lâmina de irrigação dos dois sistemas foi realizado pela evapotranspiração de referência, pelo *kc* e pelo estádio fenológico da cultura (ALEN et al. 1998), sendo o controle do volume da água aplicada realizado pelo tempo de irrigação, conhecendo-se as vazões de cada sistema.

A eficiência de uso da água foi determinada pela razão entre a produtividade da cultura e a lâmina de água utilizada para cada sistema de cultivo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A eficiência de uso da água leva em conta os parâmetros de produtividade e volume de água aplicado durante o ciclo produtivo da cultura. No período de cultivo em que a planta foi irrigada (341 dias) a evaporação média diária ocorrida no Campo Experimental de Bebedouro foi de 7,8 mm.dia⁻¹ totalizando ao longo do ciclo uma evaporação de 2.898,36 mm. A precipitação total durante o ciclo foi de 138,4 mm, e embora tenham ocorrido alguns eventos de precipitação durante o ciclo de cultivo da cana-de-açúcar, a maior parte do período é de dias secos, com a necessidade de irrigação durante todo o ano.



A lâmina total aplicada nos tratamentos com irrigação por gotejamento superficial (T1) e por gotejamento subsuperficial (T2) via irrigação, foi de 2.279,98 mm e no tratamento com irrigação por sulcos (T3) foi de 2.881,00 mm. Totalizando a água aplicada via irrigação somada as precipitações, o total de água consumida pela cultura foi de 2.417,50 mm para os tratamentos T1 e T2 e de 3.014,80 para o tratamento T3. O ciclo de cultivo da cana de segunda soca, no Campo Experimental de Bebedouro, foi de 366 dias e a colheita foi realizada através do corte dos colmos e descarte das ponteiras da cultura.

Observa-se na Figura 01 que houve diferença significativa, pelo teste de Tukey a 5 %, entre os tratamentos, cujo valor da produtividade para o tratamento com irrigação por sulcos (T3) foi superior aos dos tratamentos com irrigação por gotejamento superficial (T1) e por gotejamento subsuperficial (T2). Dentre outros parâmetros, este resultado pode estar associado a maior exploração dos nutrientes da decomposição da matéria orgânica no uso da irrigação por sulco, uma vez que o solo é arenoso e o solo ficou com toda superfície molhada, o que não ocorreu com os demais tratamentos.

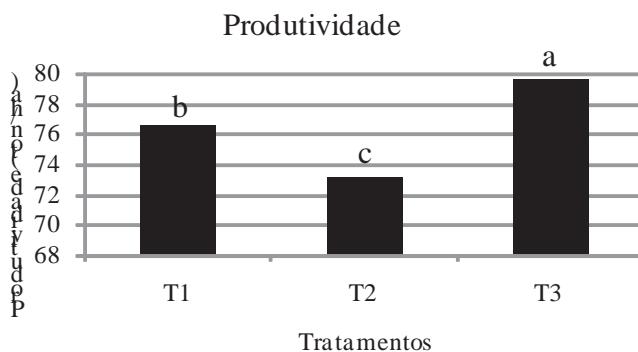


Figura 01 – Produtividade da cana-de-açúcar de segunda soca para cada tratamento no Campo Experimental de Bebedouro.

A eficiência de uso da água (EUA) para cada tratamento foi determinada através da relação entre a produtividade da cultura ($t.ha^{-1}$) e o total de água fornecida a cultura durante o ciclo produtivo (mm), sendo esta composta pela lâmina total de irrigação, somada a precipitação ocorrida no período. Na Tabela 01 são mostrados os valores de EUA para cada tratamento.

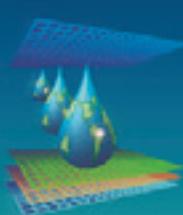


Tabela 01 – Eficiência de uso da água para o ciclo de cana de segunda soca nos diferentes tratamentos no Campo Experimental de Bebedouro.

TRATAMENTO	PRODUTIVIDADE (t.ha ⁻¹)	I + P (mm)	EUA (t.mm ⁻¹)
T1	76,58	2.417,5	0,032
T2	73,12	2.417,5	0,030
T3	79,66	3.014,8	0,026

I + P = Irrigação mais precipitação em mm.

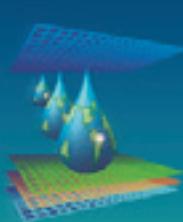
Observa-se na tabela 01 que a EUA dos diferentes tratamentos foi diferente dos dados de produtividade, com uma menor EUA ($0,026 \text{ t.mm}^{-1}$) para o tratamento T3, o qual consumiu 3.014,8 mm e produziu $79,66 \text{ t.ha}^{-1}$ de cana-de-açúcar. Este resultado possivelmente deve-se ao fato do tratamento T3 apresentar uma menor eficiência de distribuição de água, o que possivelmente dificultou a dissolução e carreamento dos adubos para a zona de maior absorção radicular.

Os tratamentos T1 e T2 apresentaram menor produtividade de $76,58$ e $73,12 \text{ t.ha}^{-1}$ respectivamente, e consumo de água da ordem de 2.417,50 mm, com maior eficiência de uso da água com para o tratamento T1 ($0,032 \text{ ton.mm}^{-1}$) seguido pelo tratamento T2 ($0,030 \text{ ton.mm}^{-1}$).

As características do sistema de irrigação localizada de fornecer a água às culturas diretamente ou o mais próximo possível do sistema radicular colabora para que o volume total de água necessário para atender as demandas da cultura seja menor, com consequente menor gasto de água, possibilitando dessa forma um aumento da eficiência de uso da água nesse sistema. Resultados como estes abrem precedentes para a continuação de estudos em busca de respostas e confirmação ou não, dos resultados encontrados até o momento.

CONCLUSÕES

- A produtividade teve comportamento diferenciado entre os tratamentos, sendo maior no sistema de irrigação por sulco e menor para o gotejamento subsuperficial;
- O maior consumo de água durante o ciclo produtivo da cultura, ocorreu com o uso da irrigação por sulco e a EUA foi maior com o uso da irrigação localizada por gotejamento superficial.



AGRADECIMENTOS

A Agrovale pelo apoio na realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

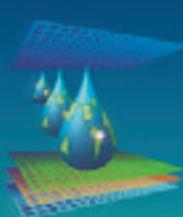
ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, FAO. **Irrigation and Drainage Paper**, 56, 1998, 297p.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8.ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 625p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – **EMBRAPA**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília. 2.ed, 2006. 306p.

REDDY & AMORIM NETO, M. S. Dados de precipitação, evapotranspiração potencial, radiação solar global de alguns locais e classificação climática do Nordeste do Brasil. Petrolina, PE, **EMBRAPA/CPATSA**, 280p, 1983.

VIDAL, M. F.; SANTOS, J. A. N. dos.; SANTOS, M. A. dos. Setor sucroalcooleiro no nordeste brasileiro: estruturação da cadeia produtiva, produção e mercado. Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. Fortaleza, Julho 2006. Disponível em: <http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/ETENE/Artigos/docs/sober_sucroalcooleiro.pdf> Acesso em: Mar. 2009.



**ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ÁGUA DE IRRIGAÇÃO PARA DIFERENTES
ÉPOCAS DE PLANTIO DA CANA-DE-AÇÚCAR, UTILIZANDO O MODELO
CROPWAT**

R. S. Resende¹, J. V. T. da Costa², J. R. A. de Amorim³, T.N. Meneses⁴

RESUMO: Por tratar-se de cultivo com características de semiperenidade, diferentes épocas de plantio da cana-de-açúcar podem influenciar o consumo de água de irrigação. A demanda de água de irrigação para diferentes épocas de plantio da cana-de-açúcar foi modelada, utilizando do modelo CROPWAT/FAO, a partir das Normais Climatológicas, de dados de solo da área de estudo e de coeficientes de cultivo específicos. Assim, o objetivo do presente estudo foi determinar a época para o plantio de verão da cana conduzida sob irrigação plena que resulta em melhor aproveitamento da água da chuva e menor consumo de água da irrigação, podendo redundar em aumento da eficiência de uso de água de irrigação. Os resultados obtidos indicam que, para as condições dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste do Brasil, o mês de novembro é o que resultou em menor demanda de água de irrigação (446,0 mm), enquanto o mês de março apresentou a maior demanda, com 752,8 mm.

PALAVRAS-CHAVE: demanda hídrica, eficiência de uso da água, modelagem

**ESTIMATE OF THE IRRIGATION WATER CONSUMPTION FOR DIFFERENT
PLANTING SEASONS OF SUGARCANE BY USING CROPWAT MODEL**

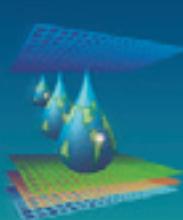
SUMMARY: Once sugarcane crop has semi perennial features, different planting seasons can influence its consumption of irrigation water. From the Normal Climatological and soil data of the study area and phenological stages and specific crop coefficients, the demand for irrigation water for different planting dates of cane sugar was modeled using the CROPWAT/FAO model. The aim of this study was to determine the best time for sugarcane planting, conducted under full irrigation on summer months in order to minimize water irrigation and better utilization of rainwater which can significantly contribute to maximize the irrigation water use efficiency. The results indicated that, for the conditions of the Coastal

¹ Pesquisador, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Caixa Postal 44, CEP 49025-040. Fone (0XX79) 4009-1346. E-mail: ronaldo.resende@embrapa.br.

² Engº Agrônomo, Gerente de Nutrição, Mecanização e Desenvolvimento da Usina Coruripe S.A., Coruripe - AL.

³ Pesquisador, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Caixa Postal 44, CEP 49025-040, Aracaju - SE.

⁴ Mestrando do Curso de Recursos Hídricos da Universidade Federal de Sergipe

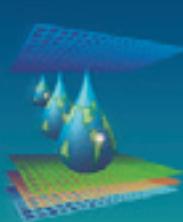


Tablelands of the Northeast of Brazil, November is the month with the lowest water irrigation demand (446.0 mm), while March has the highest demand (752.8 mm).

KEYWORDS: water demand, water use efficiency, modeling

INTRODUÇÃO

As áreas tradicionais de produção de cana-de-açúcar apresentam um regime pluviométrico anual que atende à demanda hídrica da cana-de-açúcar. Porém, de modo geral, tal regime é concentrado nos meses de novembro a março na região Sudeste e, de março a agosto na região Nordeste do Brasil, sendo então necessário aporte hídrico, via irrigação, com propósito de se obter incrementos de produtividade. Nas regiões tradicionais de produção do Sul e Sudeste do País, a época de ocorrência de déficit hídrico está associada ao momento de menor demanda evapotranspirométrica e mais baixa temperatura; de modo contrário, na região Nordeste há uma coincidência entre o momento de ocorrência do déficit hídrico com o de maior demanda evaporativa da atmosfera, potencializando o efeito do déficit hídrico, mas, ao mesmo tempo, aumentando o potencial de resposta da planta à irrigação. Conforme ANJOS & FIGUEIREDO (2008), a época de plantio tem relação direta com as condições climáticas de cada região; pois, para que ocorra um bom desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar, deve-se considerar, entre outros fatores, a temperatura média do ar e a precipitação pluviométrica. Por sua vez, para que seja favorecida a maturação da cana-de-açúcar e consequentemente o acúmulo de sacarose, torna-se necessário que ocorra um período de baixa temperatura e relativo déficit hídrico. Assim, além do aspecto relacionado ao consumo de água de irrigação, diferentes épocas de plantio podem influenciar a produção final da cana-de-açúcar, principalmente pelo efeito das variáveis climáticas relacionadas às diferentes fases de desenvolvimento da cultura. SILVA et al. (2008) observaram o efeito da época de colheita (junho, agosto e outubro) na produtividade de colmos de cana nas variedades IAC86-2480 e RB72454; enquanto ANJOS et al., (2007), estudando diferentes épocas de colheita nas variedade SP79-1011 e RB72454, observaram que os meses de agosto e setembro foram os que proporcionaram matéria-prima de melhor qualidade e maiores rendimentos de colmos. O objetivo do presente trabalho foi determinar, por meio da utilização do modelo CROPWAT/FAO, a época de plantio de verão da cana-de-açúcar, conduzida sob irrigação plena, que resulte em maior aproveitamento da precipitação e menor consumo de água de irrigação.

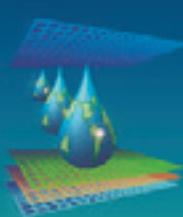


MATERIAL E MÉTODOS

Para a consecução do objetivo do trabalho de efetuar a estimativa da demanda de irrigação para a cana-de-açúcar plantada em diferentes épocas de plantio foi utilizado o modelo CROPWAT/FAO, versão 8.0, o qual foi parametrizado para as condições de clima e solo prevalecentes no Município de Coruripe, Estado de Alagoas. O solo da região é predominantemente da classe Argissolo Amarelo coeso (EMBRAPA, 2006). O clima regional é classificado como do tipo As' (tropical chuvoso) pela classificação de Köppen, com verão seco (outubro-março) e temperatura média anual de 24,4 °C. A estação chuvosa começa no outono (março-abril) e se estende até a primavera (agosto – setembro), com índice pluviométrico de 1.179 mm (BRASIL, 2009). As épocas de plantio avaliadas se referem aos meses de setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro (período seco da região). Como dados climáticos para a simulação, foram utilizados as Normais Climatológicas da série de 1960 a 1990 para o Município de Coruripe, obtidas a partir da base de dados do Instituto Brasileiro de Meteorologia – INMET (BRASIL, 2009). Os coeficientes de cultivo (k_c) da cana-de-açúcar considerados foram 0,40 para a fase de desenvolvimento inicial (até 30 DAG), 0,60 para a fase de desenvolvimento acelerado (31 – 120 DAG), 1,25 para a fase de crescimento vegetativo (121 – 305 DAG) e 0,25 para a fase de maturação (305 – 365 DAG). As normais climatológicas utilizadas para a simulação são apresentadas na Tabela 1. Para o cálculo da estimativa da evapotranspiração de referência (ET₀), foi utilizado o modelo de Penman-Monteith (ALLEN et al. 1998) e para estimativa da precipitação efetiva o método do Serviço de Conservação de solo dos Estados Unidos da América, ambos incluídos no pacote do CROPWAT. Nos módulos *Climate/ET₀* e *Rain* foram inseridas as variáveis climáticas (Tabela 1); no módulo *Crop* a duração dos ciclos fenológicos da cultura e seus respectivos coeficientes de cultivo (K_c 's), profundidade efetiva do sistema radicular, fator de esgotamento da cultura e fator de resposta de produção; no módulo *Soil* as variáveis capacidade de armazenamento de umidade, profundidade e nível de depleção de umidade permitido. Após estabelecido o padrão de cultivo (épocas de plantio) executou-se o modelo obtendo-se a lâmina requerida mensal, para cada época de plantio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de água de irrigação da cana-de-açúcar (em termos de lâmina líquida) estimado na simulação realizada, em função de diferentes épocas de plantio, é apresentado na Figura 1. O



plantio no mês de novembro foi o que resultou em menor consumo de água de irrigação (446,0 mm), seguido pelos meses de outubro e dezembro, com demandas de 468,5 e 454,6 mm, respectivamente.

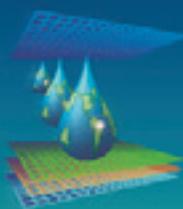
Tabela 1. Variáveis climáticas consideradas para cálculo da oferta e demanda de água no modelo.

Mês	Tmin. °C	Tmáx. °C	UR %	U Km dia ⁻¹	Rs MJ m ⁻² dia ⁻¹	ETo mm dia ⁻¹	P mm	Pefet mm
Jan	22,0	31,5	80	156	22,8	4,90	21,6	20,9
Fev	21,9	31,1	81	121	22,6	4,74	46,9	43,4
Mar	21,8	30,5	83	112	19,6	4,11	166,6	122,2
Abr	21,6	30,1	83	112	18,1	3,76	139,4	108,3
Mai	21,4	28,9	86	112	16,0	3,18	190,4	132,4
Jun	21,1	28,0	85	112	14,8	2,92	223,8	143,7
Jul	20,0	27,2	85	112	14,9	2,88	153,4	115,7
Ago	19,7	27,5	83	112	17,5	3,36	98,1	82,7
Set	20,0	28	83	130	19,4	3,78	64,5	57,8
Out	20,7	29,4	81	138	22,4	4,48	35,6	33,6
Nov	21,9	30,5	80	164	24,1	4,95	14,8	14,4
Dez	21,6	31,3	79	138	23,1	4,89	24,4	23,4
μ/Σ	21,1	29,5	82	127	19,6	4,00	1179,5	898,6

Fonte: Tmin, Tmáx, UR, U e P (BRASIL, 2009); Rs; ETo e Pefet estimados pelo modelo.

Para as condições de Teresina ANDRADE JUNIOR (2012) utilizou uma lâmina de 492 mm para repor 100% da ETo local, em trabalho com a variedade RB 92-7515, primeira soca, enquanto que para o Estado da Paraíba, DANTAS NETO (2006) obteve o maior rendimento de colmo aplicando uma lâmina de 357 mm, em cana com corte no mês de setembro. Em cana das variedades RB-72454, RB-765418 e SP-701011 plantadas nas condições do Estado do Rio de Janeiro, no mês de julho, SOUZA et al. (1999) obtiveram os maiores rendimentos de colmo aplicando lâminas de 568, 558 e 575 mm, respectivamente. Os meses de fevereiro e março foram os que resultaram em maior demanda de água de irrigação, com 638,6 e 752,8 mm, respectivamente.

Considerando-se as estimativas de consumo de água de irrigação apresentadas na Figura 1, a irrigação responde em termos médios por 41% do atendimento da demanda hídrica



de cultivo do ciclo da cana-de-açúcar, sendo que o menor valor (35%) se refere ao plantio no mês de novembro (Tabela 2).

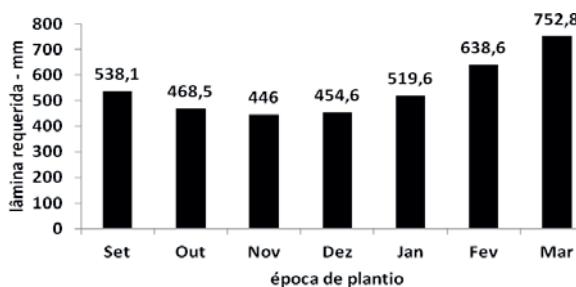


Figura 1. Estimativa de consumo de água de irrigação (lâmina líquida) em função de épocas de plantio da cana-de-açúcar.

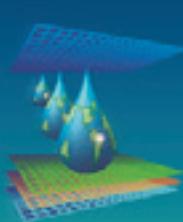
A ETc para o plantio de novembro corresponde a 87% da demanda hídrica do ambiente (ETo), que foi estimada em 1.460 mm no ciclo, enquanto para o plantio de setembro corresponde a 91%. O melhor aproveitamento da precipitação, considerando-se a proporção da chuva efetiva (Tabela 1) em relação à ETc, também se dá no plantio no mês de novembro. Nos trabalhos de ANDRADE JUNIOR (2012), DANTAS NETO (2006) e SOUZA et al. (1999), as partições entre água proveniente da irrigação e da precipitação foi de 50 e 50%, 30 e 70% e 37 e 63% , respectivamente.

Tabela 2. Demanda hídrica da cana-de-açúcar e participação precipitação/irrigação em função das épocas de plantio.

Época	ETc (mm)	% ETc atendida c/ irrigação (a)	% Uso da precipitação (b)
Set	1.333,8	40	67
Out	1.295,0	36	69
Nov	1.273,5	35	71
Dez	1.274,8	36	70
Jan	1.295,9	40	69
Fev	1.332,7	48	67
Média		41	69

¹ O somatório de (a) e (b) não corresponde, necessariamente, a 100% uma vez que em alguns meses a Pefet > ETc

O custo da irrigação por gotejamento subsuperficial para as condições da Usina Coruripe é calculado em R\$ 3,00 mm⁻¹ (informação do corpo técnico da Usina); a lâmina bruta média aplicada via irrigação nas regiões tradicionais de produção no Nordeste está em torno de 500 a 700 mm, o que resulta em um custo de irrigação de R\$ 1.500,00 a R\$ 2.100,00 por hectare irrigado. A diferença entre a menor e a maior lâmina estimada na simulação é de 306,8 mm, o que corresponde a um custo de R\$ 920,04. Além do maior consumo de água de irrigação, o plantio de início de inverno tende a comprometer a germinação e o perfilhamento da cana-de-



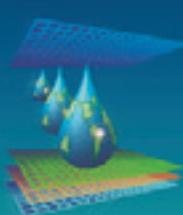
açúcar, em função das menores temperaturas do ambiente. No entanto, faz-se necessário relacionar o aspecto da estimativa da demanda hídrica com a resposta da cultura com as épocas de plantio avaliadas, em termos de produtividade física e de variáveis de qualidade tecnológica da cana, de forma a indicar o mês que redonda em maior eficiência de uso de água (quantidade do insumo/quantidade do produto).

CONCLUSÕES

Para as condições ambientais encontradas nas áreas tradicionais de produção de cana-de-açúcar da região Nordeste do Brasil, o plantio efetuado no mês de novembro é aquele que resulta em menor consumo de água de irrigação durante o ciclo da cultura, com lâmina líquida requerida estimada em 446 mm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and Drainage. Paper, 56).
- ANJOS, I. A. dos; ANDRADE, L. A. de B.; GARCIA, J. C.; FIGUEIREDO, P. A. M. de; CARVALHO, G. J. de. Efeitos da adubação orgânica e da época de colheita na qualidade da matéria-prima e nos rendimentos agrícola e de açúcar mascavo artesanal de duas cultivares de cana-de-açúcar (cana-planta). Ciênc. Agrotec, v. 31, n.1,p.59-63, jan.-fev. 2007.
- ANDRADE JUNIOR, A.S. de; BASTOS, E.A.; RIBEIRO, V.Q.; DUARTE, J.A.L.; BRAGA, D.L.; NOLETO, D.H. Níveis de água, nitrogênio e potássio por gotejamento subsuperficial em cana-de-açúcar. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.47, n.1, p.76-84, jan. 2012
- ANJOS, I. A. dos; FIGUEIREDO, P. A. M. de. Aspectos fitotécnicos do plantio. In: Cana-de-açúcar. DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M. de; LANDELL, M. G. de A. Campinas: Instituto Agronômico, 2008. 882p.
- BRASIL. Normais climatológicas do Brasil 1061-1990. (Org.). RAMOS, A.M.; SANTOS, L.A.R. dos; FORTES, L.T.G. Brasília, DF: INMET 2009. 465p.
- EMBRAPA, Embrapa Solos, Sistema brasileiro de classificação de solos. 2^a edição, Rio de Janeiro, 2006, 300p
- DANTAS NETO, J; FIGUEREDO, J.L. da C.; FARIA, C.H. de A.; AZEVEDO, H.M. de; AZEVEDO, C.A.V. de. Resposta da cana-de-açúcar, primeira soca, a níveis de irrigação e adubação de cobertura. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.10, n.2, p.283–288, 2006.
- SILVA, M. de A.; JERONIMO, E. M.; LÚCIO, A. D. Perfilhamento e produtividade de cana-de-açúcar com diferentes alturas de corte e épocas de colheita. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.43, n.8, p.979-986, ago. 2008.



CONSUMO HÍDRICO DO SORGO IRRIGADO SOB AS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DE APODI-RN¹

J. G. A. LIMA²; P. C. VIANA²; R. M. MANIÇOBA³; J. E. SOBRINHO⁴; J. F. de MEDEIROS⁴; A. S. SILVA²; W. O. SANTOS⁵

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo obter a evapotranspiração da cultura e o coeficiente de cultivo do sorgo Ponta Negra, sob as condições do semiárido nordestino em Apodi-RN, muito utilizado por sua adaptabilidade a pouca umidade do solo. O experimento foi conduzido no período de 4 de abril a 24 de julho de 2012, em uma área experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), em uma área de 3,6 ha, irrigado com sistema por aspersão. A evapotranspiração de referência foi estimada pelo método de Penman-Monteith parametrizado pela FAO com base nos dados obtidos por uma estação meteorológica automática. Os resultados mostraram que a ETc foi de 480,87 mm para todo ciclo da cultura, correspondente a um valor médio de 4,29 mm.dia⁻¹. Os valores de Kc foram de 0,54 no estádio inicial, 0,88 no estádio de desenvolvimento vegetativo, 1,32 no estádio de floração e 0,81 no estádio de maturação fisiológica.

PALAVRAS-CHAVE: Necessidade hídrica, Lisímetro de pesagem, Manejo da irrigação

WATER CONSUMPTION OF SORGHUM UNDER IRRIGATED CONDITIONS IN APODI-RN

ABSTRACT: This study aimed to obtain the crop evapotranspiration and crop coefficient of sorghum Ponta Negra, under conditions of semi-arid region in Apodi-RN, Widely used for its adaptability the low soil moisture. The experiment was conducted from April 4 to July 24, 2012, in an experimental area Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), in an area of 3.6 ha irrigated with sprinkler system. The reference evapotranspiration was estimated by Penman-Monteith FAO parameterized based on data obtained from an automatic weather station. The

¹ Projeto financiado com recursos do CNPq e do PROAP/CAPES.

² Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Irrigação e Drenagem, DCAT, UFERSA, Caixa Postal 137, CEP 59625-300, Mossoró, RN. Fone (84) 96663771. e-mail: soujoao@hotmail.com

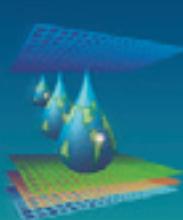
³Mestranda em Irrigação e Drenagem, DCAT, UFERSA, Mossoró-RN;

⁴Mestrando em Engenharia Sanitária, UFRN, Natal-RN;

⁵Professor Associado, DCAT, UFERSA, Mossoró-RN;

⁶Engenheiro Agrônomo Pesquisador, DCAT, UFERSA, Mossoró-RN;

⁷Doutorando em Manejo de água e solo, UFERSA, Mossoró-RN



results showed that the ETc was 480.87 mm for every cycle, corresponding to an average value of 4.29 mm.day^{-1} . The Kc values were 0.54 in the initial stage, 0.88 in the vegetative growth stage, 1.32 at flowering and 0.81 at physiological maturity.

KEY WORDS: Water requirement, Weighing lysimeter, Irrigation management

INTRODUÇÃO

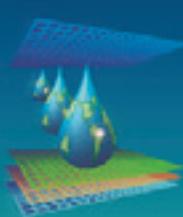
O sorgo se adapta bem aos ambientes de déficit hídrico, os quais são, geralmente, desfavoráveis à maioria de outros cereais. Essa característica permite que a cultura seja apta para se desenvolver e se expandir em regiões com distribuição irregular de chuvas e em sucessão a culturas de verão (SANTOS et al., 2005).

Dentre os métodos diretos para a determinação da evapotranspiração, está a lisimetria, particularmente a de pesagem, procedimento mais preciso para avaliar a evapotranspiração (ABOUKHALED et al., 1982; MENDONÇA et al., 2003). A obtenção da Evapotranspiração da cultura (ETc) e do coeficiente de cultivo (Kc), é fundamental para estimar o consumo hídrico da cultura, possibilitando um manejo mais adequado da irrigação e menores desperdícios. Segundo Silva et al.(2006), o conhecimento da evapotranspiração e do coeficiente de cultivo é fundamental para se outorgar, dimensionar e manejar a irrigação de uma cultura e, uma vez que esses valores variam conforme a disponibilidade energética do local, variedade e idade da planta, por isso, torna-se importante a obtenção de valores regionalizados.

Independente do sistema de cultivo adotado, o conhecimento apenas da necessidade total de água pela cultura não implica num manejo eficiente da irrigação, sendo imprescindível, o conhecimento das necessidades hídricas da cultura nos diferentes estádios ou fases fenológicas do seu ciclo (MENDONÇA et al., 2007; SOUZA et al., 2011). Assim o objetivo do trabalho foi determinar a Evapotranspiração da cultura e o coeficiente de cultivo (Kc) para diferentes fases fenológicas nas condições da Chapada do Apodi para o sorgo Ponta Negra.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), no município de Apodi, RN ($5^{\circ} 37'$



38°S, 37° 49' 55''W e 130 m de altitude), no período de 4 de abril a 24 de julho de 2012 . A região apresenta clima muito quente e semiárido, conforme a classificação climática de Köppen, com temperatura média anual de 27,1 °C, umidade relativa média de 66,8 % e precipitação média de 893 mm ano⁻¹, segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

A cultivar que foi utilizada no experimento foi a Ponta Negra, bastante recomendada para a região tanto para a produção de grão como de forragem, utilizando o espaçamento de 0,75m x 0,10m, totalizando 3,6 ha cultivados. A área foi irrigada com um sistema de irrigação por apersão, com espaçamento de 15x12 m.

O preparo do solo foi realizado por meio de aração com arado fixo e gradagem com grade niveladora; a semeadura foi realizada na data de 04/04/2012 e o ciclo total da cultura foi de 114 dias, 21 dias após a semeadura foi feito o debaste na área, deixando 10 plantas por metro linear, resultando numa população de aproximadamente 133.333 plantas ha⁻¹.

Para determinação da Evapotranspiração da cultura (ETc), foram utilizados dois lisímetros de pesagem na área, com dimensões de 2,7 m².

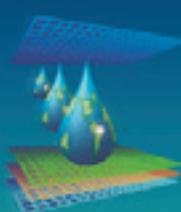
A evapotranspiração de referência (ETo) foi estimada pelo método Penman-Monteith-FAO 56 ALLEN et al. (2006), conforme a Equação 1. Os dados (temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento) utilizados para estimar a evapotranspiração de referência (ETo) foram medidos em uma estação meteorológica automática instalada próximo à área experimental

$$ETo = \frac{0,408(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} V_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34V_2)} \quad (1)$$

Para o monitoramento das variáveis meteorológicas durante o experimento, foi instalada na área uma estação meteorológica. Os dados meteorológicos coletados serviram para determinação evapotranspiração de referência (ETo). O Kc foi determinado a partir da Equação 2.

$$Kc = \frac{ETc}{ETo} \quad (2)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Na Figura 1 observa-se a variação da ETc e a ETo durante o ciclo, mostrando que no inicio do experimento até aos 51 dias, a ETo ficou sempre maior que a ETc; após o inicio da Floração/Frutificação aos 51 dias ocorreu que a ETc foi maior que a ETo, estádio no qual demanda mais água pela planta até os 78 dias, após essa data houve a diminuição do consumo da planta, ocorrendo que a ETo ficou maior que a ETc.

Kanemasu et al. (1976), citando dados de diversos autores, mostraram que o consumo de água pela cultura do sorgo varia de 350 a 720mm. Montero et.al. (2008) trabalhando com sorgo, obteve resultado fora dessa variação citada por Kanemasu, com o valor de 256,73mm.

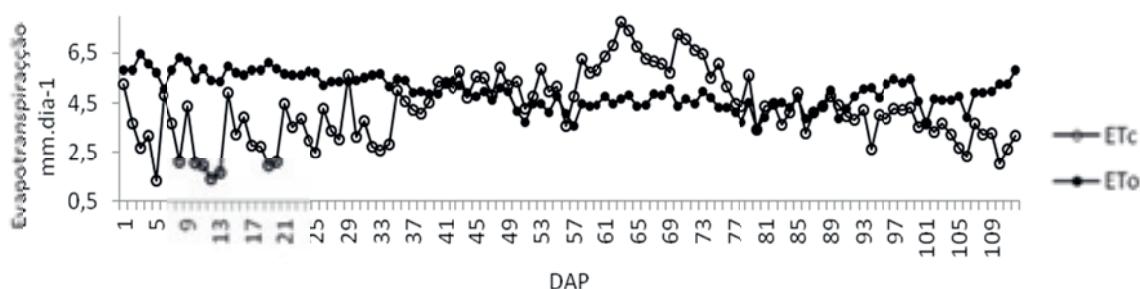
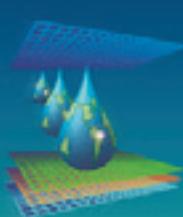


Figura 5. Valores médios de evapotranspiração do sorgo Ponta Negra comparados com a evapotranspiração de referência em Apodi, RN, 2012

Na Tabela 1 observa-se os valores da duração de cada estádio fenológico, evapotranspiração da cultura, de referência e o coeficiente de cultivo para seus diferentes estádios de fenológicos. Pode-se verificar que a evapotranspiração de referência (ETo) foi maior que a evapotranspiração de cultivo (ETc), resultados semelhantes foram obtidos por Montero et al. (2008), que obteve ETo de 373,9 mm e a ETc de 256,73 mm durante todo o ciclo, ALBUQUERQUE et al. (2008), trabalhando com sorgo no município de Nova Porteirinha – MG, encontraram valor da ETc de 381,2 mm, sendo superior ao encontrado por MONTERO et al. (2008), porém menor ao encontrado no experimento com valor de 480,87 mm.

Tabela 1. Valores médios da evapotranspiração da cultura, evapotranspiração de referência, coeficiente de cultivo do sorgo irrigado nos seus diferentes estádios fenológicos, sob as condições de Apodi-RN

Estádios fenológicos	Duração (dias)	ETc (mm)	ETo (mm)	Kc



I-Inicial	24	74,84346204	139,0084922	0,5404669
II-D. Vegetativo	27	119,2590798	138,3078391	0,8765476
III-Floração/Frutificação	27	159,2274076	120,819955	1,3157595
IV-M. Fisiológica	34	127,5380456	158,9720916	0,8154554
TOTAL	112	480,8679951	505,17	

Nos Estadios fenológicos obtiveram-se médias de 3,12 mm dia⁻¹ para a fase inicial, 4,42 mm dia⁻¹ para a fase de crescimento vegetativo, 5,90 mm dia⁻¹ para a fase de floração e 3,75 mm dia⁻¹ para a fase de maturação fisiológica. É notável que a maior evapotranspiração foi obtida na fase de floração e frutificação e foi menor na fase inicial, vegetativo e na maturação fisiológica; resultados semelhantes foram obtidos por Giral (1986) em um estudo sobre o regime de irrigação do sorgo em Cuba.

Analizando a duração do ciclo do sorgo, percebe-se que a cultura atingiu seu desenvolvimento total em 112 dias; segundo a FAO 56 o sorgo em condições áridas, completa seu ciclo com um total de 130 dias, no entanto, em condições locais no município de Apodi- RN de clima semiárido esse ciclo foi reduzido, o que pode explicar.

CONCLUSÕES

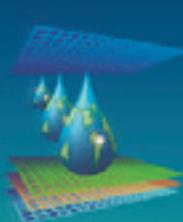
A evapotranspiração do Sorgo Ponta Negra foi de 480,87 mm para todo ciclo da cultura, correspondente a um valor médio de 4,29 mm dia⁻¹;

Os coeficientes de cultivo encontrados foram 0,54; 0,88; 1.32; 0,81 para as fases inicial, desenvolvimento vegetativo, floração/frutificação e maturação fisiológica respectivamente, nas condições edafoclimáticas da chapada do Apodi.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOUKHALED, A.; ALFARO, A.; SMITH, M. *Lysimeters*. Rome: FAO, 1982. 68 p. (Irrigation and Drainage Paper, 39).

ALBUQUERQUE, P. E. P. de.; TARDIN, F. D.; SANTOS, F. G. dos. **Extração de água do solo pelo sorgo submetido a estresse hídrico após seu florescimento.** In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 27, Londrina. *Anais...* Londrina: ABMS, 2008.



ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH. **Evapotranspiration del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos.** Roma: FAO, 2006, 298p. (FAO, Estudio Riego e Drenaje Paper, 56).

GIRAL PERÉZ, E.: determinación de los parámetros fundamentales del régimen de riego del sorgo sembrado en primavera en la región occidental del país en suelo ferralíticos rojos compactados, informe final,. Instituto de investigaciones de Riego y Drenaje, 1986.

KANEMASU, E. T.; STONE, L. R.; POWERS, W. L. Evapotranspiration model tested for soybean and shorgum. **Agronomy Journal**, v.68, n.4,p.569-572,1976.

MENDONÇA, J. C.; SOUSA, E. F.; BERNARDO, S.; SUGAWARA, M. T.; PEÇANHA, A. L.; GOTTARDO, R. D. Determinação do coeficiente cultural (k_c) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L), em Campos dos Goytacazes, RJ.**Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 5, p. 471-475, 2007.

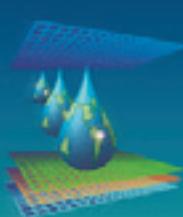
MENDONÇA, J.C.; SOUSA, E.F.; BERNARDO, S.; DIAS, G.P.; GRIPPA, S. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET₀) na região Norte Fluminense, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina grande, v.7, n.2, p.275-9, 2003.

MONTERO, L. S.; CUN R.; LAGO, A. Respuesta del sorgo en condiciones de secano como alternativa para la alimentación animal en la agricultura urbana. **Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias**, v. 17,n. 2, p. 62-65, 2008.

SANTOS, F. G. ; CASELA, C. R. ; WAQUIL, J. M. . Melhoramento de Sorgo. In: BORÉM, A.. (Org.). **Melhoramento de Espécies Cultivadas**. 2a. ed. Viçosa, MG.: Editora UFV., 2005, v. 1, p. 429-466.

SILVA, R.M.A. da. Entre o combate a seca e a convivência com o Semiárido: Transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento. Brasília-DF,2006. Tese de Doutorado. UNB, 2006.298p.

SOUZA, A.P.; PEREIRA, J.B.A.; SILVA, L.D.B.; GUERRA, J.G.M.; CARVALHO, D.F. Evapotranspiração, coeficientes de cultivo e eficiência do uso da água da cultura do pimentão em diferentes sistemas de cultivo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.33, n.1, p.15-22, 2011.



ANÁLISE ESPACIAL DA DEFICIÊNCIA HÍDRICA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO MUNICÍPIO DE FERNANDÓPOLIS – SP

C. F. FERREIRA¹, L. S. VANZELA.²; G. S. de OLIVEIRA³; M. R. R. da SILVA⁴; A. C.
APARECIDO FILHO⁵

RESUMO: O conhecimento da deficiência hídrica relativa na cana-de-açúcar é de grande importância na determinação da necessidade suplementar de água via irrigação. Mas sabendo-se que a deficiência hídrica é variável com o tipo de solo, este trabalho teve como objetivo analisar espacialmente a deficiência hídrica relativa da cana-de-açúcar no município de Fernandópolis - SP. Este procedimento foi realizado com elaboração do Balanço Hídrico da Cultura utilizando técnicas de geoprocessamento. Pelos resultados observou-se que o período de maior deficiência hídrica para a cultura de cana-de-açúcar ocorre entre os meses de junho a setembro. Se houver deficiência hídrica neste período a quebra de rendimento esperada, na fase de desenvolvimento vegetativo, pode chegar a 51,0% em cana planta e 65,6% em cana soca.

PALAVRAS-CHAVE: balanço hídrico, geoprocessamento, capacidade de água disponível

SPATIAL ANALYSIS OF WATER STRESS OF CANE SUGAR CITY FERNANDÓPOLIS – SP

SUMMARY: Knowledge of water deficiency on the cane sugar is of great importance in determining the need for additional water through irrigation. But knowing that the water deficit varies with soil type, this study aimed to evaluate spatially analyze water deficiency on the cane sugar municipality Fernandópolis - SP. This procedure was performed with preparation of Balance Water Culture using GIS techniques. The results showed that the period of greatest water deficiency for growing sugar cane occurs between the months June to September. If water stress in this period the drop in income expected, the period of vegetative growth, can reach 51.0% in plant cane and 65.6% in ratoon cane.

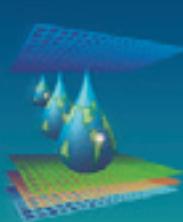
¹Mestranda em Ciências Ambientais, UNICASTELO Estrada Projetada F-1, s/n, Fazenda Santa Rita, Fernandópolis, SP, CEP: 15600-000. Fone: (17) 3465-4200. camilaff_gyn@hotmail.com

²Professor Titular, Mestrado em Ciências Ambientais, UNICASTELO. lsvanzela@yahoo.com.br

³Engenheiro Agrônomo, UNICASTELO. gilioaresoliveira@yahoo.com.br

⁴Professor, Curso de Agronomia, UNICASTELO. marcelo.romero@unicastelo.br

⁵Especialista em proteção de plantas, UFV. antonio_caf@hotmail.com



KEYWORDS: water balance, geoprocessing, available water capacity

INTRODUÇÃO

Uma das culturas de maior destaque econômico no Noroeste Paulista é a cana-de-açúcar, que movimenta um dos principais setores produtivos da atualidade que é o de produção sucroenergético. No entanto, o setor vem sofrendo nos últimos anos com o alto custo brasileiro de produção do etanol, que aliado a fatores climáticos (irregularidades na distribuição das chuvas) gerou resultados negativos no setor. Somente na safra 2010/2011 da região Centro-Sul do Brasil, colheu-se um total de 556.945.000 toneladas de cana (UNICA, 2012) em um total de 8.348.674 ha (INPE, 2012), resultando em produtividade média de 66,7 t ha⁻¹, o que evidencia este cenário.

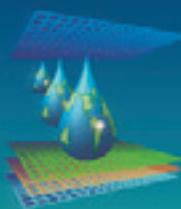
A irregularidade na distribuição de chuvas do Noroeste Paulista e a falta de variedades de cana resistentes a déficits hídricos prolongados tem sido uma das principais causas das baixas produtividades na região. De acordo com resultados obtidos por LIMA et al. (2009), no município de Fernandópolis, a precipitação média anual é de 1.321 mm, mas a irregularidade na distribuição das chuvas provoca um déficit hídrico durante 8 meses ao ano.

Uma boa opção para contornar o problema é o uso da irrigação na suplementação dos déficits hídricos. De acordo com algumas pesquisas, dependendo da região, a irrigação dos canaviais pode incrementar a produtividade de 15,7 a 76,1% (RESENDE E ANDRADE JÚNIOR, 2007).

Verificando-se a importância da quantificação dos déficits hídricos nas regiões de produção sucroenergética, este trabalho realizou uma análise espacial da deficiência hídrica da cana-de-açúcar para o município de Fernandópolis - SP.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Fernandópolis - SP (área de 549,551 km²), cujo perímetro está localizado, entre as latitudes 20°28'44" e 20°04'53" Sul e 50°25'03" e 50°07'56" Oeste. O clima da região, segundo Koppen é do tipo Aw (ROLIM et al., 2007) tropical úmido, ou seja, com verão quente e chuvoso e inverno seco. A região possui uma precipitação média anual de 1.216 mm e temperatura média anual de 23,5°C. Os solos do município são constituídos dos grupos PVA1, PVA10 e PVA105 (Argissolos Vermelhos e



Vermelho-Amarelos) em mais de 95% da área e LV56 (Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos) (OLIVEIRA et al., 1999).

A análise espacial da deficiência hídrica relativa foi realizada pela seguinte expressão:

$$DHR = \left(1 - \frac{ETR}{ETC} \right) \cdot 100 \quad (1)$$

sendo:

DHR - deficiência hídrica relativa (%);

ETR - evapotranspiração real (mm);

ETC - evapotranspiração da cultura (mm).

A determinação da variabilidade espacial da ETC e da ETR foi realizada pelo Balanço Hídrico da Cultura seguindo o método de Thornthwaite e Mather (1955) (PEREIRA et al., 2002), utilizando técnicas de geoprocessamento, cujo resumo está na Figura 1.

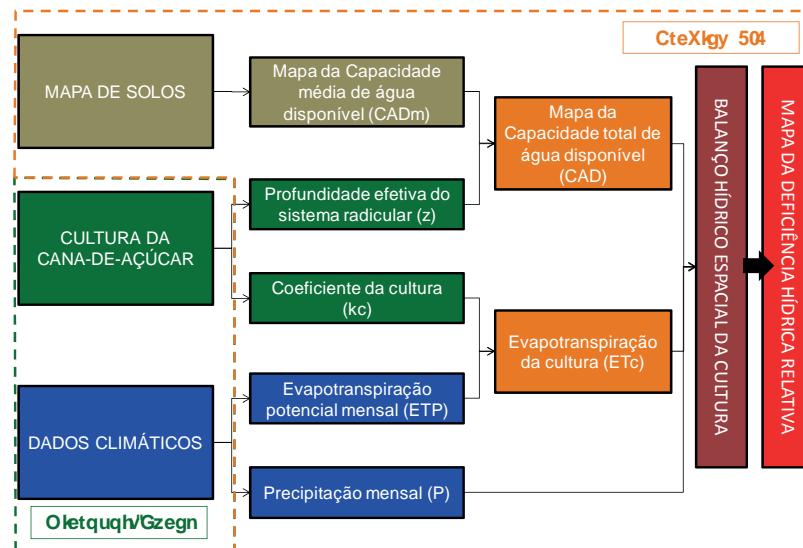


Figura 1. Resumo da metodologia para a elaboração do Balanço Hídrico Espacial da Cultura.

Os dados climáticos totais médios mensais de precipitação (P) e evapotranspiração potencial (ETP) foram obtidos a partir do banco de dados do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas do Instituto Agronômico de Campinas (CIIAGRO, 2011), para o município de Jales - SP, cuja estação localiza-se a 20 km de Fernandópolis. A profundidade efetiva do sistema radicular (z) considerada foi de 100 cm e os coeficientes da cultura (kc) foram de acordo com a Tabela 1.

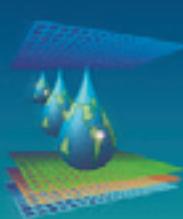


Tabela 1. Coeficientes da cultura (kc) para cana-planta e cana-soca.

Cana-planta	
Emergência	0,80
Desenvolvimento	1,15
Maturação	0,60
Cana-soca	
Brotação	0,55
Desenvolvimento	0,90
Maturação	0,60

Fonte: DOORENBOS E KASSAM (1994).

A capacidade média de água disponível do solo foi atribuída de acordo com a textura dos tipos de solos do município (Tabela 2), obtidas a partir dos grupamentos de solos do mapa elaborado pelo recorte do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA et al., 1999), utilizando como máscara o perímetro do município.

Tabela 2. Capacidade média de água disponível ($CADm$) atribuídas para diferentes grupamentos de solo, em função da textura.

Textura do solo	$CADm$ (mm cm^{-1}) [*]	Grupamentos de solos
Média	1,4	LV56 e PVA105
Grossa/Média	1,0	PVA1 e PVA10

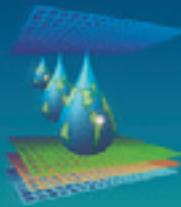
*Adaptado de GOMES (2000).

Para a elaboração do balanço hídrico espacial da cultura, dentro do SHAPE de grupamentos de solos foram inseridas tantas colunas quanto necessárias para o cálculo, em cada mês, das componentes: diferença entre P e ETC (P-ETC), negativo acumulado (NAC), armazenamento de água no solo (ARM), alteração do armazenamento de água no solo (ALT), evapotranspiração real (ETR), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC). Os cálculos foram realizados no próprio software ArcView 3.2, ferramenta “Calculate”.

Posteriormente, foi gerado para cada mês do ano e fase da cultura, um mapa da distribuição da DHR. Também foram calculados os percentuais da área total dentro de cada classe de DHR. Todos os mapas foram gerados com o auxílio do software ArcView 3.2 e os gráficos foram elaborados com o auxílio do software Microsoft Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como pode ser observado, o período mais crítico tanto para a cana planta como para a cana soca e para todas as fases da cultura, foi entre os meses de junho a setembro (Figura 2),



sendo o ápice da deficiência hídrica relativa alcançada no mês de agosto e em mais de 90% da área do município (Figuras 3).

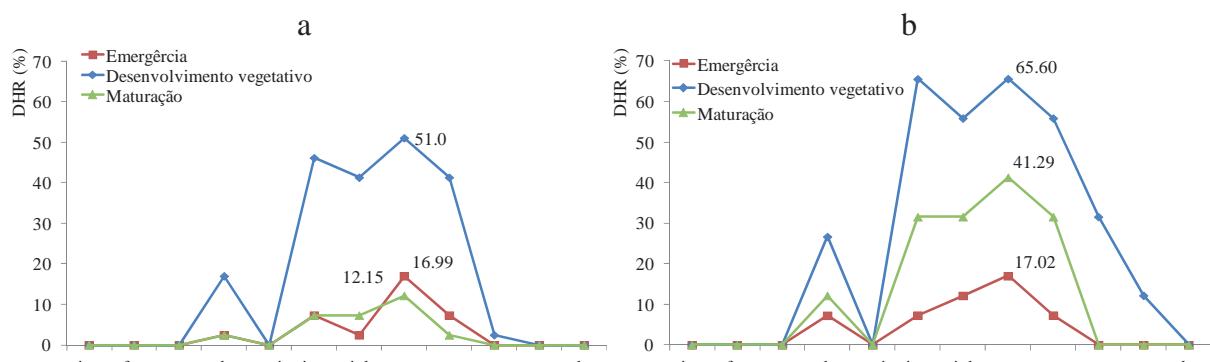


Figura 2. Variabilidade temporal da deficiência hídrica relativa (DHR) média ponderada da cana-planta (a) e cana-soca (b) para o município de Fernandópolis - SP.

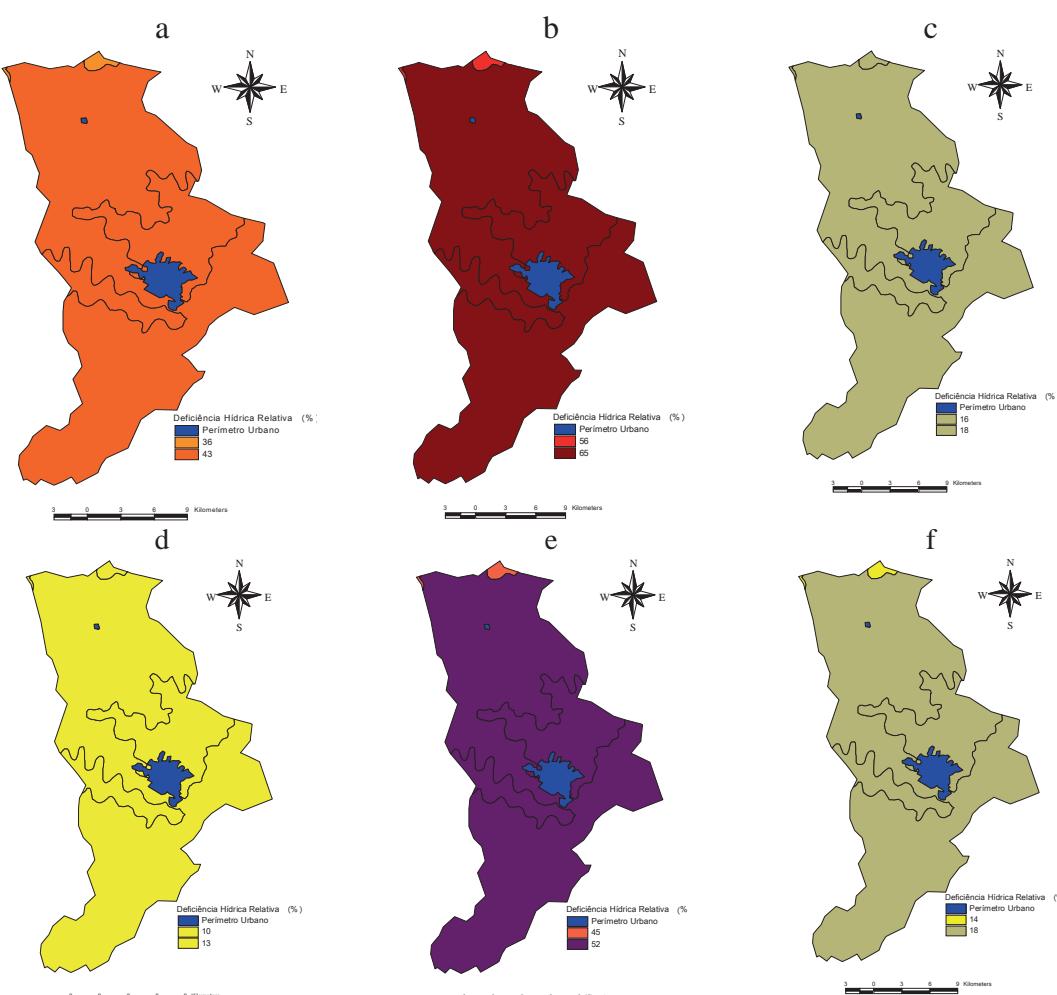
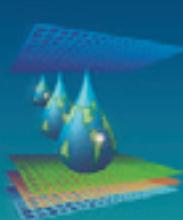


Figura 3. Distribuição espacial da deficiência hídrica relativa (DHR) no município de Fernandópolis, no mês de agosto, para a cana-planta nas fases inicial (a), desenvolvimento vegetativo (b) e florescimento/frutificação (c), e para cana-soca nas fases inicial (d), desenvolvimento vegetativo (e) e florescimento/frutificação (f).



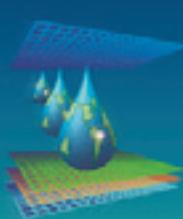
Para a cana planta, no mês de agosto, foram obtidos valores de DRH's ponderadas de 16,99, 12,15 e 51,02%, respectivamente, para as fases de emergência, desenvolvimento vegetativo e maturação. Ainda de acordo com os resultados, a deficiência hídrica para a fase de desenvolvimento vegetativo em cana planta é a mais crítica para as fases da cultura. Deficiências hídricas nesta fase, entre os meses de junho a setembro, pode resultar quebras de produtividade da ordem de 41,3 a 51,0% (Figura 2a). Com relação a cana soca, como pode ser verificado na Figuras 2b, no mês de agosto foram obtidas deficiências hídricas ponderadas de 17,02, 41,29 e 65,60%, respectivamente, para as fases de emergência, desenvolvimento vegetativo e maturação. Também, para a cana soca, se ocorrer deficiência hídrica na fase de desenvolvimento vegetativo, o prejuízo é o mais crítico, podendo haver quebras de produtividade da ordem de 55,9 a 65,6%.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados pode-se concluir que no município de Fernandópolis - SP, o período de maior deficiência hídrica para a cultura de cana-de-açúcar ocorre entre os meses de junho a setembro. Se houver deficiência hídrica neste período a quebra de rendimento esperada, na fase de desenvolvimento vegetativo, pode chegar a 51,0% em cana planta e 65,6% em cana soca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CIIAGRO - CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICA. Dados de evapotranspiração. Estado de São Paulo: CIIAGRO. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/>. Acesso em 19 out. 2011.
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande: UFPB, 1994.306p.(Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 33). Embrapa Milho e Sorgo, Sistemas de Produção, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 3^a edição Set./2007.
- GOMES, H. P. Engenharia de irrigação: hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento. 2. ed. Campina Grande: UFPA, 1997. 390p.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. CANASAT: Monitoramento da Cana-de-açúcar via imagens de satélite. São José dos Campos: INPE. 2012. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/>.
- LIMA, F. B. de; VANZELA, L. S.; MARINHO, M. A.; SANTOS, G. O. . Balanço hídrico climatológico normal ponderado para o município de Fernandópolis - SP. In: XVI Congresso



Brasileiro de Agrometeorologia, 2009, Belo Horizonte. Anais do Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2009.

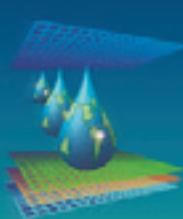
OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida. Campinas: Instituto Agronômico/EMBRAPA Solos. Campinas. 1999. 64p.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba : Agropecuária, 2002. 478p.

RESENDE, R. S.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de. Cana-de-açúcar: Irrigação. Brasília: EMBRAPA. 2007.

ROLIM, G. de S.; CAMARGO, M. B. P. de; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. de. Classificação climática de Koppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. Bragantina, Campinas, v.66, n.4, p.711-720, 2007.

UNICA - UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. Relatório final da safra 2011/2012: Região Centro-Sul. São Paulo: ÚNICA. 2012. 28p.



TRANSPираÇÃO E ÁREA FOLIAR DE GENÓTIPOS DE CITROS COM A FINALIDADE DE USO COMO PORTA-ENXERTO

M. J. M. GUIMARÃES¹; A.D. DUTRA²; M. A. COELHO FILHO³; W. dos S. SOARES
FILHO³; A. da S. GESTEIRA³

RESUMO: Objetivou-se neste trabalho avaliar a capacidade de extração de água de diferentes genótipos de citros com finalidade de uso como porta-enxertos sob deficiência hídrica contínua em recipientes. O estudo foi desenvolvido em casa de vegetação na Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas - BA. Foram avaliados *seedlings* nucelares de 15 genótipos amplamente utilizados na citricultura brasileira. Os genótipos foram plantados em vasos e diariamente foi determinada a umidade do substrato através de sondas de TDR. A partir da variação diária da umidade e volume do substrato, foi calculada a transpiração. A área foliar foi medida no quarto dia após o inicio do déficit através de equações previamente estipuladas em estudo anterior. Verificou-se que a variação nas taxas de transpiração por unidade de folha foi distinta entre os genótipos estudados, destacando-se o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' com uma área foliar média de 530 cm², sendo que todos os genótipos classificados como limoeiros ou seus híbridos apresentaram área foliar superior aos demais, exceto o híbrido LRF x (LCR x TR) - 005. À medida que foi ocorrendo redução da umidade do substrato, a taxa de transpiração também se reduziu, verificando-se que o genótipo TSKC x CTARG - 001 apresentou as maiores taxas de transpiração por unidade de folha ao longo do tempo.

PALAVRAS-CHAVE: Capacidade de extração de água, híbridos, *Citrus* spp., *Poncirus*.

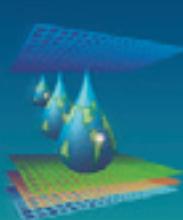
TRANSPIRATION AND LEAF AREA OF GENOTYPES OF CITRUS WITH THE PURPOSE OF USE AS ROOTSTOCK

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the capacity of water extraction of 15 genotypes with the purpose of use as rootstocks of citrus under water stress continued in recipients. The study was conducted in a greenhouse at Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas - BA. We evaluated 15 genotypes of plants widely used in Brazilian citrus.

¹ Mestrando em Engenharia Agrícola – UFRPE, Recife-PE. Email: Mjmguiaraes@hotmail.com.

² Eng, Agríc., Estudante de Pós-graduação, Universidade Federal de Pelotas-RS, e-mail: engdutr@gmail.com

³ Pesquisador Doutor - Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas - BA



The genotypes were planted in pots and daily was determined to substrate moisture through TDR probes. From the daily variation of moisture and volume of the substrate was calculated transpiration. The leaf area was measured on the fourth day after the start of the deficit by the equation previously set forth in the previous study. Was verified that the variation in transpiration rates per unit leaf was different between genotypes, and genotype LCRSTC which is highlighted with a mean leaf area of 530 cm², and all the genotypes classified as lemon or their hybrids were leaf area superior to the others, except the genotype x LRF (LCR x TR) -005. As was the reduction of the moisture occurring in the substrate, the transpiration rate also decreased, with the genotype TSKC x CTARG 001 which kept the highest transpiration rates per unit leaf over time.

KEYWORDS: Capacity of water extraction, hybrid, *Citrus* spp., *Poncirus*.

INTRODUÇÃO

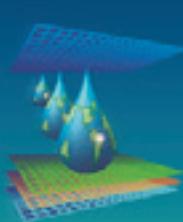
No Brasil, muitas culturas perenes como maçã, pêssego, uva e citros são implantadas nos pomares através de mudas, as quais, em sua grande maioria, são produzidas sobre porta-enxertos. Na citricultura, a multiplicação das plantas utilizando a enxertia é uma técnica muito antiga, os chineses já à utilizavam 1000 anos a.C. (POMPEU JUNIOR, 2005).

A muda é o insumo mais importante na formação de um pomar. O caráter perene da cultura dos citros faz com que a escolha da muda seja de fundamental importância para o sucesso do citricultor, pois essa é plantada e cuidada por 6 a 8 anos antes de revelar seu máximo potencial de produtividade e qualidade dos frutos.

As características mais importantes da muda cítrica são a origem genética do enxerto e do porta-enxerto (plantas matrizes), a idoneidade fitossanitária, a qualidade do sistema radicular, compatibilidade da copa como porta-enxerto (PRUDENTE et al., 2004), capacidade de extração de água e produção de ácidos e outros compostos produzidos pelo sistema radicular, que reflete diretamente no comportamento fisiológico da copa.

Os porta-enxertos têm efeito significativo no desenvolvimento do fruto e a maior parte dessa influência é devida à capacidade de fornecer água para a planta e, em segundo lugar, pela absorção de nutrientes (CASTLE, 1995). Porta-enxertos mais vigorosos geralmente são melhores extratores de umidade do solo e mantêm a planta sob menor estresse hídrico.

A água acumulada no período de chuva é insuficiente para manter uma boa produção agrícola no Nordeste ao longo do ano, além da escassez, a má qualidade afeta diretamente a produção de frutos na região.



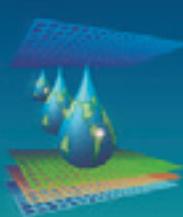
Nesse sentido o objetivo do presente trabalho foi avaliar capacidade de extração de água de 15 genótipos de citros com finalidade de uso como porta-enxertos de citros sob deficiência hídrica contínua em recipientes.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em casa de vegetação na Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas – Ba, ($12^{\circ}40'39''$ de latitude sul e $39^{\circ}06'23''$ de longitude oeste, com altitude de 226 m). Plantas dos diferentes genótipos foram obtidas a partir da semeadura, após sua germinação, quando apresentavam altura de aproximadamente 10 cm, 30 plantas uniformes de cada genótipo, supostamente de origem nucelar, foram selecionadas e transplantadas para vasos de 3,5 litros, contendo uma mistura de 1:1:1 (em volume) de areia lavada, solo e substrato (ASS).

Foram utilizados 15 genótipos, a saber: 1. limoeiro ‘Cravo (*Citrus limonia* Osbeck) Santa Cruz’ (LCRSTC), 2. tangerineira ‘Sunki [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] Maravilha’ (TSKMA), 3. tangerineira ‘Sunki Tropical’ (TSKTR), 4. tangerineira ‘Sunki’ comum (TSKC), 5. citrumelo [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] ‘Swingle’, além dos híbridos selecionados pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura: 6. citrandarin ‘Indio’ (tangerina ‘Sunki’ x *P. trifoliata* ‘English’), 7. citrandarin ‘San Diego’ (tangerina ‘Sunki’ x *P. trifoliata* ‘Swingle’), 8. híbrido trifoliado HTR - 051, 9. tangerineira ‘Sunki’ comum x (limoeiro ‘Cravo’ x *P. trifoliata*) - 059 [TSKC x (LCR x TR) - 059], 10. limoeiro ‘Cravo’ x limoeiro ‘Volkameriano’ (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.) - 010 (LCR x LVK - 010), 11. tangerineira ‘Sunki’ comum x citrumelo ‘Swingle’ - 028 (TSKC x CTSW - 028), 12. tangerineira ‘Sunki’ comum x citrange [*C. sinensis* (L.) Osbeck x *P. trifoliata*] ‘Argentina’ - 001 (TSKC x CTARG - 001), 13. Limoeiro ‘Rugoso (*C. jambhiri* Lush.) da Flórida’ x (limoeiro ‘Cravo’ x *P. trifoliata*) - 005 [LRF x (LCR x TR) - 005], 14. laranjeira ‘Azeda (*C. aurantium* L.) Goutouchen’ e 15. citrandarin ‘Riverside’ (tangerina ‘Sunki’ x *P. trifoliata* ‘English’).

A umidade do solo foi monitorada através de TDR (Reflectometria no Domínio do Tempo). As sondas foram introduzidas na vertical entre a planta e a parede do vaso a uma profundidade de 20 cm. As leituras de umidade do solo foram realizadas sempre entre 06:00 e 07:00 horas da manhã. A calibração das sondas foi realizada utilizando a mistura ASS em um tubo de PVC (ϕ 150 mm) com uma tela fina embaixo, a fim de evitar perda de ASS, as sondas foram introduzidas no tubo na vertical e o conjunto foi saturado durante 24 horas. A partir dai,



iniciou-se as leituras da umidade na TDR e do peso do conjunto a cada 10 minutos, à medida que o solo foi perdendo umidade esse intervalo foi aumentando.

Todos os vasos foram saturados, e após um dia de drenagem, quando os mesmos atingiram a capacidade de campo (CC) iniciou-se o déficit hídrico. Através da variação diária da umidade e volume do substrato, foi calculada a transpiração. A área foliar foi medida no quarto dia após o inicio do déficit, através de equações específicas para cada genótipo e previamente estipuladas em estudo anterior específico para avaliação dessa variável.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias para o período comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O LCRSTC destacou-se em relação aos demais, com uma área foliar média de 530 cm², valor esse 63% maior que a média geral e 2,5 vezes superior ao híbrido HTR-051, que apresentou o menor valor para a variável em questão, 197 cm². PEIXOTO et al. (2006), corroborando os resultados obtidos, também encontrou os menores valores de área foliar para o híbrido HTR-051, quando comparado a outros quatro genótipos de citros não avaliados nesse trabalho.

Todos os genótipos classificados como limoeiros ou seus híbridos apresentaram área foliar superior aos demais, exceto LRF x(LCR x TR)-005, figura 1. Outros autores obtiveram resultados semelhantes, avaliando os genótipos limoeiros ‘Cravo’ e ‘Volkameriano’, laranjeira ‘Azeda’ e os híbridos trifoliados HTR - 051, TSK x CTTR - 002 e TSK x CTTR – 017.

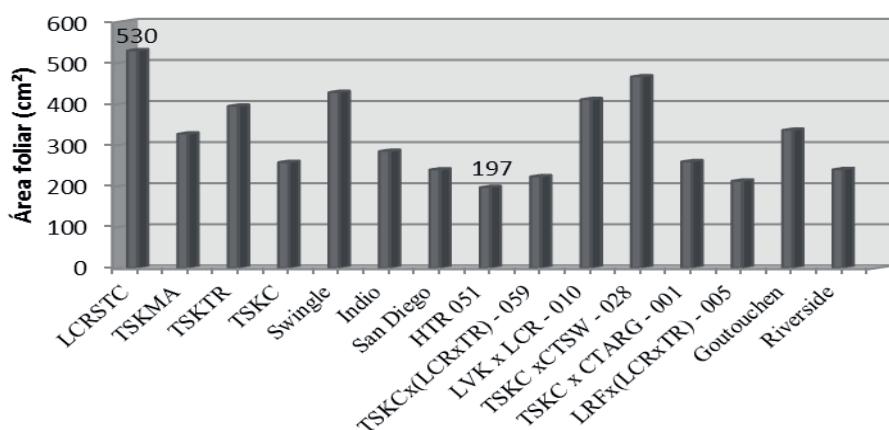
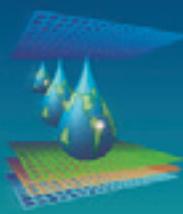


Figura 1: Área foliar média de 15 genótipos de citros com seis meses de transplantio.



Os genótipos com maior área foliar atingiram maiores transpirações diárias, principalmente nos primeiros dias quando a água disponível ainda estava próxima de seu máximo.

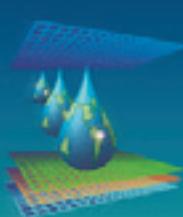
Ao longo do tempo, à medida que foi ocorrendo à redução da umidade do substrato, a taxa de transpiração por unidade de folha foi sendo reduzida (Tabela 1), em alguns genótipos isso ocorreu provavelmente após o 13º dia, quando a quantidade de água disponível passou a ser um fator limitante.

O melhor ajuste para a equação de calibração das sondas de TDR foi uma polinomial de 3º ordem proposta por TOPP et al. (1980). A umidade do solo, quando as plantas se encontravam em CC foi similar entre os genótipos, se destacando o TSKC x (LCR x TR) 059 que apresentou a maior umidade de 27,81%, porem ao longo do tempo quando os genótipos apresentaram transpiração variada o desvio padrão entre as umidades aumentou para 3% no décimo dia, sendo que ao longo dos dias avaliados o LCRSC foi o que apresentou menor umidade entre os genótipos (9,12%).

Tabela 1. Transpiração em cada unidade de folha ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$), dos 15 genótipos de citros sujeitos ao secamento contínuo do solo.

Genótipo	DIA									
	1	2	4	5	6	7 a 9	10	11	12	13
LCRSC	1082	726	544	992	804	2385	162	266	149	≈0
TSKM	875	741	885	257	1029	3675	1019	1338	813	978
TSKT	1091	838	541	297	882	4059	943	1283	759	672
TSKC	946	689	932	1365	1324	3243	1243	1351	878	1865
Swingle	1237	593	1669	966	864	3585	466	983	525	636
Indio	1218	1000	2218	1705	1179	4795	1603	1551	923	974
San Diego	1418	1004	1816	1536	1432	4386	1359	1359	1196	916
HTR051	1583	897	2339	1548	1231	3746	1249	1636	1161	1618
TSK x(LCRxTR) 059	1042	1389	1618	1540	1478	4573	1400	2022	1291	-
LCR x LVK 010	1011	851	755	939	1710	2272	626	602	385	-
TSK x CTSW 028	1040	900	1133	776	970	2530	722	823	520	178
TSKC x CTARG 001	1695	1144	1805	1571	2026	3831	1323	1350	1185	1281
LRF x (LCRxTR) 005	591	735	2002	1210	1311	3817	1469	1685	951	1340
Goutouchen	1566	1025	996	1160	977	3529	880	1450	280	10
Riverside	1224	706	1484	1239	1325	3053	1152	1743	1138	1426

O genótipo TSKC x CTARG 001, foi o que manteve as maiores taxas de transpiração por unidade de folha ao longo do tempo, seguido dos genótipos HTR 051 e citrandarin ‘San



Diego'. Sugerindo para esses um menor controle em suas trocas gasosas quando submetidos ao déficit hídrico.

Os genótipos LCRSTC e Goutouchen e os híbridos LCR x LVK 010 e TSKC x CTSW 028, foram os que apresentaram uma maior redução nas taxas de transpiração ao longo do tempo. Ocorrendo o fechamento estomático nas folhas desses genótipos entre o 10º e o 12º dia de avaliação.

CONCLUSÕES

A variação nas taxas de transpiração por unidade de folha foi distinta entre os genótipos estudados, no entanto, o genótipo TSKC x CTARG 001 foi o que obteve maiores taxas de transpiração, sugerindo assim uma maior capacidade de extração de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

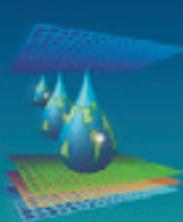
CASTLE, W.S. Rootstock as a fruit quality factor in citrus and deciduous tree crops. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, New Zealand, v.23, p.383-394. 1995.

PEIXOTO, C. P.; CERQUEIRA, E. C.; SOARES FILHO, W. S.; CASTRO NETO, M. T; LEDO; C. A; matos, f. a.; OLIVEIRA, J. S; Análise de crescimento de diferentes genótipos de citros cultivados sob déficit hídrico. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 28, n. 3, p. 439-443, 2006.

POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: Citros. Cordeiro-SP, Centro APTA Citros Sylvio Moreira – ICA, p 66, 2005.

PRUDENTE, R. M.; SILVA, L. M. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P. Comportamento da laranjeira 'pêra' sobre cinco porta-enxertos em ecossistema de tabuleiros costeiros, umbaúba-se. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 26, n. 1, p. 110-112, 2004

TOPP, G. C.; DAVIS, J. L.; ANNAN, A. P. Electromagnetic determination of soil water content: measurements in coaxial transmission lines. Water Resources Research, vol. 16, n. 3, p. 574-582, 1980.



FUNÇÃO DE PRODUÇÃO DAS CULTIVARES MAJESTOSO E PONTAL EM RELAÇÃO À ÁGUA, CONDUZIDO NA REGIÃO NOROESTE CAPIXABA

R.S. Valani¹, J.G. Furtado¹, C.A. Spadeto¹, E.M. Uliana¹, R.P. Posse², E.C. Oliveira², A.M. Holtz²,
S.C.P. Posse³,

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi determinar a função de produção água-feijão para os cultivares Majestoso e Pontal de feijão carioca, cultivados na região noroeste do Espírito Santo. Conduziu-se o experimento em área do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Itapina, Colatina, ES, em um solo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, no período de julho a outubro de 2012. Aplicou-se a irrigação por meio de um sistema por aspersão convencional fixo – Fonte Pontual. As máximas produtividades de grãos $3.422,2 \text{ kg.ha}^{-1}$ e $3.049,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ para as cultivares Majestoso e Pontal são obtidas, com aplicação das lâminas de irrigação de 288,4 mm e 250,7 mm, respectivamente.

Palavras chave: feijão, produção, irrigação.

ABSTRACT: Function of the production of variety Majestoso and Pontal in relation to water in Capixaba northwest region. The aim of this study was to determine the production function for water-bean cultivars Majestoso and Pontal on bean, grown in the northwest of the Espírito Santo. The experiment was conducted in the area of the Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Itapina, Colatina, ES, in a soil dystrophic Oxisol, in the period from July to October 2012. Irrigation was applied by a sprinkle system fixed - Point Source. The maximum grain yield $3.422,2 \text{ kg.ha}^{-1}$ and $3.049,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ for cultivars Majestoso and Pontal are obtained with application of irrigation of 288,4 mm and 250,7 mm, respectively.

Keywords: beans, production, irrigation.

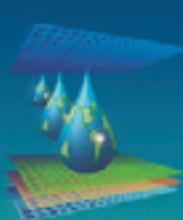
INTRODUÇÃO

A relação entre água e produtividade potencial de uma cultura pode ser determinada por parâmetros como quantidade, frequência, uniformidade e a eficiência de aplicação de água, juntamente com a precipitação (HOWELL et al., 1990). Como geralmente apenas a precipitação não é suficiente para uma cultura atingir o seu potencial produtivo, uma avaliação econômica da irrigação é realizada, levando em consideração a produtividade em resposta ao total de água aplicada. Esta caracterização da resposta da cultura à aplicação de

¹ Bolsista de Iniciação Científica, Graduando em Engenharia Agronômica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, BR 259 KM 70, CEP:29709910, Colatina-ES. (27) 9698-2024.
rafalvalani@gmail.com

² Prof. D.Sc., Instituto Federal do Espírito Santo-IFES, Campus Itapina, Colatina-ES

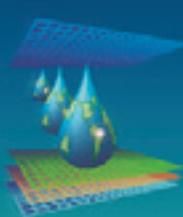
³ Pesq. D.Sc., INCAPER, Linhares- ES



água tem sido amplamente conhecida como Função de Produção Água-Cultura. Diversos modelos matemáticos como o quadrático, raiz quadrada, mitscherlich-spillman e potência 3/2, podem ser ajustados e utilizados para a obtenção da relação água-produtividade (HEXEM e HEADY, 1978). Entretanto, o modelo quadrático é o que se destaca na maioria das vezes por melhor representar a estimativa de produção em estudos de função de produção em agricultura irrigada no Brasil (HERNANDEZ et al., 1996; BERTONHA et al., 1997). Para a obtenção de dados para a determinação de função de produção água-cultura OR e HANKS (1992), desenvolveram um método denominado “Fonte Pontual” de aplicação de água (“Point Source”), que constitui na utilização de um único ponto de origem da irrigação por aspersão para a aplicação diferenciada de água. PAES (2003) e PELEGRINI (2009), utilizaram o método “Fonte Pontual” e concluíram que o método realmente é prático e conveniente para gerar dados para estudar a função de produção das culturas. O método “Fonte Pontual” apresenta ainda a vantagem de requerer uma pequena área, ser de fácil montagem, manejo e menor custo de instalação (DENÍCULI et al., 1993). O objetivo deste trabalho foi determinar a função de produção em relação à quantidade total de água aplicada (irrigação + precipitação) para os cultivares Majestoso e Pontal de feijão carioca, na região Noroeste Capixaba, bem como, a estimativa da lâmina total de água correspondente à máxima produção.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal do Espírito Santo – IFES, Campus Itapina, localizado na zona rural do município de Colatina-ES, cujas coordenadas geográficas são: 19° 32' 22" de latitude Sul; 40° 37' 50" de longitude Oeste e altitude de 71m. O clima da região é Tropical Aw, segundo a classificação climática de Koppen. A região caracteriza-se pela irregularidade das chuvas e ocorrência de elevadas temperaturas. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. Avaliaram-se as cultivares Majestoso e Pontal de feijão carioca. O semeio das cultivares, realizado em 12/07/2012, foi feito mecanicamente, no espaçamento de 0,50m entre fileiras. Quinze dias após a semeadura, foi realizado o desbaste, tendo-se deixado 12 plantas por metro linear. A adubação de semeadura foi realizada de acordo com as análises de solo do Laboratório de Análises de Solo do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Itapina. Os tratos culturais foram realizados para manter a cultura livre de plantas invasoras, doenças e pragas. A irrigação foi uniforme para permitir o estabelecimento das plantas, durante os primeiros 10 dias após a semeadura, tendo



sido realizada diariamente, com lâmina de água aplicada igual à evapotranspiração máxima da (ETc). A ETc foi estimada a partir da equação 1:

$$ETc = Kc \cdot ETo \quad (1)$$

onde, Kc é o coeficiente de cultura, variável com a fase de desenvolvimento da cultura (0,4-0,5 para a fase de estabelecimento, 0,6-0,8 para o desenvolvimento vegetativo, 1,0-1,2 para o florescimento/enchimento de grãos, 0,7-0,8 para a maturação); e ETo é a evapotranspiração de referência estimada pelo método de Penman-Monteith (Padrão FAO-1998). Após o pleno estabelecimento da cultura, para a determinação da função de produção em resposta à lâmina de água aplicada de forma diferenciada, utilizou-se o sistema de irrigação com um único aspersor – Fonte Pontual (“Point Source”) conforme metodologia descrita por OR E HANKS (1991,1992). Esse sistema foi composto por um aspersor tipo mini canhão, marca PLONA KS 1500, com diâmetro de bocal de 16 mm, trabalhando a uma pressão de serviço de 40 KPa, localizado no centro da área plantada com feijão. A partir do centro, em torno de 2m do aspersor e concentricamente até a bordadura, a área foi dividida em oito faixas de 3m de largura que compreendem as plantas de cada tratamento (Figura 1).

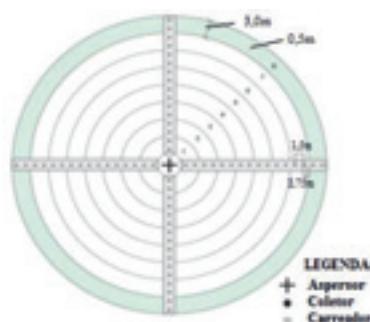
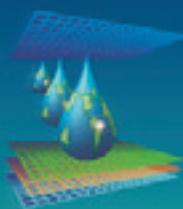


Figura 1 – Diagrama esquemático da área experimental.

As lâminas de água aplicada pelo aspersor foram quantificadas por intermédio de quatro baterias de coletores dispostos nos carreadores que delimitam as variedades do feijoeiro. Os coletores estavam enfileirados a partir de aproximadamente 2,75m do ponto central da área e espaçados de 1,5m entre si até a última parcela (Figura 1). Em cada irrigação, foi utilizada a média dos quatro coletores laterais da parcela para a determinação da lâmina aplicada pelo aspersor. Considerará lâmina total de água recebida em cada parcela, o somatório das precipitações pluviais efetivas na área com as lâminas de água aplicadas pelo sistema de irrigação. O ajuste da função de produção, estimando a máxima produtividade em função da lâmina total de água aplicada foi realizado de acordo com FRIZZONE (1993), conforme descrito na Equação 2:



$$Y = a + bW + cW^2 \quad (2)$$

em que: $Y(w)$ é a produtividade de grãos; w é a lâmina de água; e a , b e c são os coeficientes da equação de regressão.

A lâmina de água aplicada para obtenção da máxima produtividade física foi definida utilizando-se a Equação 3:

$$W_{(\max)} = \frac{b}{2c} \quad (3)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta a precipitação diária, evapotranspiração e a lâmina de irrigação aplicada durante o ciclo outono-inverno da cultura do feijoeiro em Colatina-ES. Pode-se observar que durante o ciclo a evapotranspiração acumulada, no período compreendido entre a semeadura e a maturação fisiológica da cultura do feijão foi de 282,31 mm, sendo a média de 3,14 mm.dia⁻¹. A precipitação total no período foi de 79,3 mm, tendo variação de 5 a 32 mm.dia⁻¹. Devido aos poucos dias chuvosos de pequena precipitação e a elevada evapotranspiração da cultura, foi necessário aplicação de lâmina suplementar de água de até 145,70 mm, que permitiram obter um rendimento de grãos elevado (em alguns tratamentos, mais que 60 sacas.ha⁻¹).

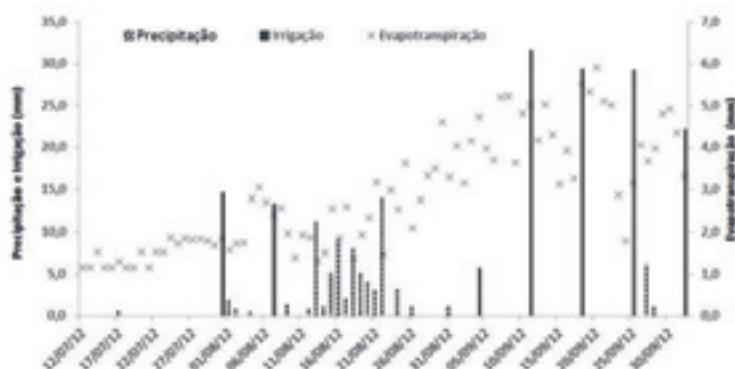
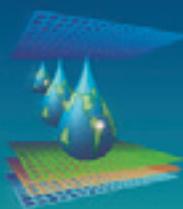


Figura 2: Precipitação diária acumulada, evapotranspiração diária da cultura e a lâmina de irrigação, durante o ciclo da cultura.

A análise de regressão para a produtividade de grãos mostrou que o efeito médio das lâminas ajustou-se a uma função quadrática, com máximas produtividades de grãos de 3.422,2 kg.ha⁻¹ e 3.049,0 kg.ha⁻¹, com aplicação das lâminas de irrigação de 227 mm e 302,5 mm, para as cultivares Majestoso e Pontal, respectivamente (Figura 3). A menor produtividade de grãos foi de 1.589,6 kg.ha⁻¹ e 1.260,7 kg.ha⁻¹ para as cultivares Majestoso e Pontal, com aplicação das lâminas de irrigação de 103 mm e 232 mm, respectivamente. Observa-se uma redução



significativa de aproximadamente 55 % na produtividade de grãos para as cultivares Majestoso e Pontal, com a redução das lâminas de irrigação para 123,2 mm e 70,5 mm, respectivamente.

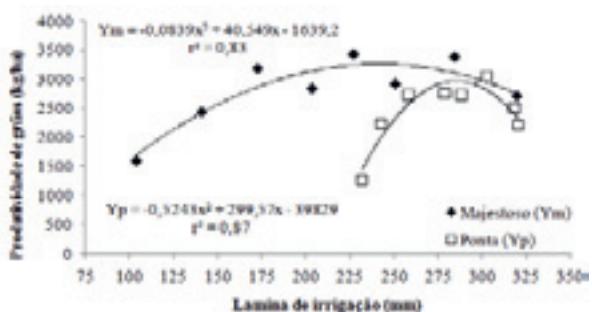


Figura 3 - Produtividade de grãos em função das lâminas de irrigação aplicadas para as cultivares Majestoso e Pontal, Colatina, ES. 2012.

Para o componente de produção número de vagens por planta o efeito médio das lâminas ajustou-se também a uma função quadrática para as cultivares Majestoso e Pontal (Figura 4).

O maior valor do número de vagens por planta (21) para a cultivar Majestoso, foi obtido com a aplicação das lâminas de irrigação 284,4 mm e o máximo valor (20) para cultivar Pontal, foi obtido com a aplicação das lâminas de irrigação 302,5 mm.

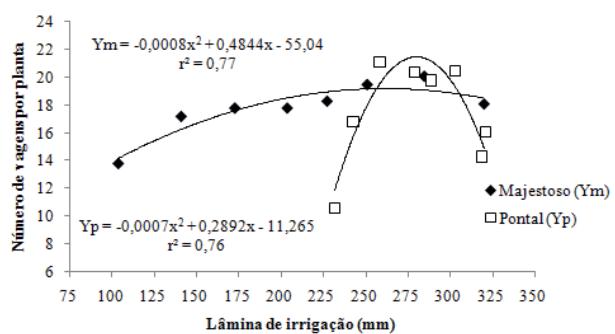
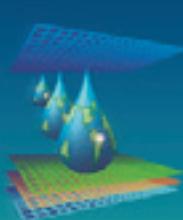


Figura 4: Número de vagens por planta em função das lâminas de irrigação aplicadas para as cultivares Majestoso e Pontal, Colatina, ES. 2012.

O menor número de vagens por planta (14) foi obtido com a aplicação da lâmina de irrigação de 103,8 mm para a cultivar Majestoso. Para a cultivar Pontal o menor numero de vagens foi de (11) com a aplicação de lâmina de irrigação 232 mm. Observou-se uma redução de 46 % e 86 % no número de vagens por planta para as cultivares Majestoso e Pontal, respectivamente, com a redução das lâminas de irrigação de 180,6 mm para 70,5 mm.

CONCLUSÕES

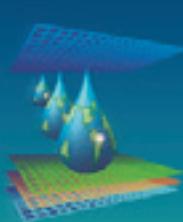
De acordo com os resultados, as máximas produtividades de grãos 3.44,2 kg.ha⁻¹ e 3.049,0 kg.ha⁻¹ para as cultivares Majestoso e Pontal são obtidas, com aplicação das lâminas de



irrigação de 227 mm e 302,5 mm, respectivamente. O número de vagens por planta foi influenciado com a redução das lâminas de irrigação.

REFERÊNCIAS

- BERTONHA, A., FRIZZONE, J.A., PAZ, V.P.S., BOTREL, T.A., COELHO, R.D. Funções de resposta da laranja (*Citrus sinensis* Osbeck var. Pêra) a diferentes níveis de irrigação e nitrogênio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25, 1997, Campina Grande. **CD ROM...** Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1997. 3p.
- DENÍCULI, W.; COSTA, E. F.; SOARES, A. A.; BRAGA, M. V. N. **Utilização do sistema:** fonte pontual na aplicação de cinco lâminas de irrigação e da fertirrigação em trigo. *Engenharia na Agricultura*. AEAGRI-MG/DEA/UFV, v.2, n.20, p.1-16, 1993.
- FRIZZONE, J.A. **Funções de resposta das culturas à irrigação.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queirós”, Universidade de São Paulo. 1993. 42p.
- HOWELL, T.A., CUENCA, R.H., SOLOMON, K.H. Crop yield response. In: HOFFMAN, G.J., HOWELL, T.A., SOLOMON, K.H. (Org.) **Management at farm irrigation systems.** St. Joseph: The American Society of Agricultural Engineers, 1990. p.93-122.
- HERNANDEZ, F.B.T., SUZUKI, M.A., FRIZZONE, J.A., TARSITANO, M.A.A., PEREIRA, G.T., CORRÊA, L.S. Função de resposta da figueira à aplicação de doses de nitrogênio e lâminas de água. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.16, n.2, p.22-30, 1996.
- HEXEM, R.W., HEADY, E.O. **Water production functions for irrigated agriculture.** Ames, Iowa: The Iowa State University Press, 1978. 215p.
- OLIVEIRA, S.L. **Funções de resposta do milho doce ao uso de irrigação e nitrogênio.** Viçosa, MG. 1993. 91p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola, área de concentração Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal de Viçosa.
- Or, D., Hanks, R. J. (1991), **A Single point source for the measurement of irrigation production functions.** Depto. of Plants, Soils and Biometeorology, Utah State University, Logan, UT, USA, 10p.
- Or, D., Hanks, R.J. A single point source for the measurements of irrigation production functions. *Irrig. Sci.* 13:55-64. 1992.
- PAES, H.M.F. 2003. **Demanda hídrica e função de produção da cultura do quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) em Campos dos Goytacazes-RJ.**
- PELEGRINI, L.A.C. (2009) **Evapotranspiração e função de produção da cultura do girassol em Campos dos Goytacazes, RJ.** Tese Mestrado. UENF – Universidade Estadual do Norte Fluminense. 50 p. 2009.



PRODUTIVIDADE DA ÁGUA NA CULTURA DA BATATA NA CHAPADA DIAMANTINA, BAHIA

M. A. G. BARBOSA¹; V. P. da S. PAZ²; J. L. C dos SANTOS JÚNIOR³; K. S. GONÇALVES⁴; F. E. R. OLIVEIRA⁵; V. S. PALÁCIO⁶

RESUMO: As altas necessidades hídricas na bataticultura, associada a elevados custos de produção, altos riscos característicos da atividade e perspectiva de retorno financeiro compensador fazem com que a irrigação seja prática indispensável para a obtenção de produtividade. O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise da produtividade da água no cultivo de batata irrigado. Os dados foram levantados em áreas de cultivo comercial localizada na região da Chapada Diamantina, Bahia. Para a determinação da produtividade física da água, utilizou-se os dados de produtividade da cultura, do volume de água proveniente da precipitação e aplicado por irrigação e da evapotranspiração da cultura nas safras 2008/2009 e 2010. A produtividade física média da água para a cultura da batata irrigada por pivô central, na região da Chapada Diamantina, BA foi de 7,22 kg.m⁻³ (safra 2008/2009) e 9,12 kg.m⁻³ (safra 2010). A produtividade econômica da água teve um incremento de produtividade da primeira para segunda safra, no entanto, ocorreram mais perdas de água na segunda do que na primeira, o que indica uma necessidade de manejo de irrigação adequado para um maior ganho econômico.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum tuberosum*, irrigação, eficiência do uso da água.

WATER PRODUCTIVITY IN BATATO CROP IN CHAPADA DIAMANTINA, BAHIA, BRAZIL

SUMMARY: The high water requirements in potato crop associated with high production costs, high risks characteristic of the activity and the prospect of financial return compensator make irrigation practice is essential for obtaining productivity. The aim of this study was to

¹ Doutorando em Ciências Agrárias, Núcleo de Engenharia de Água e Solo/UFRB. CEP: 44.380-000, Cruz das Almas, BA. Fone (75) 36212798. email: murilloanderson@hotmail.com

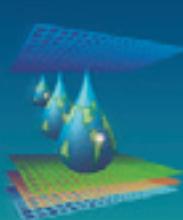
² Prof. Titular, Núcleo de Engenharia de Água e Solo, CCAB/UFRB, Cruz das Almas, BA.

³ Prof. Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – Campus Valença, BA.

⁴ Bolsista PNPD/CAPES, Núcleo de Engenharia de Água e Solo/UFRB, Cruz das Almas, BA.

⁵ Discente do Mestrado em Solos e Qualidade de Ecossistemas, CCAB/UFRB, Cruz das Almas, BA.

⁶ Mestre em Irrigação e Drenagem, UFERSA, Mossoró, RN.



analyze the productivity of water in irrigated potato cultivation. The data were collected in areas of commercial cultivation located in the Chapada Diamantina, Bahia. To determine the physical productivity of water, we used the data of crop productivity, the volume of water from precipitation and applied by irrigation and crop evapotranspiration in seasons 2008/2009 and 2010. The average physical productivity of water to the tomato crop irrigated by center pivot, in the Chapada Diamantina, Bahia was $7,22 \text{ kg.m}^{-3}$ (2008/2009) and $9,12 \text{ kg.m}^{-3}$ (2010). The economic productivity of the water had increased from the first to second crop, however, most water loss occurred in the second than in the first, indicating a need for irrigation management suitable for a higher economic gain.

KEYWORDS: *Solanum tuberosum*, irrigation, water use efficiency.

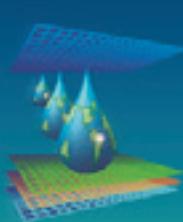
INTRODUÇÃO

Segundo dados da FAO (2013), a parte da água disponível para agricultura irrigada cairá em 40% até 2050. Há água suficiente em nível mundial, mas distribuída de forma desigual. Como exemplo pode-se citar o Brasil, com disposição de 12% da água doce do mundo, onde há áreas com acentuada escassez e conflitos (MARENKO; SILVA, 2006). A visão de abundância de água é enganosa, haja vista a concentração de 74% da disponibilidade hídrica situar-se na Amazônia, onde habita somente 5% da população do país (ANA, 2007).

A agricultura irrigada é conhecida como a maior usuária de água doce no mundo, sendo responsável pelo consumo de 69%. O consumo da água por outros setores, como as indústrias e para uso doméstico, perfaz 31% (PIRES, 2008). Para que haja agricultura irrigada são necessários altos investimentos que representam custos, os quais devem ser pagos pela produtividade das culturas, proporcionado pelo suprimento de água às plantas.

Com base nessa problemática é que há décadas especialistas vêm estudando a eficiência de uso da água (EUA) pelas culturas irrigadas, segundo Playán e Mateos (2006), a EUA pode ser definida como a produtividade agrícola por unidade de volume de água aplicado, podendo ser expressa em termos de kg.m^{-3} , ou em termos de unidades monetárias ($\text{R\$ m}^{-3}$), como forma alternativa.

Segundo Costa et al. (2012), desde a década de 1990, os especialista passaram a denominar o termo eficiência de uso da água (EUA), por um novo termo, importado da economia e denominado produtividade da água (PA), e que de acordo com Costa et al. (2011), representa a medição da riqueza gerada por unidade de água aplicada na irrigação, tornando –



se um instrumento imprescindível na medida em que permite a comparação da água utilizada em setores econômicos distintos.

O controle da irrigação é essencial para a obtenção de rendimento elevado porque a cultura é sensível tanto à irrigação excessiva quanto insuficiente (ALVARENGA, 2004).

A produtividade agrícola da água depende de vários fatores, incluindo material genético, práticas de manejo, práticas agronômicas e as políticas de incentivo à produção (MOLDEN et al. 2003). Os índices de produtividade da água relacionam o rendimento das culturas e o valor econômico da produção por unidade de lâmina d'água aplicada e/ou consumida (MOLDEN, 2003; BOS et al., 2005).

O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise da produtividade da água em áreas de cultivo comercial de batata localizadas na região da Chapada Diamantina, Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

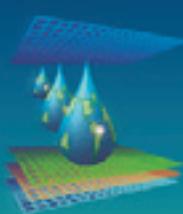
O estudo foi conduzido em áreas de cultivo comercial de batata, irrigadas por pivô central, na região da Chapada Diamantina, Bahia. O manejo da irrigação nas áreas estudadas foi realizado com base no balanço hídrico diário, utilizando o software IRRIGER para cálculo da lâmina de irrigação a ser aplicada na cultura. A estimativa da evapotranspiração da cultura (ETc) foi calculada através do produto dos valores de evapotranspiração de referência (ETo) pelos coeficientes de cultura (Kc) nos diferentes estádios de desenvolvimento. Os coeficientes de cultura (Kc) por fase foram ajustados de acordo com a variação climática da região, seguindo a metodologia proposta por Allen et al. (1998). Para o cálculo de ETo pelo método de Penman-Monteith, foram utilizados dados obtidos na estação agrometeorológica automática. Os valores de produtividade da água, referentes a duas safras 2008/2009 e 2010 foram obtidos considerando-se a produtividade da cultura utilizando as seguintes expressões:

$$PA_{V_{\text{tap}}} = \frac{Y}{V_{\text{tap}}} \quad (1)$$

em que: PA_{V_{tap}} - produtividade da água com base no volume total de água aplicada, correspondendo à soma da irrigação (I) e precipitação (P), kg m⁻³; Y - rendimento econômico da cultura ao final do ciclo de produção, kg; V_{tap} - volume total de água aplicada,(I+P), m⁻³.

$$PA_{V_{\text{et}}} = \frac{Y}{V_{\text{et}}} \quad (2)$$

em que: PA_{V_{et}} - produtividade da água com base no volume de água evapotranspirado pela cultura durante o ciclo de produção, kg m⁻³; Y - rendimento econômico da cultura ao final do ciclo de produção, kg; V_{et} - volume de água evapotranspirado pela cultura (m³).



Utilizou-se da equação 3 para calcular a produtividade econômica da água com base no valor da produção de cultura irrigada, obtendo-se resultados com unidades em R\$ m⁻³

$$PBA_i = \frac{Y_{si}}{V_{ap}} \quad (3)$$

Onde: Y_{si} - valor da produção oriunda de cultura irrigada (R\$)

O valor da produção com uso da irrigação (Y_{si}) foi obtido a partir de uma série mensal de preços de mercado de batata praticados por ocasião da colheita através da Empresa Baiana de Alimentos (EBAL).

A partir dos dados de produção de frutos, do volume de água proveniente da precipitação pluviométrica e aplicado por irrigação, da evapotranspiração da cultura (ETc), e dos preços de mercado foi possível analisar ao final do ciclo, a eficiência do uso de água em termos de produtividade da água na cultura da batata em cada período de estudo, no cultivo de múltiplas parcelas.

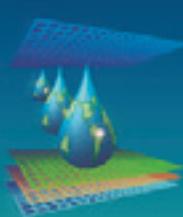
RESULTADOS E DISCUSSÃO

As produtividades da cultura da batata observadas variaram de 15,53 a 56,63 t ha⁻¹ (safra 2008/2009) e de 8,78 a 55,35 t ha⁻¹ (safra 2010), tabela 1, com médias superiores à nacional que para os respectivos períodos foi de 33,24 t ha⁻¹ e 34,67 t ha⁻¹, sendo ainda às médias nacionais para o período analisado que chegaram a 24,25 t ha⁻¹ em 2009 e 24,74 t ha⁻¹ em 2010 (IBGE, 2010).

TABELA 1. Produtividade da cultura da batata, produtividade da água com base no volume total de água aplicada (PAvtap) e no evapotranspirado (PAtev) durante as duas safras de cultivo.

Safra 2008/2009 (Área total colhida - 266,9 ha)			
Produtividade (t ha ⁻¹)	PA _{vtap} (kg m ⁻³)	PA _{tev} (kg m ⁻³)	
Máx.	56,63	12,09	18,98
Min.	15,53	3,93	5,33
Média	33,24	7,22	11,00

Safra 2010 (Área total colhida - 375 ha)			
Produtividade (t ha ⁻¹)	PA _{vtap} (kg m ⁻³)	PA _{tev} (kg m ⁻³)	
Máx.	55,35	14,75	22,51
Min.	8,78	2,20	3,43
Média	34,67	9,12	13,75



A produtividade econômica em 18 parcelas de cultivo para as duas safras analisadas e o valor médio da produtividade representado pelo segmento de reta. Observa-se que de uma safra pra outra ocorreu um incremento na produtividade econômica média de R\$ 6 por metro cúbico de água aplicado. O que ocorreu foi uma valorização, em termos econômicos, do tubérculo visto que os excessos, com base nas subtrações entre o volume aplicado e o evapotranspirado, foram maiores para a safra 2009/2010.

Estes resultados demonstram que apesar de obter altas produtividades houve excesso irrigação e que há possibilidade de aumentar a eficiência do uso da água e da receita líquida da produção, uma vez que os custos com a irrigação serão reduzidos, além da necessidade de otimizar o uso da água devido à escassez dos recursos hídricos.

A produtividade média da água total aplicada foi de $7,22 \text{ kg m}^{-3}$ (safra 2008/2009) e $9,12 \text{ kg m}^{-3}$ (safra 2010). Vital (2003) recomenda para a cultura da batata uma eficiência do uso da água de $0,5 \text{ kg m}^{-3}$.

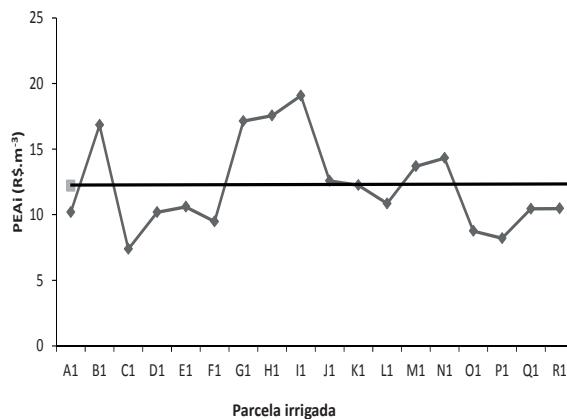


FIGURA 1. Produtividade econômica da água na cultura da batata, com base no valor da produção EBAL, safra 2008/2009.

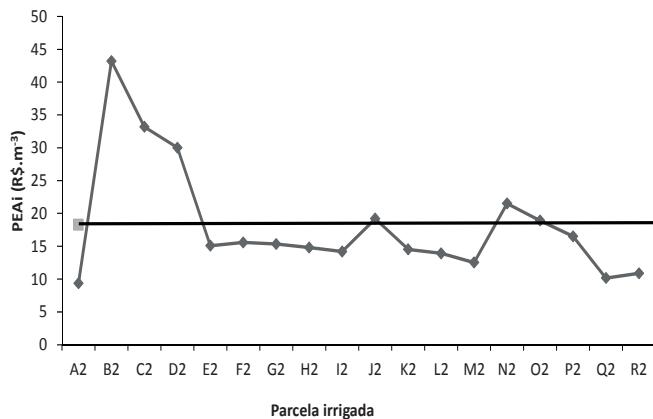


FIGURA 2. Produtividade econômica da água na cultura da batata, com base no valor da produção EBAL, safra 2010.

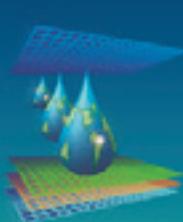
CONCLUSÕES

A produtividade da água com base no volume total de água aplicada apresentou valores inferiores à produtividade com base no volume evapotranspirado, demonstrando excessos de irrigação. Nem sempre altas produtividades indicam altas eficiências no uso da água de irrigação.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pelo financiamento do projeto e concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS



ALVARENGA, M.A.R. Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia. Lavras:UFLA, 2004. 400p.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO Irrigation and Drainage, Paper 56, 1998. 297 p.

ANA. 2007. GEO Brasil: recursos hídricos: resumo executivo. Ministério do Meio Ambiente; **Agência Nacional das Águas;** Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente: Brasília, 2007. 60p.

BOS, M. G.; BURTON, M. A., MOLDEN, D. J. Irrigation and drainage performance assessment: practical guidelines. Wallinford: CABI International, 2005. 158p.

COSTA, R. N. T.; OLIVEIRA, V. R.; ARAÚJO, D. F. Planejamento, gerenciamento e uso racional de águas em perímetros públicos de irrigação. In: MEDEIROS, S. S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. O.; PAZ, V. P. S. (Ed.). **Recursos hídricos em regiões áridas semiáridas.** Campina Grande: INSA, 2011. p. 87 – 102.

COSTA, R. N. T.; ARAÚJO, D. F.; ARAÚJO, H. F.; MOREIRA, O. C. Alternativas para uso racional da água em perímetros irrigados por superfície. In: GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. S.; MEDEIROS, S. S.; GALVÃO, C. O. (Ed.). **Recursos hídricos em regiões semiáridas.** Campina Grande: INSA, 2012. p. 117 – 128.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Statistical Yearbook 2013. Disponível em: <http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications>. Acesso em: 20 jun. 2013.

IBGE. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em 20 jun. 2013.

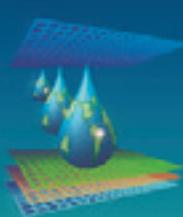
MARENKO J. A. ; SILVA DIAS M. . Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos. **Águas Doces no Brasil-capital ecológico usos múltiplos, exploração racional e conservação.** 3ed.: IEA/USP, 2006, v. 2, p. 63-109.

MOLDEN, D. Accounting for water use and productivity. Colombo: International Irrigation Management Institute (SWIM Paper 1). 1997. 16 p.

PLAYAN, E.; MATEOS, L. Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 80, p. 100 – 116, 2006.

PIRES, R. C. de M. et al. Agricultura Irrigada. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, São Paulo, n. 2, p.98-111, jun. 2008. Disponível em: <<http://www.dge.apta.sp.gov.br/publicacoes>>. Acesso em: 27 jun. 2013.

VITAL, M H F. Impacto Ambiental de Florestas de Eucalipto. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p.235-276, dez. 2007.



PRODUTIVIDADE DA ÁGUA NA CULTURA DO TOMATE PARA DUAS SAFRAS DE CULTIVO

M. A. G. BARBOSA¹; V. P. da S. PAZ²; J. L. C dos SANTOS JÚNIOR³; K. S. GONÇALVES⁴; F. E. R. GONÇALVES⁵; L. S. ALVES⁶

RESUMO: O controle da irrigação é essencial para a obtenção de rendimento elevado porque a cultura é sensível tanto à irrigação excessiva quanto insuficiente. O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise da produtividade da água no cultivo de tomate irrigado. Os dados foram levantados em áreas de cultivo comercial localizada na região da Chapada Diamantina, Bahia. Para a determinação da produtividade física da água, utilizou-se os dados de produtividade da cultura, do volume de água proveniente da precipitação e aplicado por irrigação e da evapotranspiração da cultura nas safras 2009/2010 e 2010/2011. A produtividade física média da água para a cultura do tomate irrigado por pivô central, na região da Chapada Diamantina, BA foi de $15,94 \text{ kg.m}^{-3}$ (safra 2009/2010) e $17,42 \text{ kg.m}^{-3}$ (safra 2010/2011).

PALAVRAS-CHAVE: *Lycopersicon esculentum*, irrigação, eficiência do uso de água

WATER PRODUCTIVITY IN TOMATO CROP IN CHAPADA DIAMANTINA, BAHIA, BRAZIL

SUMMARY: The irrigation control is essential to obtaining high yield because the culture is sensitive to both excessive irrigation as insufficient. The objective of this study was to analyze the productivity of water in irrigated tomato crop. The data were collected in a commercial area located in semi-arid region of Chapada Diamantina, Bahia State. To determine the water productivity, we used data of crop productivity, the amount of water from precipitation and irrigation and crop evapotranspiration in 2008/2009 and 2009/2010. The

¹ Doutorando em Ciências Agrárias, Núcleo de Engenharia de Água e Solo/UFRB. CEP: 44.380-000, Cruz das Almas, BA. Fone (75) 36212798. email: murilloanderson@hotmail.com

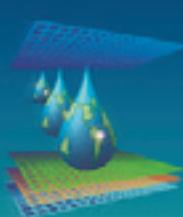
² Prof. Titular, Núcleo de Engenharia de Água e Solo, CCAB/UFRB, Cruz das Almas, BA.

³ Prof. Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – Campus Valença, BA.

⁴ Bolsista PNPD/CAPES, Núcleo de Engenharia de Água e Solo/UFRB, Cruz das Almas, BA.

⁵ Discente do Mestrado em Solos e Qualidade de Ecossistemas, CCAB/UFRB, Cruz das Almas, BA.

⁶ Discente do Mestrado em Ciências Agrárias, NEAS/UFRB, Cruz das Almas, BA.



average water productivity in tomato culture, in the Chapada Diamantina, Bahia was 15,94 kg.m⁻³ (2008/2009) and 17,42 kg.m⁻³ (2009/2010).

KEYWORDS: *Lycopersicon esculentum*, irrigation, water use efficiency

INTRODUÇÃO

Segundo dados da FAO (2013), a parte da água disponível para agricultura irrigada cairá em 40% até 2050. Há água suficiente em nível mundial, mas distribuída de forma desigual. Como exemplo pode-se citar o Brasil, com disposição de 12% da água doce do mundo, onde há áreas com acentuada escassez e conflitos (MARENGO E SILVA, 2006). A visão de abundância de água é enganosa, haja vista a concentração de 74% da disponibilidade hídrica situar-se na Amazônia, onde habita somente 5% da população do país (ANA, 2007).

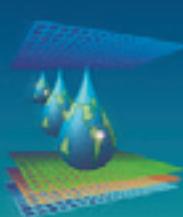
A agricultura irrigada é conhecida como a maior usuária de água doce no mundo, sendo responsável pelo consumo de 69%. O consumo da água por outros setores, como as indústrias e para uso doméstico, perfaz 31% (PIRES, 2008). Para que haja agricultura irrigada são necessários altos investimentos que representam custos, os quais devem ser pagos pela produtividade das culturas, proporcionado pelo suprimento de água às plantas.

Apesar dos avanços na produtividade em muitos países, o rendimento médio mundial pouco avançou, passando de 23 t ha⁻¹ na década de 1980 para apenas 27 t ha⁻¹ neste início de século. Parte dos maiores produtores mundiais de tomate ainda apresenta pequeno rendimento, por conta da baixa tecnologia aplicada e do uso de variedades menos produtivas (CARVALHO E PAGLIUCA, 2007).

Para se obter rendimentos elevados na cultura do tomate, necessita-se de suprimento adequado de água, e, solo relativamente úmido durante todo o período de crescimento. A redução no suprimento de água durante o período de crescimento tem, em geral, efeito adverso sobre o rendimento e a redução máxima ocorre quando existe escassez contínua de água até a primeira colheita. O controle da irrigação é essencial para a obtenção de rendimento elevado porque a cultura é sensível tanto à irrigação excessiva quanto insuficiente (ALVARENGA, 2004).

As necessidades hídricas totais, após o transplantio, para a cultura do tomate são de 400 a 600 mm dependendo do clima (SILVA et al., 2000).

A produtividade agrícola da água depende de vários fatores, incluindo material genético, práticas de manejo, práticas agronômicas e as políticas de incentivo à produção (MOLDEN et al. 2003).



Os índices de produtividade da água relacionam o rendimento das culturas e o valor econômico da produção por unidade de lâmina d'água aplicada e/ou consumida (MOLDEN, 2003; BOS et al., 2005).

O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise da produtividade da água em áreas de cultivo comercial de tomate localizadas na região da Chapada Diamantina, Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em áreas de cultivo comercial de tomate, irrigadas por pivô central, na região da Chapada Diamantina, Bahia. O manejo da irrigação nas áreas estudadas foi realizado com base no balanço hídrico diário, utilizando o software IRRIGER para cálculo da lâmina de irrigação a ser aplicada na cultura. A estimativa da evapotranspiração da cultura (ETc) foi calculada através do produto dos valores de evapotranspiração de referência (ETo) pelos coeficientes de cultura (Kc) nos diferentes estádios de desenvolvimento. Os coeficientes de cultura (Kc) por fase foram ajustados de acordo com a variação climática da região, seguindo a metodologia proposta por Allen et al. (1998). Para o cálculo de ETo pelo método de Penman-Monteith, foram utilizados dados obtidos na estação agrometeorológica automática. Os valores de produtividade da água, referentes a duas safras 2008/2009 e 2010 foram obtidos considerando-se a produtividade da cultura utilizando as seguintes expressões:

$$PA_{V_{\text{tap}}} = \frac{Y}{V_{\text{tap}}} \quad (1)$$

em que: PA_{V_{tap}} - produtividade da água com base no volume total de água aplicada, correspondendo à soma da irrigação (I) e precipitação (P), kg.m⁻³; Y - rendimento econômico da cultura ao final do ciclo de produção, kg; V_{tap} - volume total de água aplicada,(I+P), m⁻³.

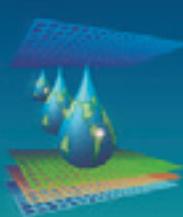
$$PA_{V_{\text{et}}} = \frac{Y}{V_{\text{et}}} \quad (2)$$

em que: PA_{V_{et}} - produtividade da água com base no volume de água evapotranspirado pela cultura durante o ciclo de produção, kg m⁻³; Y - rendimento econômico da cultura ao final do ciclo de produção, kg; V_{et} - volume de água evapotranspirado pela cultura (m³).

Utilizou-se da equação 3 para calcular a produtividade econômica da água com base no valor da produção de cultura irrigada, obtendo-se resultados com unidades em R\$ m⁻³

$$PBA_i = \frac{Y\$i}{V_{\text{ap}}} \quad (3)$$

Onde: Y\$_i - valor da produção oriunda de cultura irrigada (R\$)



O valor da produção com uso da irrigação ($Y\$i$) foi obtido a partir de uma série mensal de preços de mercado de tomate praticados por ocasião da colheita através da Empresa Baiana de Alimentos (EBAL).

A partir dos dados de produção de frutos, do volume de água proveniente da precipitação pluviométrica e aplicado por irrigação, da evapotranspiração da cultura (ETc), e dos preços de mercado foi possível analisar ao final do ciclo, a eficiência do uso de água em termos de produtividade da água na cultura da tomate em cada período de estudo, no cultivo de múltiplas parcelas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados de produtividade da cultura, do volume de água proveniente da precipitação e aplicado por irrigação e da evapotranspiração da cultura, foi possível analisar a eficiência do uso de água em termos de produtividade da água da cultura com base na lâmina total de água (PAvtap) e lâmina evapotranspirada (PAvet) nas safras 2009/2010 e 2010/2011 do cultivo do tomate irrigado na Chapada Diamantina-BA.

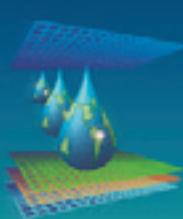
As produtividades da cultura do tomate observadas variaram de 46,46 a 130,17 t ha^{-1} (safra 2009/2010) e de 53,78 a 115,82 t ha^{-1} (safra 2010/2011), com médias superiores à nacional que para os respectivos períodos foi de 63,7 t. ha^{-1} e 60,6 t ha^{-1} , sendo ainda superior à atual média nacional de 63,8 t ha^{-1} (EPAGRI, 2012).

TABELA 1. Produtividade da cultura da tomate, produtividade da água com base no volume total de água aplicada (PAvtap) e no evapotranspirado (PAtev) nas safras 2008/2009 e 2009/2010, na região da Chapada Diamantina, BA.

Safra 2009/2010 (Área total colhida - 164,75 ha)				
	Produtividade (t ha^{-1})	PAvtap (kg m^{-3})	PAtev (kg m^{-3})	PEAi (R\$ m^{-3})
Máx.	130,17	30,61	52,52	37,92
Min	46,46	7,72	15,44	8,47
Média	95,15	15,94	28,05	17,73

Safra 2010/2011 (Área total colhida - 168,49 ha)				
	Produtividade (t ha^{-1})	PAvtap (kg m^{-3})	PAtev (kg m^{-3})	PEAi (R\$ m^{-3})
Máx.	115,82	28,69	30,49	26,07
Min	53,78	11,13	16,80	11,84
Média	88,96	17,42	23,76	17,83

Observa-se que a produtividade da água com base no volume total de água aplicado (PAvtap) apresentou valores inferiores à PAvet, (safra 2009/2010) e (safra 2010/2011). Estes



resultados demonstram que apesar de obter altas produtividades houve excesso irrigação e que há possibilidade de aumentar a eficiência do uso da água e da receita líquida da produção, uma vez que os custos com a irrigação serão reduzidos, além da necessidade de otimizar o uso da água devido à escassez dos recursos hídricos.

A produtividade média da água total aplicada foi de $15,94 \text{ kg m}^{-3}$ (safra 2009/2010) e $17,42 \text{ kg m}^{-3}$ (safra 2010/2011). Estudos realizados pela FAO apresentados por DOORENBOS & KASSAM (1994) recomendam para a cultura do tomate uma eficiência do uso da água de 10 a 12 kg m^{-3} . Segundo Soares e Faria (1983), o método de irrigação por aspersão condiciona melhor controle da lâmina de água aplicada quando relacionado com o método de irrigação por sulcos, pois obtiveram uma produtividade da água pela cultura de tomate industrial sob irrigação por sulcos de $7,3 \text{ kg m}^{-3}$ contra $12,7 \text{ kg m}^{-3}$ com o sistema de irrigação por aspersão, apresentando ainda, uma eficiência do uso de água de $10,5 \text{ kg m}^{-3}$ no sistema de irrigação por gotejamento.

Observa-se que os menores valores de produtividade econômica obtidos são da ordem de $8,0$ e $16,0 \text{ R\$ m}^{-3}$, parcelas para a safra 2009/2010 e 2010/2011, respectivamente, sendo os valores médios 17 e $17 \text{ R\$ m}^{-3}$. Já as máximas produtividades econômicas obtidas encontram-se em torno de 38 e $26 \text{ R\$ m}^{-3}$ para a mesma ordem de anos (Figuras 1 e 2).

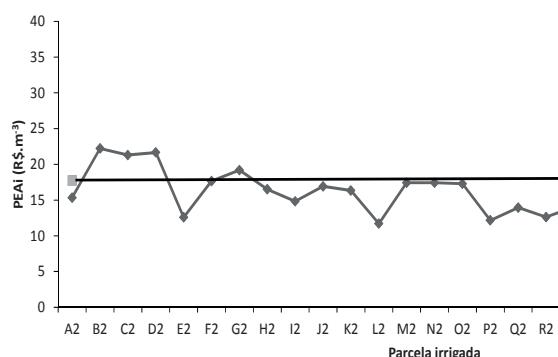


FIGURA 1. Produtividade econômica da água na cultura da tomate, com base no valor da produção, safra 2009/2010.

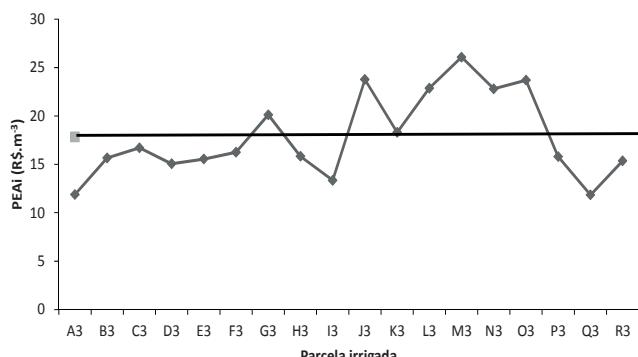
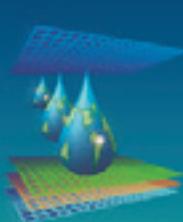


FIGURA 2. Produtividade econômica da água na cultura da tomate, com base no valor da produção, safra 2010/2011.

CONCLUSÃO

A aplicação de água para irrigação da cultura do tomate foi superior ao demandado pela cultura visto que a produtividade da água com base no volume total aplicado (PAvtap) apresentou valores inferiores à PAvet, o que demonstrou excessos de irrigação.

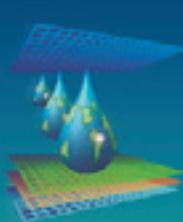
AGRADECIMENTOS



À CAPES, pelo financiamento do projeto e concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements.** Roma: FAO Irrigation and Drainage, Paper 56, 1998. 297 p.
- ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia.** Lavras:UFLA, 2004. 400p.
- ANA. 2007. GEO Brasil: recursos hídricos: resumo executivo. Ministério do Meio Ambiente; **Agência Nacional das Águas;** Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente: Brasília, 2007. 60p.
- BOS, M. G.; BURTON, M. A., MOLDEN, D. J. **Irrigation and drainage performance assessment: practical guidelines.** Wallingford: CABI International, 2005. 158p.
- CARVALHO, J.L. e PAGLIUCA, L.G. Tomate, um mercado que não pára de crescer globalmente. **Hortifrut Brasil**, Piracicaba, ano. 6, n. 58, p. 6-14, jul. 2007.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas.** Estudos FAO Irrigação e Drenagem; Tradução GUEYI, H.R., SOUSA, A. A., DAMASCENO, F. A.V., MEDEIROS, J.F., Campina Grande, UFPB, 1994, 306p.
- EPAGRI. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2010-2011.** Florianópolis: Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola, 2012. 184p.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Statistical Yearbook 2013.** Disponível em: <http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications>. Acesso em: 20 jun. 2013.
- MARENKO J. A. ; SILVA DIAS M. . Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos. **Águas Doces no Brasil-capital ecológico usos múltiplos, exploração racional e conservação.** 3ed.: IEA/USP, 2006, v. 2, p. 63-109.
- MOLDEN, D. Accounting for water use and productivity. Colombo: International Irrigation Management Institute (SWIM Paper 1). 1997. 16 p.
- PIRES, R. C. de M. et al. Agricultura Irrigada. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária,** São Paulo, n. 2, p.98-111, jun. 2008. Disponível em: <<http://www.dge.apta.sp.gov.br/publicacoes>>. Acesso em: 27 jun. 2013.
- SILVA, E.L. et al. **Manejo de irrigação das principais culturas.** UFLA: FAEPE, 2000. 85p.
- SOARES, J.; FARIA, C.M.B. de. Métodos de irrigação e adubação na cultura do tomate industrial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília, v.18, n.3, p.281-286, março, 1983.



FUNÇÃO DE PRODUÇÃO DAS CULTIVARES CAMPEIRO E VALENTE EM RELAÇÃO À ÁGUA, CONDUZIDAS NA REGIÃO NOROESTE CAPIXABA

J.G. Furtado¹, R.S Valani¹, C.A. Spadeto¹, E.M. Uliana¹, R.P. Posse², E.C. Oliveira², A.A. Pires², S.C.P. Posse³

RESUMO: O presente trabalho objetivou determinar a função de produção água-feijão para duas cultivares Valente e Campeiro em seus diferentes estádios e épocas de desenvolvimento na região Noroeste do Espírito Santo. Os dados experimentais para avaliação da função de produção em resposta a lâmina de água aplicada foram obtidos na área experimental do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Itapina, Colatina, ES, durante a safra outono-inverno. A aplicação da lâmina de água foi utilizado o sistema de irrigação com um único aspersor (Fonte Pontual), composto por um aspersor tipo mini-canção, localizado no centro da área plantada com feijão. As lâminas de irrigação que proporcionaram a máxima produtividade de grãos foram de 311,2 mm e 327,7 mm, com valores de 4.269,0 kg.ha⁻¹ (Campeiro) e 3.797,9 kg.ha⁻¹ (Valente), respectivamente.

Palavras chave: feijão, fonte pontual, irrigação

SUMMARY: Function of the production of variety Campeiro and Valente in relation to water in Capixaba northwest region. The present study aims to determine the water production function for two-bean cultivars Valente and Campeiro, at different stages and ages of development in the northwest region of Espírito Santo. The experimental data for evaluation of the production function in response to applied water will be obtained in the experimental area of the Federal Institute of Espírito Santo, Campus Itapina, Colatina, ES, during the harvest "water "and" drought ". For application of water slide will use the irrigation system with a single sprinkler - Point Source, consists of a mini-sprinkler cannon, located in the center of the area planted with beans. The irrigation provided that the maximum grain yield were 311.2 mm and 327.7 mm, with values of 4,269.0 kg.ha⁻¹ (Campeiro) and 3,797.9 kg.ha⁻¹ (Valente), respectively.

Keywords: beans, point source, irrigation

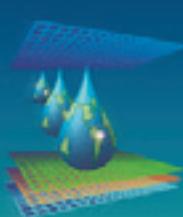
INTRODUÇÃO

O feijão é uma espécie de leguminosa com importância econômica e nutricional de grande consumo em todo Brasil. Com base na cultura brasileira, o feijão é utilizado, juntamente com

¹ Bolsista de Iniciação Científica, Graduando em Engenharia Agronômica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, BR 259 KM 70, CEP:29709910, Colatina-ES. (27) 8106-0921.
janafgoula@hotmail.com

² Prof. D.Sc., Instituto Federal do Espírito Santo-IFES, Campus Itapina, Colatina-ES

³ Pesq. D.Sc., INCAPER, Linhares- ES



arroz, funcionando como um complemento de proteínas e caloria (MACHADO, FERRUZZI e NIELSEN, 2008). A produção nacional prevista para próxima safra 2011 / 2012 é de cerca de 3,8 milhões de toneladas de feijão, com produtividade média de 938 kg/ha (CONAB, 2012), sendo que em áreas irrigadas a produtividade alcança 3.000 kg/ha.

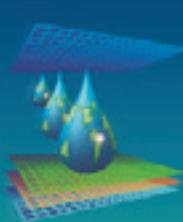
A relação entre água e produtividade potencial de uma cultura pode ser determinada por parâmetros como quantidade, frequência, uniformidade e a eficiência de aplicação de água, juntamente com a precipitação (HOWELL et al., 1990). Como geralmente apenas a precipitação não é suficiente para uma cultura atingir o seu potencial produtivo, uma avaliação econômica da irrigação é realizada, levando em consideração a produtividade em resposta ao total de água aplicada. Esta caracterização da resposta da cultura à aplicação de água tem sido amplamente conhecida como Função de Produção Água-Cultura.

Para a obtenção de dados para a determinação de função de produção água-cultura OR & HANKS (1992), desenvolveram um método denominado “Fonte Pontual” de aplicação de água (“Point Source”), que constitui na utilização de um único ponto de origem da irrigação por aspersão para a aplicação diferenciada de água. Este método “Fonte Pontual” apresenta ainda a vantagem de requerer uma pequena área, ser de fácil montagem, manejo e menor custo de instalação (DENÍCULI et al., 1993).

O objetivo do trabalho foi determinar a função de produção em relação à quantidade total de água aplicada (irrigação e precipitação) para duas variedades (Campeiro e Valente) de feijão na região Noroeste Capixaba, bem como, a estimativa da lâmina total de água correspondente à máxima produção.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental do Instituto Federal do Espírito Santo – IFES, Campus Itapina, localizado na zona rural do município de Colatina-ES, cujas coordenadas geográficas são: 19° 32' 22" de latitude Sul; 40° 37' 50" de longitude Oeste e altitude de 71m, no período de 12/07/2012 a 10/10/2012. O clima da região é Tropical Aw, segundo a classificação climática de Koppen. A região caracteriza-se pela irregularidade das chuvas e ocorrência de elevadas temperaturas. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.



Avaliaram-se as cultivares Majestoso e Pontal de feijão do grupo carioca. Cada cultivar ocupou um quarto da área experimental, delimitada por carreadores de dois metros de largura separados em equiângulos de 90° (Figura 1). A semeadura foi realizada mecanicamente, adotando-se o espaçamento de 0,50m entre fileiras e utilizando-se um número de 12 sementes por metro linear. O preparo de solo foi realizado de forma convencional (aração e gradagem). A adubação de semeadura foi de acordo com as análises de solo do Laboratório de Análises de Solo do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Itapina.

Após o pleno estabelecimento da cultura, para a determinação da função de produção em resposta à lâmina de água aplicada de forma diferenciada, utilizou-se o sistema de irrigação com um único aspersor – Fonte Pontual (“Point Source”) conforme metodologia descrita por Or e Hanks (1991,1992). Esse sistema foi composto por um aspersor tipo mini canhão, marca PLONA KS 1500, com diâmetro de bocal de 16mm, trabalhando a uma pressão de serviço de 40 KPa, localizado no centro da área de raio de 26 metros. A partir do centro, em torno de 2m do aspersor e concentricamente até a bordadura, a área foi dividida em oito faixas (anel) de 3m de largura, Figura 1, que compreendem as plantas de cada tratamento, constituídos pela lâmina d’água aplicada em cada anel somado ao volume da precipitação no período do experimento, ou seja, a diferenciação na distribuição de água nos anéis.

As lâminas de água aplicada pelo aspersor foram quantificadas por intermédio de quatro baterias de coletores dispostos nos carreadores que delimitam as variedades do feijoeiro. Os coletores estavam enfileirados a partir de aproximadamente 2,75m do ponto central da área e espaçados de 1,5m entre si até a última parcela (Figura 1). Em cada irrigação, foi utilizada a média dos quatro coletores laterais da parcela para a determinação da lâmina aplicada pelo aspersor. Considerou lâmina total de água recebida em cada parcela, o somatório das precipitações pluviais efetivas na área com as lâminas de água aplicadas pelo sistema de irrigação.

O ajuste da função de produção, estimando a máxima produtividade em função da lâmina total de água aplicada foi realizado de acordo com Frizzone (1993), conforme descrito na Equação 01:

$$Y = a + bW + cW^2 \quad (01)$$

em que: Y é a produtividade obtida, t ha⁻¹; W é a lâmina total de água, mm; a, b e c são coeficientes de regressão.

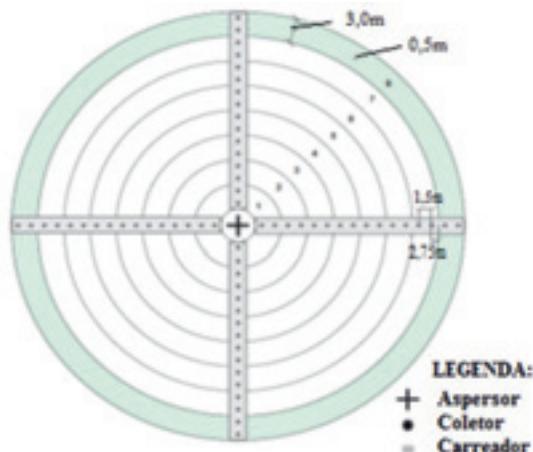
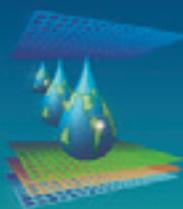


Figura 1. Diagrama esquemático da área experimental.

A Colheita foi realizada após os grãos atingirem o ponto de maturidade fisiológica. Ao final da colheita, as vagens foram debulhadas e avaliado o rendimento de grãos secos corrigida para 13% de umidade. Os dados foram avaliados por análises de regressão, utilizando-se a planilha eletrônica do software Excel 2010.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 ilustra a precipitação diária, evapotranspiração e a lâmina de irrigação aplicada durante o ciclo outono-inverno da cultura do feijoeiro em Colatina-ES.

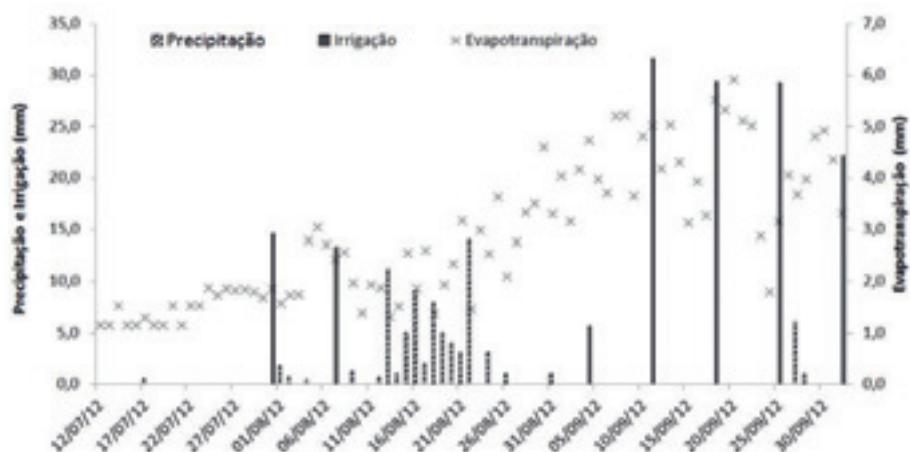
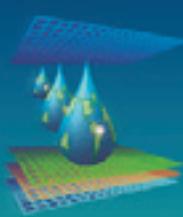


Figura 2. Precipitação diária acumulada, evapotranspiração diária da cultura e a lâmina de irrigação, durante o ciclo da cultura.



Pode se observar, que durante o ciclo a evapotranspiração acumulada, no período compreendido entre a semeadura e a maturação fisiológica da cultura do feijão foi de 282,31 mm, sendo a média de 3,14 mm.dia⁻¹. A precipitação total no período foi de 79,3 mm, tendo variação de 5 a 32 mm.dia⁻¹. Devido aos poucos dias chuvosos de pequena precipitação e a elevada evapotranspiração da cultura, foi necessário aplicação de lâmina suplementar de água de 145,70 mm, que permitiram obter um rendimento de grãos elevado (em alguns tratamentos, mais que 60 sacas.ha⁻¹).

Na Figura 3, estão ilustradas as médias de produtividade do feijoeiro em função das lâminas aplicadas para cada cultivar. Observa-se que as lâminas de água aplicada durante o ciclo de desenvolvimento promoveram diferentes produtividades em função das lâminas aplicadas, ajustando-se a análise de regressão à função quadrática, com coeficiente de determinação acima de 0,92. O cultivar Campeiro apresentou melhor produção com a aplicação de uma lâmina equivalente a 311,2 mm de água total (irrigação + precipitação), obtendo uma produção de 4.269,0 kg.ha⁻¹. Para a cultivar Valente, a melhor produção foi observada com a aplicação de uma lâmina total de 327,7 mm, obtendo produção de 3.797,9 kg.ha⁻¹. Segundo Silva et al. (2006) e Meira et al. (2005), produtividades do feijoeiro acima de 3.000 kg ha⁻¹ podem ser alcançadas em lavouras irrigadas e com alto nível tecnológico.

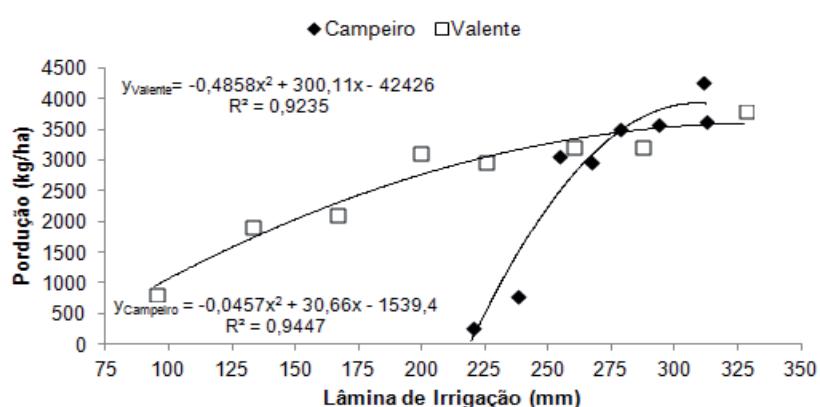
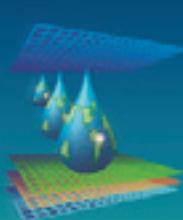


Figura 3: Lâmina aplicada (mm) e produção (kg.ha⁻¹) do feijoeiro das cultivares Campeiro e Valente, cultivados na região Noroeste Capixaba, Colatina-ES.

Nota-se também que houve uma tendência de diminuição da produtividade das cultivares com a redução da lâmina de água aplicada, Figura 3. Resultados semelhantes também foram obtidos por Carvalho et al. (1998), que verificaram redução da produtividade com a redução da lâmina de irrigação aplicada na cultura do feijoeiro.



CONCLUSÕES

As diferentes estratégias de irrigação adotadas influenciaram na produtividade final das cultivares em estudo. As lâminas de irrigação que proporcionaram a máxima produtividade de grãos foram de 311,2 mm e 327,7 mm, com valores de $4.269,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ (Campeiro) e $3.797,9 \text{ kg.ha}^{-1}$ (Valente), respectivamente. A regressão proposta pode ser utilizada como ferramenta para o planejamento regional na implantação da cultura do feijoeiro em condições de irrigação.

REFERÊNCIAS

CONAB – Compania Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2011/12 – **Sexto Levantamento** – Março/2012. Brasília: CONAB, 2012.

CARVALHO, D.F.; PRUSKI, F.F.; CAIXETA, T.J. Desempenho econômico do cultivo do feijão em condições de irrigação adequada e deficiente. Revista Ceres, Viçosa, v. 45, n. 257, p.5-11, 1998.

DENÍCULI, W.; COSTA, E. F.; SOARES, A. A.; BRAGA, M. V. N. Utilização do sistema: fonte pontual na aplicação de cinco lâminas de irrigação e da fertirrigação em trigo. **Engenharia na Agricultura**. AEAGRI-MG/DEA/UFV, v.2, n.20, p.1-16, 1993.

FONSECA, J. R. et al. Algumas características do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) coletado no Espírito Santo. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., Goiânia. **Anais...** Documentos/Embrapa Arroz e Feijão, 182. v. 1, p. 258-261. 2005.

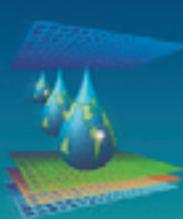
FRIZZONE, J.A. **Funções de resposta das culturas à irrigação**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queirós”, Universidade de São Paulo. 1993. 42p.

MACHADO, C.M.; FERRUZZI M.G.; NIELSEN, S.S; Impact of the hard-to-cook phenomenon on phenolic antioxidants in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington DC, v.56, n.9, p.3102- 3110, 2008.

MEIRA, F.A.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; ARF, O. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado cultivado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 4, p.383-388, 2005.

OR, D., HANKS, R.J. A single point source for the measurements of irrigation production functions. **Irrig. Sci.** 13:55-64. 1992.

SILVA, V.R.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. Variação na temperatura do solo em três sistemas de manejo na cultura do feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 30, n. 3. p. 391-399. 2006.



ESTIMATIVA DA NECESSIDADE HÍDRICA DO CRAMBE NO SUDOESTE DO PARANÁ

T. Barbizan¹; F.L.M. de Paula²; A.L. de Paula³; A. L. Sant'Ana⁴; A. J. Waclawovsky⁵; J. Tides⁴; W. Malinovski⁴; D. Paulus⁶

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estimar a necessidade hídrica da cultura do crambe nos diferentes estágios de desenvolvimento na Região Sudoeste do Paraná. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus de Dois Vizinhos. Os lisímetros de drenagem, com capacidade física de 18L, foram preenchidos com uma camada de 5 cm de brita e com solo peneirado. A semeadura nos lisímetros foi realizada no dia 19 de abril de 2012. A irrigação foi realizada diariamente mantendo a capacidade de campo do solo sem restrição hídrica da cultura. A coleta da água excedente de irrigação foi realizada com garrafa de dois litros acoplada a uma mangueira de PVC. A água foi quantificada diariamente até 115 dias após a semeadura. As variáveis analisadas foram: evapotranspiração de referência (ET₀), evapotranspiração da cultura (ET_c) e coeficiente de cultura (K_c). Os resultados permitiram concluir que a evapotranspiração de referência média do crambe foi de 4,49 mm dia⁻¹, com um consumo hídrico médio diário de 2,74 mm e um coeficiente de cultura médio de 0,72.

PALAVRAS-CHAVE: evapotranspiração, *Crambe abyssinica*, lisímetros.

ESTIMATE OF THE NEED HYDRIC OF CRAMBE IN THE SOUTHWEST OF PARANA

SUMMARY: The objective of this study was to estimate the need hidric of the culture crambe in different stages of development in the Southwest Region of Parana. The experiment

¹Aluna de Mestrado, UTFPR-DV, Rua Itabira, n°1680, ap. 03, CEP 85504-430, Pato Branco, PR. Fone (41) 8867-9076. e-mail: tha_barbizan@hotmail.com

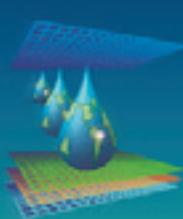
² Aluna de Pós-Doutorado, UTFPR, Dois Vizinhos, PR

³ Prof. Dr.,Departamento Física do Solo, UTFPR, Dois Vizinhos, PR

⁴ Estudantes do curso de agronomia, UTFPR, Dois Vizinhos, PR

⁵ Prof. Doutor, Departamento Genética, UTFPR, Dois Vizinhos, PR

⁶ Prof. Doutor, Departamento Horticultura, UTFPR, Dois Vizinhos, PR



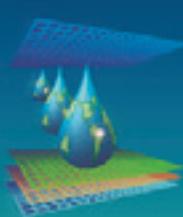
was conducted in a greenhouse at the Federal Technological University of Paraná - Campus of Two Neighbors. The drainage lysimeters, with physical capacity of 18L, were filled with a layer of 5 cm of gravel and with sieved soil. The seeding of the lysimeters was realized on April 19, 2012. The irrigation was realized daily, keeping the capacity of field of the soil without restriction hidric of the culture. The collect of excess water of irrigation was realized with two-liter bottle coupled to a PVC hose. The water was quantified daily, up to 115 days after seeding. The variables analyzed were: reference evapotranspiration (ET₀), cultivation evapotranspiration (ET_c) and the cultivation coefficient (K_c). The results allowed to conclude that the evapotranspiration of reference average of crambe was of 4.49 mm day⁻¹, with an average consumption hidric daily of 2.74 mm and an cultivation coefficient average of 0.72.

KEYWORDS: evapotranspiration, *Crambe abyssinica*, lysimeters

INTRODUÇÃO

O crambe (*Crambe abyssinica*) é uma planta originária da Etiópia, utilizada para produção de biodiesel (PITOL et al., 2010). Destaca-se por ser uma planta que apresenta certa tolerância a seca, a baixas temperaturas, rusticidade, além de baixo custo de produção. A planta exige boa umidade durante a germinação e estabelecimento da cultura, não necessita de solos muito férteis e não há necessidade de máquinas e equipamentos diferenciados (OPLINGER et al., 1991). No Brasil o crambe é cultivado principalmente no Mato grosso do Sul, sendo que diante de suas exigências climáticas, outras regiões do Paraná e São Paulo possuem potencial para cultivo comercial da cultura.

Com o aumento pela procura fontes de energia renováveis e menos poluentes, o incentivo por biocombustíveis, como biodiesel, tem crescido. Sendo assim, surge a necessidade de matéria-prima para a produção deste. O crambe é uma alternativa na extração de óleo, já que a semente possui cerca de 36% de óleo, não comestível, não competindo assim, com a maioria das culturas cultivadas para este fim. Além disso, o crambe, nas condições climáticas do Brasil, é caracterizado como cultura de outono/inverno, não competindo com principais culturas como: milho e soja, além de ser uma ótima opção para o cultivo de segunda safra (safrinha), já que possui um ciclo curto de aproximadamente 90 dias (FARIA JUNIOR, 2013).



Diante a busca de fontes para a produção de biodiesel e da falta de informações sobre o crambe para a região Sudoeste do Paraná, há necessidade de pesquisas sobre a cultura. O trabalho teve como objetivo estimar a necessidade hídrica da cultura nos diferentes estágios de desenvolvimento da cultura do crambe na Região Sudoeste do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus de Dois Vizinhos, localizada nas coordenadas 25°44' latitude Sul e 53°04' longitude Oeste, com clima subtropical úmido mesotérmico (Cfa), segundo a classificação de Koppen. O solo é classificado como Nitossolo vermelho distroférrico úmbrico, com textura argilosa (BHERING et al., 2008).

Os lisímetros com capacidade física de 18L foram preenchidos com uma camada de 5 cm de brita número 1 e o restante com solo, já corrigido e adubado de acordo com a análise do solo e necessidade da cultura. A semeadura do crambe foi realizada no dia 19 de abril de 2012 a 3 cm de profundidade. Para a determinação da evapotranspiração da cultura (consumo hídrico), foram utilizados 12 lisímetros onde foi acoplada uma flange de 1/2" conectado a uma mangueira de PVC transparente de 3/8" e um coletor de dois litros conectado a mangueira para a obtenção do volume drenado (Figura 1). A irrigação foi realizada diariamente de acordo com o consumo hídrico das plantas, mantendo a capacidade de campo do solo, sem apresentar restrição de água para a planta. A quantificação da água drenada foi feita diariamente até 115 dias após semeadura (DAS). A evapotranpiração de referência (ET₀) foi calculada pelo método de PRIESTLEY-TAYLOR (1972):

$$ET_0 = \frac{1,26W(Rn - G)}{\lambda} \quad (1)$$

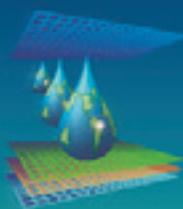
em que,

Rn - radiação líquida total diária, MJ m⁻² d⁻¹;

λ = constante psicrométrica (kPa/°C) ;

W - fator de ponderação dependente da temperatura e do coeficiente psicrométrico;

G - fluxo total diário de calor no solo em MJ m⁻² d⁻¹ foi calculado pelo método proposto por WRIGHT & JENSEN (1972).



Com os valores de evapotranspiração da cultura (ETc) e os valores de evapotranspiração de referência (ETo) foi calculado o coeficiente de cultura (Kc), durante todo o ciclo do crambe, pela formula proposta por DOORENBOS & KASSAM (1979):

$$Kc = \frac{ETc}{ETo} \quad (2)$$

em que,

ETc - evapotranspiração da cultura, mm dia⁻¹;

ETo - evapotranspiração de referência, mm dia⁻¹.

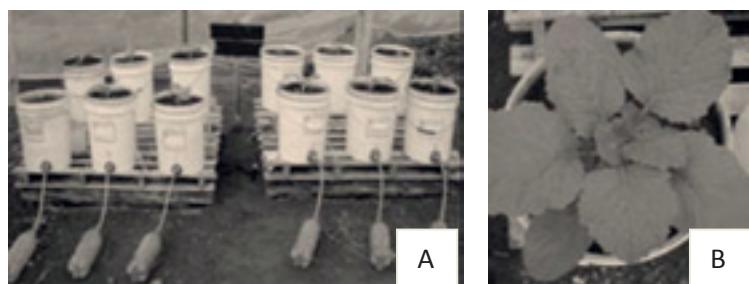


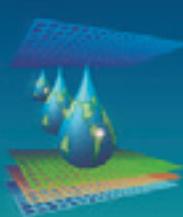
Figura 1 – Lysímetros em casa de vegetação (A) e aspecto da planta no lysímetro (B).

A duração do ciclo de desenvolvimento da cultura do Crambe foi de 115 dias, ocorrendo o florescimento do Crambe aos 60 DAS (Dias Após a Semeadura) e aos 67 DAS a frutificação. A partir dos 104 DAS ocorreu a fase senescência e após 11 dias do início da senescência todas as plantas estavam prontas para a colheita.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Evapotranspiração de referência obtida a partir dos dados da estação meteorológica, a evapotranspiração da cultura obtidos através dos lisímetros de drenagem e o Coeficiente da cultura estão apresentados na Figura 2. Observa-se que os valores de ETo variaram de 0,68 a 8,96 mm dia⁻¹, sendo a ETo média durante o ciclo de 4,49 mm dia⁻¹. A ETc média durante do ciclo da cultura foi de 2,74 mm dia⁻¹, variando de 0,25 a 5,39 mm dia⁻¹. Observa-se que a ETc teve um aumento nas fases que coincidem com o florescimento e frutificação da planta, fases estas consideradas de maior exigência para o surgimento das flores e enchimento de frutos.

O Kc médio durante o ciclo da cultura foi de 0,72, sendo diferente para cada fase fenológica da cultura. Considerando a fase inicial até o florescimento pleno o valor de Kc foi de 0,68, já do florescimento a frutificação de 0,97 e da maturação a colheita de 0,73. Observa-



se um aumento dos valores de Kc até a frutificação e após essa fase um declínio, nas fases de maturação e colheita fases estas com um menor valor de consumo hídrico. Padrão de comportamento este observado por FARIA JUNIOR (2013), avaliando a cultura do Crambe na Região do Mato Grosso do Sul obteve valores de Kc de 0,8 na fase inicial, 1,4 durante o período vegetativo e florescimento e 1,03 na maturação.

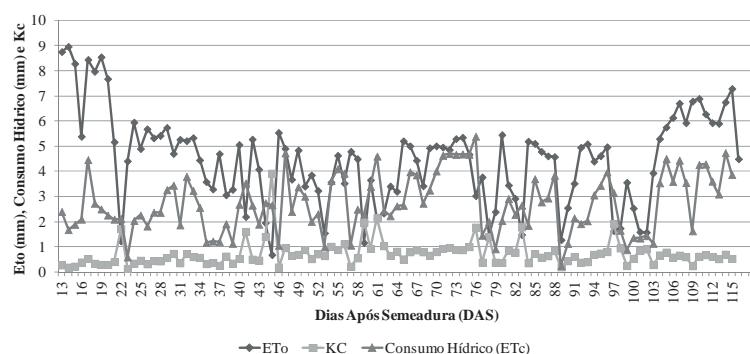


Figura 2 – Valores da evapotranspiração de referência, evapotranspiração da cultura e coeficiente de cultura.

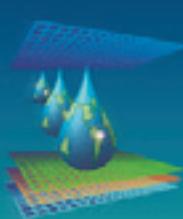
A temperatura média durante o ciclo da cultura foi de 17,1°C, a umidade relativa de 79%. O consumo hídrico foi menor quando a UR está maior e a temperatura menor. Isso ocorre, pois a evapotranspiração é altamente influenciada por vários elementos, como: variações na UR, velocidade do vento e temperatura, estádio fenológico, área foliar, duração do ciclo, morfologia da planta, condições de solo e cultivo. Neste caso as temperaturas menores e Umidade Relativa maiores diminuem o consumo de água pela planta em função da menor demanda atmosférica (MEDEIROS, 2002).

CONCLUSÃO

Conclui-se que a Evapotranspiração de cultura foi de 2,45, 2,79 e 3,78 mm e os valores de coeficientes da cultura foi de 0,68, 0,80 e 0,59 para as fases vegetativa, reprodutiva e maturação fisiológica, respectivamente.

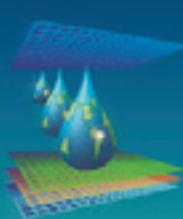
AGRADECIMENTO

À Fundação Araucária pela concessão de auxílio financeira para a execução do projeto



REFERÊNCIAS

- BHERING, S.B.; SANTOS, H.G.; BOGNOLA, I.A.; CÚRCIO, G.R.; MANZATTO, C.V.; CARVALHO, J.W.; CHAGAS, C.S.; ÁGLIO, M.L.D; SOUZA, J.S. Mapa de solos do Estado do Paraná: legenda atualizada. Rio de Janeiro: EMBRAPA/IAPAR, 2008. 74p.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Yields response to water. Rome: FAO, 1979. 306p. (FAO: Irrigation and Drainage Paper, 33).
- FARIA JUNIOR, C.A. Adaptabilidade da cultura do Crambe no Estado de Mato Grosso. Tangará da Serra, 2013. 66p. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola) - Universidade do Estado de Mato Grosso.
- MEDEIROS, A.T. Estimativa da evapotranspiração de referência a partir da equação de PenmanMonteith, de medidas lisimétricas e de equações empíricas, em Paraipaba, CE. Piracicaba, 2002. 103p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo.
- OPLINGER, E.S.; OELKE, E.A.; KAMINSKI, A.R.; PUTNAM, D.H.; TEYNOR, T.M.; DOLL, J.D.; KELLING, K.A.; DURGAN, B.R.; NOETZEL, D.M. Crambe, alternative field crops manual. University of Wisconsin-Extension and University of Minnesota, 1991. Disponível em: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/AFCM/crambe.html>> Acesso em: 10 de abril de 2013.
- PITOL, C.; BROCH, D.L.; ROSCOE, R. Tecnologia e Produção: Crambe 2010. 1.ed. Maracaju: Fundação MS, 2010. 60p.
- PRIESTLEY, C.H.B.; TAYLOR, R.J. On the assessment of surface heat flux evaporation, using large scale parameters. Monthly Weather Review, Madison, v.100, n.2, p.81-92, 1972.
- WRIGHT, J.L.; JENSEN, M.E. Peak water requeriments in Southern Idaho. Drainage Division, v.98, n. 2, p.193-201, 1972.



AVALIAÇÃO DA MASSA FRESCA E SECA DA PARTE AÉREA NA CULTURA DA ALFACE, EM FUNÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE ESTERCO BONIVO E LÂMINAS DE ÁGUA

Felipe de Assis Oliveira¹, Luan Wamberg dos Santos², Rafaela Cristina de Figueiredo², Raiane Maria Lima da Cruz², Swamy Rocha Siqueira Abreu Tavares², Taís de Souza da Silva², Márcio Aurélio Lins dos santos³, Daniella Pereira dos Santos⁴.

RESUMO: A alface (*Lactuca sativa*) é uma das hortaliças cultivadas em todo país e bastante exigente em água. Torna-se evidente a importância do fornecimento de água às plantas na quantidade requerida e no momento adequado, com a finalidade de evitar tanto a falta quanto o excesso. O objetivo deste trabalho foi avaliar a massa fresca da parte aérea e massa seca da parte aérea da alface em função de diferentes doses de esterco bovino e lâminas de água. O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) – Campus Arapiraca, AL. O delineamento experimental utilizado foi em blocos em parcelas subdivididas sob arranjo fatorial 3x4x3, sendo estes: 0; 850; 1700; 2550 g de esterco bovino, subparcela de 1m² e três níveis de água, sendo estes: 50, 100 e 150% da ETc. As variáveis analisadas foram: massa fresca da parte aérea (MFPA) e matéria seca da parte aérea (MSPA). Não houve efeito significativo em relação às dosagens do adubo orgânico, diferentemente das lâminas de água, havendo efeito significativo para todas as variáveis.

PALAVRAS CHAVES: *Lactuca sativa*, evapotranspiração de cultura, coeficiente de cultivo.

EVALUATION OF MASS COOL AND DRY AIR IN CULTURE PART OF LETTUCE IN FUNCTION OF DIFFERENT DOSES OF MANURE BONIVO BLADES AND WATER

SUMMARY: Lettuce (*Lactuca sativa*) is one of the vegetables grown throughout the country and quite demanding in water. It is evident the importance of supplying water to the plants and in the required amount in the appropriate time in order to avoid as far as the lack excess. The aim of this study was to evaluate the fresh weight of shoots and shoot dry mass of lettuce due to different doses of cattle manure and water slides. The experiment was conducted at the Universidade Federal de Alagoas (UFAL) - Campus Arapiraca AL. The experimental design was in blocks with split plots in a factorial arrangement 3x4x3, namely: 0, 850, 1700, 2550 g of manure, subplot 1m² and three water levels, which are: 50, 100 and 150% of ETc. The variables analyzed were: fresh (MFPA) and dry matter (SDM). There were no significant effects at the dosages of organic fertilizer, different water depths, with significant effects for all variables.

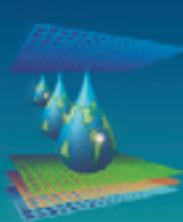
KEYWORDS: *Lactuca Sativa*, crop evapotranspiration, crop coefficient.

¹ Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), CEP 57312-270, Arapiraca, AL.

Fone(82) 96278113. E-mail: felipedeassis.agro@gmail.com. ² Graduando em Agronomia, Universidade Federal

de Alagoas (UFAL), CEP 57312-270, Arapiraca, AL. ³ Prof. Doutor, Depto das agrárias, UFAL, Arapiraca, AL. ⁴

Profª mestrandra, Depto das agrárias, UFAL, Arapiraca, AL.



INTRODUÇÃO

A alface é a hortaliça folhosa mais consumida do Brasil, apresenta elevado teor de vitaminas e possui grande quantidade de sais minerais (BERNARDI et al., 2005).

Estima-se que ela seja cultivada em 30 mil hectares, sendo que grande parte de sua produção está concentrada na agricultura familiar ou nos cinturões verdes dos grandes centros, a mesma tem grande potencialidade para produção em sistemas de cultivo de base agroecológica. Por ser originária de clima ameno, seu cultivo é próprio para o inverno, atingindo nesse período as maiores produções. Juntamente com o crescente aumento do consumo dessa hortaliça, vem sendo necessário o aumento na qualidade do produto. Porém, a qualidade final de um produto agrícola é resultado de diversos fatores, entre estes os níveis de fornecimento de nutrientes (BERNARDI et al., 2005).

De modo geral, a alface apresenta boa resposta à adubação orgânica, que, no entanto, varia de acordo com a cultivar e a fonte de adubo utilizada (FONTANÉTTI et al., 2006).

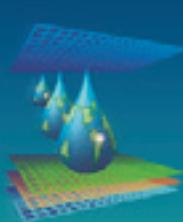
A água é um dos elementos fundamentais de sustentação dos sistemas agrícolas e naturais que vem sendo utilizada de forma inadequada na agricultura gerando grandes desperdícios, é preciso otimizar o uso da água visando o aumento da produção agrícola, respeitando a sustentabilidade ambiental, social e econômica pelas gerações presentes e futuras.

Com base na discussão, o objetivo deste trabalho foi avaliar a massa fresca da parte aérea e massa seca da parte aérea da alface, cultivar americana, em função de diferentes doses de esterco bovino (0; 0,85; 1,7; 2,55 kg) e lâminas de água (50, 100 e 150% da ETc).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Campus Arapiraca, AL, Brasil ($9^{\circ} 45' 58''$ de latitude sul e $35^{\circ} 38' 58''$ de longitude oeste e altitude de 264 m) no período de fevereiro a abril de 2013.

Esta região possui clima quente temperado, situada entre a zona da mata e o sertão alagoano, possui solo classificado como – latossolo amarelo vermelho distrófico



(EMBRAPA, 2006) e apresenta Ph do solo de 5,7. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em parcelas subdivididas com três repetições.

As parcelas com 4m de comprimento e 1m de largura foram divididas em 4 sub-parcelas, sendo estas de 1m². Nesse caso, as parcelas foram constituídas por três linhas de 16 plantas, espaçadas de 0,25 x 0,25m entre linhas e plantas. As 8 plantas centrais da parcela constituíram a área útil.

Foi utilizada a cultivar Americana, nas quais foram testados níveis de esterco bovino (A) e lâminas de água. A quantidade de esterco por parcela foi: A₁ (0 kg), A₂ (0,850 kg), A₃ (1,7 kg), A₄ (2,550 kg), segundo a recomendação de Filgueira, (2002), as três lâminas de água (W), foram: W₁ (50%), W₂ (100%) e W₃ (150%) a partir da (evapotranspiração da cultura) mm.dia⁻¹, a evapotranspiração de referência (ET₀) foi calculada através do método de Hargreaves-Samani com os dados da estação meteorológica do INMET (Instituto nacional de meteorologia), situada em Arapiraca, há 8,1 km de distância da universidade.

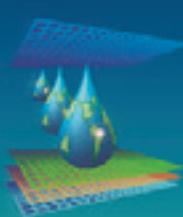
Primeiramente foi feito o preparo do solo com sistema convencional com aração, gradear, medição e demarcação da área experimental. Em seguida confeccionamos os canteiros e incorporamos adubo orgânico no mesmo.

O sistema de irrigação por gotejamento implantado constituiu-se por mangueiras com gotejadores espaçados a cada 20 cm de distância e baldes graduados com 18 litros para a determinação das lâminas.

As mudas adquiridas com o produtor da cidade de Arapiraca já vieram com 15 dias após o semeio (DAS), sendo estas transplantadas no dia 09 de março de 2013, no local do experimento. Passaram-se 15 dias sendo irrigadas normalmente por regadores até começar a utilizar o sistema de irrigação por gotejamento. Então, no dia 25 de Março de 2013, 16 dias após o transplante (DAT), começamos a utilizar o sistema de irrigação aplicando as determinadas lâminas para cada parcela.

A fiscalização do projeto foi feita periodicamente, na qual se realizou o controle manual de plantas invasoras com a limpeza do sistema de irrigação. Após a colheita, foi medida a matéria fresca de todas as plantas da área útil de cada parcela. Logo após foi medida a matéria seca, onde as folhas foram submetidas à secagem na estufa com temperatura de 65°C por um período de 72 horas até atingir peso constante para sua determinação.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo programa R. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se através da análise de variância (**Tabela 1**) que houve efeito significativo quanto às diferentes lâminas de água para as variáveis analisadas, sendo significativo o aumento da produção em função do aumento da lâmina de água, obtendo maior produção na lâmina de 150% **figura 1**.

Os resultados obtidos para a variável massa fresca da parte aérea (MFPA) estão de acordo com os de (DEMATTÉ, 1972), (DIAZ, 1977) e (FORÉRO et. al, 1979) na qual, a maior média foi obtida com tratamento de maior lâmina de irrigação aplicada.

Já para massa seca da parte aérea (MSPA), comparando com o resultado de (HAMADA & TESTEZLAF, 1995) estão de acordo, pois os maiores valores de massa fresca também foram obtidos com as maiores lâminas de irrigação.

No entanto, verifica-se que não houve interação significativa entre as diferentes doses de esterco bovino. Dessa forma os níveis de esterco bovino não obtiveram valores significativos para as variáveis analisadas.

As médias obtidas através do teste Tukey para a variável massa fresca da parte aérea (MFPA) foram de 10,6250 para lâmina de 50%, 64, 050 para lâmina de 100% e 109,2083 para lâmina de 150%. Para a variável massa seca da parte aérea (MSPA), as médias foram de 1,600 para lâmina de 50%, 5,716 para lâmina de 100% e 9.800 para lâmina de 150%.

Dessa forma, a lâmina de 150% obteve a maior média em ambas variáveis.

Tabela 1. Analise de variância da cultura da alface cv. Americana em função de Lâminas de irrigação e tipos de adubação

Causa de Variação	GL	QM	
		MFPA	MSPA
Lâminas (L)	2	29224,4*	201,721*
Blocos	2	1796,4	13,91
Erro (a)	4	286,4	1,874
Adubos (A)	3	573,4	6,904
LxA	6	303,9	2,814
Erro (b)	18	514,1	4,401
C.V (a) %		27,6	23,9
C. V (b) %		36,9	36,7

*Significativo pelo teste “F” a 5% de probabilidade de erro.

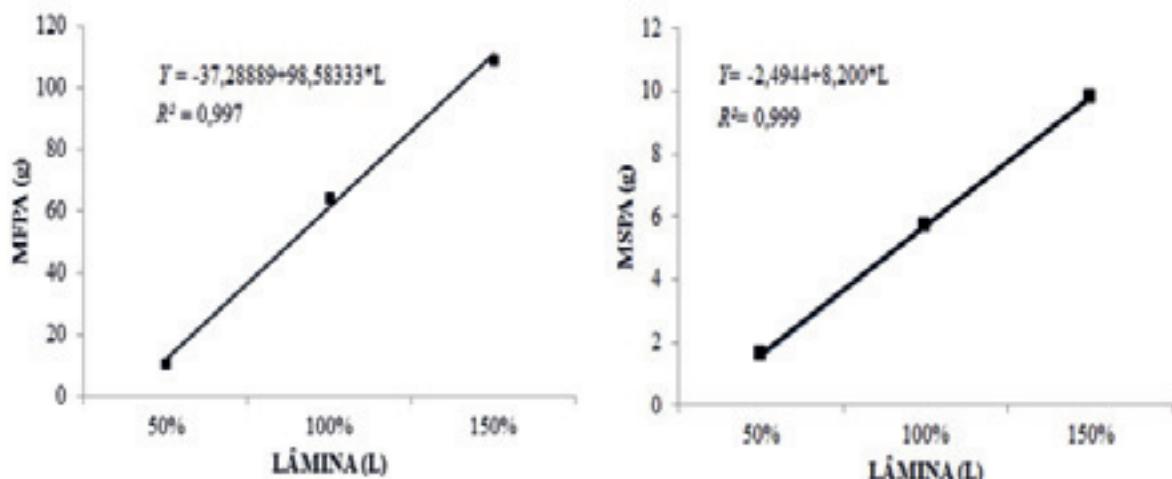
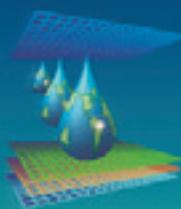


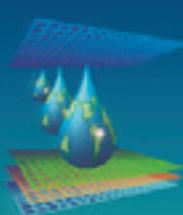
Figura 1. Resposta da cultura da alface cv Americana para as variáveis, massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA).

CONCLUSÃO

Nas condições do experimento, a alface, cultivar americana, respondeu significativamente ao aumento da quantidade de massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) na presença de diferentes lâminas de água, sendo a lâmina correspondente a 150% que obteve maior média.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

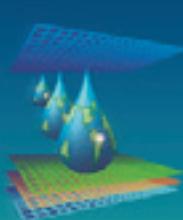
- BERNARDI, A.C.C.; VERRUMA-BERNADI, M.R.; WERNECK, C.G.; HAIM, P.G.; MONTE, M.B.M. Produção, aparência e teores de nitrogênio, fósforo e potássio em alface cultivada em substrato com zeólita. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.4, p.920-924, 2005.
- DEMATTÉ, J. B. I. Contribuição ao estudo da sub-irrigação por tubos porosos de Stauch nas culturas de cenoura (*Daucuscarota L.*), a alface (*Lactuca sativa L.*) e ervilha (*Pisumsativum L.*). Piracicaba: USP/ESALQ, 1972. 150p. Tese de Doutorado.
- DIAZ, L.M. Evolución de La investigación en lechuga (*Lactuca sativa L.*) utilizando El método de Riego por goteo em La Región Lagunera. In: SEMINÁRIO LATINOAMERICANO, 2, 1997. *Informe final...* [S.I.]: IICA – OEA, 1977. 22p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Brasília, Produção de Informação, 2006. 306p.
- FILGUEIRA, F.A.R.; Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças, Viçosa, MG, UFV, 2002.404p.;



FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G.J.; GOMES, L.A.A.; ALMEIDA, K.; MORAES, S.R.G.; TEIXEIRA, C.M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.24, n.2, p.146-150, 2006.

FORÉRO, J.A.S.; GUTIERREZ, J.H.P.; MARTÍNEZ, R.A. Determinación de La lámina de riego por goteo em La lechuga (*Lactuca sativa* L. var. Calamar). *Revista ICA*, Bogotá, Colômbia, v.14,n. 1, p.51-38,1979.

HAMADA, E. & TESTEZLAF, R. Desenvolvimento e produtividade da alface submetida a diferentes lâminas de água através da irrigação por gotejamento, *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.30,n.9, p.1201-1209, 1995.



CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA BANANEIRA cv. PRATA ANÃ SOB REGULAÇÃO DO DÉFICIT DE IRRIGAÇÃO EM CONDIÇÕES CONTROLADAS

DIONEI L. SANTOS¹, DAMIANA L. BARROS¹, EUGÊNIO F. COELHO³, NILO F. De AZEVEDO²

RESUMO - A escassez dos recursos hídricos obriga cada vez mais o uso eficiente do recurso água, isto é, incrementar a produção por unidade de água consumida. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o crescimento vegetativo e as variáveis de produção da cultivar Prata Anã submetida a déficit hídrico em diferentes fases fenológicas. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com sete tratamentos e três repetições. O primeiro ciclo da bananeira foi dividido nas seguintes fases: fase I, do primeiro ao quinto mês, fase II do quinto ao sétimo mês, e a fase III, do sétimo ao décimo segundo mês. Os tratamentos consistiram nas reduções de 40% e 20% da ETc em cada fase do primeiro ciclo. A análise de variância não mostrou efeito significativo dos tratamentos sobre as variáveis de crescimento e produção, com exceção para o número de pencas/cacho e diâmetro do fruto central da segunda penca. Conclui-se que a melhor fase para realização do déficit hídrico na cv. Prata Anã consiste na primeira fase do desenvolvimento vegetativo.

PALAVRAS CHAVES: irrigação com deficit, variáveis de crescimento, variáveis de produção.

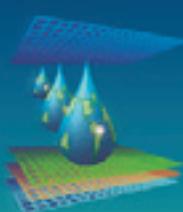
ABSTRACT: The scarcity of water resources force more and more the water use efficient, i.e., to increase yields without increase water demand. This work aimed to evaluate vegetative growth and production variables of 'Prata Anã' under water deficit in different phonological phases. An entirely randomized design was adopted with seven treatments and three replications. The first banana cycle was divided in the following phases: phase I, from the first to the fifth month, phase II, from fifth to the seventh month and phase III, from the seventh to twelfth month. Treatments consisted of reductions of 40% and 20% ETc in each phase. The variance analysis did not show effect of treatments on the growth and production variables, except for the number of hands/bunches and central fruit diameter of the second hand. It is possible to conclude that the best phase for reduction of water for banana cv Prata Anã is the vegetative growth phase.

KEY WORDS: irrigation deficit regulation, growth variables, production variable.

¹Estudante de Agronomia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, bolsista Fapesb, dionei_lima12@hotmail.com

²Mestrando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, pela Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, bolsista Capes.

³Eng. Agr., Embrapa Mandioca e Fruticultura, C.P. 07, Cruz das Almas 44380-000, BA.

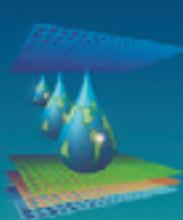


INTRODUÇÃO

A eficiência de irrigação, tomada como a razão entre a quantidade de água efetivamente usada pela cultura e a quantidade retirada da fonte, no âmbito mundial, é ainda muito baixa, situando-se, em termos médios, em torno de 37%. A simples melhora de um porcento na eficiência do uso da água de irrigação, nos países em desenvolvimento de clima semi-árido ou árido, significaria uma economia de 200 mil litros de água, por agricultor, por hectare ano¹ (Lima, Ferreira & Christofidis, 1999). Segundo PAZ et al, (2002), a irrigação é considerada a principal atividade humana consumidora de água, por isso não pode ser entendida somente como um procedimento artificial para atender às condições de umidade do solo, engloba todo um conjunto de fatores a atender as necessidades da planta, evitando excessos ou faltas de água.

A bananeira é uma planta extremamente exigente em água, e sua produtividade aumenta com a transpiração. Esta, por sua vez, depende da disponibilidade de água no solo, que é controlada pela irrigação (COELHO et al. 2006). Contudo, o quadro de escassez dos recursos hídricos obriga cada vez mais o uso eficiente do recurso água, isto é, incrementar a produção por unidade de água consumida. A otimização da eficiência do uso de água de forma a contribuir para a sustentabilidade dos recursos hídricos pode ser alcançada criando meios de reduzir a lâmina aplicada trabalhando favoravelmente nos fatores que reduzem a ETc, basicamente pelo aumento da resistência estomática ou pela resistência aerodinâmica das plantas.

Pesquisas visando à economia de água têm sido desenvolvidas com espécies frutíferas, algumas inseridas no que é chamado de regulação do déficit de irrigação (RDI), que consiste no manejo da irrigação com déficits de irrigação em estádios de desenvolvimento da cultura cujo crescimento e qualidade do fruto têm baixa sensibilidade ao estresse hídrico, realizando uma irrigação sem déficit nos outros períodos do desenvolvimento da cultura, obtendo assim uma redução no volume de água irrigado, sem prejuízos com relação à produtividade e qualidade dos frutos. É necessário, para isso, de um bom conhecimento dos estádios no qual a deficiência de água poderá provocar perdas consideráveis de produtividade e qualidade. Portanto, diante desse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o crescimento vegetativo e as variáveis de produção da cultivar Prata Anã submetida a déficit hídrico em diferentes fases fenológicas, durante seu primeiro ciclo produtivo.



MATERIAL E MÉTODOS

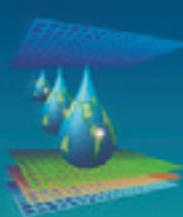
O presente trabalho foi realizado na Embrapa Mandioca e Fruticultura, no município de Cruz das Almas – BA ($12^{\circ}48' S$; $39^{\circ}06' W$; 225 metros). O clima da região é classificado como úmido a sub-úmido, com uma pluviosidade média anual de 1143 mm (D'Angioella et al., 1998). O experimento foi montado e conduzido em uma área no campo experimental situada junto a plantios de bananeira, com lisímetros de percolação, isto é, caixas de fibra com 1,3 m de diâmetro por 0,60m de profundidade. Os 21 lisímetros instalados no campo foram conectados a um sistema de drenagem onde toda a água drenada foi canalizada para uma estação de coleta. Em cada lisímetro, foi planta uma muda de bananeira cultivar Prata Anã, no espaçamento 3,0 x 2,5 m. O manejo da irrigação foi realizado manualmente, com auxílio de um regador. O controle do aporte de água para os lisímetros nos períodos de elevadas precipitações foi realizado com auxílio de uma cobertura plástica.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com sete tratamentos e três repetições. O primeiro ciclo da bananeira foi dividido nas seguintes fases vegetativas: Fase I, do plantio aos cinco meses após o plantio (MAP), considerado apenas como crescimento vegetativo; Fase II, dos cinco aos sete meses, onde ocorre floração e Fase III, dos sete aos 12 meses após plantio, onde ocorre predominância de crescimento dos frutos, e por fim, colheitas.

Os tratamentos foram diferenciados com a redução das lâminas de irrigação obtidas a partir de leituras de umidade em cada lisímetro e por meio dessas umidades determinou-se o volume de água a ser aplicado em cada lisímetro para suprir o solo até a capacidade de campo. Os tratamentos foram: T1 - irrigação plena (100% ETc) nas fases II e III e 60% da ETc na fase I; T2 - irrigação plena (100% ETc) nas fases II e III e 80% da ETc na fase I; T3 - irrigação plena (100% ETc) nas fases I e III e 60% da ETc na fase II; T4 - irrigação plena (100% ETc) nas fases I e III e 80% da ETc na fase II; T5 - irrigação plena (100% ETc) nas fases I e II e 60% da ETc na fase III; T6 - irrigação plena (100% ETc) nas fases I e II e 80% da ETc na fase III, e o T7 – irrigação plena em todas as fases de desenvolvimento dos frutos (100% ETc).

Para análise de crescimento foram avaliados a altura da planta, o diâmetro do pseudocaule a 0,20 m da superfície do solo e a área foliar total (AF), esta estimada a partir da leitura do comprimento e da largura da terceira folha (folha nova), conforme Alves *et al.* (2001), (equação 1).

$$AF = 0,901 * (L * W)^{1,2135}$$



Em que:

AF= Área Foliar Total;

C= Comprimento da terceira folha;

L= Largura da terceira folha;

No momento da colheita, em média três meses depois da emissão, foi feita a avaliação do cacho, isto é, foram contados: número de pencas e de dedos (frutos) além da pesagem das pencas e do engaço. Foram medidos o comprimento e o diâmetro do fruto central da segunda pena utilizando uma fita métrica e um paquímetro. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de médias (Tukey) a 5% de probabilidade, com uso do SISVAR (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância não mostrou efeito significativo dos tratamentos sobre as variáveis de crescimento avaliadas (Tabela 01), com exceção para o número de pencas/cacho e diâmetro do fruto central da segunda pena (tabela 02). O número de folhas por planta no momento da colheita apresentou valor médio absoluto inferior para o tratamento 5 (irrigação plena (100% ETc) nas fases I e II e 60% da ETc na fase III). Para a variável área foliar o tratamento 7 (irrigação plena em todas as fases), apresentou a maior média ($3,98 \text{ m}^2$), já menor média foi verificado no tratamento 5, que por sua vez, foi submetido a uma redução de 40% da ETc na fase III. A altura da planta e diâmetro do pseudocaule, como mostra a Tabela 1, apresentaram valores médios absolutos inferiores para o tratamento 5. Sendo que seus valores superiores foram obtidos nos tratamentos 2 (redução de 20% da ETc na fase I) e 7 (irrigação plena em todas as fases do ciclo produtivo). Diante desse contexto, pode-se perceber que as menores médias para as variáveis de crescimento encontram-se no tratamento que sofreu maior redução na fase final (produção e maturação dos frutos). Em contrapartida, os maiores valores foram verificados nos tratamentos que sofreram reduções nas fases I e II (desenvolvimento inicial), fato este, corrobora com os resultados encontrados por González-Altozano & Castel (1999), após trabalhos com déficits hídricos em três estádios diferentes para tangerinas, concluíram que a fase II é mais apropriada para promover a regulação do déficit de irrigação.

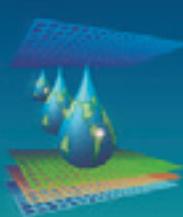


TABELA 01. Médias das variáveis de crescimento da bananeira cv. Prata Anã, na emissão floral, sobmetida a déficit hídrico em diferentes fases fenológicas no primeiro ciclo produtivo.

TRATAMENTO	NÚMERO DE FOLHAS	ÁREA FOLIAR (m ²)	PSEUDOCAULE	
			ALTURA (m)	DIÂMETRO (m)
1	11 ^{NS}	3,87 ^{NS}	2,23 ^{NS}	0,238 ^{NS}
2	11,0	4,52	2,51	0,249
3	10,0	4,59	2,18	0,235
4	10,0	4,27	2,25	0,238
5	9,0	3,24	2,23	0,232
6	11,0	3,73	2,22	0,234
7	10,0	3,98	2,45	0,250

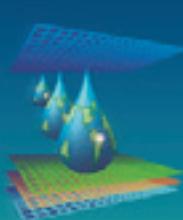
NS: não significativo (P>0,05).

De acordo com a tabela 02, pode-se verificar que as variáveis; comprimento do fruto central da segunda penca, diâmetro do fruto central da segunda penca, produtividade de pencas e produtividade de cachos, as maiores médias absolutas foram encontradas no tratamento 7 (testemunha), 1 e 2. E as menores médias absolutas foram verificadas nos tratamentos 5 e 6 (redução de 40% e 20 % da ETc na fase III). Portanto, a realização do déficit hídrico na terceira fase do ciclo produtivo da Prata Anã, ocasiona significativas reduções na produtividade final da cultura.

Tabela 02. Valores médios das variáveis, no momento da colheita, da bananeira cv. Prata Anã, sobmetida a déficit hídrico em diferentes fases fenológicas no primeiro ciclo produtivo.

TRATAMENTO	NFRUTO S	NPENCA S	COMP (cm)	DIAM (mm)	PPENCA (tha ⁻¹)	PCACHO (tha ⁻¹)
1	77,0 ^{NS}	6,00 a	12,67 ^{NS}	34,33 b	13,13 ^{NS}	14,53 ^{NS}
2	84,33	7,0 ab	11,66	28,0 ab	12,00	13,40
3	79,66	7,0 ab	14,66	31,0 ab	11,71	12,91
4	91,33	7,3 ab	13,00	29,66 ab	12,13	13,46
5	82,00	7,0 ab	12,00	26,33 ab	10,33	11,30
6	91,0	7,6 ab	11,00	25,33 a	10,33	11,46
7	92,66	8,0 b	12,66	32,33 b	15,86	17,26

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. NFRUTOS= número de frutos/cacho; NPENCAS= número de pencas/cacho; COMP= comprimento do fruto central da segunda penca; DIAM= diâmetro do fruto central da segunda penca; PPENCA= produtividade de pencas; PCACHO= produtividade de cachos.



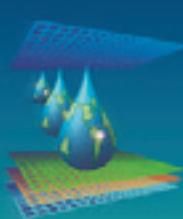
CONCLUSÃO

As reduções de 40% e 20% do volume de água aplicado nas diferentes fases fenológicas da cv. Prata Anã não mostrou efeito significativo nas variáveis de crescimento e produção, com exceção do número de pencas/cacho e diâmetro do fruto central da segunda penca.

A melhor fase para realização do déficit hídrico na cv. Prata Anã, sem que ocorram reduções significativas nas variáveis de crescimento e produção, consiste na primeira fase do desenvolvimento vegetativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALVES, E.J. Cultivo da bananeira tipo Terre. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2001.176p.
- COELHO, E.F.; COELHO, E. L.; LEDO, C.A.S.; SILVA, S. O. Produtividade e eficiência do uso de água das bananeiras Prata Anã e Grand Naine no terceiro ciclo no Norte de Minas Gerais. Irriga Botucatu, v.11, p. 460-468, 2006.
- D'ANGIOLELLA, G. L. B.; CASTRO NETO, M. T.; COELHO, E. F. Tendências Climáticas Para Os Tabuleiros Costeiros da Região de Cruz das Almas In. XXVII CONGRESSO BASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 1998. Poços de Caldas, Anais. Lavras . 1998. v. 1. n. . p. 43-45.
- FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do sisvar para windows versão 4.0. IN.: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, São Carlos, SP., ANAIS... 2000. p. 255-258.
- GONZALEZ-ALTOZANO, P. and J.R. CASTEL. 1999. Regulated deficit irrigation in 'Clementina de Nules' citrus trees. I. Yield and fruit quality effects. J. Hortic. Sci. Biotechnol. 74:706–713.
- LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. O uso da irrigação no Brasil: O estado das águas no Brasil. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 1999.
- PAZ, V. P. da S.; FRIZZONE, J. A., BOTREL, T. A., FOLEGATTI, M. V. Otimização do uso da água em sistemas de irrigação por aspersão. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.6, n.3, set./dez. 2002.



PRODUTIVIDADE DA BANANEIRA GRAND NAINE IRRIGADA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO CONVENCIONAL E ORGÂNICO EM ASSENTAMENTO DO SEMIÁRIDO DA BAHIA

R. Túlio Monção Araújo¹, E. Ferreira Coelho², T. Santos Martins Silva³, I. Parizotto³, T. Pereira de Andrade⁴, R. Cotrim de Oliveira⁵, J. Carvalho Teixeira⁵.

RESUMO

O trabalho objetivou avaliar dois sistemas produtivos:orgânico e convencional de bananeira Grand Naine irrigada por gotejamento em assentamentos do Semiárido da Bahia. A avaliação dos sistemas de produção foi feita por meio de um delineamento experimental inteiramente casualizado, com dez repetições. A cultivar de bananeira Grande Naine foi avaliada nos dois sistemas produtivos. Os resultados mostraram que o sistema orgânico favoreceu as condições físicas e químicas do solo para obtenção de maiores produtividades da bananeira comparadas ao sistema convencional.

Palavras Chave : gotejamento, Grand Naine, agricultura familiar

YIELD OF GRAND NAINE BANANA IRRIGATED IN CONVENTIONAL AND ORGANIC PRODUCTION SYSTEMS FOR RURAL SETTLEMENT OF SEMI ARID OF BAHIA

SUMMARY: The work aimed to evaluate two production systems organic and conventional production systems for Grand Naine banana irrigated by drip in a settlement of semi arid of Bahia State. The evaluation of the production systems was accomplished by using a completely randomized design with ten replications. The banana Grande Naine was evaluated in the both production systems. Results showed that the organic system provided better soil physical and chemical conditions for obtaining larger yields compared to the conventional system.

Keywords: microsprinkler, bubbler, drip

INTRODUÇÃO

A agricultura familiar, do ponto de vista econômico, social, da conservação ambiental e dos cuidados com o território. De acordo com o Censo Agropecuário de 2006, ela representa 88% dos estabelecimentos agrícolas, é responsável por 40% do Valor Bruto da Produção (VBP)

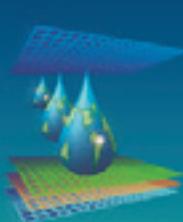
¹Graduando em Agronomia, UFRB, CEP 44380000, Cruz das Almas, BA. Fone (77) 91457344. e-mail: ruantulio@hotmail.com.

²Pequisador, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Alamas, BA

³Analista, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Alamas, BA

⁴Técnico, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Alamas, BA

⁵Graduando em Agronomia, UFRB, Cruz das Alamas, BA



agropecuária nacional e é a principal geradora de postos de trabalho no meio rural, respondendo por 79% do pessoal ocupado na agricultura (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO, 2009). Segundo os dados elaborados pelo Projeto GeografAR, a Bahia possui 422 Assentamentos de Reforma Agrária implantados pelo Estado com aproximadamente 37.311 famílias assentadas numa área total de 1.262.056,03 hectares. Tem sido preocupante a recorrente dificuldade de os assentamentos situados no semi-árido viabilizarem-se produtiva e economicamente, sendo observado níveis de pobreza semelhantes aos da situação rural das áreas em que estão inseridos. Nesses assentamentos há demanda políticas de infraestrutura, assistência técnica e pesquisa para viabilizar seus estabelecimentos. A disponibilidade de água é fator crucial nos assentamentos instalados no semi-árido. Vários assentamentos foram estabelecidos no semi-árido, próximo de rios sem, entretanto qualquer adução de água aos mesmos nem mesmo para consumo humano, fazendo com que os assentados comprem ou percorram diariamente alguns quilômetros carregando água. Os assentados, muitas vezes nem sabem da potencialidade da água que possuem próximo de seus assentamentos e que pode ser a razão de uma alavancagem econômica dos mesmos. Situações piores são encontradas em assentamentos localizados em áreas do semi-árido sem fonte de água próximo, isto é, sem rios ou açudes, sendo tais situações encontradas em toda a região semi-árida. A Embrapa dentro do contexto de prestação de serviços a sociedade vem se empenhando em projetos de pesquisa e transferência de tecnologia de sistemas produtivos irrigados em assentamentos do semi árido, onde a pesquisa vem sendo feita dentro de unidades demonstrativas. Esse trabalho teve como objetivo avaliar dois sistemas produtivos:orgânico e convencional de bananeira Grand Naine irrigada por gotejamento.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido no Assentamento Santo Expedito localizado no território do Velho Chico no município de Barra-Ba Latitude: 11° 5' 23" de latitude Sul, 43° 8' 30" de longitude Oeste e altitude de 398 m, no Semiárido da Bahia próximo do rio São Francisco. O solo da área do experimento é de classificação areia franca, com 820 g kg⁻¹ de areia total, 123 g kg⁻¹ de silte e 50 g kg⁻¹ de argila, com 0,12 cm³ cm⁻³ de umidade correspondente a tensão de 10 kpa e a umidade de 0,082 correspondente a tensão de 1500 kPa. A cultura utilizada foi a bananeira cultivar Grand Naine plantada no espaçamento 2,0 x 2,5 m. Foi selecionada uma

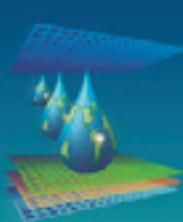
1Graduando em Agronomia, UFRB, CEP 44380000, Cruz das Almas, BA. Fone (77) 91457344. e-mail: ruantulio@hotmail.com.

2 Pequisador, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Alamas, BA

3 Analista, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Alamas, BA

4 Técnico, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Alamas, BA

5 Graduando em Agronomia, UFRB, Cruz das Alamas, BA



área de 0,15 ha que foi dividida em duas subáreas, uma onde foi instalado um sistema de produção convencional e uma com sistema de produção orgânica, o que levou a um delineamento experimental inteiramente casualizados com dois tratamentos e dez repetições. O sistema convencional recebeu somente adubos minerais e o orgânico teve como fonte de nutrientes os estercos curtidos de bovinos e caprinos. As adubações no sistema orgânico se restringiram ao uso 100 g de calcário, 20 litros de esterco, 400 g de farinha de osso e 50 g de FTE BR 12 por cova, com aplicação de esterco na fase de emissão. No sistema convencional foi aplicado 10 litros de esterco bovino, 250 g de supersimples e 90 g de FTE BR12 por cova e durante o ciclo da cultura foi aplicado 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 400 kg ha⁻¹ de K₂O. Em cada sistema de produção foi instalado o sistemas de irrigação por gotejamento, com emissores de vazão regulável, variando de 16 Lh⁻¹ na pressão de serviço de 60kPa a 26 Lh⁻¹ na pressão de 120 kPa. As irrigações foram orientadas pela umidade no entorno da planta a 0,15 m de profundidade, com uso do método do tato (Souza al., 2012) e com os tempos de irrigação estabelecidos para o ciclo com base em recomendações de Coelho et al. (2003). As avaliações constaram na fase de floração pela coleta de dados de largura e comprimento máximo da terceira folha, com determinação da área foliar conforme Zucoloto et al. (2008) e variáveis de produção (numero de dedos por cacho, numero de pencas por cacho, peso de engaço, peso de pencas, peso de cachos e comprimento do fruto mediano da segunda penca). Os dados foram usados para análise de variância, com uso do teste de Tukey para os caso de efeito dos tratamentos nas variáveis de produção avaliadas.

RESULTADOS DE DISCUSSÃO

Houve efeito dos sistemas de produção nas variáveis dependentes: numero de dedos por cacho, peso do engaço, peso de pencas, peso de cachos e comprimento do fruto mediano da segunda penca. O sistema produtivo orgânico apresentou médias das variáveis citadas superiores às do sistema convencional (Tabela 2). Esse resultados podem em parte ser explicados pelas médias de umidade no entorno das plantas que foram maiores no sistema orgânico em relação ao sistema convencional, indicando que a aplicação mais acentuada de esterco para suprir as necessidades nutricionais atua positivamente na estrutura do solo e em sua retenção de água.

1Graduando em Agronomia, UFRB, CEP 44380000, Cruz das Almas, BA. Fone (77) 91457344. e-mail: ruantulio@hotmail.com.

2 Pequisador, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Alamas, BA

3 Analista, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Alamas, BA

4 Técnico, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Alamas, BA

5 Graduando em Agronomia, UFRB, Cruz das Alamas, BA

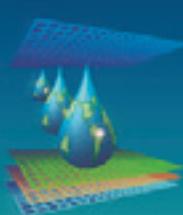


Tabela 2. Valores médios de numero de dedos/cacho, numero de pencas/cacho, peso de engaço, peso de pencas, peso de cachos e comprimento do fruto mediano da segunda penca da bananeira Grand Naine sob sistemas de cultivos convencional e orgânico, no Assentamento Santo Expedito, Barra-Bahia.

Sistema produtivo	Numero de dedos/cacho	Numero de pencas/cacho	Peso do engaço (kg)	Peso de pencas (t ha ⁻¹)	Peso de cachos (t ha ⁻¹)	Comprimento fruto (cm)
orgânico	93,10 a	7,90 a	1,65 a	40,10 a	43,36 a	19,60 a
convencional	83,40 b	7,15 a	1,32 b	24,95 b	27,59 b	15,80 b

As produtividades médias estiveram dentro dos valores conseguidos por Coelho et al. (2006) e foram inferiores aos obtidos por Souza Cruz (2012). Apesar da superioridade da produção para o sistema orgânico, deve-se considerar as dificuldades de obtenção de esterco na região para o experimento. Nas condições do assentamento, entretanto há a possibilidade da criação de animais para coleta de esterco para pequenas áreas. Além disso deve-se considerar a reposição de matéria orgânica gerada pela cultura da bananeira (2/3 da parte vegetativa (Borges et al., 2006), além de possibilidades de uso de leguminosas nas entre linhas da cultura.

CONCLUSÕES:

O sistema orgânico favoreceu as condições físicas e químicas do solo para obtenção de maiores produtividades comparadas ao sistema convencional.

REFERÊNCIAS:

- BORGES, A. L. ; RITZINGER, C. H. S. P. ; PINTO, J. M. ; SOUZA, L. S. ; FANCELLI, Marilene ; MEDINA, V. M. ; CORDEIRO, Zilton José Maciel . **Sistema orgânico de produção para a cultura da banana.** Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011 (Sistema de Produção).
- COELHO, E.F.; LEDO, C.A.S.; SILVA, S.O. Produtividade da bananeira ‘Prata-Anã’ e ‘grande Naine’ no terceiro ciclo sob irrigação por microaspersão em tabuleiros costeiros da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura.** v.28, n.3, p.435-438, 2006.
- COELHO, E. F. ; COSTA, Edio Luis ; TEXEIRA, Antonio Heriberto de Castro ; OLIVEIRA, Sizernando Luiz de . Irrigação da bananeira. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003 (Embrapa-cnpmf; Circular Técnica, 53).

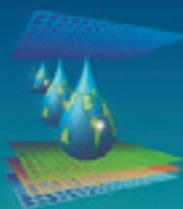
1Graduando em Agronomia, UFRB, CEP 44380000, Cruz das Almas, BA. Fone (77) 91457344. e-mail: ruantulio@hotmail.com.

2 Pequisador, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Alamas, BA

3 Analista, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Alamas, BA

4 Técnico, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Alamas, BA

5 Graduando em Agronomia, UFRB, Cruz das Alamas, BA



MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. Agricultura familiar no Brasil e o censo agropecuário 2006. Disponível em <<http://www.mda.gov.br/arquivos/2246122356.pdf>>. Acesso em 04 dez. 2009.

SOUZA, V. F. ; MARQUELLI, W.A. ; COELHO, E. F. ; PINTO, J. M. ; COELHO FILHO, Mauricio Antonio . Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças. 1. ed. Brasilia-DF: : Embrapa Informação Tecnológica, 2011. v. 1. 769p .

ZUCOLOTO, M.; LIMA, J. S. de S.; COELHO, R. I. Modelo matemático para estimativa da área foliar total de bananeira ‘Prata-Anã’. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 1152-1154, 2008.

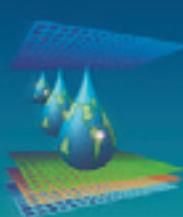
¹Graduando em Agronomia, UFRB, CEP 44380000, Cruz das Almas, BA. Fone (77) 91457344. e-mail: ruantulio@hotmail.com.

²Pequisador, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Alamas, BA

³Analista, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Alamas, BA

⁴Técnico, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Alamas, BA

⁵Graduando em Agronomia, UFRB, Cruz das Alamas, BA



CRESCIMENTO VEGETATIVO DA BANANEIRA FHIA 18 COM ALTERNATIVA

DE ELIMINAÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA POR PERCOLAÇÃO

R. C. OLIVEIRA¹; E. F. COELHO²; R. T. M. ARAÚJO¹; J. C. TEIXEIRA¹

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento vegetativo da cultivar de banana PA 9401, quando plantadas em covas parcialmente impermeabilizadas com lona plástica em sistema de cultivo orgânico. O experimento foi desenvolvido em um assentamento na zona rural da cidade de Barra- BA. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado sendo os tratamentos dois métodos de cultivo, com utilização de lona plástica impermeável no fundo das covas e o sem utilização da lona. Dentre as variáveis analisadas, não houve diferenças significativas entre os tipos de sistema de produção utilizados, plantio com lona e sem lona, exceto para as variáveis, largura foliar e número de folhas que apresentaram os maiores valores quando se fez uso da lona no fundo das covas de plantio.

PALAVRAS CHAVE: crescimento de plantas, percolação, altura de planta

VEGETATIVE GROWTH OF BANANA CV FHIA 18 WITH ALTERNATIVE OF ELIMINATION OF WATER LOSSES BY PERCOLATION

ABSTRACT: The objective of the work was to evaluate vegetative growth of banana cv. FHIA 18 planted in pits partially impermeable by using plastic in a organic system. The experiment was carried in a Settlement in countryside of Barra, BA. The experimental design was entirely randomized, where treatments regarded about two grow methods, i.e., by using or not plastic at the bottom of pits. There was no significant among type of types of production systems (with or without plastic at the bottom of pits), except for the variables leaf width, leaves number that showed the largest values for treatments with plastic at the bottom of pits.

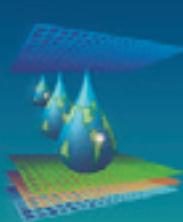
KEYWORDS: plant growth, percolation, plant height

INTRODUÇÃO

A água é provavelmente o fator abiótico mais limitante à produção de banana (TURNER, 1995). O cultivo tem uma alta demanda hídrica necessitando de uma precipitação média anual de 2.000 a 2.500 mm, uniformemente distribuída durante o ano e 25 mm por semana são necessários para crescimento satisfatório (ROBINSON, 1996). Diante disso, são

¹Graduando em Agronomia, UFRB, Caixa Postal 007, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA. Fone (75) 92165211. e-mail: raonecotrim@yahoo.com.br.

²Ph.D, Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, CNPMF, Cruz das Almas, BA.



necessários estudos relacionados à demanda e adaptação da cultura em localidades onde a disponibilidade de água é um fator limitante, para um melhor planejamento e utilização dos recursos hídricos.

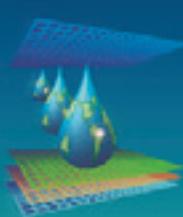
A área total cultivada com banana no Brasil, de acordo com o censo agropecuário de 2006, foi de 367511 ha sendo a área irrigada correspondente a apenas 63699 ha e a maioria conduzida em esquema de sequeiro. Com relação ao sistema de produção, 119019 ha são de agricultura convencional enquanto que apenas 29425 ha são de produção orgânica. Da área total plantada com banana, 11434 ha correspondem a áreas de assentamento da reforma agrária (IBGE, 2006).

A produção de banana, fora dos perímetros irrigados se torna mais difícil visto que os custos tornam-se mais elevados e na maioria das vezes não há incentivos do poder público. É nesse contexto que se incluem os colonos dos assentamentos, que geralmente são alocados próximos a rios, porém, não tem conhecimento da potencialidade da água para o processo produtivo. É de se esperar uma tendência do dispêndio de água por esses irrigantes sem critérios contribuindo negativamente para a sustentabilidade dos recursos hídricos locais. É necessário, portanto, paralelo a capacitação desses irrigantes, trabalhos que possam criar técnicas alternativas de fácil adoção que contribuam para aumento da eficiência de uso de água.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento vegetativo da cultivar de bananeira FHIA 18, quando plantadas em covas parcialmente impermeabilizadas com lona plástica em sistema de cultivo orgânico.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi implantado em um assentamento na zona rural da cidade de Barra-BA, latitude 11° 05' 22"S e longitude 43° 08' 30"W numa área de 0,6 ha. O clima da região é caracterizado com Semiárido e o solo de textura arenosa no dia. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, onde a cultivar de bananeira FHIA 18 foi submetida a dois métodos de cultivo, com utilização de lona plástica impermeável no fundo das covas e o método convencional sem utilização da lona, com 12 repetições por tratamento. As mudas micropropagadas foram obtidas na biofábrica da Embrapa Mandioca e Fruticultura e plantadas em um espaçamento de 3,0 x 2,5 m. As covas de plantio apresentaram dimensões de 0,4 x 0,4 x 0,4 m, de forma que a lona plástica de dimensões 0,4 x 0,4 m foi instalada no fundo de cada cova visando impermeabilizá-las, mesmo que parcialmente, afim de, reduzir o processo de drenagem e lixiviação de nutrientes. A cultura foi conduzida sob sistema de



produção orgânico, onde as adubações se restringiram ao uso 100 g de calcário, 20 litros de esterco, 400 g de farinha de osso e 50g de FTE BR 12 por cova. As irrigações foram realizadas utilizando o sistema bubbler. A avaliação foi realizada em 10 de janeiro de 2013, sendo coletados dados de altura de planta, diâmetro de pseudocaule a 0,20 m do solo, comprimento e largura da terceira folha e número de folhas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias de cada tratamento comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com uso do SISVAR (FERREIRA, 2000).

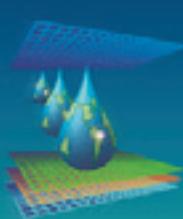
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as variáveis analisadas, é possível perceber que não houve diferenças significativas entre os tipos de sistema de produção utilizados, plantio com lona e sem lona, exceto para as variáveis, largura foliar e número de folhas. Apesar dos dois sistemas apresentarem resultados semelhantes, a utilização da lona no fundo das covas, acarreta ganhos em altura, diâmetro e comprimento foliar. Esse resultado provavelmente está relacionado à manutenção da umidade na zona radicular, o que resulta em acréscimos no crescimento das plantas.

A largura foliar e o número de folhas são fatores de extrema importância para a cultura da bananeira, já que, juntamente com comprimento foliar definem a área foliar total das plantas. Como é possível visualizar na tabela 1, a utilização da lona gera um aumento de 7 cm na largura do limbo foliar, além de um aumento aproximado de três folhas em cada indivíduo.

Uma maior área foliar está diretamente relacionada com o potencial produtivo da cultura, já que, o número de folhas emitidas até a fase de florescimento apresenta uma relação diretamente proporcional com o número de pencas de cada cacho. Em condições de déficit hídrico, ocorre redução da área foliar e maior aprofundamento radicular em consequência da variação da razão entre parte aérea e raízes (TAIZ & ZEIGER, 2009).

A utilização da lona não resultou em problemas de crescimento para as plantas uma vez que os sistemas com lona e sem lona não diferem significativamente. Esse fato provavelmente pode estar relacionado com a profundidade do sistema radicular da cultivar estudada e a profundidade de colocação da lona plástica. Borges et al. (2008) verificaram que o sistema radicular da cultivar Prata-Anã, se concentra em camadas superficiais do solo, mais precisamente até os 0,3 m de profundidade. Considerando que a lona foi instalada a uma profundidade de 0,40 m, já era esperado que não houvesse interferências negativas no desenvolvimento das plantas, principalmente em sua fase inicial de crescimento.



De acordo com Coelho et al. (2008) o efeito dos sistemas de irrigação deve-se, principalmente, à variação da incidência de raízes nas regiões abaixo da superfície do solo e em volta da planta, sendo que, essa variação se dá principalmente em função da área molhada no solo, de acordo com o sistema. Os efeitos da área molhada serão mais pronunciados quanto maior for o período de deficiência hídrica do local.

Tabela 1: Valores médios de altura, diâmetro, comprimento (Compf) e largura foliar (Largf), número de folhas (Nfolhas), para os respectivos sistemas de cultivo, com lona e sem lona.

Sistema	Altura (m)	Diâmetro (m)	Compf (m)	Largf (m)	Nfolhas
Com lona	2,25a	0,22a	1,82a	0,72a	13,6a
Sem lona	2,14a	0,21a	1,74a	0,65b	10,7b

CONCLUSÕES

O uso da lona no fundo da cova de plantio reflete em um aumento na largura e no número de folhas das plantas.

As variáveis, altura de planta, diâmetro de pseudocaule e comprimento foliar, não são afetados significativamente com o uso da lona, porém apresentam maiores valores médios em relação ao tratamento sem lona.

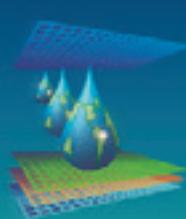
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, A. L. Distribuição do sistema radicular da bananeira Prata- Anã, em duas frequências de fertirrigação com uréia. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal- SP, v. 23, n.2, p. 250-256. 2001.

COELHO, E. F.; SIMÕES, W. L.; CARVALHO, J. E. B.; COELHO FILHO, M. A; SOUZA, L. S. **Distribuição de Raízes e Extração de Água do Solo em Fruteiras Tropicais**. Cruz das Almas: Embrapa, 2008. 84p.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In.: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45, 2000, São Carlos, SP., **anais...** São Carlos. Sociedade Internacional de Biometria, 2000. p. 255-258.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação**. Censo agropecuário, Rio de Janeiro, p.1-777, 2006.



XXIII CONIRD

Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

Evolução e Tecnologia
na Irrigação

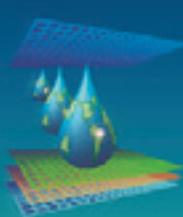
13 a 18
OUTUBRO / 2013
Hotel Saint Louis
Luís Eduardo
Magalhães
Bahia - Brasil

ROBINSON, J. C. **Bananas and plantains**. Oxon, UK: CAB International, 1996. 238p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.

TURNER, D. W. The response of the plant to the environment. In: **Bananas and Plantains**.

GOWEN, S. (Editor). First Edition, Chapman & Hall, London., 1995. cap.8, p. 206-229.



CRESCIMENTO VEGETATIVO DE DUAS CULTIVARES DE BANANA EM CONDIÇÃO DE SEMIÁRIDO, SOB DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO.

R. C. OLIVEIRA¹; E. F. COELHO²; J. C. TEIXEIRA¹; R. T. M. ARAÚJO¹;

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento vegetativo de duas cultivares de banana, conduzidas em sistema orgânico e convencional e sob irrigação localizada, utilizando emissores de baixo custo em um assentamento do estado da Bahia. O experimento foi desenvolvido em um assentamento na zona rural do município de Barra- BA. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas. Foram avaliadas duas cultivares de bananeira, FHIA 18 e Grande Naine, dois sistemas de produção nas parcelas, orgânico e convencional, e a irrigação com dois tipos de emissores nas subparcelas. Para a cultivar FHIA 18, a influência do sistema de produção ou do tipo de emissor só ocorreu no período inicial de desenvolvimento da cultura, com melhores resultados do difusor na utilização do sistema de cultivo orgânico. A cultivar Grande Naine, durante a primeira fase de avaliação, se adapta melhor ao uso do difusor juntamente com o sistema de produção convencional resultando em maiores taxas de crescimento para todas as variáveis analisadas, exceto para o número de folhas que não diferiu significativamente.

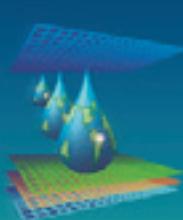
PALAVRAS CHAVE: sistemas de produção, sistemas de irrigação, crescimento da bananeira

VEGETIVE GROWTH OF TWO BANANA CULTIVARS UNDER SEMI ARID CONDITIONS AND DIFFERENT CULTIVATION SYSTEMS

ABSTRACT: The objective of the work was to evaluate vegetative growth of two banana cultivars cultivated under organic and conventional systems with trickle irrigation by using low cost emitters in a settlement of countryside of Barra, BA. The experimental design followed a complete randomized in splitplot scheme. Two banana cultivars were evaluated: FHIA 18 and Grande Naine, two production systems in plots (organic and conventional) and two trickle irrigation systems. The influence of production system or kind of emitter just happened in the period of initial development with better results for the diffuser emitter in the organic system. Grande Naine, in the first phase, behaves better to diffuser under conventional production system with larger growth indexes, except for number of leaves that were not significant.

¹Graduando em Agronomia, UFRB, Caixa Postal 007, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA. Fone (75) 92165211. e-mail: raonecotrim@yahoo.com.br.

²Ph.D, Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, CNPMF, Cruz das Almas, BA.



KEY WORDS: production system, irrigation system, banana growth

INTRODUÇÃO

De acordo com o Censo Agropecuário de 2006, a agricultura familiar representa 88% dos estabelecimentos agrícolas, é responsável por 40% do Valor Bruto da Produção (VBP) agropecuária nacional e é a principal geradora de postos de trabalho no meio rural, respondendo por 79% do pessoal ocupado na agricultura (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO, 2009).

A área total cultivada com banana no Brasil, de acordo com o censo agropecuário de 2006, foi de 367511 ha sendo a área irrigada correspondente a apenas 63699 ha e a maioria conduzida em esquema de sequeiro. Com relação ao sistema de produção, 119019 ha são de agricultura convencional enquanto que apenas 29425 ha são de produção orgânica. Da área total plantada com banana, 11434 ha correspondem a áreas de assentamento da reforma agrária (IBGE, 2006).

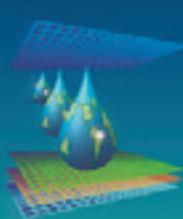
A água é provavelmente o fator abiótico mais limitante à produção de banana (Turner, 1995). O cultivo tem uma alta demanda hídrica necessitando de uma precipitação média anual de 2.000 a 2.500 mm, uniformemente distribuída durante o ano e 25 mm por semana são necessários para crescimento satisfatório (ROBINSON, 1996). Diante disso, são necessários estudos relacionados à demanda e adaptação da cultura em localidades onde a disponibilidade de água é um fator limitante, para um melhor planejamento e utilização dos recursos hídricos.

Para Borges & Souza (2004) a temperatura ótima para o desenvolvimento da bananeira está em torno de 28 °C, sendo 15 e 35 °C os extremos limitantes ao bom desenvolvimento da cultura.

A produção de banana, fora dos perímetros irrigados se torna mais difícil visto que os custos tornam-se mais elevados e na maioria das vezes não há incentivos do poder público. É nesse contexto que se incluem os colonos dos assentamentos, que geralmente são alocados próximos a rios, porém, não tem conhecimento da potencialidade da água para o processo produtivo.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento vegetativo de duas cultivares de banana, conduzidas em sistema orgânico e convencional e sob irrigação localizada, utilizando gotejadores de baixo custo em assentamento do Semiárido da Bahia.

MATERIAIS E MÉTODOS



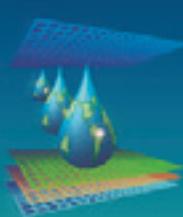
O trabalho foi desenvolvido em um assentamento na zona rural do município de Barra-BA, latitude 11° 05' 22"S e longitude 43° 08' 30"W numa área de 0,6 ha do Assentamento Antonio Conselheiro, às margens do Rio Grande. O clima da região é caracterizado com Semiárido e o solo de textura arenosa. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas. Foram avaliadas duas cultivares de bananeira, FHIA 18 e Grande Naine em dois sistemas de produção nas parcelas (orgânico e convencional), e dois tipos de gotejadores nas subparcelas (regulável e um difusor), com 12 repetições por tratamento. As mudas foram plantadas em 15 de dezembro de 2012 em um espaçamento de 3,0 x 2,5 m. Foram avaliados dois sistemas de produção, convencional e orgânico, sendo que no primeiro foi feita uma adubação de fundação utilizando 150g de superfosfato simples, 50 g de FTE BR 12 e no sistema orgânico 100 g de calcário, 20 litros de esterco, 400 g de farinha de osso e 50g de FTE BR 12 por cova. O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento com uma linha lateral por linha de plantas e com um emissor por planta. Foram feitas duas avaliações em períodos diferentes, a primeira foi realizada 30 dias após o plantio e a segunda 90 dias após o plantio. Foram coletados dados de altura de planta, diâmetro de pseudocaule a 0,20 m do solo, comprimento e largura da terceira folha e número de folhas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias de cada tratamento comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com uso do SISVAR (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as variáveis analisadas, é possível perceber que não houve diferenças significativas entre os tipos de sistema de produção, convencional ou orgânica, ou para o tipo de gotejador isoladamente, porém, nota-se uma forte interação dessas duas fontes de variação sobre todas as variáveis estudadas exceto para o número de folhas.

Para a cultivar FHIA 18, percebe-se que a influência do sistema de produção ou do tipo de emissor só ocorreu no período inicial de desenvolvimento da cultura, tendo em vista que ao decorrer do tempo, na segunda avaliação, não é possível perceber diferenças entre esses métodos. Durante a fase inicial, quando conduzida em sistema orgânico, a bananeira demonstra melhores resultados com a utilização do difusor, enquanto que em sistema convencional os emissores não diferem significativamente entre si (Tabela 1). Esse resultado pode estar diretamente ligado à quantidade de água aplicada, já que, o difusor apresenta maior



vazão e maior raio de ação, sendo esses fatores decisivos para o maior desenvolvimento da planta.

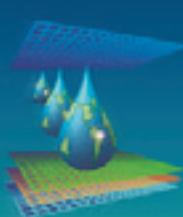
De acordo com Coelho et al. (2008) o efeito dos sistemas de irrigação deve-se, principalmente, à variação da incidência de raízes nas regiões abaixo da superfície do solo e em volta da planta, sendo que, essa variação se dá principalmente em função da área molhada no solo, de acordo com o sistema. Os efeitos da área molhada serão mais pronunciados quanto maior for o período de deficiência hídrica do local.

Tabela 1: Valores de Altura de planta, diâmetro do pseudocaule, comprimento da terceira folha (Compf), largura da terceita folha (Largf) e número de folhas (Numf) da cultivar FHIA 18, quando submetida a diferentes sistemas de produção e dois tipos de gotejadores em duas datas diferentes.

DAP	Sistema	Emissor	Altura (m)	Diâmetro (m)	Compf (m)	Largf (m)	Numf
30	Convencional	Difusor	0,44a	0,050a	0,47a	0,24a	9,12a
		Regulável	0,50a	0,056a	0,50a	0,25a	8,83a
	Orgânico	Difusor	0,46a	0,054a	0,47a	0,24a	7,83a
		Regulável	0,36b	0,044b	0,38b	0,19b	7,45a
90	Convencional	Difusor	1,19a	0,13a	1,03a	0,48a	13,6a
		Regulável	1,33a	0,13a	1,08a	0,52a	14,0a
	Orgânico	Difusor	1,34a	0,15a	1,11a	0,53a	14,2a
		Regulável	1,36a	0,15a	1,13a	0,53a	13,6a

A cultivar Grande Naine, diferentemente da cultivar FHIA 18, durante a primeira fase de avaliação, apresentou diferenças significativas com o uso dos diferentes emissores apenas no sistema de produção convencional, sendo que, a utilização do difusor resultou em maiores taxas de crescimento para todas as variáveis analisadas, exceto para o número de folhas que não diferiu significativamente (Tabela 2).

No segundo período de avaliação, pôde-se verificar que no sistema de produção convencional o difusor ainda se apresenta mais eficiente em relação aos ganhos em crescimento da cultura, enquanto que no sistema de produção orgânico a situação se inverte e a cultivar Grande Naine se desenvolve melhor com a utilização do gotejador regulável. Esse resultado pode ser efeito de um erro no manejo da irrigação, já que, verificou-se que o difusor apresenta vantagens como um maior raio de ação e maior vazão. É importante ressaltar que o gotejador regulável apresenta problemas como a baixa uniformidade de aplicação de água,



característica relacionada à necessidade de regulagem manual que é de fato não muito eficiente, além disso, a água é aplicada de forma mais localizada restringindo o crescimento do sistema radicular da cultura (Tabela 2).

Tabela 2: Valores de Altura de planta, diâmetro do pseudocaule, comprimento da terceira folha (Compf), largura da terceira folha (Largf) e número de folhas (Numf) da cultivar Grade Naine, quando submetida a diferentes sistemas de produção e dois tipos de gotejadores em duas datas diferentes.

DAP	Sistema	Emissor	Altura	Diâmetro	Compf	Largf	Numf
30	Convencional	Difusor	0,40a	0,047a	0,47a	0,25a	8,36a
		Regulável	0,31b	0,04b	0,34b	0,23a	8,40a
	Orgânico	Difusor	0,31a	0,04a	0,38a	0,21a	8,00a
		Regulável	0,33a	0,039a	0,38a	0,20a	7,83a
90	Convencional	Difusor	0,84a	0,094a	0,87a	0,43a	13,0a
		Regulável	0,71b	0,08b	0,75b	0,37b	12,7a
	Orgânico	Difusor	0,82a	0,096b	0,91a	0,45a	12,0b
		Regulável	0,93b	0,11a	0,95a	0,47a	13,5a

CONCLUSÕES

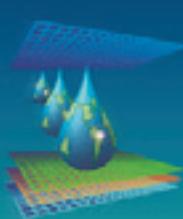
Mesmo não apresentando diferenças significativas, o sistema de produção convencional gerou maiores valores de crescimento para a cultivar FHIA 18 em seu período inicial de desenvolvimento.

No sistema orgânico, o emissor difusor se mostra mais eficiente durante a fase inicial desenvolvimento da cultivar FHIA 18. Durante a segunda avaliação, não se verificou efeitos dos diferentes sistemas e emissores utilizados.

Para a cultivar Grande Naine, durante a primeira fase de avaliação, o sistema de produção convencional se mostra mais eficiente juntamente com o uso do difusor. Na segunda avaliação, mesmo não havendo diferenças significativas, os maiores valores de crescimento são observados no sistema orgânico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORGES, A. L.; SOUZA L. S. Exigências edafoclimáticas. In: **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, p. 132 – 145, 2004.



COELHO, E. F.; SIMÕES, W. L.; CARVALHO, J. E. B.; COELHO FILHO, M. A; SOUZA, L. S. **Distribuição de Raízes e Extração de Água do Solo em Fruteiras Tropicais.** Cruz das Almas: Embrapa, 2008. 84p.

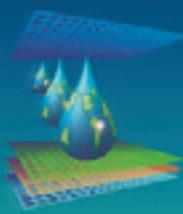
FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In.: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45, 2000, São Carlos, SP., **anais...** São Carlos. Sociedade Internacional de Biometria, 2000. p. 255-258.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação.** Censo agropecuário, Rio de Janeiro, p.1-777, 2006.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. Agricultura familiar no Brasil e o censo agropecuário 2006. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/arquivos/2246122356.pdf>>. Acesso em 04 dez. 2009.

ROBINSON, J. C. **Bananas and plantains.** Oxon, UK: CAB International, 1996. 238p.

TURNER, D. W. The response of the plant to the environment. In: **Bananas and Plantains.** GOWEN, S. (Editor). First Edition, Chapman & Hall, London., 1995. cap.8, p. 206-229.

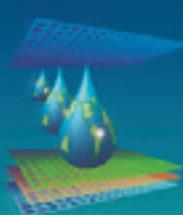


XXIII
CONIRD
Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

Evolução e Tecnologia
na Irrigação

13 º 18
OUTUBRO / 2013
Hotel Saint Louis
Luís Eduardo
Mogolhôes
Bahia - Brasil

DRENAGEM E SALINIDADE



EFEITO DA SALINIDADE NA PRODUÇÃO DO ALGODEIRO EM FUNÇÃO DO TRATAMENTO DE SEMENTES COM CLORETO DE MEPIQUAT

F. A. OLIVEIRA¹, J. F. MEDEIROS¹, R. C. ALVES², F. R. A. OLIVEIRA³, M. K. T. OLIVEIRA⁴, A. G. FREIRE⁵

RESUMO - Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e sementes tratadas com regulador de crescimento na produção do algodoeiro. O delineamento experimental adotado foi inteiramente ao acaso, arranjados em esquema fatorial 5 x 2 com quatro repetições. Os tratamentos resultaram da combinação de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (S_1 -0,5; S_2 -2,0; S_3 -3,5; S_4 -5,0 e S_5 -6,5 dS m⁻¹) em sementes tratadas e não tratadas com regulador de crescimento. As variáveis avaliadas foram: número de capulhos, produção total, produção de fibras e de sementes. Os parâmetros produtivos do algodoeiro foram reduzidos com uso de água de salinidade a partir de 3,5 dS m⁻¹, independente das sementes serem tratadas com regulador de crescimento. Por tanto, o tratamento das sementes com regulador de crescimento não afetou o efeito adverso da salinidade, assim como a salinidade não afetou o efeito do regulador de crescimento.

PALAVRAS-CHAVE – *Gossypium hirsutum* L; Estresse salino; Regulador de crescimento.

EFFECT OF SALINITY ON THE PRODUCTION FUNCTION OF THE COTTON SEED TREATMENT WITH MEPIQUAT CHLORIDE

ABSTRACT - This study was conducted to evaluate the effect of different salinity levels of irrigation water and seed treated with growth regulator in yield of cotton. It was used an entirely statistical randomized design, in factorial scheme 5 x 2, with four replications. . The treatments resulted from the combination of four salinity levels of irrigation water (S_1 -0.5; S_2 -2.0; S_3 -3.5; S_4 -5.0 and S_5 -6.5 dS m⁻¹) in treated and untreated seeds with growth regulator.

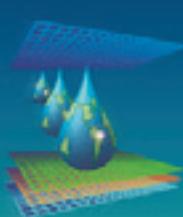
¹ Prof.Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Av. Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, CEP: 59.625-90. Mossoró-RN, Fone: (84) 9141-0022, e-mail: thikaoamigao@ufersa.edu.br

² Graduando (a) em Agronomia, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró-RN

³ Embrapa, Sobral – CE

⁴ Doutoranda em Fitotecnia, UFERSA, Mossoró-RN

⁵ Doutorando em Ciência do Solo e Nutrição de Plantas, UFC, Fortaleza, CE



The variables evaluated were: number of bolls, production total of cotton, production seed and fiber. Productive parameters of cotton were reduced with the use of water salinity from 3.5 dS m⁻¹, independent of the seeds are treated with growth regulator. Therefore, seed treatment with growth regulators did not affect the adverse effect of salinity, as salinity did not affect the effect of the growth regulator.

KEY WORDS: *Gossypium hirsutum* L; Saline stress; Growth regulator.

INTRODUÇÃO

A cotonicultura tem se destacado como uma das atividades agrícolas de maior importância para o agronegócio brasileiro, tal fato deve-se ao crescente desenvolvimento de pesquisas objetivando o aumento da eficiência produtiva, com destaque para estudos envolvendo a fisiologia das plantas.

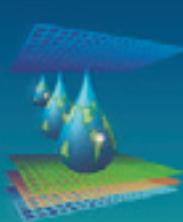
SILVA e RAO (2005), afirmam que a retomada da produção no Nordeste do Brasil está condicionada à aplicação de novas tecnologias, principalmente às relacionadas ao uso eficiente da água que provocará benefícios ambientais e redução nos custos de produção.

Com o desenvolvimento da cotonicultura irrigada, surgiu a tecnologia de uso de reguladores de crescimento, substâncias sintéticas que interferem na biossíntese do hormônio vegetal giberelina (LAMAS, 2001), visando reduzir o crescimento das plantas e proporcionar maior equilíbrio entre as partes reprodutivas e vegetativas, melhorando a sua eficiência na distribuição de fotoassimilados (ATAHYDE & LAMAS, 1999), entretanto, a eficiência destes produtores ainda precisam ser analisada sob diferentes condições ambientais, especialmente em condições onde seja inevitável o uso de água salina para irrigação.

Diante disto, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito da salinidade sobre a produção de plantas de algodoeiro em função do tratamento de sementes com cloreto de mepiquat.

METODOLOGIA

O experimento foi em casa de vegetação no Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizado no



município de Mossoró, RN. Conforme as coordenadas geográficas de 5°11'31" de latitude sul e 37°20'40" de longitude oeste de Greenwich, e com altitude média de 18 m.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 2 x 5, com quatro repetições. Os tratamentos resultaram da combinação de sementes tratadas ou não tratadas com regulador de crescimento (Sementes tratadas com cloreto de mepiquat; Sementes não tratadas), com cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (S_1 -0,5; S_2 -2,0; S_3 -3,5, S_4 -5,0 e S_5 -6,5 dS m⁻¹).

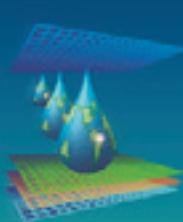
As sementes foram tratadas através de embebição em solução de cloreto de mepiquat na concentração de 7,5% (v/v) por um período de 12 horas, em seguida, as sementes foram secas à sombra e conservadas em sacos de papel até a semeadura (NAGASHIMA et al., 2007), que foi realizada cinco dias após o tratamento.

Os diferentes níveis de salinidade foram obtidos pela dissolução de cloreto de sódio (NaCl) em água proveniente do sistema de abastecimento do campus da UFERSA (S_1), ajustando-se com condutivímetro de bancada, com correção automática de temperatura.

Foi utilizado material de solo do tipo Latossolo vermelho amarelo de textura arenosa, coletado na camada de 0-30 m de profundidade, em área não cultivada localizada no Campus da UFERSA. Antes do acomodamento do solo nos vasos, foi retirada uma subamostra para ser submetida a análises físico-químicas, cujos resultados foram, pH=5,30, Ca=0,40 (cmol_c dm⁻³); Mg=0,60 (cmol_c dm⁻³); K=0,14 (cmol_c dm⁻³); Na=0,13 (cmol_c dm⁻³); Al=0,25 (cmol_c dm⁻³) P=2,20 (mg dm⁻³).

Em cada irrigação foi aplicado um volume de água suficiente para elevar a umidade do solo próximo da máxima capacidade de retenção de água no solo, sendo o volume de água aplicado determinado por meio de pesagens diárias.

A colheita foi realizada manualmente e numa única vez aos 110 dias após a semeadura. Os capulhos de cada planta foram pesados, e em seguida realizados o deslintamento manual para separação da fibra dos caroços. Os componentes avaliados foram: número de capulhos (NCAP), produção total de algodão em caroço (PRODTOT), produção de fibras (PRODFIB) e produção de sementes (PRODSEM). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias resultantes do tratamento de semente comparadas entre si aplicando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Em seguida, realizou-se a análise de regressão para as variáveis que foram significativas.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de variância foi observado efeito significativo da salinidade da água de irrigação sobre o número de capulhos (NCAP), produção total de algodão em caroço (PRODTOT), produção de fibras (PRODFIB) e produção de sementes (PRODSEM) ao nível de 1% de probabilidade, independente do tratamento de sementes com regulador de crescimento, de forma que foi ajustada apenas uma equação de regressão para as duas condições de sementes.

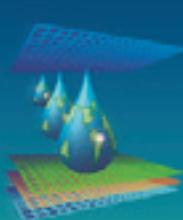
Não houve resposta efeito significativo do tratamento de sementes sobre os parâmetros de rendimento do algodoeiro, obtendo-se valores médios de 5,7; 19,1; 7,4 e 11,9, para NCAP, PRODTOT, PRODFIB e PRODSEM, respectivamente, estando de acordo com os resultados encontrados por Nagashima et al. (2007). Entretanto, o efeito do regulador de crescimento é mais acentuado sobre o desenvolvimento das plantas, resultando em plantas mais compactas, e possibilitando maior população de plantas por área, resultando consequentemente em maior produtividade.

O NCAP foi reduzido linearmente em resposta ao aumento da salinidade da água de irrigação, sendo observada redução em cerca de 0,46 capulhos por planta (6,46%), por aumento unitário da salinidade, e perda total de 38,79% nas plantas irrigadas com água de salinidade $6,5 \text{ dS m}^{-1}$, em comparação com aquelas irrigadas com água de menor salinidade. (Figura 1A). Estes resultados estão próximos aos obtidos por SOUZA JÚNIOR et al. (2005), que verificaram redução no NCAP na ordem de 6,55% por aumento unitário da salinidade.

A PRODTOT foi afetada pelo aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, sendo observado efeito deletério a partir de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, ajustando-se os dados a modelos polinomiais de segundo grau (Figura 1B). A análise da equação ajustada permitiu estimar pequena perda na PRODTOT entre as salinidade 0,5 e $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, na ordem de 12,62%, enquanto que, comparando-se a PRODTOT obtida na salinidade de $6,5 \text{ dS m}^{-1}$, com a obtida na salinidade de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, estima-se redução de 52,23%.

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por CAVALCANTE et al. (2005), que trabalhando com duas cultivares de algodão, CNPA-7H e colorido marrom BRS-200, sob irrigação com águas salinizadas, verificaram que o rendimento de ambas as cultivares foi comprometido com salinidade da água superior a $3,1 \text{ dS m}^{-1}$.

Avaliando as PRODFIB e PRODSEM isoladamente, verifica-se comportamento semelhante entre estas variáveis, bem como a PRODTOT, com redução significativa a partir da CEA $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, ajustando-se a equação de regressão quadrática para ambos os casos ($p <$



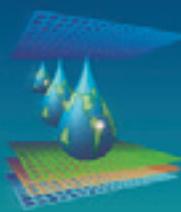
0,01). A PRODFIB (Figura 1C) foi menor que a PRODSEM (Figura 1D) em todos os níveis de salinidade, sendo obtidos, na salinidade de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, valores de $8,28$ e $12,94 \text{ g planta}^{-1}$, respectivamente. Os menores valores foram observados nas plantas irrigadas com água de salinidade $6,5 \text{ dS m}^{-1}$, com reduções totais 49,10% para PRODFIB (Figura 1C) e de 50,82% para PRODSEM (Figura 1D), em comparação com os valores obtidos na salinidade de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$. Os resultados obtidos no presente trabalho demonstram que o feito da salinidade sobre a produção do algodoeiro está relacionado com a redução do capulho por inteiro, evidenciando assim que a análise da produção de capulhos é suficiente na avaliação da produção da cultura sob estresse salino. JÁCOME et al. (2003) trabalhando com diferentes genótipos de algodoeiro também observaram redução nos parâmetros de produção em resposta ao aumento da salinidade.

CONCLUSÃO

Os parâmetros produtivos do algodoeiro foram reduzidos com uso de água com condutividade elétrica a partir de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, independente do tratamento das sementes com regulador de crescimento.

REFERÊNCIAS

- ATAHYDE, M. L. F.; LAMAS, F. M. Aplicação de cloreto de mepiquatno algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34,n.3, p.369-375, 1999.
- CAVALCANTE, I. H. L.; OLIVEIRA, F. A.; CAVALCANTE, L. F.; BECKMANN, M. Z.; CAMPOS, M. C. C.; GONDIM, S. C. Crescimento e produção de duas cultivares de algodão irrigadas com águas salinizadas. . **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, (Suplemento), p. 108-111, 2005.
- JÁCOME, A. G.; OLIVEIRA, R. H.; FERNANDES, P. D.; GHEY, H. R. SOUZA, A. P.; GONÇALVES, A. C. A. Comportamento produtivo de genótipos de algodão sob condições salinas. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 25, n. 01, p. 187-194, 2003.
- LAMAS, F. M. Regulador de crescimento na cultura do algodoeiro:comparação entre produtos e formas de fracionamento de doses.In: Congresso Brasileiro de Algodão, 3. 2001. Campo Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. p.514-518.



- NAGASHIMA, G. T.; MIGLIORANZA, E.; MARUR, C. J.; YAMAOKA, S. R.; GOMES, J. C. Embebição de sementes com cloreto de mepiquat no crescimento e produção do algodoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 04, p. 1027-1034, 2007.
- SILVA, B. B.; RAO, T. V. R. The CWSI variations of a cotton crop in a semi-arid region of Northeast Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 62, p. 649-659, 2005.
- SILVA, S. M. S. et al. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 04, p.335-342, 2008.
- SOUZA JÚNIOR, S. P. SOARES, F. A. L.; SIQUEIRA, E. C.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; BELTRÃO, N. E. M. Germinação, crescimento e produção do algodoeiro colorido BRS Verde sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, (Suplemento), p. 236-241, 2005.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**.3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 719p.

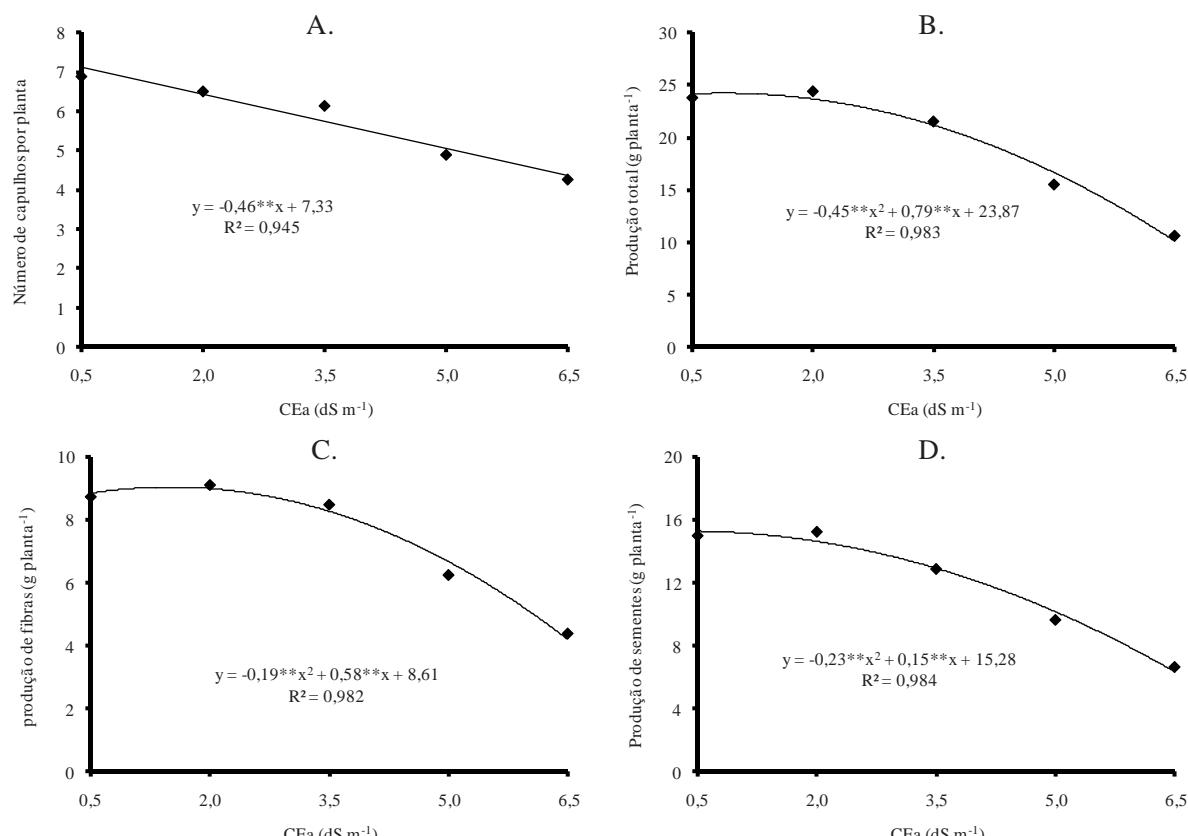
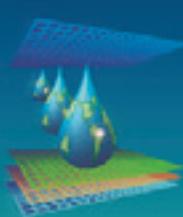


Figura 1- Número de capulhos (A), produção total (B), produção de fibras (C) e produção de sementes (D) do algodoeiro irrigado com água de diferentes níveis de salinidade



EFEITO DO TRATAMENTO DE SEMENTES COM REGULADOR E SALINIDADE SOBRE O DESENVOLVIMENTO DO ALGODEIRO

F. A. OLIVEIRA¹, J. F. MEDEIROS¹, R. C. ALVES², F. R. A. OLIVEIRA³, M. K. T.
OLIVEIRA⁴, A. G. FREIRE⁵

RESUMO - Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação em sementes tratadas com regulador vegetal no desenvolvimento do algodoeiro. O delineamento experimental adotado foi inteiramente ao acaso, arranjados em esquema fatorial 5 x 2 com quatro repetições. Os tratamentos resultaram da combinação de cinco níveis de salinidade da água de irrigação (S_1 -0,5; S_2 -2,0; S_3 -3,5; S_4 -5,0 e S_5 -6,5 dS m⁻¹) em sementes tratadas e não tratadas com regulador vegetal. As características avaliadas foram: número de folhas, área foliar, altura e massa seca da parte vegetativa. Todas as características foram reduzidas com o aumento da salinidade da água de irrigação, com maiores reduções para área foliar (média de 65,8%) e massa seca da parte vegetativa (64%). Seed treatment with mepiquat chloride did not alter the response of cotton salinity. Seed treatment with mepiquat chloride reduced leaf area, height and dry mass of vegetative part, independent of the salinity of irrigation water.

PALAVRAS CHAVE: *Gossypium hirsutum* L; Estresse salino; Cloreto de mepiquat.

EFFECT OF SEED TREATMENT WITH REGULATOR AND SALINITY ON THE DEVELOPMENT OF COTTON

ABSTRACT - This study was conducted to evaluate the effect of different levels of salinity of irrigation water in seeds treated with the plant growth regulator in developing cotton. It was used an entirely statistical randomized design, in factorial scheme 5 x 2, with four replications. The treatments resulted from the combination of four salinity levels of irrigation water (S_1 -0.5; S_2 -2.0; S_3 -3.5; S_4 -5.0 and S_5 -6.5 dS m⁻¹) in treated and untreated seeds with plant growth regulator. The variables evaluated were: number of leaves, leaf area, height and

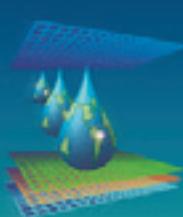
¹Prof.Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Av. Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, CEP: 59.625-90. Mossoró-RN, Fone: (84) 9141-0022, e-mail: thikaoamigao@ufersa.edu.br

² Graduando (a) em Agronomia, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró-RN

³ Embrapa, Sobral – CE

⁴ Doutoranda em Fitotecnia, UFERSA, Mossoró-RN

⁵ Doutorando em Ciência do Solo e Nutrição de Plantas, UFC, Fortaleza, CE



dry mass of vegetative. All features were reduced with increasing salinity of irrigation water, with greater reductions for leaf area (mean 65.8%) and dry weight of vegetative parts (64%).

KEY WORDS: *Gossypium hirsutum* L; Saline stress; Mepiquat chloride.

INTRODUÇÃO

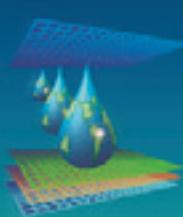
O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L) é uma das principais culturas exploradas no Brasil, cultivada em mais de quinze Estados. Ao decorrer de 10 anos, entre 1998 e 2008, o Brasil passou de importador para exportador de algodão, ocupando a quinta colocação dentre os países que mais produzem a cultura no mundo, respondendo por 5,7% da produção (COSTA et al., 2008).

A irrigação é uma das tecnologias de maior influência no desenvolvimento e produção das culturas, minimizando os efeitos nocivos das secas periódicas e da irregularidade das chuvas, condições edafoclimáticas típicas de regiões áridas e semiáridas. SILVA & RAO (2005) afirmam que a retomada da produção no Nordeste do Brasil está condicionada à aplicação de novas tecnologias, principalmente às relacionadas ao uso eficiente da água que provocará benefícios ambientais e redução nos custos de produção.

Devido a escassez de recursos hídricos, o uso de água de qualidade inferior vem sendo adotado como alternativa, entretanto, essas águas possuem, na maioria das vezes, sais dissolvidos, que em se tratando de regiões áridas e semiáridas irrigadas, potencializa o problema da salinização dos solos, causando sérios problemas sobre as culturas.

Atualmente tem-se intensificado o uso de regulares vegetais na cultura do algodoeiro, principalmente, do cloreto de mepiquat, um inibidor da síntese de giberelinas, para manejar o crescimento da altura, uniformizar o desenvolvimento e a maturação do algodoeiro. A eficiência do seu uso depende, além de outros fatores, das condições edafoclimáticas em determinada região.

Apesar da importância no uso desta tecnologia para o desenvolvimento da cotonicultura brasileira, ainda são escassos estudos sobre a eficiência do cloreto de mepiquat sobre diferentes condições de cultivo. Diante do exposto, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito do tratamento de sementes com regulador de crescimento e do uso de irrigação com água salina sobre o desenvolvimento do algodoeiro.



METODOLOGIA

O experimento foi em casa de vegetação, do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizado no município de Mossoró, RN. Conforme as coordenadas geográficas de 5°11'31" de latitude sul e 37°20'40" de longitude oeste de Greenwich, e com altitude média de 18 m.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 2 x 5, com quatro repetições. Os tratamentos resultaram da combinação de sementes tratadas ou não tratadas com regulador de crescimento (Sementes tratadas com cloreto de mepiquat; Sementes não tratadas), com cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (S_1 -0,5; S_2 -2,0; S_3 -3,5, S_4 -5,0 e S_5 -6,5 dS m⁻¹).

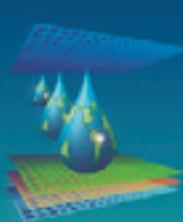
As sementes foram tratadas através de embebição em solução de cloreto de mepiquat na concentração de 7,5% (v/v) por um período de 12 horas, em seguida, as sementes foram secas à sombra e conservadas em sacos de papel até a semeadura (NAGASHIMA et al., 2005), que foi realizada cinco dias após o tratamento.

Os diferentes níveis de salinidade foram obtidos pela dissolução de cloreto de sódio (NaCl) em água proveniente do sistema de abastecimento do campus da UFERSA (S_1), ajustando-se com condutivímetro de bancada, com correção automática de temperatura.

Foi utilizado material de solo do tipo Latossolo vermelho amarelo de textura arenosa, coletado na camada de 0-30 m de profundidade, em área não cultivada localizada no Campus da UFERSA, apresentando as seguintes características: pH=5,30; Ca=0,40 (cmol_c dm⁻³); Mg=0,60 (cmol_c dm⁻³); K=0,14 (cmol_c dm⁻³); Na=0,13 (cmol_c dm⁻³); Al=0,25 (cmol_c dm⁻³) P=2,20 (mg dm⁻³).

As plantas foram analisadas aos 110 dias após a semeadura, analisando as seguintes variáveis: número de folhas (NF), área foliar (AF), altura (ALT) e massa seca da parte vegetativa (MSPV). A área foliar foi determinada através de um integrador de área, marca LI-COR, modelo LI-3100. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 65 °C até atingir pesos constantes, determinados em balança de precisão (0,01g).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias resultantes do tratamento de semente comparadas entre si aplicando-se o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados do efeito da salinidade foram submetidos à análise de regressão.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

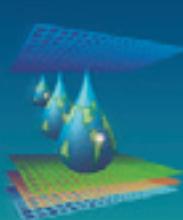
Houve efeito significativo da interação entre os fatores salinidade da água de irrigação e tratamento de sementes com cloreto de mepiquat apenas para a área foliar (AF) ($p < 0,01$). Quanto ao efeito isolado dos fatores, verificou-se que a salinidade afetou significativamente o número de folhas (NF), área foliar (AF), altura (ALT) e massa seca da parte vegetativa (MSPV) ($p < 0,01$), ($p < 0,05$). Com relação ao tratamento das sementes, verificou-se efeito significativo para AF, ALT e MSPV ($p < 0,01$).

Houve efeito do tratamento de sementes com o regulador de crescimento para AF, ALT e MSPV, com os maiores valores ocorrendo na ausência do tratamento, obtendo-se valores AF máxima de $1405,8 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$, ALT de 49,3 cm e MSPV de $19,9 \text{ g planta}^{-1}$, sendo superior em cerca de 12,4; 42,1 e 23,6%, para AF, ALT e MSPV, respectivamente, em relação com as plantas oriundas de sementes tratadas. Tais resultados estão de acordo com os relatados por Nagashima et al. (2005), e demonstra a eficiência do tratamento de sementes com regulador de crescimento, mesmo em plantas submetidas ao estresse salino.

O número de folhas por planta foi reduzido pelo aumento da salinidade de forma semelhante para sementes tratadas e não tratadas, ajustando-se à equação linear decrescente, sendo reduzido em cerca de 4,23 folhas por planta em resposta ao incremento unitário da condutividade da água de irrigação, resultando em perda total nas plantas irrigadas com a água de maior salinidade ($6,5 \text{ ds m}^{-1}$) em cerca de 52,5%, em relação às plantas irrigadas com água sem adição de sais ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$) (Figura 1A).

A redução no número de folhas pode ser justificada considerando que uma das alterações fisiológicas em relação ao estresse hídrico, provocado pela redução no potencial osmótico, é a maior produção endógena de hormônios vegetais, como o ácido abscísico e o etileno, e na presença desses compostos há maior senescência e abscisão foliar, comportamento semelhante ao observado por BALDO et al. (2009).

A área foliar foi reduzida pela salinidade da água de irrigação tanto para sementes tratadas como para não tratadas; no entanto, verificou-se que a intensidade do efeito da salinidade variou de acordo com o tratamento da semente. Para ambos os casos foi ajustada equação de regressão linear decrescente, no entanto, o efeito da salinidade foi mais severo nas plantas oriundas de sementes tratadas, sendo observada redução de $209,54$ e $130,76 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$, por aumento unitário da salinidade, e redução totais de 60,8 e 43,1%, respectivamente (Figura 1B). A redução da área foliar, com o aumento do nível salino da água de irrigação é provavelmente, um processo fisiológico de defesa das plantas, no qual elas



procuram se proteger da perda de água, reduzindo sua superfície de transpiração (TESTER & DAVEMPORT, 2003).

A altura das plantas (Figura 1C) foi reduzida em resposta à salinidade da água de irrigação, independente do tratamento das sementes com cloreto de mepiquat, sendo ajustada equação linear decrescente. A partir da equação de regressão ajustada, verifica-se redução de cerca de $2,72 \text{ cm planta}^{-1}$ por aumento unitário na condutividade elétrica na água utilizada na irrigação, e redução total de 32,54% nas plantas irrigadas com água de salinidade $6,5 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 1C). Efeito negativo da salinidade da água ou do solo sobre a altura de plantas do algodoeiro tem sido constatado por diversos autores como JÁCOME et al. (2003).

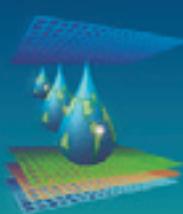
Foi observado resposta significativa e negativa do aumento da salinidade da água de irrigação sobre massa seca da parte vegetativa, sendo observada perda em cerca de $2,65 \text{ g planta}^{-1}$, por aumento unitário da salinidade, com redução total de 52,9% nas plantas irrigadas com água de condutividade elétrica de $6,5 \text{ dS m}^{-1}$, em comparação com aquelas irrigadas com água de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 1D). Estudos realizados com diferentes espécies de interesse agronômico têm demonstrado o efeito deletério da salinidade sobre a atividade fotossintética e desenvolvimento das plantas (JACOME et al., 2003).

CONCLUSÃO

Todas as características avaliadas foram reduzidas com o aumento da salinidade da água de irrigação, com maiores reduções para área foliar (média de 65,8%) e massa seca da parte vegetativa (64%). O tratamento das sementes com cloreto de mepiquat não alterou a resposta do algodoeiro à salinidade. O tratamento de sementes com cloreto de mepiquat reduziu a área foliar, a altura e o acúmulo de massa seca da parte vegetativa, independente da salinidade da água de irrigação.

REFERÊNCIAS

- BALDO, R.; SCALON, S. P. Q.; JARDIM, Y. B. C. Comportamento do algodoeiro cultivar delta opal sob estresse hídrico com e sem aplicação de bioestimulante. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 1804-1812, 2009. Número especial.



- COSTA, A. C. P., MACEDO, F. S., HONCZAR, G. **Algodão**. In: AGRONEGÓCIO brasileiro. São Paulo: Sonopress Gráfica, 2008. p. 24-29.
- JACOME, A. G.; OLIVEIRA, R. H.; FERNANDES, P. D.; GHEY, H. R. SOUZA, A. P.; GONÇALVES, A. C. A. Comportamento produtivo de genótipos de algodão sob condições salinas. *Acta ScientiarumAgronomy*, v. 25, n. 01, p. 187-194, 2003
- NAGASHIMA, G. T.; MARUR, C. J.; YAMAOKA, R. S.; MIGLIORANZA, É. Desenvolvimento de plantas de algodão provenientes de sementes embebidas com cloreto de mepiquat. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, n. 09, p. 943-946, 2005.
- SILVA, B. B.; RAO, T. V. R. The CWSI variations of a cotton crop in a semi-arid region of Northeast Brazil. *Journal of Arid Environments*, v. 62, n. 04, p. 649-659, 2005.
- TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺toleranceand Na⁺transport in higherplants. *Annals of Botany*, v. 91, p. 503-527, 2003.

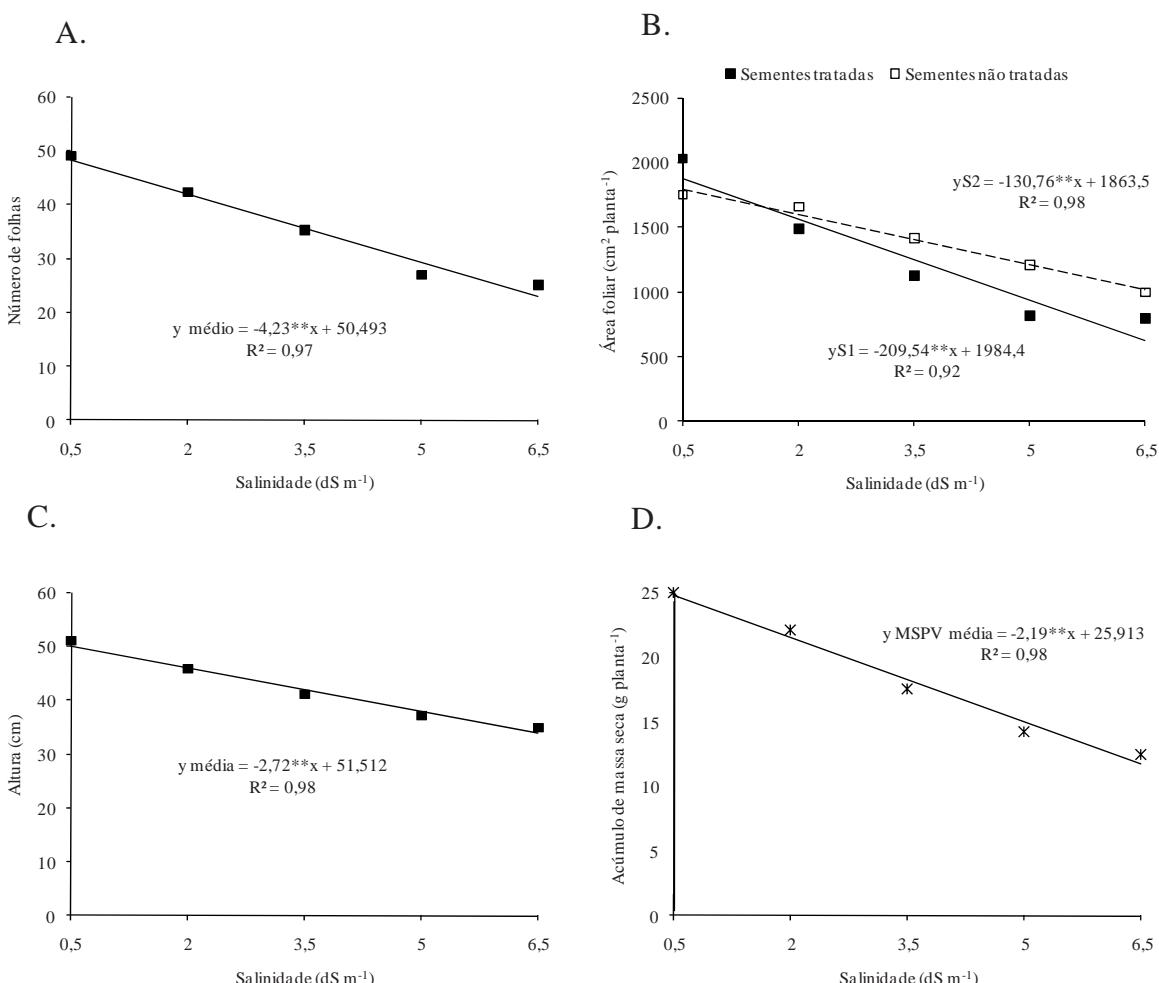
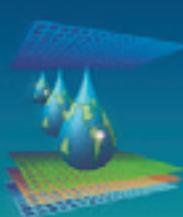


Figura 1. Número de folhas por planta (A), área foliar (B), altura (C) e acúmulo de massa seca (D) no algodoeiro em função do tratamento das sementes com cloreto de mepiquat e da irrigação com água salina.



ACÚMULO E PARTIÇÃO DE BIOMASSA NA CULTURA DA BERINJELA IRRIGADA COM ÁGUA SALINA

R. C. ALVES¹, F. A. OLIVEIRA², N. K. C. SILVA¹, F. M. S. BEZERRA¹, P. S. F. LINHARES¹, A. M. A. MEDEIROS¹, J. F. MEDEIROS², A. L. B. CAVALCANTE¹

RESUMO – A fitomassa é uma variável que permite conhecer o acúmulo e partição de fotoassimilados e nutrientes, facilitando a compreensão das respostas das culturas em relação a produtividade. Com isto teve-se como objetivo determinar o acúmulo e partição de massa seca da cultura da berinjela irrigada com água salina. O experimento foi realizado na UFERSA, em Mossoró-RN. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro níveis salino ($0,5; 2,0; 4,0$ e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$). Após a colheita, foram avaliados os seguintes parâmetros: massa seca de folhas (MSF), caule (MSC), fruto (MSFR) e total (MST). Os dados foram analisados através da análise de regressão, ajustando-se ao modelo linear e quadrático decrescentes, onde se verificou efeito negativo da salinidade em todos os parâmetros avaliados, onde se evidenciou perdas maiores na massa seca de frutos. Por tanto o aumento da salinidade na água de irrigação não se mostra como alternativa para o cultivo de berinjela.

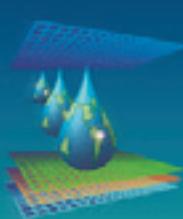
PALAVRAS CHAVE: *Solanum melongena* L., Irrigação, Estresse salino

ACCUMULATION AND PARTITION OF BIOMASS IN EGGPLANT CROP IRRIGATED WITH SALINE WATER

ABSTRACT – The biomass is a variable that allows to know the accumulation and partitioning of assimilates and nutrients, facilitating the understanding of crop responses in relation to productivity. With that had as objective to determine the accumulation and partitioning of dry mass of eggplant crop irrigated with saline water. The experiment was conducted in UFERSA in Mossoró-RN. We used a completely randomized design with four treatments and four replications. The treatments consisted of four salinity levels ($0.5, 2.0, 4.0$ and 6.0 dS m^{-1}). After harvesting, the following parameters were evaluated: dry leaf mass

¹ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Av. Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, CEP: 59.625-90. Mossoró-RN, Fone: (84) 9990-5578, e-mail: cassiaagro-23@hotmail.com

² Prof. Dr. Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró-RN.



(MSF), stem (MSC), fruit (MSFR) and total (MST). Data were analyzed by regression analysis, adjusting to the decreasing linear end quadratic model where negative effect of salinity on all parameters, which showed greater loss in dry mass fruits. Therefore the increase of salinity in the irrigation water is not shown as an alternative to the cultivation of eggplant.

KEY WORDS: *Solanum melongena* L., Irrigation, Saline stress

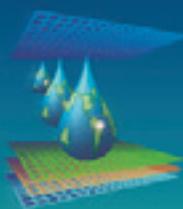
INTRODUÇÃO

A berinjela (*Solanum melongena* L.), pertencente a família das solanáceas, é uma hortaliça de expressiva importância econômica em decorrência do crescente interesse da população por alimentos com propriedades medicinais e de baixa caloria (RIBEIRO et al., 1998). A berinjela pode ser mais uma alternativa de renda para o pequeno produtor, entretanto, para se obter êxito no seu cultivo, assim como, com outras hortaliças, o manejo da irrigação é fator primordial.

Devido a escassez de recursos hídricos, o uso de água de qualidade inferior vem sendo adotado como alternativa, entretanto, essas águas possuem, na maioria das vezes, sais dissolvidos, que em se tratando de regiões áridas e semiáridas irrigadas, potencializa o problema da salinização dos solos, causando sérios problemas sobre as culturas.

A fitomassa é uma variável que permite conhecer o acúmulo e partição de fotoassimilados e nutrientes, facilitando a compreensão das respostas das culturas em relação à produtividade. Tanto o acúmulo quanto a distribuição de biomassa na planta podem ser afetadas pela salinidade, em decorrência dos efeitos osmóticos, tóxicos e nutricionais. Desta forma, a compreensão das diferentes respostas que as culturas apresentam em relação aos tratamentos aplicados permite adotar um manejo cultural mais eficiente, reduzindo gastos e elevando-se a produtividade. Diante ao exposto, objetivou-se com este trabalho determinar o acúmulo e partição de massa seca da cultura da berinjela irrigada com água salina.

MATERIAL E MÉTODOS



O experimento foi conduzido no período de Dezembro de 2011 a Abril 2012 no Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada no município de Mossoró, RN localizado a 20 metros de altitude, a 5°11" de latitude Sul e 37°20" de longitude Oeste.

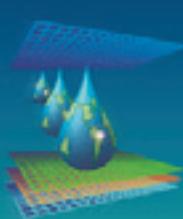
O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de quatro níveis de salinidade (0,5, 2,0, 3,0 e 4,0 dS m⁻¹). O substrato utilizado foi coletado na camada de 0-0,2 m de um Argissolo, no campus da UFERSA. O material do solo foi peneirado em malha de 4 mm, e em seguida retirada uma amostra para fins de análises químicas, que apresentou as seguintes características: CE=0,70 dS m⁻¹, pH=6,90, Ca=4,10, Mg=2,00, K=0,27, Na=0,11, Al=0,00 (mmol_c L⁻¹), P=35,61 (mg dm⁻³).

Antes do transplantio das mudas realizou-se adubação de plantio, nas seguintes quantidades: N - 300; P - 200; K - 150; Ca - 75 mg kg⁻¹. Além da adubação de plantio, aplicou-se acima adubação de cobertura via fertirrigação, aplicando-se as seguintes quantidades de macronutrientes: N=15 g planta⁻¹, P=6 g planta⁻¹, K=25 g planta⁻¹, Ca=10 g planta⁻¹ e Mg=2 g planta⁻¹, distribuídas ao longo do experimento em intervalos semanais, de acordo com a marcha de absorção da cultura. Foram realizadas aplicações em intervalo semanais Quelatec AZ como fonte de micronutrientes, utilizando a dose recomendada pelo fabricante para solanáceas. Durante o ciclo foram feitas adubações foliares à base de cálcio e boro, elementos importantes na fase de frutificação, usando como fonte o produto CaB 10.

Para a salinidade S₁-0,5 dS m⁻¹ foi utilizada água proveniente do sistema de abastecimento do campus da UFERSA, cujas análises físicas e químicas determinou as seguintes características: pH= 8,30; CE= 0,50 dS m⁻¹; Ca²⁺= 3,10; Mg²⁺= 1,10; K⁺= 0,30; Na⁺= 2,30; Cl⁻ = 1,80; HCO₃⁻= 3,00; CO₃²⁻= 0,20 (mmol_c L⁻¹). As demais salinidade foram obtidas pela dissolução de cloreto de sódio (NaCl) à água cujas características foram descritas acima, ajustando-se as respectivas condutividades elétricas utilizando um condutivímetro de bancada, com ajuste automática da temperatura.

A irrigação foi realizada através de sistema de gotejamento, sendo a irrigação realizada com frequência de uma vez ao dia no período até os 35 dias após o transplantio. A partir dos 35 dias até o final do experimento as irrigações foram realizadas duas vezes ao dia.

Ao longo do experimento foram realizadas seis colheitas de frutos, os quais foram pesados, desidratados e armazenados. As plantas foram coletadas aos 120 dias após a semeadura analisadas quanto ao acúmulo de massa seca de folhas (MSF), caule (MSC), fruto (MSFR) e total (MST). Para determinação da massa seca, o material vegetal foi



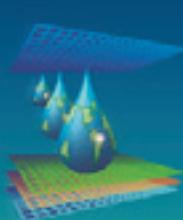
acondicionado em sacos de papel e posto para secar em estufa de circulação forçada de ar, a temperatura de 65°C ($\pm 1^\circ\text{C}$), até atingir peso constante, sendo em seguida pesadas em balança analítica. A partir das respectivas massas secas, determinou-se a partição da fitomassa nas diferentes partes das plantas. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, e as médias referentes aos efeitos das salinidades foram analisados através da análise de regressão e pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se software estatístico SISVAR versão 4.2 (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi verificado efeito significativo do aumento da salinidade sobre todas as variáveis estudadas ao nível de 1% de probabilidade, e as respostas foram variadas entre as variáveis. Para massa seca de folhas (MSF), verificou-se inicialmente redução em resposta ao aumento da salinidade na água de irrigação, obtendo-se menor valor para salinidade de 4,5 dS m⁻¹, obtendo MSF de 27,8 g planta⁻¹, correspondente ao decréscimo de aproximadamente 43,1% em comparação com as plantas irrigadas com água de menor salinidade (0,5 dS m⁻¹), na qual obteve-se MSF de 48,8 g planta⁻¹. A partir da salinidade de 4,5 dS m⁻¹, foi observada tendência de aumento na MSF, obtendo 20,9 g planta⁻¹ na salinidade de 6,0 dS m⁻¹ (Figura 1A).

A tendência de aumento na MSF na maior salinidade pode ter ocorrido em consequência de uma possível estratégia de adaptação das plantas, pois, sob condições de estresse salino é comum ocorrer menor frutificação, devido, entre outros fatores ao aumento na taxa de abortamento. Assim, os fotoassimilados que seriam drenados para os frutos, foram direcionados para a emissão de novas folhas, aumentando, consequentemente, a MSF.

Para massa seca de caule (MSC), de frutos (MSFR) e total (MST), foram observadas respostas lineares e negativas, de forma que os maiores valores ocorreram na menor salinidade (0,5 dS m⁻¹), com 71,5; 104,9 e 202,8 g planta⁻¹, respectivamente. A partir desta salinidade, verificaram-se, por aumento unitário na salinidade da água de irrigação, reduções de aproximadamente 6,2 g planta⁻¹ para MSC (Figura 1B), 14,59 g planta⁻¹ para MSFR (Figura 1C), e de 21,01 g planta⁻¹ para MST (Figura 1D). Assim, a partir das equações de regressão ajustadas, verificaram os menores valores na salinidade de 6,0 dS m⁻¹, obtendo-se cerca de 37,35 g planta⁻¹ na MSC; 44,33 g planta na MSFR e de 88,74 g planta⁻¹ para MST, correspondentes a perdas totais de aproximadamente 47,7; 76,5 e 59,8%, para MSC, MSFR e



MST, respectivamente. MARQUES (2003), trabalhando com a cultura da berinjela também pode observar que com o aumento da salinidade houve redução na produção de matéria seca.

Alguns autores atribuem a redução no crescimento das plantas em condições salinas ao fechamento dos estômatos foliares, com o objetivo de reduzir a perda de água por transpiração, acarretando numa menor taxa fotossintética.

Na Figura 1E é apresentada a partição da fitomassa nas diferentes partes da planta, na qual pode-se observar que houve distribuição média dos fotoassimilados na ordem de 36,1% para MSC, 23,97% para MSF e 39,93% para MSFR. Resultados semelhantes foram observados por SAVVAS & LENS (2000), onde encontraram distribuição de matéria seca entre caule, folha e frutos de berinjela de 30, 25 e 45% respectivamente.

Ainda na Figura 1E, pode-se observar que o aumento da salinidade da água provocou redução maior na MSFR em comparação com a MSC e MSF, principalmente na maior salinidade ($6,0 \text{ dS m}^{-1}$), na qual obteve-se a menor participação da MSFR (23,12%). Em contrapartida, na maior salinidade houve aumento na participação da MSF e MSC, obtendo os percentuais máximos de 33,50 e 43,39%, respectivamente. Esses resultados demonstram que sob estresse salino a berinjela reduz significativamente a translocação de fotoassimilados para os frutos, o que pode estar relacionado com a menor absorção e translocação de água e nutrientes para os frutos, e estão de acordo com AZUMA et al. (2010), os quais trabalhando com pimentão, observaram que os frutos são mais sensíveis ao estresse salino do que as folhas.

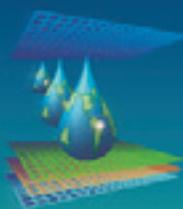
CONCLUSÕES

A CE da água de irrigação que proporcionou o maior acúmulo de matéria seca em plantas de berinjela foi de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$.

Elevados níveis de salinidade provocam perdas significativas na matéria seca da berinjela.

Os frutos foram mais afetados pela salinidade da água em comparação com o caule e as folhas.

REFERÊNCIAS



AZUMA, R.; ITO, N.; NAKAYAMA, N.; SUWA, R.; NGUYEN, N. T.; LARRINAGA-MAYORAL, J. A.; ESAKA, M.; FUJIYAMA, H.; SANEOKA, H. Fruits are more sensitive to salinity than leaves and stems in pepper plants (*Capsicum annuum* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 125, 171-178, 2010.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v.6, n.2 p.36-41, 2008.

MARQUES, D. C. **Produção de berinjela (*Solanum melongena* L.) irrigada com diferentes lâminas e concentrações de sais na água.** 2003. 55 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

RIBEIRO, C.S. da C.; BRUNE, S.; REIFCHNEIDER, F.J.B. **Cultivo da berinjela.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 1998. 23 p. (Embrapa Hortaliças. Instrução Técnica15).

SAVVAS, D.; LENZ, F. Effects of NaCl or nutrientinducedsalinity on growth, yield, and composition of eggplants grown in rockwool. **Scientia Horticulturae**, v.84, n.1-2, p.37-47, 2000.

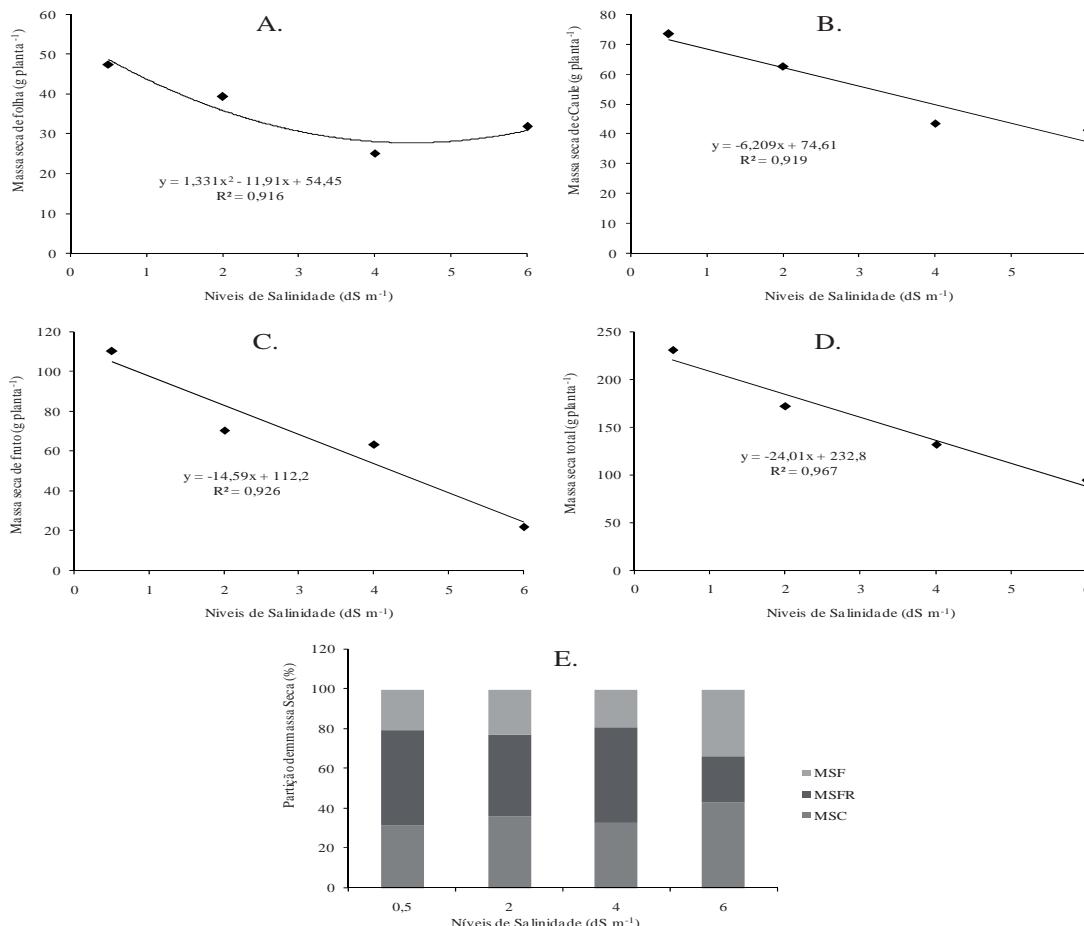
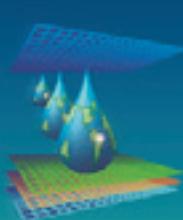


Figura 1: Acúmulo e participação de matéria seca no desenvolvimento de plantas de berinjela irrigadas com diferentes níveis de salinidade .



ACÚMULO DE NUTRIENTES DO MELOEIRO CULTIVADO SOB DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE E NITROGÊNIO¹

L. D. A. FREITAS²; V. B. FIGUEIRÉDO³; M. das G. AMÂNCIO⁴; F de Q. PORTO FILHO³;
J. F. de MEDEIROS³; G. M. FREIRE⁴; N. C. PONTES⁴

RESUMO: Com o objetivo de analisar o acúmulo de nutrientes do melão Orange Flesh cultivado sob diferentes níveis de salinidade e nitrogênio, foi conduzido experimento na Fazenda Experimental da UFERSA, Mossoró-RN. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em um esquema de parcelas divididas, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídas por cinco níveis de salinidade da água de irrigação ($S1=0,57\text{ dS m}^{-1}$, $S2=1,65\text{ dS m}^{-1}$, $S3=2,65\text{ dS m}^{-1}$, $S4=3,5\text{ dS m}^{-1}$ e $S5=4,5\text{ dS m}^{-1}$) e três níveis de nitrogênio ($N1=68\%$, $N2=90\%$ e $N3=135\%$ da aplicação recomendada) aplicados via fertirrigação. Foram os acúmulos de Na, K, P, N, Ca e Mg em cada fração da planta (caule, folha e fruto) nos dias 23, 31, 50 e 64 após o transplantio (DAT). A taxa de absorção dos nutrientes pelas plantas foi baixa nos primeiros 23 DAT e foi máxima após a frutificação. Os níveis de salinidade afetaram o acúmulo de nutrientes do melão. A extração de nutrientes no melão em ordem decrescente foi $\text{Na} > \text{K} > \text{Ca} > \text{N} > \text{Mg} > \text{P}$.

PALAVRAS-CHAVE: *Cucumis melo L*; qualidade de água; adubação nitrogenada.

ACCUMULATION OF NUTRIENTS MELON GROWN UNDER DIFFERENT SALINITY LEVELS AND NITROGEN

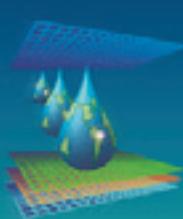
SUMMARY: This study objective was analyze the nutrient accumulation of Orange Flesh melons grown under different levels of salinity and nitrogen. The experiment was conducted at Experimental Farm UFERSA Mossoró-RN. The experimental design was a randomized block design in subdivided plots with four replications. The treatments consisted of five salinity levels of irrigation water ($S1 = 0.57\text{ dS m}^{-1}$, $S2 = 1.65\text{ dS m}^{-1}$, $S3 = 2.65\text{ dS m}^{-1}$, $S4 = 3.5\text{ dS m}^{-1}$ and $S5 = 4.5\text{ dS m}^{-1}$) and three nitrogen levels ($N1 = 68\%$, $N2 = N3 = 90\%$ and 135% of recommended application) applied by fertigation. It was the accumulation of Na, K, P, N, Ca and Mg in each fraction of the plant (stem, leaf and fruit) on days 23, 31, 50 and 64 after transplanting (DAT). The rate of absorption of nutrients by plants was low in the first 23

¹ Parte da dissertação de mestrado em Irrigação e Drenagem- -UFERSA do primeiro autor.

² M.Sc., Depto de Ciências Ambientais, Costa e Silva, Km 47, Br 110, UFERSA, CEP: 59600-900, Mossoró, RN. Fone (84) 3315-1799. e-mail: ludifreitas@yahoo.com.br

³ Prof. Doutor, Depto de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró-RN.

⁴ Eng. Agrônoma, Depto de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró-RN.



DAT and was maximal after fruiting. Salinity levels affected the accumulation of nutrients melon. Nutrient uptake in melon in descending order was Na > K > Ca > N > Mg > P.

KEYWORDS: *Cucumis melo L.* Water quality. Nitrogen fertilization.

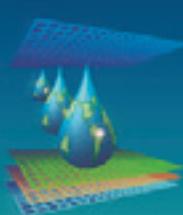
INTRODUÇÃO

O Estado do Rio Grande do Norte é considerado atualmente como uma das três áreas frutícolas mais importantes do Nordeste, destacando-se como maior produtor de melão do Brasil, apresentando alto desempenho da cultura e tendo nas médias e grandes empresas a sua produção voltada para a exportação. Na Chapada do Apodi - RN, onde está concentrada boa parte da produção de melão as águas subterrâneas são provenientes de dois tipos de aquíferos, o Arenito Açu, com poços profundos e água de boa qualidade, com condutividade elétrica em torno de $0,6 \text{ dS m}^{-1}$, entretanto, exigindo alto investimento para sua captação e o Calcário Jandaíra, com poços rasos, com menor custo de implementação do poço e de captação, mas com condutividade elétrica que pode chegar a $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ (LISBOA, 2000).

O nitrogênio exerce efeito benéfico na qualidade dos frutos do melão, aumentando o número, peso e Brix, como também, melhorando a consistência da polpa, o formato e a cor dos frutos e o advento da fertirrigação tem comprovada eficácia no aumento de produtividade, na melhoria da qualidade dos frutos, na redução de mão-de-obra, do consumo de energia e dos gastos com equipamentos (FARIAS et. al, 2003). Um fator importante para a fertirrigação é conhecimento da marcha de absorção das plantas, pois permite saber quando aplicar o nutriente, já a produção de matéria seca de planta é utilizada para indicar a intensidade de crescimento da mesma, por sua vez, o conhecimento dos padrões de acúmulo de matéria seca de uma cultura possibilita melhor entendimento dos fatores relacionados com a nutrição mineral (MAIA, 2005). A marcha de absorção de nutrientes é referência importante para o fornecimento dos mesmos em doses adequadas ao bom desenvolvimento das plantas. O objetivo deste trabalho foi analisar o crescimento, a produção e acúmulo de nutrientes do melão Orange Flesh cultivado sob diferentes níveis de salinidade e nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

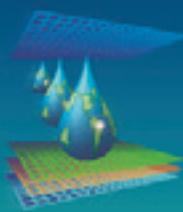
O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, município de Mossoró-RN, a fazenda esta situada a $5^{\circ}03'37''$ S e $37^{\circ}23'50''$ W Gr e altitude de 72 m. O melão utilizado foi do tipo Honey Dew cultivar Orange Flesh híbrido County, cultivado sob mulching, colocado previamente nos camalhões. Foi fornecido na adubação de fundação $92,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, 123 kg ha^{-1} de P_2O_5 kg ha^{-1} e $230,5,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de



K₂O. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, sendo os tratamentos compostos por cinco níveis de salinidade da água (S1 = 0,57 dS m⁻¹, S2 = 1,65 dS m⁻¹, S3 = 2,65 dS m⁻¹, S4 = 3,5 dS m⁻¹ e S5 = 4,5 dS m⁻¹) e três níveis de nitrogênio (N1 = 68 %, N2 = 90% e N3 = 135% da aplicação recomendada) as doses de N é com relação a dose média 92,5 kg de N aplicado correspondeu a 100% da dose aplicada via fertirrigação. Desta maneira, a água de menor salinidade (S1) foi proveniente de um poço artesiano profundo e a água de maior salinidade (S5) produzida previamente com a mistura dos sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgSO₄.6H₂O de modo que a relação catiônica Na:Ca:Mg foi de 7:2:1 de acordo com MEDEIROS (1992), Os outros três níveis de salinidade da água foram obtidos da mistura dessas duas águas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, sendo os tratamentos dispostos num esquema de parcelas subdivididas no tempo, tendo nas parcelas os cinco níveis de salinidade da água de irrigação e os três níveis de nitrogênio e nas subparcelas os tempos avaliados 23, 31, 50 e 64 DAT para avaliação do acúmulo de nutrientes. Os dados foram interpretados por meio de análise de variância e da regressão dentro de cada tempo. Para a determinação do acúmulo de nutrientes presentes em cada órgão da planta (folha e fruto) utilizaram-se tratamentos referentes aos níveis de salinidade e nitrogênio coletando as plantas da parcela útil. Os nutrientes analisados foram Sódio, Potássio, Fósforo, Nitrogênio, Cálcio e Magnésio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acúmulo de nutrientes pelas plantas do melão Orange Flesh foi baixa nos primeiros 23 DAT, coincidindo com o período de menor acúmulo de massa seca para todos os níveis de salinidades. Maior incremento no acúmulo de nutrientes aconteceu após a frutificação, a partir dos 31 DAT, a partir daí houve um decréscimo da maioria dos nutrientes nas folhas, principalmente após 50 DAT, devido ao elevado acúmulo de massa seca pelos frutos, estabelecendo uma correspondente demanda por nutrientes. Pode-se inferir, a partir das curvas de acúmulo (Figuras 1 e 2) que houve forte translocação desses nutrientes das folhas para os frutos. Resultados semelhantes foram verificados por GRANGEIRO et. al. (2005), na melancia sem sementes, quando observaram redução dos teores de N, P e K nas folhas com o desenvolvimento dos frutos. Aos 64 DAT notou-se redução nos acúmulos de todos os nutrientes, de forma variada nos órgãos da planta, os quais foram muito influenciados pela forte redução dos conteúdos desses nutrientes nas folhas no final do ciclo Como não ocorreu efeito significativo de nitrogênio na análise de crescimento não se avaliou seu efeito no acúmulo de nutrientes. A absorção de nutrientes pelas plantas está diretamente relacionada à



disponibilidade destes e da água no solo. Entretanto, o aumento na aplicação de água pode levar a menores teores de nutrientes na planta, em função de um maior crescimento e/ou produção, provocando um efeito de diluição dos nutrientes nos tecidos da planta e, ainda, devido a perdas de nutrientes por lixiviação. (ALMEIDA et. al., 2002). A diminuição dos acúmulos de alguns nutrientes com o tempo deve-se ao efeito diluição desses nutrientes na planta. Outro efeito que contribui para a diminuição dos acúmulos dos nutrientes na planta é a translocação do nutriente das folhas mais velhas para o fruto que passa a se comportar como dreno, fato que é observado para elementos móveis na planta, como o nitrogênio e o potássio, principalmente nas épocas de enchimento e maturação dos frutos (MAIA et. al., 2005). Todos os fatores que proporcionarem mudanças diferenciadas nos valores das taxas de crescimento e absorção dos nutrientes acarretarão diferentes concentrações do nutriente no tecido vegetal, caso a taxa de crescimento seja nula, isto é, houve paralisação do crescimento da planta e o nutriente continua a ser absorvido, ocorrerá à concentração do nutriente; se porém, ocorrer o oposto, ou seja, rápido crescimento da planta, e o nutriente estiver sendo absorvido em menor taxa, dar-se-á à diluição.

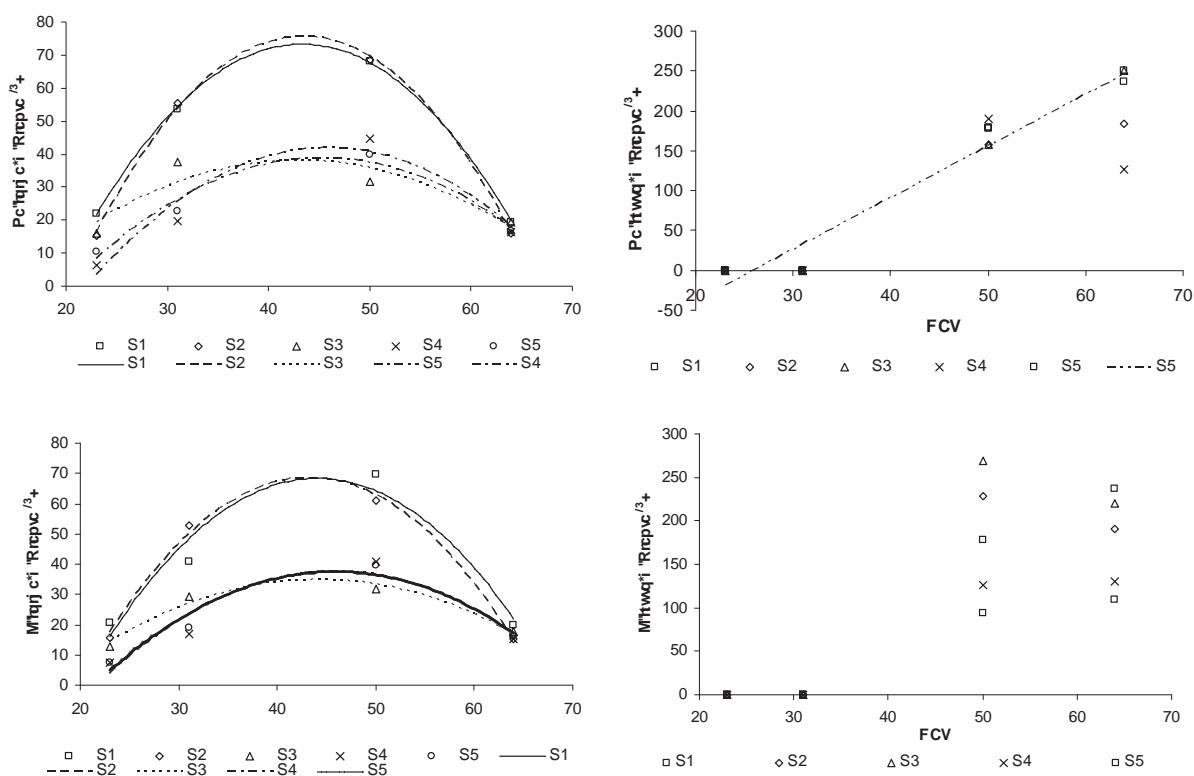


Figura 1. Acúmulo de Sódio (Na) e Potássio (K) em função de Dias Após o Transplantio (DAT), na folha e no fruto do melão Orange Flesh submetido a diferentes níveis de salinidade (S) da água de irrigação.

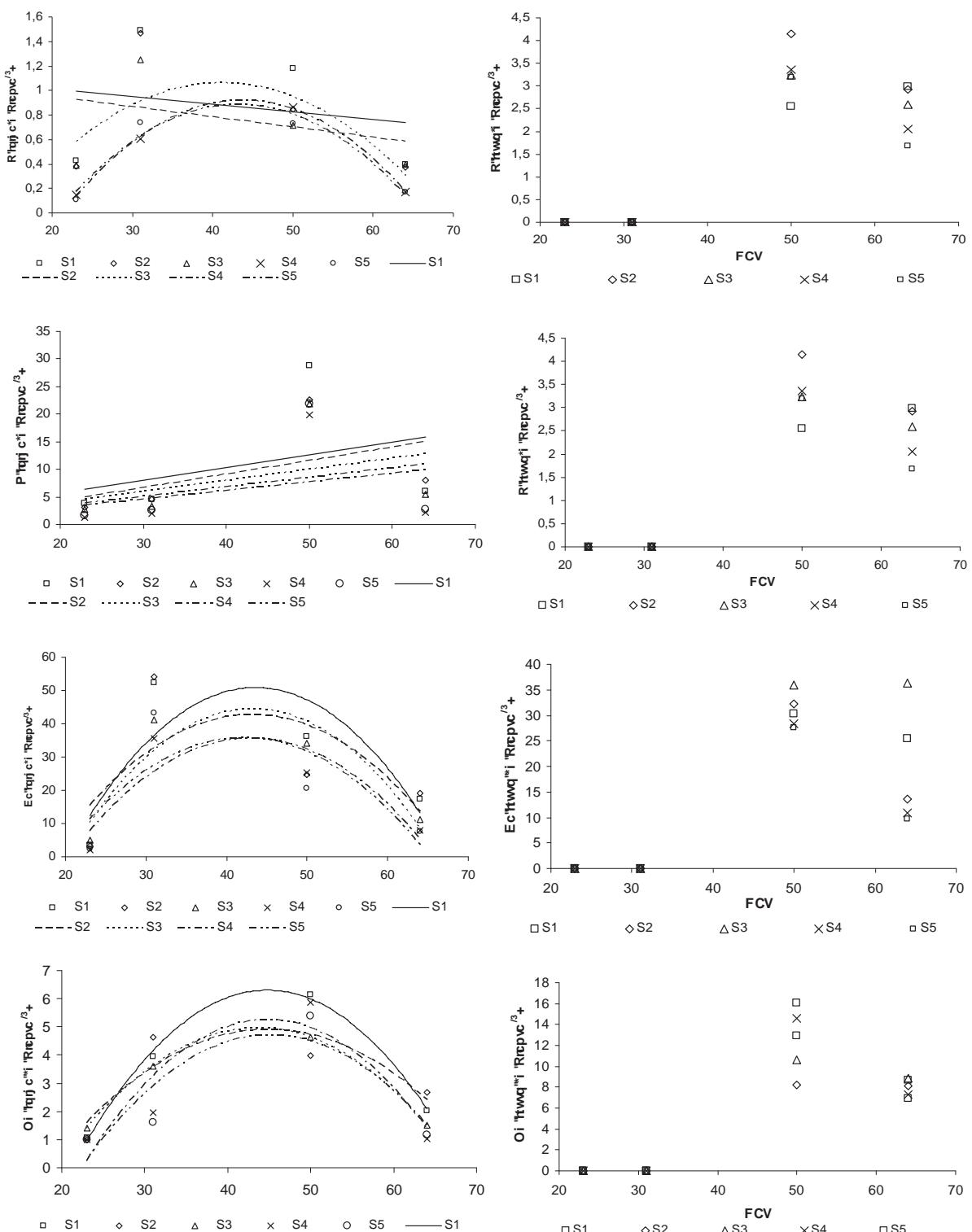
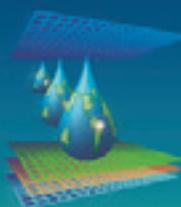
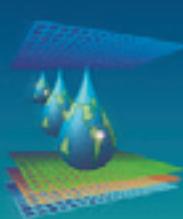


Figura 2. Acúmulo de Fósforo (P), Nitrogênio (N), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) em função de DAT na folha, e no fruto do melão Orange Flesh submetido a diferentes níveis de salinidade (S) da água de irrigação.

CONCLUSÕES

Os níveis de salinidade afetaram o acúmulo de nutrientes do melão. A extração de nutrientes no melão em ordem decrescente foi Na> K > Ca > N > Mg> P.



REFERÊNCIAS BIBIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.T.; BERNARDO, S.; MARINHO C.S. Teores de nutrientes do mamoeiro 'Improved Sunrise Solo 72/12' sob diferentes lâminas de irrigação, no Norte Fluminense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 2, p. 547-551, ago, 2002.

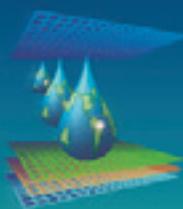
FARIAS, C.H.A.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MEDEIROS, J.F.; COSTA, M.C.; NASCIMENTO, I.B.; SILVA, M.C.C. Crescimento e desenvolvimento da cultura do melão sob diferentes lâminas de irrigação e salinidade da água. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.3, 2003. p.445-450.

GRANGEIRO, L.C.; CECÍLIO FILHO, A.B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.763-767, jul-set 2005.

LISBOA, R. de A. Caracterização físico-química e hidrodinâmica das águas subterrâneas usadas para irrigação nas áreas produtora de melão na chapada do Apodi RN. Mossoró, 2000. 31f. Monografia (Graduação em Agronomia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 2000.

MAIA, C.E.; MORAIS, E.R.C.; PORTO FILHO, F.Q.; GUEYI, H.R.; MEDEIROS, J.F. Teores foliar de nutrientes em meloeiro irrigado com águas de diferentes salinidades **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.292-295, Campina Grande, PB, 2005. (Suplemento)

MEDEIROS, J.F. de. Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estados do RN, PB e CE. Campina Grande, 1992, 173p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola área de concentração Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB, 1992.



EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE QUIABEIRO IRRIGADO COM DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA DE ALTA SALINIDADE

M. de S. CAMPOS¹; F. de Q. PORTO FILHO² J. F. de MEDEIROS³ L. E. FERREIRA⁴; F. de A. de OLIVEIRA²; SILVA, N. K. C⁵; V. B. FIGUEIRÊDO²

RESUMO: O objetivo do trabalho foi obter a evapotranspiração do quiabo quando irrigado com água salobra em diferentes lâminas de irrigação. Um experimento foi conduzido em delineamento estatístico inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições, os tratamentos consistiram da irrigação com duas águas, sendo uma de baixa salinidade ($CEw = 0,5 \text{ dS m}^{-1}$), como testemunha (L0), e outra salobra com $CEw = 3,5 \text{ dS m}^{-1}$, aplicada em quatro diferentes lâminas (L1 a L4). As lâminas L0, L1, L2, L3 e L4 corresponderam, respectivamente, a 105, 65, 85, 105 e 125% da evapotranspiração da cultura (ETc) determinada conforme Allen et al. (2006) e ajustadas pelos dados coletados nos lisímetros da testemunha L0, considerada como a lâmina padrão para os demais tratamentos. A ETc no tratamento L1 foi em média $4,65 \text{ mm dia}^{-1}$, nos tratamentos L2, L3 e L4 a ETc média foi de, respectivamente, $6,00$, $7,00$ e $7,77 \text{ mm dia}^{-1}$.

PALAVRAS-CHAVES: evapotranspiração, irrigação, salinidade.

EVAPOTRANSPIRATION OKRA IRRIGATED WITH DIFFERENT WATER DEPTH HIGH SALINIDADE

ABSTRACT: The objective was to obtain evapotranspiration okra when irrigated with brackish water at different water depths. An experiment was conducted in a completely randomized design with five treatments and four replications, treatments consisted of two irrigation waters, being a low salinity ($CEw = 0,5 \text{ dS m}^{-1}$) as a witness (L0), and other brackish with $CEw = 3.5 \text{ dS m}^{-1}$, applied in four different blades (L1 to L4). The blades L0, L1, L2, L3 and L4 corresponded, respectively, to 105, 65, 85, 105 and 125% of crop evapotranspiration (ETc) determined as Allen et al. (2006) and adjusted by the

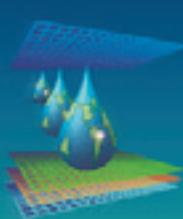
¹Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Irrigação e Drenagem, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, CEP59.625-900, Mossoró, RN. Fone(84)99340737. e-mail:marcosc_ufersa@hotmail.com.

² Prof. Doutor, depto de ciências ambientais e tecnológicas, UFERSA, Mossoró, RN.

³ Pesquisador, depto de ciências ambientais e tecnológicas, UFERSA, Mossoró, RN.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Fitotecnia, UFERSA, Mossoró-RN.

⁵ Engenheira Agrônoma, UFERSA, Mossoró-RN.

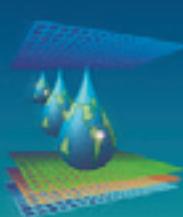


data collected in the lysimeters witness L0, regarded as the standard blade to the other treatments. The L1 ETc treatment was on average 4.65 mm dia^{-1} in treatments L2, L3 and L4 ETc averaged, respectively, 6.00, 7.00 and 7.77 mm dia^{-1} .

KEYWORDS: evapotranspiration, irrigation, salinity

INTRODUÇÃO

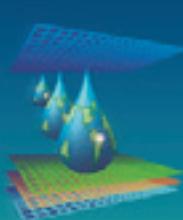
O quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), é uma hortaliça que pertence à família Malvaceae, é uma planta anual arbustiva é uma boa fonte de vitaminas, em especial as vitaminas A, C, B1, proteínas, fósforo e fonte de cálcio. (EMBRAPA, 2013). O quiabeiro por ser de fácil cultivo é muito popular entre os pequenos produtores brasileiros sendo cultivado nas regiões Sudeste e Nordeste (CANDIDO et al., 2011). No agropolo Assu-Mossoró as condições climáticas são ótimas para o cultivo do quiabo. Porém, um fator limitante é a disponibilidade de água de qualidade para a irrigação. A região dispõe de águas subterrâneas, no entanto, elas têm condutividade elétrica alta o que torna o seu uso limitado para o quiabo que é uma cultura sensível a salinidade. Uma alternativa é a mistura de água de salobra com a água doce, a fim de se obter água com condutividade elétrica menor que o nível de tolerância do quiabeiro. As culturas suportam a salinidade até determinado nível, a partir do qual ocorre redução na produtividade, denominada de salinidade limiar. O uso de água de alta salinidade pode diminuir o crescimento das plantas, e como consequência tem a ETc e coeficiente de cultivo (Kc) diminuídos. O conhecimento do consumo hídrico de uma cultura durante o ciclo é ferramenta de fundamental importância para o dimensionamento projetos de irrigação e manejo dos sistemas, possibilitando maximizar a eficiência no uso de água e energia elétrica, além de aumentar a produtividade e diminuir os riscos de salinização do solo. Pode-se determinar a evapotranspiração da cultura através de métodos diretos e indiretos, sendo os métodos diretos os que apresentam resultados mais preciso na determinação da ETc dentro dos quais se destacam os lisímetros. Entretanto por apresentar custos elevados, o seu uso tem sido restrito a pesquisa, que os utilizam para fazer a calibração regional dos métodos indiretos. Pesquisas vêm demonstrando que a ETc não pode ser, simplesmente, estabelecida para todas as situações climáticas com um simples valor de Kc. Esses valores de coeficientes devem ser determinados para cada estádio de desenvolvimento da cultura e condição climática de cada região. O objetivo do trabalho foi obter a evapotranspiração e o coeficiente de cultivo do quiabo quando irrigado com água



salobra em diferentes lâminas de irrigação, para correlacionar o déficit hídrico, lâmina de irrigação excedente e acúmulo de sais na zona radicular com ETc e Kc.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na Estação Lisimétrica do departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizado no município de Mossoró-RN. O clima local é do tipo BSh, com base na classificação de Köppen, e a média anual de precipitação é da ordem de 678 mm, e as médias anuais de temperatura, insolação e umidade relativa são 27,4°C, 236 h mês⁻¹ e 68,9 %, respectivamente (CARMO FILHO & OLIVEIRA, 1995). O experimento foi conduzido no período 13/10/2012 a 08/01/2013. Um experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram no uso de águas com dois níveis de salinidade, sendo uma de baixa salinidade ($CE=0,5 \text{ dS m}^{-1}$), como testemunha (L0), e outra salobra com $CE=3,5 \text{ dS m}^{-1}$, aplicada em quatro diferentes lâminas de irrigação (L1 a L4). As lâminas L0, L1, L2, L3 e L4 corresponderam, respectivamente, a 105,5; 65; 85; 105,5 e 125 % da ETc determinada conforme Allen et al. (2006) e ajustadas pelos dados coletados nos lisímetros da lâmina L0, considerada como a lâmina padrão para os demais tratamentos. Foi utilizado a cultivar de quiabo Santa Cruz 47 produzida pela empresa Embrapa. A semeadura foi procedida diretamente na cova. As parcelas experimentais foram constituídas por três fileiras de plantas, com 5,0 m de comprimento e espaçadas 1,0 m entre si, as plantas foram espaçadas de 0,6 m, sendo que no centro da fileira central foram instalados lisímetros de drenagem, medindo 0,80 m de largura, 1,30 m comprimento e 0,90 m de profundidade dos quais continham três plantas ao longo da linha. As unidades experimentais foram distribuídas na área experimental de tal forma que a parte central de cada parcela tinha um lisímetro. A evapotranspiração de referência (ET₀) foi obtida com dados meteorológicos da estação climatológica da UFERSA e calculada pela equação Penman-Monteith - FAO, a ETc nos lisímetros foi estimada utilizando-se o balanço hídrico aplicado a um volume de controle de solo para drenados semanais, sendo que solo estava saturado no momento do plantio, depois foram quantificadas as entradas e saídas de água e as variações de armazenamento de água no solo em cada lisímetro a partir da 5^a semana após a semeadura. A umidade do solo foi monitorada através baterias de tensiómetros nas profundidades de 12,5, 37,5 e 62,5 cm, e por sondas reflectometria no domínio da frequência (FDR). A



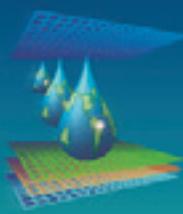
evapotranspiração da cultura foi estimada pelo balanço hídrico conforme a equação 1, proposta por Reichardt e Timm (2004).

$$P + I \pm DS - ET \pm Q_z \pm \Delta A_z = 0 \quad (1)$$

Onde: P = precipitação pluviométrica (L/lisímetro); I = irrigação (L/lisímetro); DS = deflúvio superficial; considerado zero; ET = evapotranspiração (L/lisímetro); Q_z = fluxo vertical (ascensão capilar ou drenagem profunda) (L/lisímetro) considerado apenas a drenagem; ΔA_z = variação no armazenamento da água no solo (L/lisímetro). Desta forma, a evapotranspiração foi resultante da diferença entre o volume de água aplicada, possíveis chuvas ou irrigação, a variação de armazenamento de água no solo e o volume coletado nos reservatórios de drenagem. Isto para os lisímetros que foram irrigados com lâminas em excesso, que proporcionaram percolação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento a evapotranspiração de referência e a da cultura apresentaram oscilações diárias em função das variações na temperatura, radiação solar, umidade relativa e velocidade do vento durante o dia. Allen et al.(2006) em estudos de evapotranspiração dos cultivos mostraram que a temperatura e a umidade relativa (UR) variam inversamente, onde os maiores valores de UR ocorrem no inicio e no final do dia, e a temperatura apresenta os maiores valores entre 12 e 15 horas do dia, período de menor percentual de umidade relativa. A lâmina de irrigação aplicada durante todo o ciclo da cultura foi superior a ET₀, nos tratamentos L0, L2, L3 e L4, entretanto, no tratamento L1 esta superioridade só foi verificada a partir dos 56 DAS. Os valores médios durante todo o ciclo da cultura para ET₀ e ET_c nos tratamentos das lâminas L0, L1, L2, L3 e L4 foram de, respectivamente, 8,31, 7,45, 4,65, 6,00, 7,00 e 7,77 mm dia⁻¹. O menor valor de ET_c média para o tratamento L1 ocorreu devido ter sido irrigado com água de 3,5 dS m⁻¹ e com uma lâmina correspondente a 65 % da ET_c do L0 que foi irrigado com água doce, Estes resultados corroboram com os encontrados por Ünlükara et al.(2008) que também observaram redução da ET_c do quiabeiro quando irrigada com água salobra com condutividade elétrica (CEw) de 7 dS m⁻¹, sob condições de controladas, em casa de vegetação. Embora os tratamentos L2, L3 e L4 correspondentes a 85, 105 e 125 % da lâmina aplicada no L0, tenham apresentado ET_c inferior a ET₀, observa-se na figura 1 que suas ET_c apresentaram valores superiores a ET₀ a partir dos 48 DAS até o fim do ciclo da cultura, este comportamento mostra que ao se irrigar com água salina em excesso, ocorre a lixiviação dos sais da zona radicular permitindo que a



planta mantenha a taxa de evapotranspiração próxima as condições de normalidade. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Ünlükara et al. (2008) que observaram uma ETc de 105,1 L/vaso para o tratamento menos salino ($CE_w = 1,5 \text{ dS m}^{-1}$) e 57,3 L/vaso mais salino ($CE_w = 7 \text{ dS m}^{-1}$) sob condições de casa de vegetação. Paes et al. (2012) trabalhando com quiabo em Campo dos Goytacazes/RJ que tem clima Aw segundo a classificação de Köppen encontraram uma taxa média da ETc de 1,73 mm dia $^{-1}$, bem inferior a de todos os tratamentos do presente trabalho, evidenciando a importância do clima na determinação da demanda hídrica das culturas.

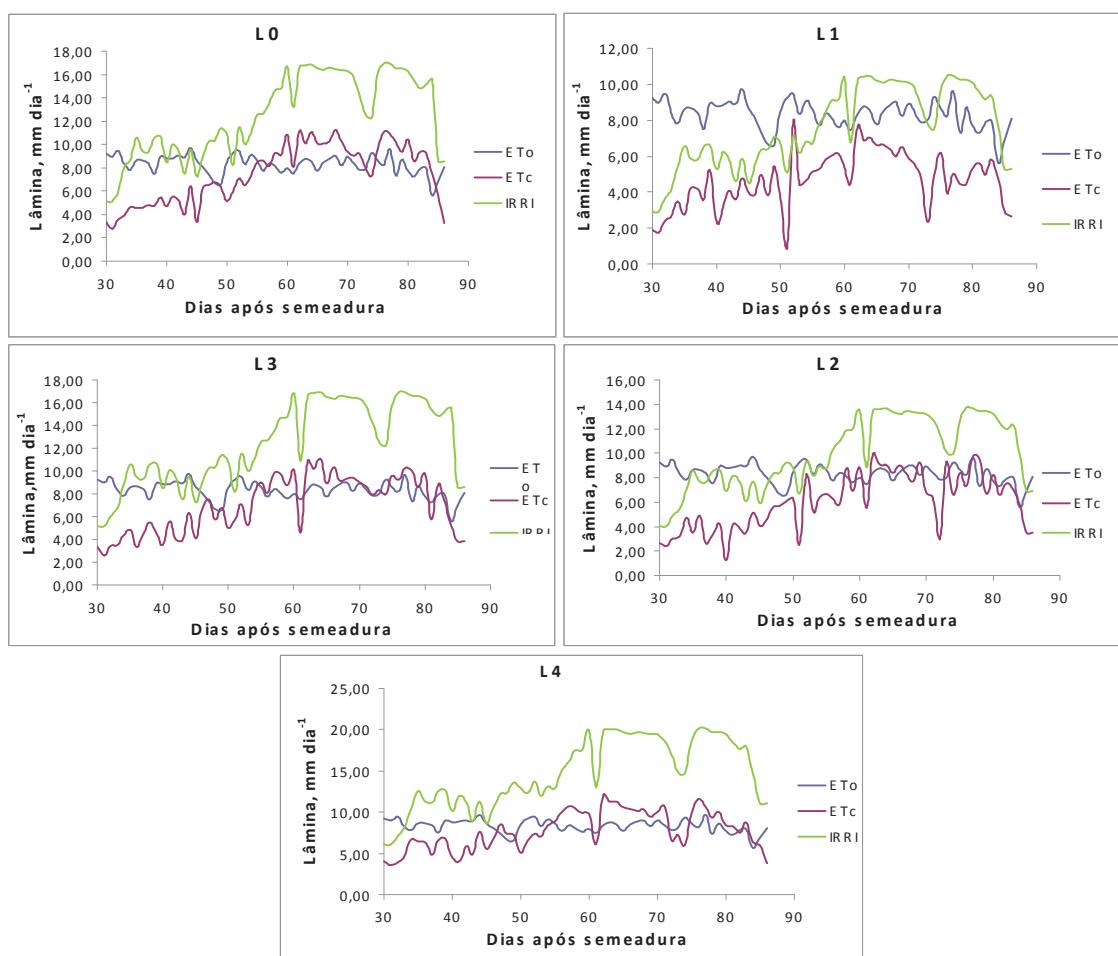
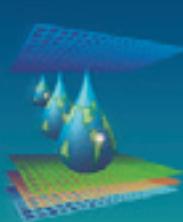


Figura 1. Valores da evapotranspiração de referência (ETo) e das lâminas de irrigação (IRR) e médios da evapotranspiração da cultura (ETc) do quiabeiro para os tratamentos Lo, L1, L2, L3 e L4, no período de 13 de Outubro de 2012 a 08 de janeiro de 2013. Mossoró-RN, 2013.

CONCLUSÃO

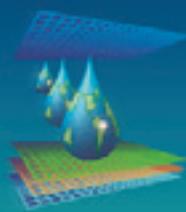


A evapotranspiração cultura foi influenciada pelas condições climáticas locais. A ETc do quiabeiro diminuiu acentuadamente quando irrigado com água salina aplicada em déficit.

AGRADECIMENTOS: A CAPES e ao INCTsal pelo apoio financeiro

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH. **Evapotranspiration del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos.** Roma: FAO, 2006, 298p. FAO, Estudio Riego e Drenaje Paper, 56.
- CÂNDIDO, W. S.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA, R. C. P.; MEDIROS, J. F.; SILVA, O. M. P. desenvolvimento inicial do quiabeiro sob fertilização nitrogenada em diferentes relações amônio/nitrato. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.6, n.1, p. 28 - 35, 2011.
- CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA OF. 1995. **Mossoró: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico.** Mossoró: ESAM, (Coleção Mossoroense, série b) p.62.
- PAES, H. M. F.; ESTEVES, B. S.; SOUSA, E. F. Determinação da demanda hídrica do quiabeiro em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza v. 43, n. 2, p. 256-261, abr-jun, 2012.
- REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas.** Editora Manole LTDA, 188p. 1990.
- ÜNLÜKARA, A.; KURUNÇ, A.; KESMEZ, G. D.; YURTSEVEN, E. Growth and Evapotranspiration of Okra „*Abelmoschus Esculentus L.*“ as Influenced by Salinity of Irrigation Water. **J. Irrig. Drain Eng**, n. 134, p. 160-166, 2008.

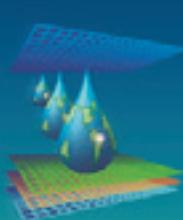


XXIII
CONIRD
Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

Evolução e Tecnologia
na Irrigação

13 º 18
OUTUBRO / 2013
Hotel Saint Louis
Luís Eduardo
Magalhães
Bahia - Brasil

ENGENHARIA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, HIDRÁULICA DE SISTEMAS



AVALIAÇÃO DE UNIFORMIDADE EM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO NA CULTURA DO SORGO EM APODI-RN¹

J. G. A. LIMA²; P. C. VIANA³; R. M. MANIÇOBA⁴; A. S. ALVES³; J. E. SOBRINHO⁵;
P. R. F. SAMPAIO⁶

RESUMO: Objetivou-se com esse estudo avaliar o desempenho de um sistema de irrigação por asperção submetido a condições de campo contabilizando as perdas ocorridas pelo vento e outros fatores climáticos. A metodologia utilizada para a avaliação do sistema de irrigação por aspersão foi o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) e o Coeficiente de Uniformidade Estatística (Us), em uma área de 3,6 ha de sorgo variedade ponta negra. As avaliações consistiram em procedimentos com coleta de dados em campo e definição dos parâmetros de desempenho da irrigação para a análise dos dados, os parâmetros de desempenho correspondem a coeficientes de uniformidade. Os valores encontrados para o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) e o Coeficiente de Uniformidade Estatística (Us) foram considerados razoáveis. Conclui-se portanto que o sistema de irrigação por asperção sofre grande influência do vento e de outros fatores climáticos, que interferem na uniformidade de seu funcionamento.

PALAVRAS-CHAVE: uniformidade de distribuição, pressão de serviço, aplicação de água

ABSTRACT: This work was conducted at the Apodi Plateau, at the experimental farm of the Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) in the state of Rio Grande do Norte. The methodology that was used to review the system of irrigation was Christiansen uniformity coefficient (CUC), proposed by Christiansen (1942), Distribution Uniformity Coefficient (CUD) and the Coefficient of Uniformity Statistics (Us). It was conducted in an area of 3.6 ha of sorghum variety Ponta Negra. Evaluations consisted of procedures to collect data in the field and define the performance parameters of irrigation for data analysis; performance parameters correspond to uniformity coefficient. The values found for the Christiansen Uniformity Coefficient (CUC) Coefficient Distribution Uniformity

¹ Projeto financiado com recursos do CNPq e do PROAP/CAPES.

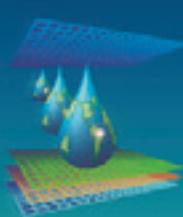
² Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Irrigação e Drenagem, DCAT, UFERSA, Caixa Postal 137, CEP 59625-300, Mossoró, RN. Fone (84) 96663771. e-mail: soujoao@hotmail.com

³Mestranda em Irrigação e Drenagem, DCAT, UFERSA, Mossoró-RN;

⁴Mestrando em Engenharia Sanitária, UFRN, Natal-RN;

⁵Professor Associado, DCAT, UFERSA, Mossoró-RN.

⁶Mestrando em Manejo de Solo e Água, DCAT, UFERSA, Mossoró-RN



(CUD) and the Coefficient of Uniformity Statistics (Us) were considered reasonable. The objective of this study was to evaluate the performance of an irrigation system sprinkling subjected to field conditions accounting for losses incurred by wind and other climatic factors.

KEYWORDS: distribution uniformity, pressure service, applying water

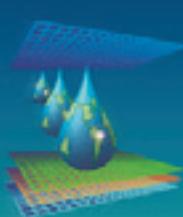
INTRODUÇÃO

A irrigação é uma operação agrícola que tem como finalidade básica colocar água à disposição da planta mantendo o solo com umidade adequada utilizando, para isto, diferentes métodos de irrigação (Rezende et al., 1998). A irrigação na agricultura deve ser entendida não somente como um seguro contra secas ou veranicos, mas como uma técnica que dê condições para que o material genético expresse em campo todo o seu potencial produtivo (Hernandez, 2004).

A irrigação por aspersão tem por objetivo distribuir água sobre a superfície do solo, de modo a permitir a sua infiltração sem escoamento superficial; além disso, a água deve ser distribuída de maneira o mais uniforme possível, de forma a se obter uma adequada uniformidade de aplicação em condições de campo. Muitos fatores podem interferir no nível de uniformidade de distribuição da água, como espaçamento entre aspersores, velocidade e direção do vento, pressão de operação dos aspersores, velocidade e uniformidade de rotação dos aspersores, entre outros (Christiansen, 1941).

A irrigação por aspersão é muito influenciada pela ação do vento e vários trabalhos de pesquisa têm demonstrado que o aumento da velocidade do vento provoca diminuição da uniformidade de distribuição de água, como resultado da distorção do perfil de aplicação de água e da redução da área coberta pelo aspersor e, consequentemente, pela diminuição da sobreposição dos jatos de água (Gomide et al., 1980; Ribeiro, 1982; Vories & Bernuth, 1986; Paz, 1990; Martim-Benito et al., 1992; Alves & Castro, 1995).

No sistema intensivo de agricultura irrigada, quase sempre os produtores não usam parte do tempo disponível para revisar os equipamentos de irrigação, que em geral, são usados durante anos, sem que haja revisão da motobomba ou substituição dos reguladores de pressão, os quais têm vida útil relativamente reduzida (Guerra, 2004). Esse comportamento é, sem dúvida, uma das principais causas da má distribuição de água no solo, resultando em queda de produtividade nas lavouras irrigadas.



Avaliações no sistema de irrigação são de fundamental importância a ser feito, apesar dos agricultores sempre dar pouca importância, mesmo muitos tendo o acesso ao sistema de irrigação, poucos utilizam de forma adequada, por falta de conhecimento e orientação.

Em função das irregularidades da distribuição de água por irrigação, este trabalho tem como objetivo avaliar o sistema de irrigação por aspersão utilizada na Chapada do Apodi para irrigar o Sorgo Ponta, fazendo com que agricultores busquem motivação para que adotar a prática tal prática.

MATERIAL E MÉTODOS

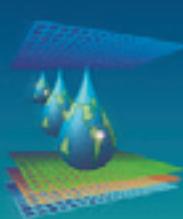
O teste de irrigação foi realizado na fazenda experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), no município de Apodi, RN ($5^{\circ} 37' 38''S$, $37^{\circ} 49' 55''W$ e 130 m de altitude), em 14 de setembro de 2012. A região apresenta clima muito quente e semiárido, conforme a classificação climática de Köppen, com temperatura média anual de $27,1^{\circ}C$, umidade relativa média de 66,8 % e precipitação média de aproximadamente 893 mm ano^{-1} , segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Na área foi instalada uma estação meteorológica automática, no qual coletava dados a cada 10 segundos e esses dados eram enviados para o datalogger CR3000 da marca da empresa Campbell Scientific. O sistema de irrigação consistia de linha principal conectada à um poço com manômetro para controle da carga hidráulica e linhas laterais.

O teste foi realizado em um sistema de irrigação por aspersão, com espaçamento de $15 \times 12\text{ m}$, com aspersores Fabrimar, que segundo as especificações do fabricante aplicam uma vazão de $1,8\text{ m}^3.\text{h}^{-1}$, trabalhando a uma pressão de serviço de 250 kPa.

A metodologia usada foi aquela descrita pela ASAE (1990) e o tempo de operação durante para o teste de aspersor foi de 60 minutos, foram colocados na área 30 pluviômetros com área de 50 cm^2 , a disposição dos pluviômetros para a coleta de água aplicada pelo aspersor foi posicionada numa malha quadrada de $3 \times 3\text{ m}$.

Estimou-se a uniformidade de distribuição de água por meio dos coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC), Uniformidade de distribuição (CUD) e Uniformidade Estatística (Us) expressas pelas seguintes equações:

$$\text{CUC} = 100 \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - q_a|}{n \cdot q_a} \right] \quad (1)$$



em que: q - vazão de cada emissor, $L.h^{-1}$; q_a - vazão média dos emissores, $L.h^{-1}$; e n - número de emissores;

$$CUD = \frac{qn}{qa} \cdot 100 \quad (2)$$

em que: q_n - média das 25% menores descargas dos emissores, em $L.h^{-1}$; q_a - média das descargas de todos os emissores, em $L.h^{-1}$.

$$Us = 100 \cdot (1 - cv) = 100 \cdot \left(1 - \frac{Sq}{qa} \right) \quad (3)$$

em que: U_s é a uniformidade estatística; S_q é o desvio padrão de vazão do emissor.

A interpretação dos valores dos coeficientes de uniformidade (CUC, Us e CUD) baseou-se na metodologia proposta por Mantovani (2001) que está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação dos valores do desempenho de sistema de irrigação por aspersão em função do CUC, CUD e US.

CLASSIFICAÇÃO	CUC	CUD	US
Excelente	>90	>84	90-100
Bom	80-90	68-84	80-90
Razoável	70-80	52-68	70-80
Ruim	60-70	36-52	60-70
Inaceitável	<60	<36	<60

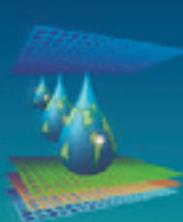
Fonte: Mantovani (2001)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados aos resultados da avaliação do sistema por aspersão onde foram coletados os dados para a determinação do CUC, CUD e Us e seus respectivos resultados e classificações.

Tabela 2. Resultado e classificação da avaliação do sistema para determinação do CUC, CUD e Us.

Método	Resultado	Classificação
CUC	77,73	Razoável
CUD	62,94	Razoável



Us	70,69	Razoável
----	-------	----------

De acordo com a metodologia de Mantovani (2001) os valores encontrados para o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) e o Coeficiente de Uniformidade Estatística (Us) são razoáveis, mostrando a má distribuição da água de irrigação na área, uns dos motivos para os resultados serem classificado como razoável, talvez seja a velocidade do vento, que nessa época é de grande intensidade, no qual no momento da avaliação a velocidade era de $5,1 \text{ m s}^{-1}$.

A uniformidade de distribuição é normalmente determinada pelo CUC,CUD e pelo Us. Neste experimento, o CUC foi sempre maior que o CUD e o Us. Rezende (1992),afirma que o fato de CUD ser sempre menor que CUC é inerente às variáveis das equações utilizadas na determinação desses coeficientes, pois no cálculo de CUD consideram-se apenas 25% da área que recebeu menos água. Essas conclusões foram afirmadas por Keller & Bliesner (1990) acrescentando que CUD pode estar relacionado a CUC, pela expressão:

$$\text{CUD} = 100 - 1,59 (100 - \text{CUC}) \quad (4)$$

Calculando-se por essa equação o resultado encontrado para o valor para o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) foi de 64,59, sendo um valor bem próximo ao calculado que foi de 62,94. Podendo servir para ter uma ideia do valor do CUD, se não tiver os dados para calcular.

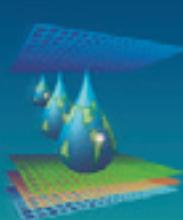
CONCLUSÕES

Os valores de CUC, CUD e Us foram inferiores aos valores mínimos recomendados para irrigação por aspersão, sendo todos eles, classificados como razoáveis.

Acredita-se que os valores teve grande influência do vento, pois nessa esta época, os ventos se intensificam.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASAE Procedure for sprinkler distribution testing for research purposes. In: Agricultural Engineers Yearbook. St Joseph, Michigan: ASAE, p.568-570, 1990.



ALVES, A.D.; CASTRO, P.T. Desempenho de um sistema de irrigação por aspersão tipo canhão hidráulico, sob diferentes condições de velocidade de vento na região de Paracatu, CE, Brasil. Engenharia Rural, Piracicaba, SP, v.6, n.2, p.79-84, 1995

GOMIDE, R.L; BERNARDO S.; VIEIRA M.; SEDIYAMA G.C. Modelo matemático para determinar a uniformidade de distribuição da água no sistema de irrigação por aspersão. Revista Ceres, Viçosa, MG, v.27, n.153, p.471-485, 1980.

GUERRA, A. F. Adequação e manejo das irrigações por aspersão por pivô central no cerrado. EMBRAPA/CPAC, 2004. Disponível em <<http://www.agronline.com.br/artigos>> . Consultado em 19 Mar. 2013.

HERNANDEZ, F. B. T. Manejo da irrigação. 2004. Disponível em <<http://www.irrigaterra.com.br/manejo.php>>. Acesso em 19 Mar. 2013.

KELLER, J.; BLIESNER, R.D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: van Nostrand Reinhold, 1990. 615p.

MANTOVANI, E. C. AVALIA: Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada. Viçosa, MG: UFV, 2001

MARTIN-BENITO, J.M.T.; GOMEZ, M.V.; PARDO, J.L. Working of sprinkler to optimize application of water. Journal of Irrigation and Drainage Engineering ASCE, New York, v.118, n.6, p.713-895, 1992.

OLIVEIRA, H. F. E.; Colombo, A.; Faria, L. C. Modelagem dos efeitos do vento sobre as dimensões do alcance do jato de um canhão hidráulico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, p.818-824, 2009.

ORTEGA, J. F. A.; Tarjuelo, J. M. M.; De Juan, J. A. V.; Cárrion, P. P. Uniformity distribution and its economic effect on irrigation management in semiarid zones. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, v.130, p.257-347, 2004

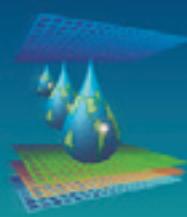
PAZ, V.P. Perdas de água e uniformidade de distribuição na irrigação por aspersão. Viçosa, MG: UFV, 1990. 59p. Dissertação Mestrado

PRADO, G. Modelagem da aplicação de água com canhões hidráulicos sob diferentes condições de vento. Lavras: UFLA, 2008. 121p. Tese Doutorado.

REZENDE. R. **Desempenho de um sistema de irrigação pivôcentral quanto à uniformidade e eficiência de aplicação de água abaixo e acima da superfície do solo**. Piracicaba: ESALQ/ USP, 1992. 86p. Dissertação Mestrado

RIBEIRO J.M. Avaliação do sistema de irrigação por aspersão através do modelo linear. Fortaleza, CE: UFC, 1982. 89p. Dissertação Mestrado

VORIES, E.D.; BERNUTH, R.D. Single nozzle sprinkler performance in wind. Transaction of the ASAE, St. Joseph, Michigan, v.29, n.5, p.1325-1330, 1986.



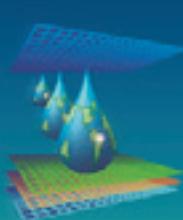
XXIII CONIRD

Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

Evolução e Tecnologia
na Irrigação

13 º 18
OUTUBRO / 2013
Hotel Saint Louis
Luís Eduardo
Magalhães
Bahia - Brasil

SILVA, C.A. da; Silva, C.J. da.2005 Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, Garça, n.º 8, dez.



MANUTENÇÃO DE GOTEJADORES CONVENCIONAIS COM A UTILIZAÇÃO DE HIPOCLORITO DE SÓDIO¹

W. C. CORTE²; L. L. S. SANTOS³; B. T. T. MENDES³; L. F. ALMEIDA³; T. A. N. SOUZA³; A. F. S. SANTOS⁴; D. P. RIBEIRO⁵

RESUMO: Objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a eficiência do tratamento de gotejadores que apresentavam, em campo, problemas de entupimento causados por partículas sólidas, matéria orgânica e problemas de origem biológica. O trabalho foi executado nas dependências do Instituto Federal do Norte de Minas – *Campus Januária*. Foram mensuradas as vazões dos gotejadores, que em seguida foram retirados, tratados com solução de hipoclorito de sódio, com concentração de cloro ativo de 2,0-2,5%, por uma hora e submetidos à limpeza mecânica com auxílio de escova de cerdas sintéticas (polipropileno). Em um segundo momento novamente foram mensuradas as vazões dos gotejadores. Com os dados foram calculados os valores de CUC, CUD e EA, antes e depois do tratamento. Os resultados da primeira avaliação foram: CUC de 56,6%; CUD de 47,3%; e EA de 42,5%. Após o tratamento os resultados obtidos foram: CUC de 80,4%; CUD de 75,7%; e EA de 68,2%. O método utilizado, mesmo com os valores de CUC e CUD muito próximos do mínimo aceitável de 80%, apresentou uma boa eficiência na limpeza dos gotejadores, já que elevou os valores de CUC e CUD em 23,8% e 28,4% respectivamente.

PALAVRAS CHAVE: Irrigação localizada, uniformidade de distribuição, eficiência de irrigação.

MAINTENANCE DRIPPERS CONVENTIONAL WITH THE USE THE SODIUM OF HYPOCHLORITE

SUMMARY: The objective of this study was to evaluate the treatment efficiency of drippers which, in the field, presented clogging problems caused by solid particles, organic matter and biological problems. The work was performed in the area of the Federal Institute of Northern Minas - Campus Januária. It was measured the flow rates of the drippers. After that, they were removed and treated with a solution of sodium hypochlorite added to concentrations of

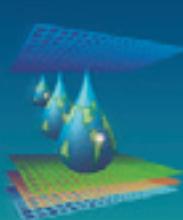
¹Apoio FAPEMIG.

²Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, IFNMG – Januária, CEP 39480-000, Januária, MG. Fone (38) 9194 9623 e-mail: willyancaldeira@ymail.com

³Graduando em Agronomia, IFNMG - Januária, MG

⁴Prof. Mestre, Depto de Ciências Agrárias, IFNMG-Januária, e-mail: antoniofab10@yahoo.com.br

⁵Prof. Doutorando, Depto de Ciências Agrárias, IFNMG-Januária, e-mail: ribeirodp@bol.com.br



active chlorine from 2.0 to 2.5%, for one hour. After this, they were subjected to mechanical cleaning with the help of synthetic bristles brush (polypropylene). After that step, it was measured the flow rates of drippers again. Based on the results, the CUC, CUD and EA values were calculated before and after this treatment. The results of the first assessment were CUC 56.6%; CUD 47.3% and 42.5% of EA. After treatment, the results were CUC 80.4%; CUD of 75.7% and 68.2% of EA. The method used, despite the CUD and CUD values have been closed to the minimum acceptable, which is 80%; it showed good cleaning efficiency of the drippers. Once this cleaning elevated the CUC and CUD values in approximately 30%.

KEYWORDS: Localized irrigation, distribution uniformity, irrigation efficiency.

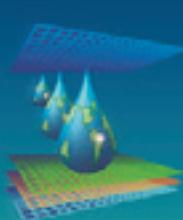
INTRODUÇÃO

O uso dos métodos de irrigação localizada são mais propícios para culturas hortícolas e para fruteiras, que são mais rentáveis e condizentes com o custo da instalação e manutenção do sistema de irrigação. Na irrigação localizada, o gotejamento é o sistema de maior eficiência, uma vez que aplicado na proximidade do sistema radicular as perdas por evaporação, percolação profunda, por escoamento superficial e por ventos são as menores possíveis, pela própria localização do emissor (COELHO et al., 2005).

A uniformidade de um sistema de irrigação tende aumentar a produtividade da cultura e reduzir o consumo de água e em consequência diminuir o consumo de energia do bombeamento (SILVA JÚNIOR, 2011). Segundo TEIXEIRA et al. (2008), o entupimento dos gotejadores é um dos principais desafios encontrados pelo irrigante, já que o entupimento faz com que a uniformidade seja prejudicada, levando muitos irrigantes ao insucesso.

Segundo RESENDE et al. (2001), o entupimento de emissores resulta em variações na uniformidade de fluxo do emissor e na hidráulica da linha lateral. O entupimento de alguns emissores reduz a vazão total na linha lateral e, desta forma, reduz também a fricção total na linha, que resultará no aumento da vazão daqueles emissores não entupidos afetando duplamente a uniformidade.

De modo geral, uma das medidas mais utilizadas para evitar o entupimento dos emissores, é o tratamento químico da água, com o uso da acidificação e cloração, para o controle do entupimento de ação biológica e química (TEIXEIRA et al., 2008). Para tratamento de emissores obstruídos por partículas sólidas geralmente é recomendado o uso de filtro no inicio do sistema, pois este reduz a entrada de sedimentos no sistema, reduzindo



dessa forma o entupimento nos gotejadores, mas essa é uma tecnologia de alto custo, inviabilizando a utilização por pequenos proprietários rurais.

A uniformidade de um sistema de irrigação é de fundamental importância, para que o produtor minimize o consumo de água e energia na propriedade, além de ser um fator limitante de produtividade. Sendo necessário em casos de baixa uniformidade, o desentupimento dos emissores.

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a eficiência do desentupimento de um sistema de irrigação por gotejamento, na cultura do tomate no município de Januária - MG.

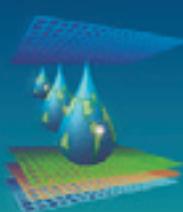
MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema de irrigação está localizado em uma área cultivada com tomate (*Solanum lycopersicum*) nas dependências do Instituto Federal do Norte de Minas - *Campus* Januária (IFNMG), altitude 473,71 m, latitude 15°27' S, longitude 44°22' W. O clima da região é classificado como Aw na escala de Köppen, tropical úmido com inverno seco. As temperaturas médias anuais variam em torno de 24°C, com uma amplitude anual de 16°C a 34°C. Outubro e novembro são os meses mais quentes e junho e julho os mais frios. A precipitação varia de 850 a 950 mm e concentra-se nos meses de outubro a maio (OMBARDI et al., 2005).

O sistema de irrigação é composto por 15 linhas de polietileno (16 mm de diâmetro nominal) com 27 metros de comprimento, espaçadas entre si de 1 metro. O espaçamento entre emissores é de 0,20 metros. Os emissores utilizados foram gotejadores da marca PLASTRO, modelo O-TIF BLACK com vazão de 4 L.h⁻¹ quando submetido a pressão de serviço de 100 kPa.

Em um primeiro momento foram coletados dados da vazão inicial do sistema antes do tratamento, a partir de leituras do volume por unidade de tempo dos gotejadores. Para essa análise foram utilizados cronômetro e proveta graduada, para a determinação da vazão dos gotejadores no início, a 1/4, 2/4, 3/4 e no final das linhas. As linhas analisadas foram a 1, 4, 8, 12 e 15, totalizando 25 pontos de amostragem. Foi mensurada ainda a pressão de cada gotejador, com a utilização de um manômetro adaptado com tubo de Pitot.

Após a coleta dos dados do estado inicial do sistema, os gotejadores foram retirados das linhas de irrigação e levados para tratamento no Laboratório de Hidráulica e Manejo de Irrigação do IFNMG - *Campus* Januária, onde foram colocados em repouso em solução de



hipoclorito de sódio, com concentração de cloro ativo de 2,0-2,5%, por um período de 1 hora. Logo após os gotejadores foram submetidos a um processo de limpeza mecânica, com a utilização de escovas com cerdas sintéticas (polipropileno), em seguida os gotejadores foram enxaguados em água corrente, com o objetivo de retirar os resíduos restantes nos gotejadores.

Em seguida os gotejadores foram novamente afixados nas suas respectivas posições, quando foi realizada uma segunda coleta dos dados de vazão (pós-tratamento).

Com os dados coletados foram calculados os Coeficientes de Uniformidade de Christiansen (CUC) - equação 1 - e de Uniformidade de Distribuição (CUD) - equação 2 - seguindo metodologia sugerida por BERNARDO (1995). Foi avaliada ainda a Eficiência de Aplicação (EA) dos gotejadores - equação 3.

$$CUC = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^N |L_i - L_m|}{NL_m} \right) 100 \quad (\text{Equação 1})$$

CUC - Coeficiente de Uniformidade de Christiansen, %;
 L_i - vazão do i -ésimo emissor, em $L h^{-1}$;
 L_m - vazão média de todos os emissores, em $L h^{-1}$; e
 N - número de emissores.

$$CUD = \frac{l_q}{L_m} 100 \quad (\text{Equação 2})$$

CUD - Coeficiente de Uniformidade de Distribuição, %;
 l_q - média das 25% menores vazões, em $L h^{-1}$; e
 L_m - vazão média de todos os emissores, em $L h^{-1}$.

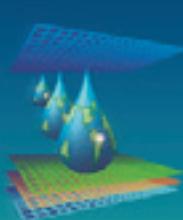
$$EA = CUD * 0,9 \quad (\text{Equação 3})$$

EA - Eficiência de Aplicação, %; e
CUD - coeficiente de uniformidade, %.

A interpretação dos dados de CUC baseou-se na metodologia proposta por BERNARDO (1995) de acordo com a classificação: excelente, > 90%; bom, de 80 a 90%; regular, entre 70 a 80%; ruim, de 60 a 70% ruim; inaceitável, < 60%. Para os resultados do CUD a interpretação baseou-se na metodologia proposta por MERRIAM e KELLER (1978), de acordo com a classificação: excelente, maior que 90%; bom, entre 80% e 90%; regular, de 70% a 80%; ruim, menor que 70%. A EA foi interpretada segundo metodologia proposta por BERNARDO (1995), de acordo com a classificação: ideal, $\geq 95\%$; aceitável, $\geq 80\%$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A uniformidade de distribuição de água para o gotejamento apresentou valores classificados como inaceitáveis para o CUC (56,6%) e ruim para CUD (47,3%), segundo a metodologia sugerida por MANTOVANI (2001). Tais valores estão muito abaixo do mínimo



aceitável para sistemas de irrigação por gotejamento, que é de 80% segundo MANTOVANI (2001). Isto indica a péssima uniformidade que o sistema apresentou na primeira avaliação.

Os baixos valores de CUC e CUD estão diretamente relacionados com problemas de entupimento dos gotejadores, por partículas de solo, material orgânico e entupimentos de origem biológica.

Depois dos gotejadores passarem pelo tratamento o sistema apresentou uma significativa melhoria, sendo classificado como bom para CUD (80,4%) e regular para CUC (75,7%) segundo a classificação sugerida por MANTOVANI (2001).

Tabela 1. Valores dos coeficientes de uniformidade de irrigação, eficiência de aplicação e pressão média nos gotejadores

Coeficientes avaliados	Avaliações	
	1ª Avaliação*	2ª Avaliação**
CUC(%)	56,6	80,4
CUD(%)	47,3	75,7
EA(%)	42,5	68,2
Pressão Média (kPa)	23,5	37,3

* Avaliação utilizando os dados de vazão dos gotejadores antes do tratamento

** Avaliação utilizando os dados de vazão dos gotejadores após o tratamento com hipoclorito de sódio, com concentração de cloro ativo de 2,0-2,5 %

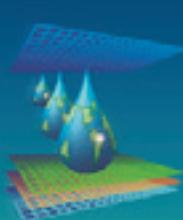
Segundo NASCIMENTO *et al.* (2009), a performance irregular da distribuição de água de um sistema de irrigação pode ser fruto de falta de manutenção no sistema, por exemplo, ou mesmo da baixa pressão.

Os valores de EA da primeira e segunda avaliação (Tabela 1) foram classificadas como baixa (42,5% e 68,2% respectivamente), sendo que BERNARDO (1995) recomenda valores acima de 80%. A baixa eficiência de aplicação é resultado da baixa uniformidade do sistema.

Observa-se que, a pressão média dos emissores aumenta da primeira para a segunda avaliação (23,5 kPa e 37,3 kPa respectivamente), demonstrando assim, que os gotejadores obstruídos foram recuperados, aumentando a uniformidade do sistema, já que a obstrução era a principal influência da baixa pressão.

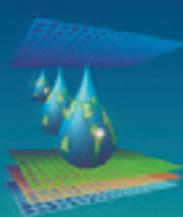
CONCLUSÃO

O método utilizado apresentou boa eficiência no desentupimento dos gotejadores, elevando os valores de CUC e CUD em 23,8% e 28,4% respectivamente, mostrando-se eficaz e economicamente viável, sendo uma ótima opção para a agricultura familiar.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 596p.
- COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; OLIVEIRA, S. L. **Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água**. Bahia Agrícola, Salvador-BA, v.7, n. 1, p. 57-60, 2005.
- MANTOVANI, E. C. **AVALIA: Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada**. Viçosa, MG: UFV, 2001.
- MERRIAM, J. L., KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: a guide for management**. Logan: Utah State University, 1978. 271p.
- NASCIMENTO, A. K. S.; SOUZA, R. O. R. M.; LIMA, S. C. R. V.; CARVALHO C. M.; ROCHA, B. M.; LEITE, K. N. **Desempenho hidráulico e manejo da irrigação em sistema irrigado por microaspersão**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, Fortaleza-CE, v. 3, n. 1, p. 39-45, 2009.
- OMBARDI, J.A.; SALINO, A.; TEMPONI, L.G. **Diversidade florística de plantas vasculares no município de Januária, Minas Gerais, Brasil**. Lundiana-UFMG, Belo Horizonte-MG, v. 6, n.1, p. 3-20, 2005.
- RESENDE, R. S.; CASARINE, E.; FOLEGATTI, M. V.; COELHO, R. D. **Ocorrência de entupimento de origem biológica em sistema de irrigação por gotejamento**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande-PB, v.5, n.1, p.156-160, 2001.
- SILVA JÚNIOR, H. M. **Relação entre uniformidade da produtividade e indicadores de uniformidade da irrigação em sistema de irrigação por microaspersão em citros**. 2011. 220. Dissertação (Mestre em Agronomia: Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Botucatu, 2011.
- TEIXEIRA, M. B.; MELO, R. F.; COELHO, R. D.; RETTORE NETO, O.; RIBEIRO, P. A. A. **Tratamento para desentupimento de gotejadores convencionais**. Irriga Botucatu, Botucatu-SP, v.13, n 2, p.235-248, 2008.



UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DE UM MINIASPERSOR SETORIAL EM FUNÇÃO DA VARIAÇÃO DO ÂNGULO DE TRABALHO E DA PRESSÃO DE SERVIÇO¹

R. N. SANTANA², J. H. de CASTRO³, T. M. RODRIGUES³, A. M. AMARAL⁴, J. A. A. de SOUZA⁵, A. F. S. SANTOS⁶

RESUMO: A irrigação é um método que se adequa as mais diversas situações, mas para que o projeto atenda as necessidades da cultura é preciso que se tenham dados suficientes do equipamento a ser utilizado. Baseado nesse princípio foi submetido a um teste de caracterização hidráulica o Mini Aspersor Setorial, Modelo Pingo, realizado no Laboratório de Hidráulica e Manejo de Irrigação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais – Campus Januária. Para realização dos ensaios foi utilizada uma área de 576 m², subdividida em quatro quadrantes iguais. Cada quadrante foi dividido em quadriculas de 2x2 m, com um pluviômetro no centro. O aspersor foi testado nos ângulos de 90, 180, 270 e 360°, submetido às pressões de 194, 242, 290 e 339 kPa. Obtiveram-se valores médios de CUC = 69,58%, CUD = 54,62% e CUE = 60,48%, considerados baixos para esse método de irrigação. Sendo que os menores valores foram obtidos nos testes submetidos às pressões de 194 e 242 kPa. Os resultados foram melhores para os ângulos de 180 e 360° sob as pressões de 290 e 339 kPa.

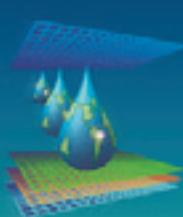
Palavras-chave: Caracterização hidráulica, CUC, irrigação.

UNIFORMITY OF A WATER DISTRIBUTION MINISPRINKLERS SECTOR FOR EACH CHANGE THE ANGLE OF WORK AND SERVICE PRESSURE

SUMMARY: Irrigation is a method that suits the most diverse situations, but that the project meets the needs of the culture it is necessary to have enough data from the equipment being used. Based on this principle was subjected to a test of the hydraulic characterization Mini Sprinkler Industry, Model Pingo, conducted at the Laboratory of Hydraulics and Irrigation Management of the Federal Institute of Education, Science and Technology in northern Minas Gerais - Campus Januária. For the tests we used an area of 576 m², divided into four equal quadrants. Each quadrant was divided into 2x2 meters squares with a center gauge. The spray was tested at angles of 90, 180, 270 and 360, subjected to pressures of 194, 242, 290 and 339 kPa. We obtained values of CUC = 69.58%, 54.62% and CUD = CUE = 60.48%, considered low for this method of irrigation. Since the lowest values were obtained in tests subjected to pressures of 194 and 242 kPa. The results were best for angles 180 and 360 under the pressures of 290 and 339 kPa.

Keywords: Hydraulic characterization, CUC, irrigation.

¹Extraído da monografia do segundo autor; ²Tecnólogo em Irrigação e Drenagem, Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais/IFNMG – Campus Januária. Fazenda São Geraldo, s/n, Km 6 - CEP 39480-000 - Januária / MG. E-mail: rodrigotidm@yahoo.com.br; ³Tecnólogo em Irrigação e Drenagem – IFNMG – Campus Januária; ⁴Tecnólogo em Irrigação e Drenagem, Prof. do IFNMG – Campus Arinos; ⁵Engº Agrícola, Prof. D.Sc do IFNMG – Campus Januária; ⁶Agrônomo, Prof. M.Sc do IFNMG – Campus Januária.



INTRODUÇÃO

O principal objetivo de um sistema de irrigação é propiciar condições para produzir economicamente, o que se consegue pelo aumento da produtividade e redução dos custos por unidade produzida. Neste aspecto, os parâmetros que expressam a qualidade da irrigação são decisórios do processo de planejamento e operação dos sistemas de irrigação (Zocoler, 2008).

O manejo racional da irrigação visa minimizar o consumo de energia, maximizar a eficiência do uso de água e manter favoráveis as condições de umidade do solo e de fitossanidade das plantas (Marouelli, 1996). O sucesso da irrigação depende da elaboração adequada do projeto, no qual todas as condições, tais como área irrigada, tipo de solo, manejo de irrigação, quantidade e intensidade de aplicação de água, intervalo entre irrigações, número de horas diárias de trabalho, topografia do terreno, tipo de equipamento, sejam detidamente considerados (Barreto, 1974).

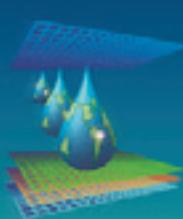
Segundo Olitta (1984), a intensidade de aplicação de água por um sistema de aspersão é determinada com base na vazão e espaçamento dos aspersores, e na capacidade de infiltração de água no solo. Assim, a eficiência de um sistema de irrigação, definida como a relação entre a quantidade de água armazenada no sistema radicular e a quantidade total derivada da fonte, é um dos parâmetros mais utilizados para avaliar o seu desempenho (Bernardo *et al.* 2006).

Um dos meios de aumentar a eficiência da irrigação por aspersão é selecionar aspersores que atendam as especificações de projeto. Dentre várias opções, os aspersores setoriais possibilitam o fracionamento do seu ângulo total de giro, fazendo com que sua aplicação seja bastante eficaz em áreas de diversos formatos, que visam maximizar o uso de água (Zocoler, 2008).

O objetivo deste trabalho foi determinar a uniformidade de distribuição de água de um mini aspersor setorial, em função da variação do ângulo de trabalho e da pressão de serviço.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Hidráulica e Manejo de Irrigação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais - Campus Januária, altitude 473,71 m, latitude 15°27' S, longitude 44°22' W e temperatura média 24,4 °C.



Para o ensaio, foi utilizado o mini aspersor modelo Pingo da marca Fabrimar, submetido a ângulos de trabalho iguais a 90, 180, 270 e 360° em função das pressões de serviço de 194, 242, 290, 339 kPa.

Para a coleta das precipitações foi feita uma malha quadrada de pluviômetros (modelo Fabrimar) espaçados de 2x2 m constituindo-se em malha de 24 m de lado. Foram realizados 16 ensaios com tempo de duração igual à 1h cada, onde, cada ângulo de trabalho foi submetido às pressões anteriormente citadas.

A vazão do aspersor foi determinada considerando o tempo gasto que a água enchesse um recipiente (balde) de volume conhecido (12 litros). As pressões foram controladas por meio da válvula de gaveta e manômetro situados no recalque do sistema e no tubo de subida (1,2 m de altura) do aspersor. Durante os ensaios foram mensuradas as variáveis climáticas, a velocidade do vento; a temperatura média do ar; e a umidade relativa do ar, utilizando anemômetro e termohigrômetro digital.

Para o cálculo de CUC, CUD e CUE foram utilizadas as equações recomendadas por Bernardo *et al.*(2006). Os ensaios foram realizados seguindo as recomendações da norma da ABNT – NBR 7749-2/ JAN. 2000.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

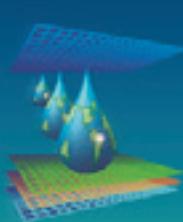
Uniformidade

No ensaio submetido à pressão de 194 kPa a maioria dos coeficientes obtidos foram inferiores a 60%, o que configura uniformidade de distribuição de água baixa, segundo recomendado por Mantovani *et al.* (2007) para irrigação por aspersão.

Na Tabela 1, apresenta-se os valores dos coeficientes CUC, CUD e CUE, para a pressão de 194 e 242 kPa, para cada ângulo de trabalho testado.

Tabela 1 – Valores de CUC, CUD e CUE obtidos sob a pressão de 194 e 242 kPa.

Pressão (kPa)	194				242			
	90°	180°	270°	360°	90°	180°	270°	360°
Ângulo	90°	180°	270°	360°	90°	180°	270°	360°
CUC (%)	82,08	57,84	36,92	68,93	71,78	82,85	41,56	77,12
CUD (%)	76,35	49,45	18,57	47,20	66,54	77,16	17,88	58,12
CUE (%)	74,75	53,79	17,61	63,87	48,75	78,01	24,39	71,16



Nos ensaios submetidos à pressão de 242 kPa, percebe-se que a distribuição de água é mais uniforme que aquelas obtidas sob a pressão de 194 kPa. Porém, o perfil de distribuição ainda apresenta irregularidade entre o centro e a periferia da área.

Na pressão de 242 kPa, houve aumento dos coeficientes em relação a avaliação feita sob à pressão de 194 kPa, principalmente nos ângulos de trabalho iguais a 180 e 360°, mas ainda há coeficientes muito baixos nos demais ângulos. Quando submetido à pressão de 290 kPa a uniformidade de distribuição do emissor aumenta em relação às duas pressões anteriores. Em todos os ângulos testados houve melhor distribuição de água.

Na Tabela 2, apresenta-se os valores dos coeficientes CUC, CUD e CUE, para a pressão de 290 e 339 kPa, para cada ângulo de trabalho testado.

Tabela 2 – Valores de CUC, CUD e CUE obtidos sob a pressão de 290 e 339 kPa.

Pressão (kPa)	290				339			
	90°	180°	270°	360°	90°	180°	270°	360°
Ângulo	90°	180°	270°	360°	90°	180°	270°	360°
CUC (%)	62,68	82,72	59,13	82,43	73,92	88,24	64,71	80,49
CUD (%)	37,20	72,02	24,89	75,85	52,70	80,00	40,84	69,63
CUE (%)	54,18	78,80	45,19	77,17	65,92	85,93	53,27	74,82

Ainda na Tabela 2, percebe-se aumento de todos os coeficientes em todos os ângulos testados, em relação aos ensaios anteriores. Novamente, os melhores resultados são obtidos nos ângulos de trabalho iguais a 180° e 360°. Apesar do aumento dos coeficientes, estes ainda denotam baixa uniformidade nos ângulos de trabalho 90 e 270°.

Quando submetido à pressão de 339 kPa, o emissor apresenta melhor uniformidade do que sob as três pressões anteriormente mostradas. Os valores de CUC, CUD e CUE aumentaram em todos os ângulos de trabalho. Novamente, nos ângulos iguais a 180 e 360°, os coeficientes de Christiansen foram os maiores, o que pode ser considerado como uniformidade boa, segundo Mantovani *et al.* (2007).

Vazão e intensidade de aplicação

Na Tabela 3, estão dispostos os valores de vazões fornecidos pelo fabricante e os resultados obtidos nos respectivos testes e intensidade de aplicação, nas pressões iguais a 194, 242, 290 e 339 kPa.

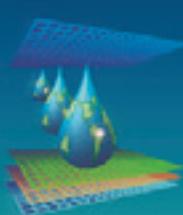


Tabela 3 - Intensidade de aplicação, vazão informada no catálogo do fabricante e vazão obtida pelo método direto, nas pressões 194, 242, 290 e 339 kPa.

Pressão (kPa)	Ia Catálogo (mm h ⁻¹)	Ia Ensaio (mm h ⁻¹)	Vazão Catálogo (L h ⁻¹)	Vazão Ensaio (L h ⁻¹)
194	3,50	3,90	510	561
242	4,00	4,29	570	617
290	4,30	4,76	620	686
339	4,70	5,66	670	815

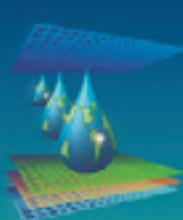
Apesar do catálogo do aspersor em questão recomendar que este seja utilizado nas pressões de 194 e 242 kPa, os resultados obtido em campo não foram satisfatórios, apresentando baixa uniformidade de distribuição como foi mostrado nos perfis sem sobreposição. O emissor não mostra boa funcionalidade trabalhando em baixas pressões no que diz respeito ao dispositivo que propicia a variação do ângulo de trabalho, não sendo satisfatória mesmo quando exposto as maiores pressões. Tendo melhores resultados quando funciona com 290 e 339 kPa, o aspersor apresentou significativa melhora tanto em distribuição, como em funcionalidade do dispositivo de variação do ângulo de trabalho.

Os resultados para os valores de CUC, CUD e CUE também reagiram da mesma forma de acordo com a variação de pressão, estes foram melhores em maiores pressões, que nas menores pressões citadas no catalogo do fabricante. No entanto, os valores obtidos para o teste de 270° não se mostraram satisfatório, devido aos baixos valores encontrados posterior à realização dos cálculos.

O aspersor foi submetido ao maior espaçamento recomendado no catálogo, 12x12 m, o que possibilitou uma melhor distribuição da lâmina de água na parte central e periferia da área irrigada, porém, os resultados ainda se apresentaram baixos, sendo a maioria por volta de 70%, sendo que o esperado para esse tipo de método de irrigação são valores acima de 80% de acordo com Bernardo *et al.* (2006).

CONCLUSÃO

O aspersor apresentou melhores resultados de uniformidade de Christiansen, em todos os testes, quando submetido às pressões de 290 e 339 kPa, sendo que os valores foram em média 78,17% para os ângulos de 180 e 360°.



Os resultados de CUC para os testes sob as pressões de 194 e 242 kPa foram considerados baixos de acordo a literatura consultada, em todos os ângulos testados, com exceção para o ângulo de 90° sob a pressão de 194 kPa.

Os valores de CUC, CUD e CUE foram abaixo do recomendado para irrigação por aspersão principalmente nos ângulos de 90 e 270° e sob as pressões de 194 e 242 kPa. As vazões encontradas foram superiores às encontradas no catálogo do fabricante, principalmente em resposta ao aumento da pressão de serviço.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISSO 7749-2. Equipamento de irrigação agrícola. Aspersores rotativos. Parte 2: Uniformidade de distribuição e métodos de ensaio. Janeiro, 2000. 6p.

BARRETO, G. B. *Irrigação: princípios, métodos e prática*. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. São Paulo, 1974. 185p.

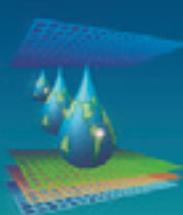
BERNARDO, S. et al. *Manual de Irrigação*. 8ª edição. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 625p.

MARQUELLI, W. A. et al. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE HORTALIÇAS. *Manejo da irrigação em hortaliças*. 5ª edição. Ver. Ampli.-Brasília: Embrapa – SP, 1996. 72p.

MANTOVANI et al., E. C. *Irrigação: princípios e métodos*. 2ª edição; atual e ampl. – Viçosa: Ed. UFV, 2007. 358p.

OLITTA, A. F. L. *Os Métodos de Irrigação*. São Paulo: Nobel, 1984. 267p.

ZOCOLER, J. L. Avaliação de desempenho de sistemas de Irrigação. Ilha Solteira-SP: UNESP. Disponível em <<http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.html>>. Acesso em maio, 2008.



PROTÓTIPO DE EMISSOR PARA IRRIGAÇÃO LOCALIZADA SUBSUPERFICIAL: AVALIAÇÃO HIDRÁULICA

Wanderley de Jesus Souza¹; Tarlei Arriel Botrel²; Rubens Duarte Coelho²; Jaqueline dos Santos Soares³

RESUMO: Ensaios hidráulicos em nível de laboratório são indispensáveis para desenvolvimento de um emissor, de forma a minimizar problemas em campo na aplicação da água. Neste trabalho, parte da tese do primeiro autor, procurou-se avaliar a uniformidade de aplicação da água pelo emissor; variação na fabricação dos emissores; e, pressão de operação dos emissores. Os resultados de uniformidade (52,85%) e variação de fabricação (30,46%) foram ruins, devido ao processo artesanal de construção (torno mecânico). Para maiores diferenças entre os diâmetros interno da membrana e externo do tubo, as pressões mínimas para funcionamento apresentaram valores mais elevados, o que pode ser importante para evitar a entrada de raiz dentro do emissor. Entretanto, para maiores pressões será necessária maior quantidade de energia para acionar os emissores, devendo ser obtido um ponto de funcionamento ideal. O processo de construção do emissor deverá ser tecnificado, buscando-se uma padronização dos mesmos. Considerando que a pressão de operação foi similar, quando se considerou as diferenças físicas, pode-se dizer que a Equação utilizada representou bem a pressão de operação do emissor.

PALAVRAS-CHAVE: irrigação, gotejador subsuperficial, avaliação de emissor.

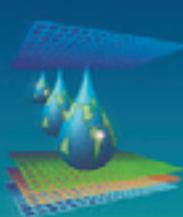
EMITTER PROTOTYPE FOR SUBSURFACE DRIP IRRIGATION: HYDRAULIC EVALUATION

SUMMARY: Hydraulic tests in a laboratory level are essential in relationship to developing an emitter, in order to minimize field problems in the use of water. The present study, which is a part of the first author's thesis, it was evaluate the uniformity of water application by the emitter; the emitter manufacture variation; and, the operational pressure of the emitter. The results for uniformity (52.85%) and manufacture variation (30.46%) were poor, because of the

¹Professor Adjunto da Universidade Federal da Bahia-ICADS, CEP 47.805-10, Barreiras, Ba. Fone (77) 36143500. e-mail: wanderley.souza@ufba.br.

²Prof. Doutor, Depto de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

³Estudante de Engenharia Sanitária e Ambiental, Instituto de Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável, ICADS/UFBA, Barreiras, Ba.



handicraft process of elaboration (mechanical lathe). To bigger differences between the internal membrane diameter and the external tube diameter, the minimum operation pressures presented higher values, which may be important to avoid root intrusion inside the emitter. However, to higher pressures, a bigger quantity of energy will be necessary to activate the emitters, should be obtained a optamal operation point. The emitter's manufacture process should be technified, searching to standardize the emitters produced. Considering that that the operational pressure was similar, when the physical differences were observed, it can be said that the equation utilized represented the emitter operational pressure.

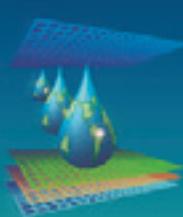
KEYWORDS: irrigation, subsurface dripper, emitter assessment.

INTRODUÇÃO

Ensaios hidráulicos com sistemas de irrigação localizada em laboratório e em nível de campo consistem na determinação das características hidráulicas e análises de seu desempenho (DANTAS NETO et al., 1997), em função dos objetivos da pesquisa. Estas análises podem ser realizadas em uma avaliação temporal, por meio da determinação da vazão relativa (QR) e do distúrbio de vazão (DQ) dos emissores, em função da vazão de projeto; e, espacial pelo coeficiente de uniformidade (CUE) proposto por Karmeli e Keller (1974), coeficiente de variação de fabricação (CVF), e coeficiente de variação da vazão (CVQ) dos emissores.

A uniformidade de aplicação da lâmina em sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial é afetada pelos seguintes fatores: variação de fabricação dos emissores, variabilidade hidráulica de declive na unidade de irrigação e perda de carga na tubulação, sensibilidade do emissor a pressão e variação da temperatura, e entupimento dos emissores (RODRIGUEZ-SINOBAS et al., 1999). Em estudos de distribuição da água em unidades de irrigação normalmente não consideram os dois primeiros fatores mencionados, consequentemente, a variabilidade final de aplicação da água dependerá tanto da variabilidade de fabricação quanto da variabilidade hidráulica (GIL et al., 2008). A variabilidade de fabricação dos emissores é tanto maior quanto menos tecnificado for o processo construtivo; a variabilidade hidráulica pode ser reduzida utilizando emissores com baixa sensibilidade de variação de vazão com a variação da pressão.

A boa uniformidade de aplicação da água pelos gotejadores é fundamental no sucesso de um projeto de irrigação, estando intimamente relacionada com a vazão nos emissores, pressão aplicada e dissipada, bem como possíveis entupimentos. O distúrbio de vazão é um parâmetro para avaliação temporal do percentual de vazão que é alterado na saída dos



emissores, podendo ocorrer, no caso do emissor subsuperficial, por motivos da presença de raiz, partículas sólidas ou outro fator. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a uniformidade de aplicação da água pelo emissor; variação na fabricação dos emissores; e, pressão de operação dos emissores.

MATERIAL E MÉTODOS

No laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia de Biossistemas da ESALQ/USP foram testadas vazões e pressões para caracterização do funcionamento hidráulico do emissor. A coleta de vazão foi realizada com pressões que variaram de 90 a 250 kPa, considerando-se a menor pressão como sendo a mínima para funcionamento do emissor. A vazão foi determinada pelo método volumétrico, com coletas em tempos superiores a três minutos. Para avaliação do coeficiente de uniformidade (CUE) proposto por Karmeli e Keller (1974) e coeficiente de variação de fabricação (CVF) montou-se uma bancada contendo dez emissores de cada modelo.

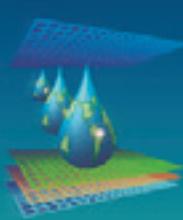
Devido à dificuldade de construção em larga escala (processo realizado por torno mecânico), a avaliação do CVF foi realizada apenas em 10 emissores. Tanto para o CUE quanto CVF, os dados de vazão foram coletados em todos os emissores instalados na linha lateral, a uma pressão de 165 kPa. O CUE (%) e CVF são representados pelas eqs. (1) e (2), respectivamente, em função da vazão mínima ($L\ h^{-1}$) - q_{min} ; media das vazões ($L\ h^{-1}$) - q_m ; número de gotejadores - n; e, desvio padrão das vazões - σ .

$$CUE = 100 \left(1 - 1,27 \frac{CVF}{\sqrt{n}} \right) \frac{q_{min}}{q_m} \quad (1)$$

$$CVF = \frac{\sigma}{q_m} \quad (2)$$

Os valores de CVF foram classificados conforme ABNT (1986) e Solomon (1984). Os valores de CUE foram analisados conforme recomendações da ASAE (1993). A pressão mínima (P_c) foi estimada para funcionamento de cinco emissores escolhidos aleatoriamente conforme eq. 3, para a contração (B), diâmetro de contato (d_c), diâmetros interno (d_i) e externo (d_0), módulos de elasticidade (E) e coeficientes de Poisson (v) de cada material.

$$p_c = \frac{B}{d_c \left[\frac{d_c^2 + d_i^2}{E_s(d_c^2 - d_i^2)} + \frac{d_0^2 + d_c^2}{E_h(d_0^2 - d_c^2)} - \frac{v_s}{E_s} + \frac{v_h}{E_h} \right]} \quad (3)$$



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Relação vazão versus pressão

Os dados de vazão e pressão para o emissor está apresentado no gráfico da Fig.1. A função potencial descreveu a relação das vazões e pressões com um coeficiente de determinação acima de 0,93. Observa-se que, diferente do que ocorre com gotejadores convencionais de orifício, o valor do expoente da pressão obtido na Equação do emissor é maior que a unidade. Este fato está relacionado, possivelmente, com as características físicas do material (elastômero) utilizado com a função de controle da vazão. Neste caso a seção de saída de água aumenta com a pressão, enquanto nos orifícios dos gotejadores convencionais a seção é mantida praticamente constante.

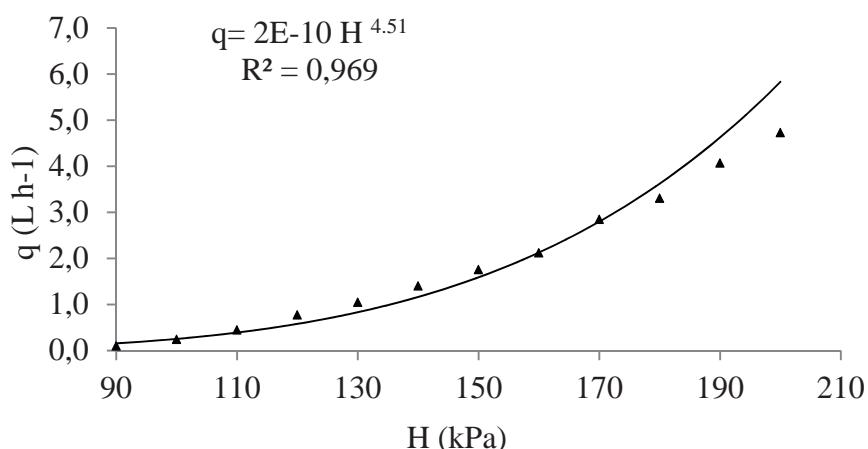
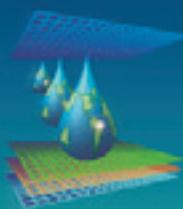


Figura 1 - Relação vazão versus pressão para o emissor

Uniformidade das vazões e variação na fabricação dos emissores

Na Tab. 1 apresentam-se os resultados de laboratório para as avaliações do coeficiente de uniformidade de emissão (CUE) e coeficiente de variação de fabricação (CVF) para o emissor utilizado na pesquisa.

O emissor apresentou as piores classificações tanto de CVF quanto de CUE, com valores de CVF considerados como inaceitáveis. Entretanto, além de o emissor não ser autocompensante de pressão, isso ocorreu por dois motivos principais: o processo construtivo manual, impossibilitando a padronização do sistema protetor; e pelo fato de o diâmetro tanto da membrana quanto do tubo de polietileno ser desuniforme. Estes problemas não puderam ser controlados, por ter sido utilizado um material alternativo para testes. No entanto, em se tratando da construção de emissores para futuras análises, além de se estudar um mecanismo para controle da vazão, deverão ser utilizados protetor, tubo e membrana específicos. O fato



de os emissores apresentarem baixos valores de CVF e CUE não impede que os mesmos sejam utilizados nos testes de campo para avaliação, uma vez que o propósito desta pesquisa em campo é avaliar os emissores quanto à obstrução por succção de partículas de solo e intrusão radicular.

Tabela 1 - Resultados das avaliações do coeficiente de variação de fabricação (CVF) e coeficiente de uniformidade de emissão (CUE) com o emissor

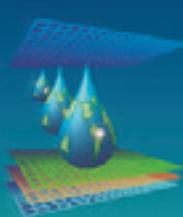
Parâmetro	Coeficientes (%)
CUE	52,85
CVF	30,46

Pressão para funcionamento do emissor

Na Tab.2 apresentam-se resultados de pressão mínima (P_c) estimada para funcionamento de cinco emissores escolhidos aleatoriamente. Considerou-se as características físicas de cada emissor sendo: comprimento da membrana - L_m ; diâmetro interno(d_h) e externo (d_o) da membrana; diâmetro interno (d_i) e externo(d_s) do tubo de polietileno; diâmetro interno (d_{ip}) e externo (d_{ep}) do protetor da membrana . Observa-se que a pressão estimada, equivalente à p_c descrita pela eq. (3) varia conforme $|d_h - d_s|$. Isto se justifica pela desigualdade nas características físicas apresentadas para cada emissor. O principal fator está relacionado aos diâmetros interno e externo da membrana; diâmetro interno do protetor; e, ao diâmetro externo do tubo de polietileno. O diâmetro externo do protetor e interno do tubo de polietileno não têm importância sobre o valor de p_c , uma vez que o módulo de elasticidade do protetor e do tubo (2800000 kPa, e 900000 kPa, respectivamente), são muito grandes, comparados ao da membrana (1000 kPa). Para maiores diferenças entre diâmetros interno da membrana e externo do tubo ($|d_h - d_s|$), as pressões mínimas para funcionamento também apresentaram valores mais elevados, o que pode ser importante para evitar a entrada de raiz dentro do emissor. Entretanto, para maiores pressões será necessária maior quantidade de energia para acionar os emissores, devendo ser obtido um ponto de funcionamento ideal.

Tabela 2 - Pressão mínima para funcionamento e características físicas de alguns protótipos do emissor modelo "C"

Emissor	1	2	3	4	5
Pressão mínima					
P_c (kPa)	115	98	100	105	110
Características físicas					
L_m (mm)	30	31	31	31	30
d_h (mm)	6,9	6,9	7,0	6,8	6,9



d_o	(mm)	13,2	13,2	13,3	13,3	13,3
d_i	(mm)	5,5	5,7	5,7	5,7	5,9
d_s	(mm)	7,5	7,4	7,5	7,3	7,4
d_{ip}	(mm)	12,4	12,4	12,5	12,4	12,5
d_{ep}	(mm)	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
$ d_h - d_s $	(mm)	0,6	0,4	0,5	0,5	0,5

CONCLUSÕES

O valor do expoente (4,51) da Equação do emissor encontrado indica que tal emissor é bastante sensível a pressão, desta forma, a membrana deverá ser utilizada com objetivo de fechar o orifício de saída da água, e evitar a entrada de raiz. A função de controle da vazão deverá ser realizada por um dispositivo específico a ser desenvolvido.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Ingeniería Rural de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid-España, e ao Departamento de Engenharia de Biossistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” / USP, pelo apoio a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ASAE EP 405.1 Standards, Design and Installation of Microirrigation Systems. St. Joseph, 1993. p.693-696.

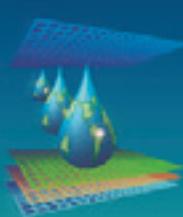
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. Requisitos mínimos para elaboração de projetos de sistema de irrigação localizada: PNBR 12: 02. 08 - 022. São Paulo, 1986.18p.

GIL, M.; RODRIGUES-SINOBAS, L.; JUANA, L.; SÁNCHEZ, R.; LOSADA, A. Emitter discharge variability of subsurface drip irrigation in uniform soils: Effect on water-application uniformity. *Irrigation Science*, New York v.26,n.6,p.451-458, 2008.

KARMELI, D.; KELLER, J. Trickle irrigation design parameters. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, Mich, v.17, p.678-684, 1974.

RODRIGUEZ-SINOBAS, L.; JUANA, L.; LOSADA, A. Effects of temperature changes on emitter discharge. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, New York, v.125, p.64-73, 1999.

SOLOMON, K.H. Yield related interpretations of irrigation uniformity and efficiency measures. *Irrigation Science*, New York, v.5, p.161-172, 1984.



PROTÓTIPO DE EMISSOR PARA IRRIGAÇÃO LOCALIZADA SUBSUPERFICIAL: AVALIAÇÃO EM CAMPO

Rubens Duarte Coelho¹; Wanderley de Jesus Souza²; Tarlei Arriel Botrel¹; Jaqueline dos Santos Soares³

RESUMO: O uso de emissores em sistemas de irrigação por gotejamento subsuperficial (IGS) exige que estes sejam capazes de evitar o processo de obstrução de origem física, química e biológica. O objetivo deste trabalho foi analisar para o emissor desenvolvido, o desempenho Hidráulico (variação de vazão e uniformidade de aplicação da água); e, o desempenho físico relacionado ao potencial do emissor em evitar a entrada de raiz e solo. Implantou-se um IGS com emissores instalados em vaso com apenas solo e com a cultura da cana de açúcar. Os emissores sob testes de 7 de julho de 2010 a 7 de janeiro de 2012. Analisou-se a variação temporal da vazão, o coeficiente de uniformidade de emissão da água e a vazão relativa. Os resultados indicaram que não houve entupimento dos emissores nos períodos avaliados. A variação de vazão para os emissores instalados em vasos com cultura e com solo apenas, foi devido ao processo construtivo e características físicas da membrana do emissor. Um mecanismo para controlar a vazão deverá ser desenvolvido, e, juntamente com um processo tecnificado para fabricação os emissores, contribuirá para melhorar a uniformidade de aplicação da água.

PALAVRAS-CHAVE: irrigação, gotejador subsuperficial, avaliação de emissor

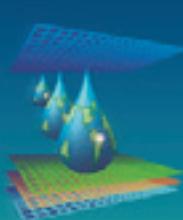
EMITTER PROTOTYPE FOR SUBSURFACE DRIP IRRIGATION: FIELD EVALUATION

SUMMARY: The use of emitters in subsurface drip irrigation systems (SDI) request that they are capable to avoid the physical, chemical and biological obstruction process. The objective of this study was to analyze the hydraulic emitters performance (flow variation and water application uniformity); and, the physical performance related to the emitters' potential to avoid root and soil intrusion. A SDI was implanted with emitters installed in pots with only soil and with sugar cane plants. The emitters was evaluated from July 7, 2010 to January 7,

¹Prof. Doutor, Depto de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, CEP 13.418-900, Piracicaba, SP. Fone (19) 34478546. e-mail: rdcoelho@usp.br.

²Professor Adjunto da Universidade Federal da Bahia-ICADS, Barreiras, Ba.

³Estudante de Engenharia Sanitária e Ambiental, Instituto de Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável, ICADS/UFBA, Barreiras, Ba.



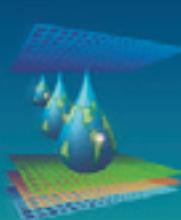
2012. The temporal variation of the flow, relative flow, and the water emission uniformity coefficient were analyzed. The results indicated that there was no obstruction of the emitters during the period of evaluation. The flow variation for emitters installed in pots with culture and soil only was due to manufacture process and physical characteristics of the emitter membrane. A mechanism to control the flow rate should be developed, and, together with it a technical process to the manufacturing of the emitters, contributing to improve the uniformity of water application.

KEYWORDS: irrigation, subsurface dripper, emitter assessment

INTRODUÇÃO

A obstrução por problemas físicos, químicos e biológicos é um fator limitante na escolha do tipo de emissor a ser utilizado em campo. O problema de sucção de partícula sólida de solo é mais crítico no gotejamento subsuperficial (IGS) que no superficial. Coelho et al. (2007) simularam a entrada de partículas sólidas na linha de gotejadores, com solos franco-arenoso e franco-argiloso, e avaliaram o impacto na vazão em cinco modelos de gotejadores utilizando gotejadores voltados para cima e para baixo. Os resultados mostraram que a posição de instalação do emissor foi de maior preponderância em relação ao fator textura do solo, e que as diferenças observadas entre modelos relacionava-se com a altura do corpo do gotejador em relação à parede do tubo de polietileno. A penetração de raiz em emissores é um mecanismo de entupimento de origem biológica e ação física. Existem vários métodos para prevenção da intrusão radicular em irrigação subsuperficial por gotejamento, incluindo se nestes, projeto de emissores com dispositivos capazes de inibir a entrada de raiz. Os efeitos de tais entupimentos podem ser mensurados por avaliações em campo.

Ensaio hidráulico com sistemas de irrigação localizada em nível de campo visa a determinação das características hidráulicas e análises de seu desempenho. Estas análises podem ser realizadas em uma avaliação temporal, por meio da determinação da vazão relativa (QR) e do distúrbio de vazão (DQ) dos emissores, em função da vazão de projeto; e, espacial pelo coeficiente de uniformidade (CUE) proposto por Karmeli e Keller (1974), coeficiente de variação de fabricação (CVF), e coeficiente de variação da vazão (CVQ) dos emissores. A variabilidade final de aplicação da água dependerá tanto da variabilidade de fabricação quanto da variabilidade hidráulica (GIL et al., 2008), além da sensibilidade do emissor a variação da pressão. A variabilidade de fabricação dos emissores é tanto maior quanto menos tecnificado



for o processo construtivo; a variabilidade hidráulica pode ser reduzida utilizando emissores com baixa sensibilidade de variação de vazão com a variação da pressão.

O objetivo desta pesquisa foi aplicar testes de campo no protótipo desenvolvido para se conhecer o comportamento hidráulico e físico do mesmo. O desempenho Hidráulico se refere à variação de vazão temporal e ao longo de uma linha lateral, e uniformidade de aplicação da água. O desempenho físico está relacionado ao potencial do emissor em evitar a entrada de raiz solo no mesmo.

MATERIAL E MÉTODOS

A fase de campo foi realizada com implantação de um sistema de irrigação subsuperficial em ambiente protegido, na cultura da cana-de-açúcar, para avaliação das vazões e do entupimento dos emissores, instalados em vasos com e sem cultura de 7 de julho de 2010 a 7 de janeiro de 2012.

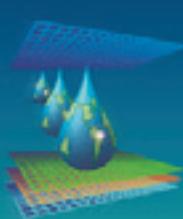
Na Figura 1 apresenta-se o experimento instalado em ambiente protegido com os diferentes emissores, em vasos com cana-de-açúcar e somente com solo.



Figura 1 - Sistema de irrigação em ambiente protegido, com emissores instalados em vasos com e sem cultura

O experimento foi montado utilizando linhas laterais com dez emissores espaçados a cada 1 m, instalados dentro do solo a 20 cm de profundidade, em vasos com dimensões de 32 cm de profundidade por 30 cm de diâmetro. A variedade da cana-de-açúcar escolhida foi a RB867515. Utilizou-se um solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, textura franco-argilosa. Os vasos com solo apenas, passaram por tratos culturais, eliminando-se qualquer cultura. O manejo de irrigação foi realizado com base na umidade do solo com três tensiômetros em cada linha lateral, mantendo-se o solo sempre com umidade próxima à capacidade de campo.

As vazões dos emissores foram determinadas trimestralmente após a implantação do sistema de irrigação, exceto a última avaliação que foi semestral, utilizando-se um medidor de



vazão magnético indutivo, modelo IFC-090-F, fabricado pela empresa Krohne/Conaut, com precisão de 99,97%. Os valores obtidos foram utilizados para o cálculo da vazão relativa QR (eq.1), como sendo o quanto a vazão do último período de análise representa sobre aquela medida no período anterior, do coeficiente de uniformidade de emissão – CUE (eq.2).

A vazão relativa foi medida pela média de dez emissores na linha lateral. Os valores de média da última leitura foram divididos pela média da primeira leitura.

$$QR = \frac{Q_2}{Q_1} \quad (1)$$

$$CUE = 100 \left(1 - 1,27 \frac{CVF}{\sqrt{n}} \right) \frac{q_{\min}}{q_m} \quad (2)$$

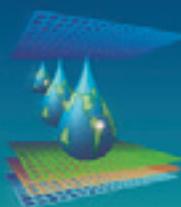
em que: Q_1 - Vazão obtida no primeiro período de testes ($L h^{-1}$); Q_2 - Vazão obtida no ultimo período de testes ($L h^{-1}$); q_{\min} - vazão mínima ($L h^{-1}$); q_m - media das vazões ($L h^{-1}$); n - número de gotejadores; σ - desvio padrão das vazões; e, CVF- coeficiente de variação de fabricação = σ/q_m

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Fig. 2 (gráfico Box plot) apresentam-se graficamente os dados de vazão coletados ao longo das linhas laterais em que foram instalados emissores em vasos com a cultura da cana-de-açúcar (SC) e somente em solo (SS), avaliados em diferentes datas.

Pode-se observar que não houve redução total na vazão dos emissores em ambos os sistemas SC e SS, tendo-se variações temporais nos resultados desde a instalação em julho de 2010 ao final do experimento em janeiro de 2012, com os valores da mediana oscilando de 1,2 a 2,2 $L h^{-1}$. Tais variações apenas não caracterizaram entupimento, tendo ocorridas possivelmente devido a dois fatores principais: a vazão pode variar com a pressão do solo sobre o emissor, podendo reduzir-se, principalmente, quando a infiltração da água aplicada é limitada pelas propriedades hidráulicas do solo, resultando em uma pressão positiva do mesmo sobre o emissor (SHANI et al., 1996; GIL et al., 2008); e, o fator temperatura não foi controlado no momento das avaliações de todos os emissores, sendo este importante na variação de vazão conforme comentado por Rodriguez - Sinobas et al. (1999).

Analisando-se as vazões que foram medidas na linha lateral, em cada época de avaliação, nota-se que os dados contidos na faixa de 25 a 75 % são bastante variáveis desde o início dos testes. Isso ocorreu devido aos fatores já mencionados e à variabilidade das



características físicas dos emissores, devido ao processo construtivo do emissor não ser tecnificado.

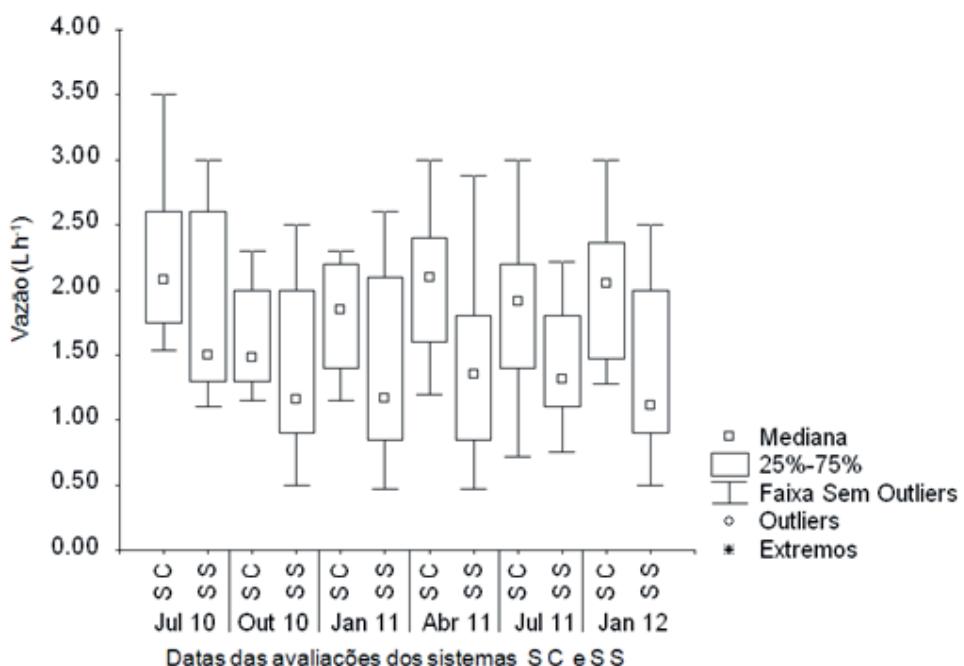


Figura 2 - Vazão nos emissores do sistema com cultura (SC) e com solo (SS)

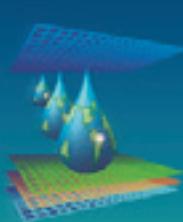
Na Tab. 1 apresentam-se as vazões relativas médias (QR) na linha lateral e o coeficiente de uniformidade de emissão (CUE), avaliados ao longo do tempo para o sistema com cana (SC) e com solo (SS).

Tabela 1- Vazões relativas médias (QR) na linha lateral e coeficiente de uniformidade de emissão (CUE) nos diferentes sistemas e períodos avaliados

Período avaliado	Sistemas utilizados			
	SC		SS	
	QR (adim.)	CUE (%)	SC	SS
Out 2010	0,75 Ba	58,00	0,74 Ba	52,29
Jan 2011	0,81 Ba	57,60	0,85 Ba	52,10
Abr 2011	0,92 Aa	50,00	0,81 Ba	50,00
Jul 2011	0,81 Ba	46,57	0,81 Ba	54,60
Jan 2012	0,89 Aa	48,23	0,84 Ba	55,45
Média	0,84	49,84	0,81	53,33

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 1%

Pela Tab. 1 pode ser observado que no sistemas SC houve variações nos valores de QR ao longo do tempo, nos meses de abril/2011 e janeiro/2012, o que pode ter ocorrido devido à variação de temperatura da água, e pressão positiva do solo sobre o emissor. Os sistemas avaliados apresentaram mesmo valor de vazão relativa. A variação de QR no SS não



caracterizou entupimento parcial nem total como foi encontrado por Coelho et al. (2007), para partículas sólidas na malha hidráulica.

Os emissores dos sistemas SC, SS apresentaram CUE fora do padrão ASAE (1993). Entretanto, ao longo do período avaliado, os valores estiveram próximos à média. Isso indica que a uniformidade se manteve conforme os resultados inicialmente obtidos.

CONCLUSÕES

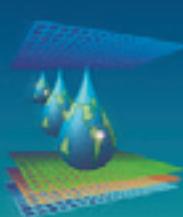
A variação de vazão que ocorreu para os emissores instalados em vasos com cultura e com solo apenas foi devido ao processo construtivo e características físicas da membrana do emissor, que atuou como controladora da vazão, fato que deve ser evitado. Não houve evidência de redução ou aumento de vazão devido a problemas de entupimento por raiz e/ou sucção de partículas de solo. A uniformidade de aplicação da água pode ser melhorada quando da utilização de um processo de construção tecnificado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Departamentos de Engenharia de Biossistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” / USP e de Ingenieria Rural de La Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de La Universidad Politécnica de Madrid pelo apoio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ASAE EP 405.1 **Standards, Design and Installation of Microirrigation Systems**. St. Joseph, 1993. p.693-696.
- COELHO, R.D.; VILELA, L.A.A.; RESENDE, R.S.; TEIXEIRA, M.B.; SÁ, J. SACOL. DE. Entupimento de gotejadores em decorrência de pulsos de partículas sólidas na malha hidráulica. **Irriga**, Botucatu, v.12, n.1, p.108-122, jan.-mar. 2007.
- GIL, M.; RODRIGUES-SINOBAS, L.; JUANA, L.; SÁNCHEZ, R.; LOSADA, A. Emitter discharge variability of subsurface drip irrigation in uniform soils: Effect on water-application uniformity. **Irrigation Science**, New York v.26,n.6,p.451-458, 2008.
- KARMELI, D.; KELLER, J. Trickle irrigation design parameters. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, Mich, v.17, p.678-684, 1974.
- RODRIGUEZ-SINOBAS, L.; JUANA, L.; LOSADA, A. Effects of temperature changes on emitter discharge. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v.125, p.64-73, 1999.
- SHANI, U.; XUE, S.; GORDIN-KATZ, R.; WARRICK, A.W. Soil-limiting from Subsurface Emitters. I: Pressure Measurements, **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v.122, n.5, p. 291-295, 1996.



PROTÓTIPO DE EMISSOR PARA IRRIGAÇÃO LOCALIZADA SUBSUPERFICIAL: ANÁLISE FÍSICO - MATEMÁTICA

Wanderley de Jesus Souza¹; Tarlei Arriel Botrel²; Rubens Duarte Coelho²; Jossy Mara Simões Cardoso³

RESUMO: Um dos principais componentes em sistemas de irrigação é o emissor, portanto, no desenvolvimento de protótipos, uma análise do comportamento do mesmo, em relação ao movimento da água em seu interior faz-se necessária. Nesta pesquisa, parte da Tese do primeiro autor, realizou-se análises físicas e matemáticas sobre a variação do diâmetro da membrana utilizada no emissor desenvolvido, e da pressão para funcionamento do mesmo. Das análises, foi possível obter Equações que descrevem as tensões axial, radial e tangencial nas paredes da membrana do emissor; a variação do diâmetro da membrana; e, a pressão de operação do emissor. Em uma análise da Equação que estima a pressão de operação, obtiveram-se coeficientes de correlação de Pearson, Willmott e Camargo e Sentelhas iguais a 0,95, 0,85 e 0,81, respectivamente. Pelos resultados obtidos, pode-se dizer que as Equações propostas representaram bem o comportamento do emissor em relação ao movimento da água dentro do mesmo. Entretanto, aperfeiçoamento e avaliações futuras são desejadas para que se obtenha um protótipo final.

PALAVRAS - CHAVE: protótipo, entupimento de emissores, gotejador.

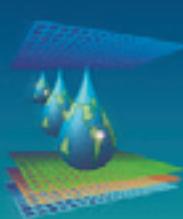
EMITTER PROTOTYPE FOR SUBSURFACE DRIP IRRIGATION: PHYSICAL - MATHEMATICAL ANALYSIS

SUMMARY: One of the main components in an irrigation system is the emitter, therefore, in the development of prototypes, an analysis of the emitter performance in relation to the movement of water inside it becomes necessary. Physical and mathematical analysis about the diameter of the membrane used in the emitter and the ideal pressure for its operation were carried in this research, which consists of part of the first author's thesis. From the analysis it was possible to get equations which describe the axial, radial and deviation tensions in the emitters' inside; the variation of the membrane diameter; and, the emitters' operational

¹Professor Adjunto da Universidade Federal da Bahia-ICADS, CEP 47.805-10, Barreiras, BA. Fone (77) 36143500. E-mail: wanderley.souza@ufba.br.

²Prof. Doutor, Depto de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

³Estudante de Engenharia Sanitária e Ambiental, Instituto de Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável, ICADS/UFBA, Barreiras, BA.



pressure. In an analysis of the equation that estimates the operational pressure, coefficients of correlation of Pearson, Willmott and Camargo, and Sentelhas of 0.95, 0.85 and 0.81, respectively, were found. From the results obtained, the proposed equations represent thoroughly the emitters' functioning in relation to the movement of water inside it. However, further improvement and evaluations are need to obtain a final prototype.

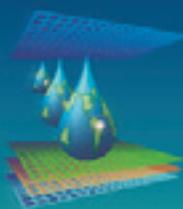
KEYWORDS: prototype, emitter clogging, dripper.

INTRODUÇÃO

Vermeiren e Jobling (1997) relatam que os emissores se caracterizam do ponto de vista hidráulico, pela pressão de serviço, variação desta pressão e vazão nominal. Tais variações podem ser física e matematicamente analisadas. Nestes casos, importante atenção deve ser dada à forma dos emissores, e à compensação ou não da pressão dentro dos mesmos. Emissores autocompensantes possuem uma membrana interna que possibilita dissipação de energia, mecanismo este que leva a uma menor variação da vazão, o que não ocorre nos emissores comuns, nos quais a variação de pressão torna-se um fator considerável.

Protótipos de emissores em forma cilíndrica podem ser desenvolvidos utilizando tubo de polietileno e membra elástica, com diâmetro adequado, rugosidade e determinada resistência à pressão nas paredes do emissor, devido ao movimento do fluido e esforços mecânicos solicitados. Os tubos podem ser de parede delgada ou grossa, considerando-se o primeiro caso quando o quociente entre a espessura (t) da parede e o diâmetro interno (d_i) do tubo for $\leq 1/15$, e para o segundo caso, quando esta relação for $> 1/15$. Sendo realizadas tais considerações, o possível erro no dimensionamento é $\leq \pm 5\%$ (HEARN, 1997).

As teorias de deformação estão diretamente relacionadas a disciplinas da área de Engenharia, interligando a mecânica dos materiais e a Engenharia de irrigação, podendo ser aplicadas em projetos de gotejadores compostos por membrana e tubo. Pela Fig. 1 pode ser visualizado o esquema de um tubo de parede delgada com comprimento L , diâmetro interno d_i e externo d_o e espessura t . Observa-se também um tubo de parede espessa, e as tensões normais na parede dos respectivos tubos. Uma vez que o tubo esteja submetido a uma pressão interna p_i , e externa p_0 , as paredes suportam esforços, os quais podem ser caracterizados em um sistema de três tensões normais entre si, conforme Figura 1B, onde se concebeu um elemento A da parede do tubo, sendo estas a tensão axial (σ_a), tensão tangencial ou circunferencial (σ_t) e tensão radial (σ_r). Em estudos que envolvem tubos de paredes delgadas, considera-se atuação de σ_t e σ_a , uma vez que σ_r é desprezível, enquanto em tubos de paredes



grossas, se considera a atuação das três tensões em conjunto (HEARN, 1997). Neste caso, o tubo pode estar submetido à pressão interna p_i , ou externa p_0 , ou ambas ao mesmo tempo.

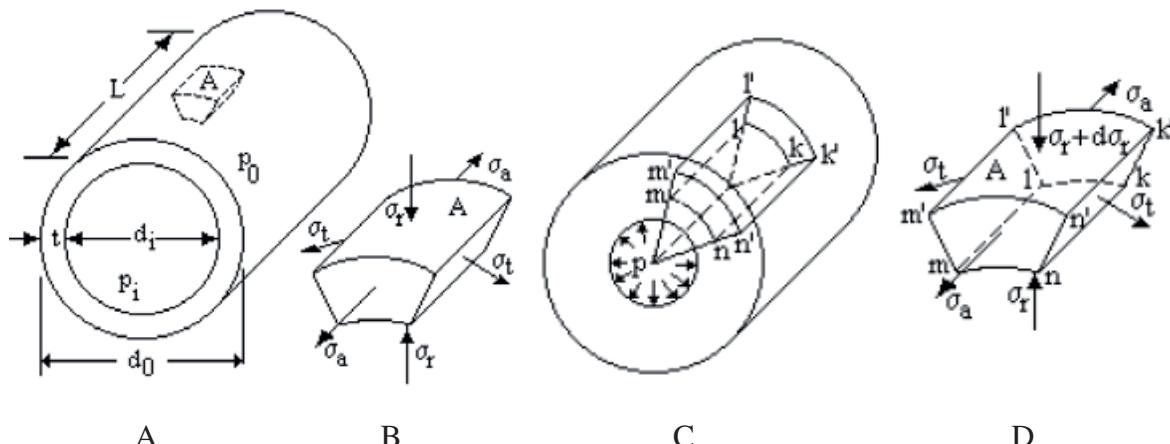


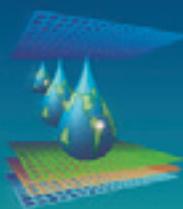
Figura 1 - Tubo de parede delgada (A), tensões em um elemento da parede (B, D) e tubo de parede espessa (C)

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi desenvolvida no Departamento de Ingeniería Rural de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid-España, e no Departamento de Engenharia de Biossistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” / USP. Equações que descrevem o comportamento da membrana utilizada no emissor foram propostas, sendo neste caso analisadas as pressões internas exercidas pela água para funcionamento do emissor e a variação do diâmetro da membrana para obter determinada vazão. Para tanto, verificou-se a relação entre espessura e diâmetro interno da membrana. Aplicaram-se as teorias de Lamé para tensões axial, radial e tangencial, as teorias de Clavarino e de Birnie, baseando-se em Timoshenko (1975) e Hearn (1997), para estudo da distribuição de tensões e deformações em tubos de parede com determinada espessura.

As pressões de funcionamento foram estimadas pela Equação proposta (resultados), e analisada para cinco emissores escolhidos aleatoriamente, para vazões correspondentes àquelas medidas em laboratório, para pressões entre 90 e 250 kPa. Na metodologia proposta para estimar as pressões, utilizou-se da Equação que descreve a variação do diâmetro da membrana, e a Equação universal de perda de carga, considerando-se nesta o raio hidráulico.

A precisão das Equações foi quantificada pelo coeficiente de correlação de Pearson (r) e interpretada de acordo com Santos (2007); a exatidão foi avaliada pelo índice de concordância



(d) de Willmott (2011); e, o desempenho do método foi avaliado pelo coeficiente (c) de Camargo e Sentelhas (1997) que sintetiza de forma conjunta o produto dos índices “d” e “r”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relação entre espessura da parede e diâmetro interno da membrana foi de $4/10 > 1/15$, considerando-se a membrana como de parede grossa, conforme Hearn (1997). Portanto, a tensão ao longo da espessura dependente da distância de atuação até o eixo central da membrana.

Modificação no diâmetro da membrana submetida à pressão interna

Em função das tensões na parede da membrana, esta pode sofrer variação no diâmetro. Neste caso, utilizou-se o conceito de deformação unitária de acordo com a teoria da tensão deformação apresentada pela Lei de Hooke. Considerando que $p_0 = 0$, o que conduz o máximo valor de σ_t e a máxima deformação Δd para $r = d_i/2$, se pode descrever a eq. (1) para variação no diâmetro interno. Os resultados a serem obtidos pela eq. (1) poderão ser utilizados para estimativa da vazão do emissor

$$\Delta d_i = \frac{d_i}{E} \left[\frac{(1-\nu) \cdot p_i \cdot d_i^2}{(d_0^2 - d_i^2)} + \frac{(1+\nu) p_i \cdot (d_i^2 \cdot d_0^2)}{(d_0^2 - d_i^2) d_i^2} \right] \therefore \Delta d_i = \frac{p_i \cdot d_i}{E} \left[\frac{(d_0^2 + d_i^2)}{(d_0^2 - d_i^2)} + \nu \right] \quad (1)$$

Análise do sistema composto por membrana, tubo e protetor da membrana (Fig. 2)

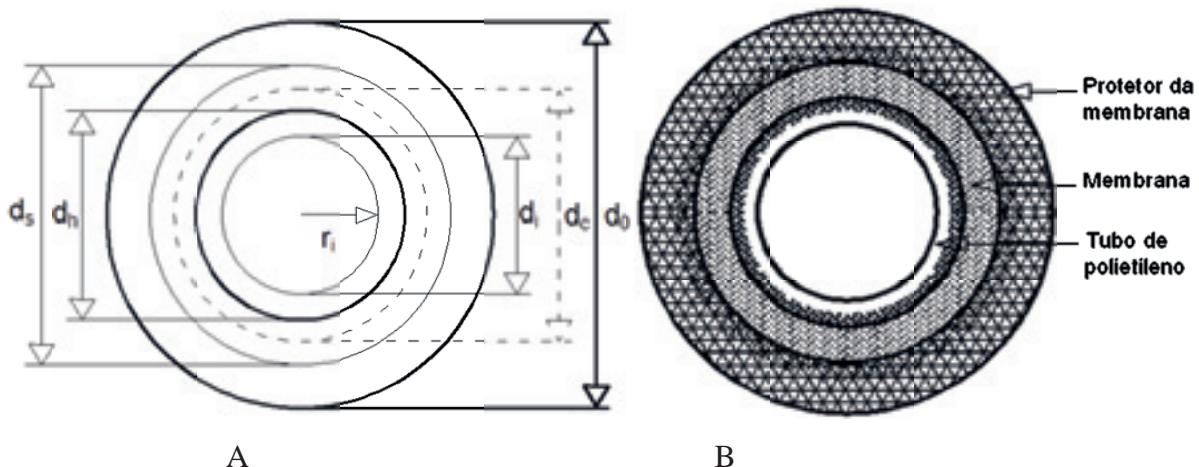
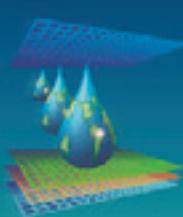


Figura 2 - Diâmetros (A) e montagem entre tubo, membrana e protetor (B)

A pressão de contato (p_c) radial entre o tubo e a membrana ou entre a membrana e o protetor em suas superfícies de contato depende do coeficiente de poison (ν), módulo de



elasticidade (E) dos materiais e da diferença entre o diâmetro exterior d_h do material interno, e interior d_i do material externo, antes da junção dos dois por contração ($B = d_s - d_h$) e do diâmetro de contato d_c , conforme eq. (2).

$$p_c = \frac{B}{d_c \left[\frac{d_c^2 + d_i^2}{E_s(d_c^2 - d_i^2)} + \frac{d_0^2 + d_c^2}{E_h(d_0^2 - d_c^2)} - \frac{\nu_s}{E_s} + \frac{\nu_h}{E_h} \right]} \quad (2)$$

Pela eq. (2), conhecendo-se B se pode calcular a pressão p_c , correspondente à pressão mínima para funcionamento do emissor. A partir da pressão mínima a vazão a ser obtida fica dependente do incremento de pressão interna, que interfere diretamente na variação de diâmetro da membrana. No gráfico da Fig. 3 apresentam-se as pressões estimadas (e_i) e medidas (o_i) para determinadas vazões nos cinco emissores avaliados. A precisão do modelo para estimativa da pressão avaliada pelo coeficiente de correlação de Pearson (r) foi 0,95, classificada como forte e positiva de acordo com Santos (2007). Para as relações entre vazão e pressão com os cinco emissores também se observa uma correlação positiva e forte. O desempenho dos modelos para estimativa da pressão foi muito bom conforme classificação por Camargo e Sentelhas (1997), apresentando valor de 0,81, indicando que uma associação das equações propostas pode ser uma boa alternativa para prever a vazão nos emissores.

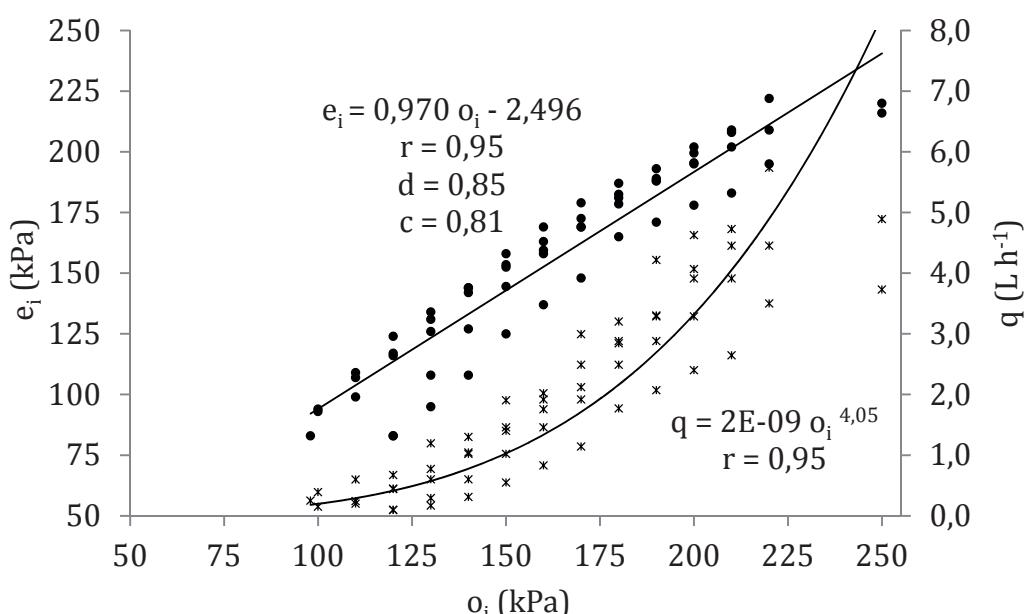
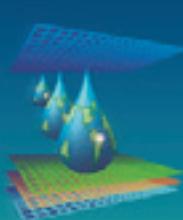


Figura 3 - Relação entre pressão estimada (e_i) e medida (o_i), e vazão dos emissores



CONCLUSÕES

As Equações desenvolvidas para análise do emissor apresentaram desempenho satisfatório. Entretanto, tais Equações, bem como as características físicas do emissor ainda são passíveis de aperfeiçoamento quando da utilização de uma análise dimensional e de semelhança envolvendo todas as variáveis que afetam diretamente a vazão e a perda de carga no emissor.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Ingeniería Rural de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid-España, e ao Departamento de Engenharia de Biossistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” / USP, pelo apoio a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

CAMARGO, A.P.; SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.1, p.89-97, 1997.

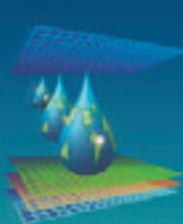
HEARN, E.J. **Mechanics of materials 1**: an introduction to the mechanics of elastic and plastic deformation of solids and structural components. 3rd ed. Oxford; New York: Butterworth Heinemann, 1997. p.1038.

SANTOS, C. **Estatística descritiva**: manual de auto-aprendizagem. Lisboa: Edições Silabo, 2007. 264 p.

TIMOSHENKO, S. **Resistência de materiais**: Teoría y problemas más complejos. Traduzido por Tomás Delgado Pérez de Alba. Madrid: Espasa-Calpe, 1975. 431p.

VERMEIREN, L.; JOBLING, G.A. **Irrigação localizada**. Campina Grande: UFPB, CCT, 1997. 184 p.(Estudos FAO, Irrigação e Drenagem, 36.).

WILLMOTT, C.J.; ROBESON, S.M.; MATSUURA, K. Short communication: A refined index of model performance. **International Journal of Climatology**, Chichester, Published online in Wiley Online Library, DOI: 10.1002/joc.2419, 2011.



DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE EMISSOR PARA IRRIGAÇÃO LOCALIZADA SUBSUPERFICIAL

**Wanderley de Jesus Souza¹; Tarlei Arriel Botrel²; Rubens Duarte Coelho²; Jossy Mara
Simões Cardoso³**

RESUMO: Um dos fatores chave para o desenvolvimento científico e tecnológico sempre foi e será a capacidade de inovação em determinada área; e, em irrigação não poderia ser diferente. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi obter um novo modelo de gotejador para ser utilizado em Sistemas de Irrigação por Gotejamento Subsuperficial (IGS). O emissor foi desenvolvido para operar sem aplicação de produtos químicos (método que vem sendo utilizado atualmente em (IGS)). O funcionamento do mesmo foi baseado em um mecanismo mecânico-hidráulico proporcionado pelas características do emissor e pelo liga-desliga do sistema de irrigação. O emissor foi construído em torno mecânico, cujo equipamento apresenta a vantagem de ser uma tecnologia simples e de fácil operação. Por outro lado, não foi possível manter uma padronização dos emissores. Com este trabalho buscou-se apenas desenvolver o protótipo para avaliações posteriores. O emissor desenvolvido com os materiais descritos se mostrou apto para testes hidráulicos em laboratório, e de campo.

PALAVRAS - CHAVE: intrusão radicular, entupimento de emissores, gotejador.

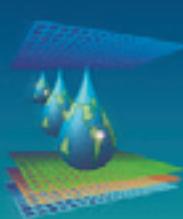
DEVELOPMENT OF AN EMITTER PROTOTYPE FOR SUBSURFACE DRIP IRRIGATION

SUMMARY: One of the key factors for the scientific and technological development has always been and will always be the capacity of innovation in a certain area, and concerning irrigation it would not be different. Therefore, the objective of this study was to produce a new drip irrigation model to be used in the subsurface drip irrigation system (SDI). The emitter was developed to operate without chemicals (a method that has been currently used in

¹Professor Adjunto da Universidade Federal da Bahia-ICADS, CEP 47.805-10, Barreiras, Ba. Fone (77) 36143500. E-mail: wanderley.souza@ufba.br.

²Prof. Doutor, Depto de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

³Estudante de Engenharia Sanitária e Ambiental, Instituto de Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável, ICADS/UFBA, Barreiras, Ba.



SDI. Is the operation of the emitter was based in a hydraulic-mechanical mechanism provided by the emitter's characteristics and by the turning on and off of the irrigation system. The emitter was built in a mechanical lathe, which equipment presents the advantage of being simple and easily handled. On the other hand, it was not possible to keep a standardization of the emitters. This study was a part of the PhD thesis of the first author; therefore, many were the efforts to reaching the best model to be tested and enhanced.

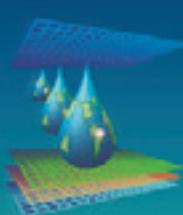
KEYWORDS: root intrusion, emitter clogging, dripper.

INTRODUÇÃO

A irrigação por gotejamento subsuperficial (IGS) deriva do sistema de gotejamento superficial, sendo constituída por emissores instalados abaixo da superfície do solo, com aplicação da água diretamente na zona radicular da cultura. Este sistema tem acrescentadas as vantagens de utilizar menor quantidade de água; segurança do sistema de irrigação; e, possibilidade de utilizar o mesmo sistema para diferentes culturas (RAJPUT; PATEL, 2009). O entupimento dos gotejadores por raiz e sucção de partículas de solo são problemas operacionais que devem ser confrontados, uma vez que sólidos suspensos na água de irrigação podem ser evitados com um bom sistema de filtragem; partículas biológicas como algas e lodo de bactéria podem ser eliminadas através de injeção de cloro (RESENDE, 2003); e, precipitação química pode ser evitada pela aplicação de ácidos e controle do pH.

O problema de sucção de partículas sólidas vem sendo estudado em algumas instituições nacionais e internacionais, sendo sugeridas duas formas de evitá-lo: uso de válvulas anti-vácuo nas tubulações; e, gotejadores com dispositivo anti-sucção.

O principal problema encontrado no gotejamento subsuperficial é o entupimento por intrusão radicular nos emissores e na tubulação, o que constitui uma ameaça a médio e longo prazo. Tal problema pode ser ainda mais agravante quando utilizado em culturas de raízes fibrosas (SUAREZ-REY et al., 2006). A prevenção da intrusão de raízes pode ser realizada com emissores impregnados com o herbicida Trifluralina e pela utilização de emissores projetados para oferecer uma barreira física à intrusão. O primeiro caso já existe comercialmente e deve ser avaliado em diversas culturas em longo tempo, e pesquisado formas de reduzir o custo de aquisição, uma vez que o uso de produtos químicos eleva o custo consideravelmente. Além disso, diversos países, principalmente na Europa, estão optando por não utilizar a Trifluralina aplicada na água de irrigação, devido a problemas ambientais que podem ser causados por tal produto químico. O uso de barreira física também vem sendo



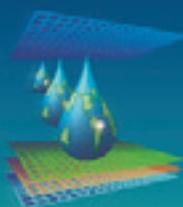
avaliado por alguns autores (HERNANDEZ, 2010; MOSCA et al., 2005), sendo ainda um fator que merece alto grau de estudo. Neste caso o desenvolvimento de protótipos de gotejadores, buscando baixo custo de aquisição, que seja ambientalmente seguro, e que tenha eficácia na ação de obstar a entrada de raiz e partículas sólidas dentro dos emissores, pode ser uma solução.

A motivação desta pesquisa se deu pelo fato de a obstrução de gotejadores enterrados serem de caráter problemático e irreversível. Desta forma, o objetivo foi desenvolver um protótipo de gotejador cujas características físicas e funcionais possam impedir a entrada de raízes e partículas de solo dentro do mesmo, e possibilitar a vazão de projeto em sistemas de irrigação subsuperficial localizada. O desenvolvimento do trabalho foi baseado na seguinte hipótese de que um mecanismo mecânico-hidráulico para abertura e fechamento da saída de água do gotejador pode evitar a entrada de raiz e partículas de solo dentro do mesmo, sendo o mecanismo hidráulico realizado pelo acionamento e desligamento do sistema de irrigação, e o mecânico por uma membrana elástica cilíndrica.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi conduzida no Departamento de Engenharia de Biossistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” / USP. O emissor desenvolvido se baseia em um método de ação hidráulico-mecânica que visa obstar a entrada de raízes. A passagem da água da mangueira de polietileno para o solo ocorre através de orifícios realizados na mangueira ao longo de seu comprimento. Estes orifícios são protegidos por uma membrana elástica capaz de esticar e encolher com o aumento e redução da pressão de operação. A membrana envolve a mangueira gotejadora de polietileno nos orifícios realizados na segunda, e é protegida por um sistema protetor. Com o acionamento do conjunto moto-bomba, aumenta-se a pressão, e a membrana expande, possibilitando a saída da água. Quando o sistema é desligado a mesma volta ao estado inicial, vetando a entrada de raiz no tubo gotejador. Para construção do emissor, utilizou-se uma membrana elástica de silicone para expansão e contração, entretanto, poderia também ser utilizado outro material com tais características.

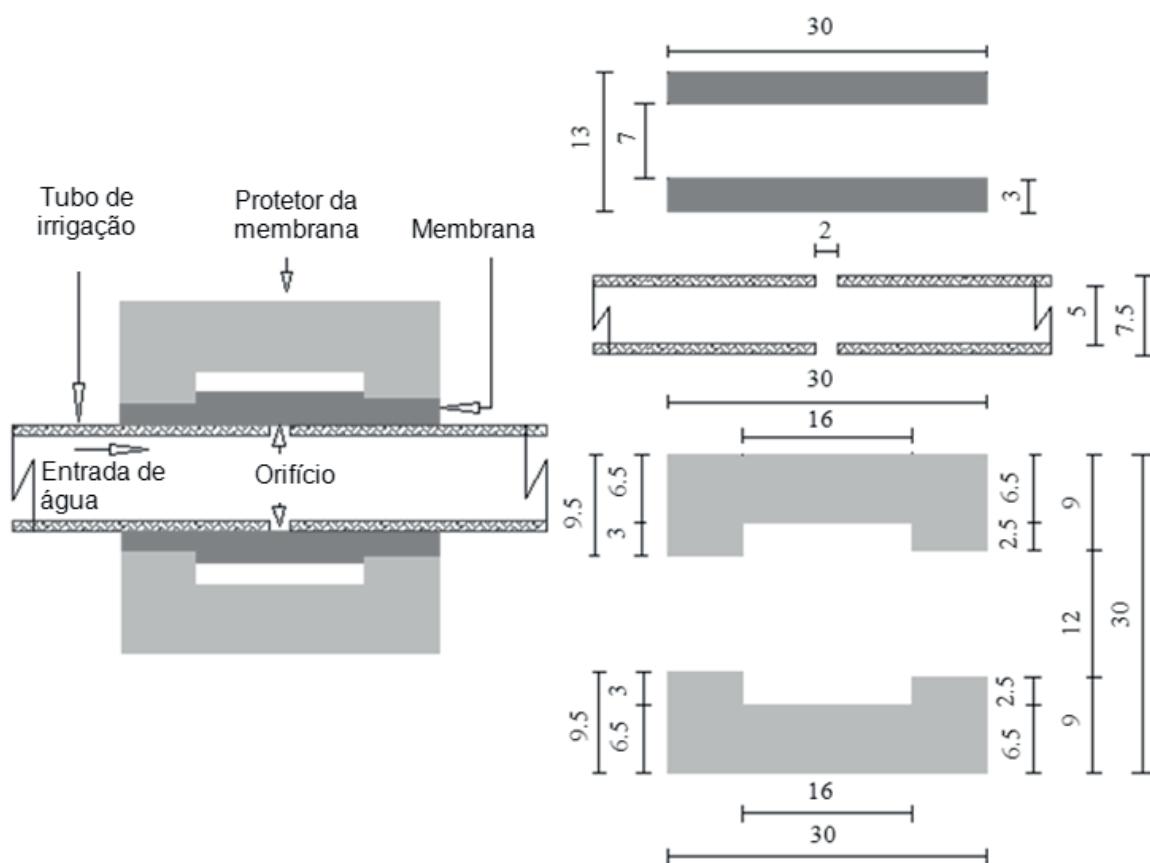
A mangueira de polietileno contém orifícios com 2 mm de diâmetro, por onde a água sai para umedecer o solo em cada planta. A membrana foi dividida em tamanhos predeterminados (para este trabalho utilizou-se comprimentos de 30 mm), diâmetro interno e externo de aproximadamente 7 mm e 13 mm, respectivamente. Utilizou-se um sistema protetor da membrana, que foi construído com material de PVC em comprimento de 30 mm,



diâmetro interno de 12,0 mm, e externo de 30,0 mm. Para tanto, utilizando um torno mecânico, cortou-se os tarugos e perfurou o diâmetro de forma a possibilitar a inserção da membrana sem folga.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Fig. 1 apresenta-se um esquema com as partes constituintes do protótipo de emissor desenvolvido. Pela Figura referenciada, verifica-se que o diâmetro interno da membrana é menor que o externo do tubo, e que o diâmetro externo da membrana é maior que o interno do protetor. Isto foi realizado na intenção de produzir uma pressão de contato entre os três materiais (tubo, membrana e protetor). De forma a evitar a entrada de raiz. Com o acionamento do conjunto moto-bomba a membrana se expande, pela variação do diâmetro da mesma, permitindo o fluxo da água para o solo. Quanto maior a variação do diâmetro para uma mesma membrana, maior será a vazão do emissor. Quando se desliga o conjunto moto-bomba, a pressão cai para zero e a membrana contrai, voltando à condição inicial, vedando o orifício da mangueira de polietileno de forma a impedir a penetração de raiz dentro da mesma, conforme ilustrado na Fig. 2, pelos processos de expansão e contração da membrana elástica, permitindo a passagem da água com o sistema em funcionamento para um emissor.



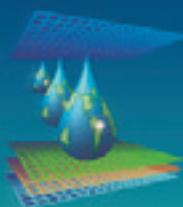


Figura 1. Partes constituintes do protótipo desenvolvido

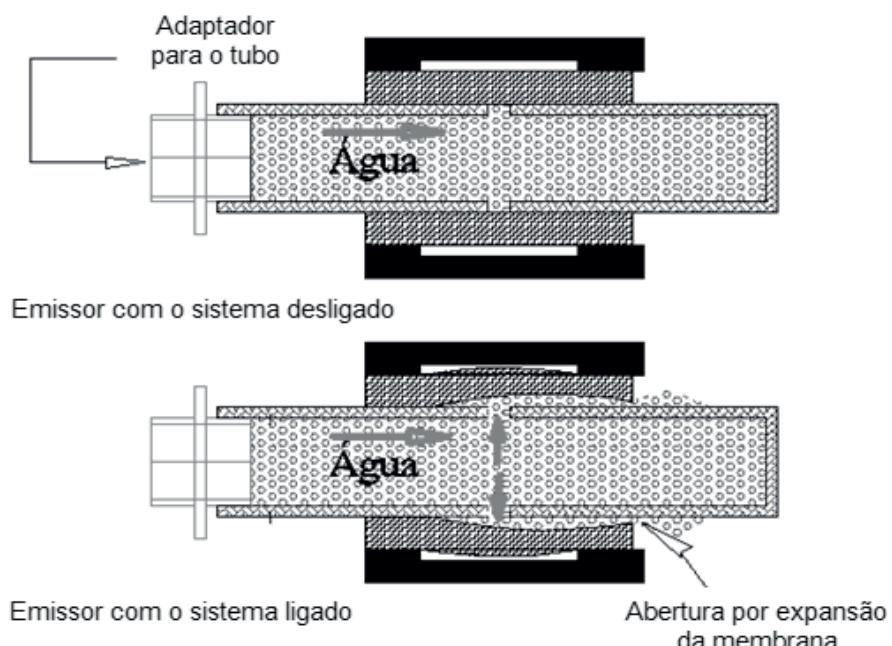


Figura 2. Processo de abertura (sistema ligado) e fechamento do orifício (sistema desligado),
pela membrana

Após diversas tentativas em laboratório, utilizando um torno mecânico, chegou-se a um modelo final, que foi utilizado em análises físico-matemáticas, em testes de laboratório, e em testes de campo. Na Fig. 3 apresenta-se o protótipo construído para ser utilizado em testes de laboratório e campo. Um dos grandes problemas enfrentados no desenvolvimento do protótipo foi a falta de equipamentos adequados para construção do mesmo. Assim, utilizou-se de um torno mecânico, cujo processo construtivo é trabalhoso, e as imperfeições nos modelos desenvolvidos tornam-se inevitáveis.

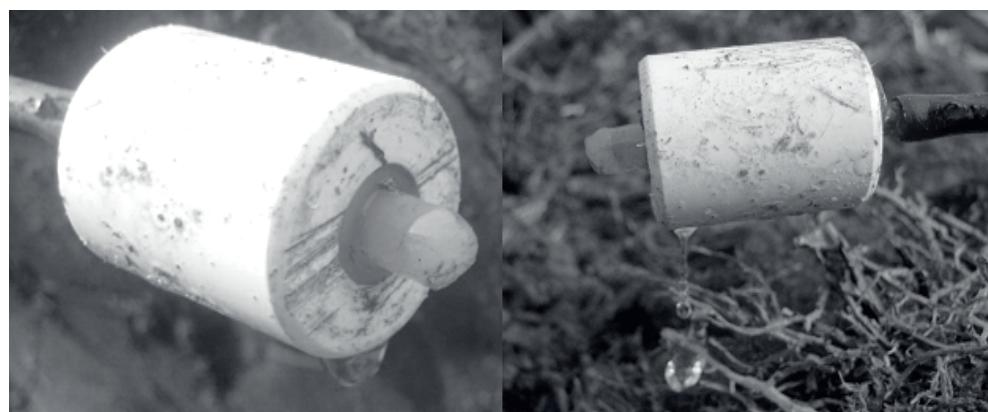
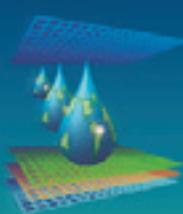


Figura 3. Emissor pronto para ser instalado em campo



CONCLUSÕES

Com este trabalho buscou-se apenas desenvolver o protótipo para avaliações posteriores. O emissor desenvolvido com os materiais descritos se mostrou apto para testes hidráulicos em laboratório, e de campo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio a esta pesquisa, através do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Engenharia da Irrigação (INCTEI).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

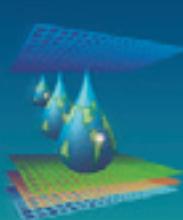
HERNANDEZ, M.G.R. **Proteção de gotejadores à obstrução por intrusão radicular em irrigação subsuperficial de figueiras.** 2010. 136 p. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

MOSCA, M.A.; TESTEZLAFF, R.; GOMES, E.P. Desenvolvimento de emissores alternativos para irrigação subsuperficial de baixa pressão. **Irriga**, Botucatu, v.10, n.3, p.249-262, ago.-out. 2005.

RAJPUT, T.B.S.; PATEL, N. Effect of subsurface drip irrigation on onion yield. **Irrigation Science**, New York, v.27, n.2, p.97-108, 2009.

RESENDE, R.S. **Intrusão radicular e efeito de vácuo em gotejamento enterrado na irrigação de cana-de-açúcar.** 2003. 143p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - ESALQ/USP, Piracicaba, 2003.

SUAREZ-REY, E.M.; CHOI, C.Y.; MCCLOSKEY, W.B.; KOPEC, D.M. Effects of chemicals on root intrusion into subsurface drip emitters. **Irrigation and Drainage**, Slough, v.55, n.5, p. 501-509, 2006.



AVALIAÇÃO DE SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSAO NA CULTURA DA BANANEIRA NO MUNICÍPIO DE IGUATU-CE

FRANCICLEITON F. DO CARMO¹, INDALÉCIO DUTRA², MAIRTON G. DA SILVA³,
MONALISA S. COSTA⁴, JOSÉ A. DA SILVA FILHO⁵

RESUMO: Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão instalado na cultura da bananeira no município de Iguatu-CE. Foram determinados os parâmetros: Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), Coeficiente de Uniformidade Absoluta (CUA), Coeficiente de Uniformidade Estatístico (CUE), Eficiência de aplicação (EA), além da variação de pressão e vazão. Os resultados encontrados foram: CUC de 93,1%; CUD de 86,4%; CUA de 88,7%; CUE 80,5% e EA de 82,1%. Os valores dos coeficientes de uniformidade e eficiência de aplicação estiveram dentro dos limites recomendados pela literatura, assim como as variações de pressão e vazão. Com isso pôde inferir que o sistema foi hidráulicamente bem dimensionado e opera em condições satisfatórias.

PALAVRAS-CHAVE: Desempenho de irrigação, Uniformidade e Eficiência de aplicação.

EVALUATION OF SYSTEM MICROSPIRINKLER IRRIGATION CULTURE OF BANANA IN THE MUNICIPALITY OF IGUATU-CE

SUMMARY: The objective of the present work was to evaluate the performance of a microsprinkler irrigation system installed in banana cultures in the municipality of Iguatu-CE. Were determined the parameters: Christiansen Uniformity Coefficient (CUC) Coefficient Distribution Uniformity (CUD), Absolute uniformity coefficient (AUC), Statistical Uniformity Coefficient (CUE), application efficiency (AE), and the variation pressure and flow. The results found were: CUC of 93.1%; CUD of 86.4%; AUC of 88.7%, CUE of 80.5%

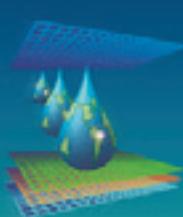
¹ Doutorando em Engenharia Agrícola, UFRB, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA. Fone (75) 92289725. E-mail: cleitontid@hotmail.com.

² Prof. Doutor, Depto. de Ciências ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró, RN.

³ Mestrando em Engenharia Agrícola, UFRB, Cruz das Almas, BA

⁴ Estudante de Graduação em Agronomia, UFERSA, Mossoró, RN.

⁵ Mestrando em Ciências Agrárias, UFRB, Cruz das Almas, BA.



and EA of 82.1%. The coefficient values of uniformity and application efficiency were within the limits recommended by the literature, as well as variations in pressure and flow. With this you can infer that the system was well sized and hydraulically operates in satisfactory condition.

KEYWORDS: Performance of irrigation, Uniformity and Application efficiency.

INTRODUÇÃO

A bananeira (*Musa spp.*) é a fruteira mais cultivada do mundo, e a banana é uma das principais fontes de alimentação de uma parte da humanidade. A produção mundial de bananas em 2011 foi de 102 milhões de toneladas. O Brasil se destaca como um dos países com maior produção de bananas, com uma produção total em 2011 de mais de 6,97 milhões de toneladas da fruta em uma área plantada de 486.991 mil hectares (FAO, 2013).

No estado do Ceará, a região Centro-Sul constitui um dos principais núcleos de produção de banana, a qual tem grande importância socioeconômica, mas não é cultivada com alta tecnologia. A irrigação bem manejada é, portanto, uma prática de vital importância para a cultura, principalmente onde as precipitações são mal distribuídas durante o ano e a evapotranspiração atinge valores elevados, como nesta região especificamente.

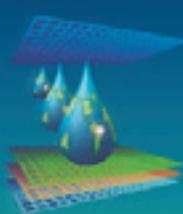
Um dos fatores que influenciam o manejo adequado da irrigação é o desempenho hidráulico do sistema de irrigação. Para que seja verificado esse desempenho, periodicamente, são recomendadas avaliações hidráulicas.

A necessidade de realizar a avaliação da uniformidade de emissão da água aumenta de acordo com o tempo de uso do equipamento, pois o prolongamento do uso dos mesmos provoca uma maior susceptibilidade para a obstrução de orifícios, afetando a uniformidade de distribuição de água e por consequência também o rendimento da cultura ou a despadronização da produção (NASCIMENTO et al., 2009).

Objetivou-se com o presente estudo avaliar o desempenho hidráulico de um sistema de irrigação localizada por microaspersão na cultura da bananeira no município de Iguatu, Ceará.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado numa área de 10 ha, implantada com a cultura da bananeira da variedade Grand naine, numa propriedade rural no município de Iguatu, localizado na



região centro-sul do estado do Ceará, cujas coordenadas geográficas são 6°23'31" de latitude Sul e 39°15'55" longitude oeste, que está inserida em uma zona climática segundo a classificação de Koeppen do tipo BSw'h' (clima quente e semiárido), com precipitação média anual de 870 mm, e temperatura média superior a 18°C no mês mais frio.

A área total era dividida em 40 subunidades. Para a realização deste trabalho foi selecionada uma subunidade, irrigada por microaspersão, de 0,25 ha. A cultura era espaçada com fileiras duplas, sendo 1,5 x 1,5 m entre plantas e 3,0 m entre fileiras, totalizando 366 plantas por subunidade. As linhas laterais de irrigação eram de polietileno de 16 mm, as quais continha em cada 33 emissores, espaçados de 1,5 m com vazão nominal de 40 L h⁻¹ irrigando 4 plantas.

A metodologia utilizada para a seleção dos emissores foi recomendada por DENÍCULI et al.(1980) a qual determina a vazão de 32 emissores, sendo selecionada a primeira linha lateral, a situada a 1/3, a 2/3 e a última. Para cada lateral foram selecionados oito emissores, sendo o primeiro, o situado a 1/7, 2/7, 3/7, 4/7, 5/7, 5/7, 6/7, e o último emissor. A determinação da vazão dos emissores foi pelo método volumétrico direto, utilizando uma proveta graduada e cronômetro. Foram realizadas três repetições nas leituras para uma maior confiabilidade dos dados, empregando-se a média aritmética para cálculo dos coeficientes.

A avaliação consistiu na determinação dos seguintes coeficientes:

- a) Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC)

$$CUC = \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - q_m|}{n \cdot q_m} \right] \cdot 100 \quad (1)$$

onde:

q_i - vazão do i-ésimo emissor, L h⁻¹;

q_m - vazão média de todos os emissores, L h⁻¹, e

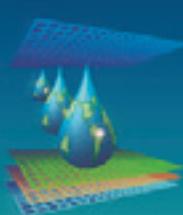
n - número de emissores.

- b) Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD)

$$CUD = \left[\frac{q_{25\%}}{q_m} \right] \cdot 100 \quad (2)$$

em que:

$q_{25\%}$ - Média das 25% menores vazão, L h⁻¹.



- c) Coeficiente de Uniformidade Estatístico (CUE)

$$CUE = \left[1 - \frac{S_q}{q_m} \right] \cdot 100 \quad (3)$$

onde:

S_q - Desvio padrão da vazão dos emissores amostrados.

- d) Coeficiente de Uniformidade Absoluta (CUA):

$$CUA = \left[\frac{\frac{q_{25\%}}{q_m} + \frac{q_m}{q_x}}{2} \right] \cdot 100 \quad (4)$$

em que:

q_x - média das 12,5% maiores vazões, $L h^{-1}$.

- e) Eficiência de aplicação (EA):

$$EA = K_s \cdot CUD \quad (5)$$

onde:

K_s - coeficiente de transmissividade (Adotado como 95%).

A classificação dos indicadores de desempenho do sistema de irrigação foi feita seguindo critérios e limites estabelecidos pela literatura específica, segundo a Tabela 1.

Tabela 1. Interpretação dos valores do CUC, CUD e CUE.

CLASSIFICAÇÃO	CUC (%)	CUD (%)	CUE (%)
Excelente	> 90	> 84	90 – 100
Bom	80 - 90	68 - 84	80 - 90
Razoável	70 - 80	52 - 68	70 - 80
Ruim	60 - 70	36 - 52	60 - 70
Inaceitável	< 60	< 36	< 60

Fonte: MANTOVANI (2001)

Os valores do CUA e da EA foram classificados seguindo as metodologias de BRAILTS (1986) citado por BENÍCIO et al. (2009), e BERNARDO et al. (2006), respectivamente, de acordo com a Tabela 2.

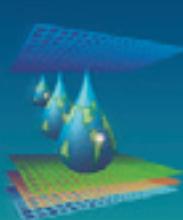


Tabela 2. Interpretação dos valores do CUA e da EA.

CLASSIFICAÇÃO*	CUA (%)	CLASSIFICAÇÃO**	EA(%)
Excelente	> 90	Ideal	≥ 95
Bom	80 - 90	Aceitável	80 - 95
Regular	70 - 80	Inaceitável	< 80
Ruim	< 70	-	-

NOTA: * Classificação proposta para o CUA segundo BRALTS (1986) citado por BENÍCIO et al. (2009).

** Classificação proposta para a EA por BERNARDO et al. (2006).

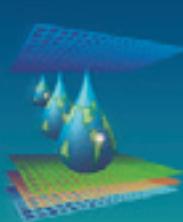
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos coeficientes de uniformidade e da eficiência de aplicação obtidos na subunidade de irrigação, bem como sua classificação na literatura, encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Indicadores de desempenho do sistema de irrigação e classificação segundo a respectiva literatura.

Indicador	Valor (%)	Classificação	Literatura
CUC	93,1	Excelente	MANTOVANI (2001)
CUD	86,4	Excelente	MANTOVANI (2001)
CUE	82,5	Bom	MANTOVANI (2001)
CUA	88,9	Bom	BENÍCIO et al.(2009)
EA	82,1	Aceitável	BERNARDO et al. (2006)

Houve variação de pressão ao longo das linhas laterais, consequentemente também nos coeficientes de uniformidade e eficiência de aplicação, isto se deu devido à perda de carga ao longo das linhas laterais e a pequenos vazamentos existentes ao longo de algumas destas, mas esta variação não foi superior a 10%, como MANTOVANI (2001) recomenda. O valor do CUC foi classificado como excelente desempenho, segundo a classificação de MANTOVANI (2001), indicando que não houve alta discrepância entre a vazão média com as vazões unitárias de cada emissor. Este mesmo autor enfatiza que o sistema de irrigação que apresenta o valor do CUC superior a 88% pode ser utilizado para irrigação de frutíferas ou até mesmo culturas de alto rendimento econômico. O valor do CUD foi classificado conforme a classificação de MANTOVANI (2001), como excelente. Segundo LÓPEZ et al. (1992), o CUD é muito importante e por isso é o mais utilizado na avaliação, pois possibilita uma medida mais rigorosa, dando maior peso às plantas que recebem menos água. O valor do CUE de 82,5% classificou-se como bom, mostrando que houve uma dispersão considerável das vazões amostradas. O valor do CUA, classificou-se como bom, revelando que o sistema não



apresenta dispersões significativas entre as maiores e menores vazões com a vazão média. Quanto ao resultado da EA o valor encontrado se classifica como uma irrigação aceitável, sendo de boa qualidade segundo BERNARDO et al. (2006). Mas este valor poderia ser aumentado se as pequenas falhas de manutenção no sistema fossem corrigidas.

NASCIMENTO et al. (2009) avaliando de um sistema por microaspersão no mamoeiro encontrou valores de alguns coeficientes menores ao deste estudo, como CUD e EA, de 77,8 e 70,0%, respectivamente. Já BENÍCIO et al. (2009), avaliando outro sistema por microaspersão na goiabeira encontrou valores de CUD e EA superiores a estes anteriores, com valores de 85,6 e 83,7 %, respectivamente.

Estes estudos mostram que os sistemas de irrigação por microaspersão se adequam bem a frutíferas, pois apresentam desempenho hidráulico satisfatório para diversas dessas culturas, justificando-se porque é um dos sistemas mais recomendados, sobretudo para culturas de alto valor econômico, no entanto, faz-se necessário realizar avaliações periódicas do sistema a fim de detectar se existe algum problema no desempenho do sistema e corrigí-lo com o menor prejuízo possível a cultura.

CONCLUSÃO

O sistema de irrigação apresentou excelente uniformidade de distribuição e boa eficiência de aplicação da água, demonstrando que foi hidraulicamente bem dimensionado.

REFERÊNCIAS

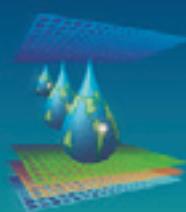
BENÍCIO, F.R.; CARVALHO, C.M.; ELOI, W.M.; GONÇALVES, F.M.; BORGES, F.R.M. **Desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão na cultura da goiaba em Barbalha-CE**. Revista Brasileira de agricultura Irrigada. Fortaleza. v.3, n.2, p.55–61, 2009.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8 ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2006. 625p.

DENÍCULI, W.; BERNARDO, S.; THIÉBAUT, J. T. L.; SEDIYAMA, G. C. **Uniformidade de distribuição de água, em condições de campo num sistema de irrigação por gotejamento**. Revista Ceres, Viçosa-MG, v. 27, n. 150, p 155-162, 1980.

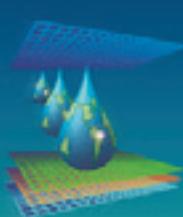
FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. FAOSTAT 2011. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>>. Acesso em: 25 Fev. 2013>.

LÓPEZ, R. J.; ABREU J. M. H.; REGALADO, A. P.; HERNÁNDEZ, J. F. G. **Riego localizado**. Madrid: Mundi-Prensa, 1992. 405p.



MANTOVANI, E. C. AVALIA: Programa de avaliação da irrigação por aspersão e localizada. Viçosa, MG: UFV, 2001.

NASCIMENTO, A.K.S.; SOUZA, R.O.R.M.; LIMA, S.C.R.V.; CARVALHO, C.M.; ROCHA, B.M.; LEITE, K.N. Desempenho hidráulico e manejo da irrigação em sistema irrigado por microaspersão. Revista Brasileira de agricultura Irrigada. Fortaleza, v.3, n.1, p.39-45, 2009.



AVALIAÇÃO DE UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO DE ÁGUA EM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO NO ASSENTAMENTO CAXÁ

J. Carvalho Teixeira¹, E. Ferreira Coelho², T. Santos Martins Silva³, I. Parizotto³, T. Pereira de Andrade⁴, R. Túlio Monção Araújo⁵, R. Cotrim de Oliveira⁵

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar a uniformidade de aplicação da água de um projeto de Irrigação instalado no assentamento Caxá do município Marcionílio Souza (Ba). Foram avaliados os sistemas de irrigação localizada, microaspersão com um e dois emissores por planta na cultura da banana (*Musa spp.*), sistema Santeno na cultura do milho (*Zea mays L.*) e mandioca (*Manihot esculenta*), bubbler na cultura da melancia e abóbora e emissor difusor e gotejador regulável na cultura da melancia. Calculou-se os coeficientes de uniformidade e, por meio destes, os sistemas foram classificados quanto a sua eficiência. O sistema santeno no cultivo de milho obteve uma uniformidade excelente, o sistema emissor difusor teve uma uniformidade boa. Os sistemas microaspersão com um emissor para duas plantas, bubbler e gotejamento com emissor preto rosqueável operam em uniformidade regular, e os sistemas santeno cultivado com mandioca e microaspersão com um emissor para duas plantas foram considerados de uniformidade ruim. O sistema de irrigação Santeno não é adequando para a mandioca no espaçamento 1m x 0,6 m.

Palavras Chave: TESTE DE IRRIGAÇÃO; UNIFORMIDADE; DISTRIBUIÇÃO

EVALUATION OF UNIFORMITY OF APPLICATION OF WATER IN IRRIGATION SYSTEMS IN LAYING CAXÁ

SUMMARY: The present work aimed to evaluate water application uniformity in an irrigation project located at CAxa Settlement, in Marcionilio Souza, BA. Trickle irrigation systems: microsprinkler with one per two and one plant of banana (*Musa spp.*), Santeno for corn (*Zea mays L.*) and yucca root (*Manihot esculenta*), bubbler for water melon and abóbora and a diffuser emitter and dripper with flow variation for water melon. Uniformity coefficients were calculated for all systems that were classified according to them. Santeno system for corn was reasonable, the diffuser emitter had a good uniformity. Microsprinkler with one emitter per two plants, bubbler and dripper with flow variation were classified as regular uniformity. Santeno for yucca root and microsprinkler with one emitter per two plants were of bad uniformity. Santeno should not be used for yucca root at spacing 1,0 m x 0,60 m.

Keywords: TEST IRRIGATION, UNIFORMITY, DISTRIBUTION

INTRODUÇÃO

Para a agricultura a irrigação além de ser seguro contra secas ou veranicos, é uma técnica que dá condições para que a planta expresse o seu potencial produtivo (HERNANDEZ, 2004). Além disso, pode se tornar um instrumento muito eficaz no aumento da rentabilidade, se bem utilizada. Com as secas prolongadas a água torna-se cada vez mais um bem escasso, tanto em quantidade quanto em qualidade, sendo assim em sua utilização na

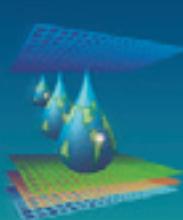
1 Graduando em Agronomia, UFRB, CEP 44380000, Cruz das Almas, BA. Fone (75) 91845225. e-mail: jackson_cteixeira@hotmail.com.

2 Pequicador, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

3 Analista, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

4 Técnico, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

5 Graduando em Agronomia, UFRB, Cruz das Almas, BA



agricultura irrigada é obrigado que sua utilização seja, cada vez mais, com maior eficiência possível, dentro das considerações econômicas que toda atividade produtiva requer (LOPEZ et al., 1992). Em diversas regiões do Brasil, a necessidade de água disponível para irrigação tem se tornado um fator limitante à expansão da produção agrícola. Sendo assim, faz-se necessário adotar práticas, que permitam a racionalização da quantidade de água a utilizada pela irrigação da cultura, a qual depende de uma estimativa adequada da evapotranspiração. Aplicações insuficientes ou excessivas resultam em perdas ou prejuízos consideráveis para as plantas e solo, diminuindo a eficiência de uso da água de irrigação.

Existem diversos sistemas de irrigação sendo eles classificados em: irrigação por aspersão, irrigação localizada. Bernardo (1995) afirma que sistemas de irrigação localizada se caracterizam por a água ser aplicada somente na zona radicular das culturas, o que umedece um volume restrito do sistema de solo, pela pequena intensidade de aplicação da água, fazendo com que a evaporação da água, seja minimizada. É também caracterizada pela alta frequência de irrigação, o que faz que o solo mantenha uma amplitude pequena de umidade e esteja sempre próximo a capacidade de campo. Nessa categoria estão inclusos os sistemas de irrigação por gotejamento, microaspersão e Santeno.

Segundo Bernardo (1995), um dos principais parâmetros para avaliação de um sistema de irrigação é a determinação da uniformidade de aplicação de água sobre a área irrigada. De acordo com Keller e Bliesner (1990) para se obter alta eficiência na irrigação, é indispensável que se faça uso de sistemas apresentem alta uniformidade de aplicação da água. Depois de instalado um projeto de irrigação, é imprescindível constatar se as condições previstas se confirmam em campo.

Em condições de assentamentos, visando agricultura familiar, a irrigação é recente e deve ser usada com sistemas acessíveis aos pequenos produtores. Há diversos emissores de irrigação disponíveis no mercado, vendidos a preços baixos comparados com material de grandes empresas de irrigação. Esse emissores que se adéquam ao nível de agricultura familiar devem ser avaliados de forma a se verificar a eficiência dos mesmos em campo.

O presente trabalho objetivou avaliar a uniformidade de aplicação da água de sistemas de irrigação por aspersão e localizada instalado em uma área do assentamento Caxá situado no município Marcionílio Souza (Ba).

METODOLOGIA

O trabalho foi realizado na comunidade Furado do Espinho do assentamento Caxá próximo ao município de Marcionílio Souza-Ba o qual está localizado próximo do rio Paraguaçu. O município está numa altitude de 280 metros e coordenadas geográficas 13°00'00" de latitude sul e 40°32'00" de longitude oeste o clima da região é classificado como semi-árido e castigado por longos períodos de estiagem. A temperatura média anual varia entre 24°C a 30°C os índices pluviométricos apresentam uma média de 500 mm anual (MME).

No experimento foram avaliados os seguintes sistemas de irrigação localizada: microaspersão com um e dois emissores por planta na cultura da banana (*Musa spp.*), santeno

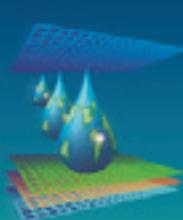
1 Graduando em Agronomia, UFRB, CEP 44380000, Cruz das Almas, BA. Fone (75) 91845225. e-mail: jackson_cteixeira@hotmail.com.

2 Pequisador, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

3 Analista, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

4 Técnico, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

5 Graduando em Agronomia, UFRB, Cruz das Almas, BA



na cultura do milho (*Zea mays L.*) e da mandioca (*Manihot esculenta*), bubbler na cultura da melancia e abóbora e um emissor difusor e um gotejador regulável na cultura da melancia.

Os sistemas de irrigação foram analisados em condições usuais de operação, assim, refletindo, as condições reais de manejo da irrigação. Os testes buscaram a determinação dos parâmetros de uniformidade e eficiência de irrigação. Na avaliação da uniformidade de aplicação de água, foram utilizados as metodologias da ABNT NBR ISSO7749-2 (2000) para o sistema de irrigação microaspersão e Santeno; para o sistema de irrigação por gotejamento foi utilizada a metodologia proposta por Keller & Karmeli (1975). Para a avaliação dos dados coletados, foram estimados o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), empregando respectivamente as equações 1 e 2.

$$CUC = 100 \left[1 - \frac{\sum |y_i - \bar{y}|}{n\bar{y}} \right] \quad (1)$$

Em que:

\bar{Y} = lâmina coletada em cada emissor (mm);

\hat{Y} = lâmina média dos coletores (mm);

N = número de coletores.

$$CUD = 100 \left(\frac{\bar{Y}_n}{\hat{Y}} \right) \quad (2)$$

Em que:

\bar{Y}_n = média de 25% das lâminas com menores valores;

\hat{Y} = média de todas as lâminas coletadas.

A interpretação dos valores do CUD foi baseada em Merriam e Keller (1978): CUD maior que 90%, excelente; entre 80% e 90%, bom; 70% e 80%, regular; e menor que 70%, ruim.

RESULTADOS DE DISCUSSÃO

Observando a Tabela 2, verifica-se que o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) foi sempre menor que o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC). Lopez et al. (1992), afirma que isso ocorre pelo fato de que o primeiro coeficiente dá um tratamento mais rigoroso aos problemas de distribuição. Nota-se que o sistema com uma excelente uniformidade foi quando se utilizou a Santeno e cultivo de milho segundo os critérios adotados por Merriam e Keller (1978). Já o mesmo sistema de irrigação obteve o menor valor de uniformidade de aplicação de água quanto irrigando a mandioca. Essa discrepância dar-se pelo fato do espaçamento utilizado para a mandioca (1 x 0,6 m) ser adensado fazendo com que folhas e hastes interfiram a distribuição dos jatos de água. Enquanto que para o milho o espaçamento utilizado (0,5 x 0,2 m) não interferiu na uniformidade de distribuição do jato, em virtude da baixa altura das plantas. Os sistemas de irrigação: um microaspersor para duas plantas (1M1P) cultivado com banana, bubbler cultivado com melancia e abóbora e gotejamento com emissor preto rosqueável operam em condições de uniformidade regular

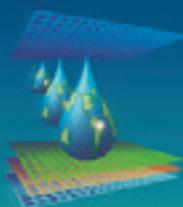
1 Graduando em Agronomia, UFRB, CEP 44380000, Cruz das Almas, BA. Fone (75) 91845225. e-mail: jackson_cteixeira@hotmail.com.

2 Pequisador, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

3 Analista, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

4 Técnico, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

5 Graduando em Agronomia, UFRB, Cruz das Almas, BA



segundo o mesmo critério. O sistema de irrigação um microaspersor para duas plantas (1M2P) apresentou uniformidade ruim, o que se deveu a pressão de funcionamento do sistema entre 10 e 12 mca, inferior a pressão de serviço recomendada, o que resultou em menor raio de ação e menor vazão. Isso associado a presença de ventos ocasionou a baixa eficiência. Esse comportamento da microaspersão é comum e tem sido um ponto negativo para esse sistema de irrigação na fase de plantio e pegamento, sendo que em condições semi áridas com temperatura e alta radiação solar pode causar perda significativa no plantio.

Tabela 1. Coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) e coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) para os diferentes sistemas de irrigação e culturas.

Sistema	CUC (%)	CUD (%)	Classificação
Santeno/ Mandioca	41,370	24,986	Ruim
Santeno/ Milho	91,601	0,8854	Excelente
1M2P/ Banana	47,037	24,798	Ruim
1M1P/ Banana	68,710	58,482	Regular
Bubbler/ Melancia	73,869	68,625	Regular
Emissor difusor/Melancia	85,019	81,037	Bom
Gotejador regulável/Melancia	73,532	63,048	Regular
Bubbler/Abobora	79,872	76,817	Regular

Nas figuras 1 e 2 estão representados os perfis tridimensionais da lâmina de irrigação aplicada pelo sistema de irrigação microaspersão com um e dois emissores para cada planta respectivamente.

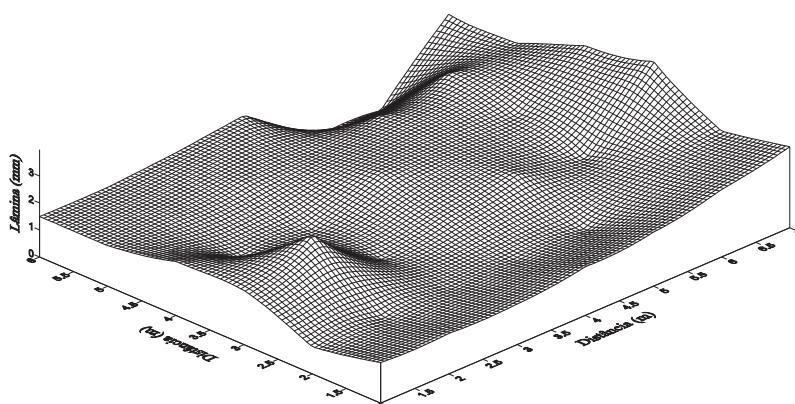


Figura 1. Perfil tridimensional da lâmina aplicada pelo sistema de irrigação microaspersão com um emissor para uma planta.

1 Graduando em Agronomia, UFRB, CEP 44380000, Cruz das Almas, BA. Fone (75) 91845225. e-mail: jackson_cteixeira@hotmail.com.

2 Pequidor, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Alamas, BA

3 Analista, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Alamas, BA

4 Técnico, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Alamas, BA

5 Graduando em Agronomia, UFRB, Cruz das Alamas, BA

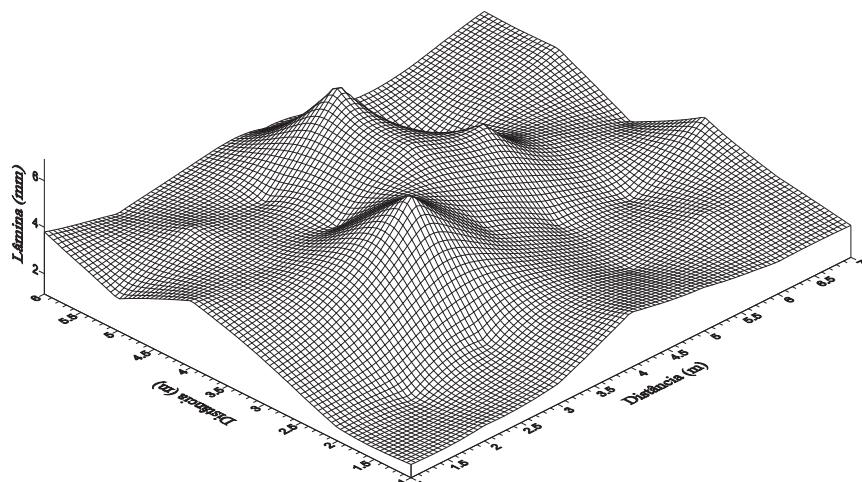
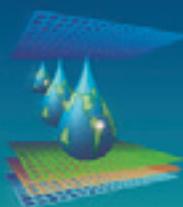


Figura 2. Perfil tridimensional da lâmina aplicada pelo sistema de irrigação microaspersão com um emissor para duas plantas.

O sistema bubbler juntamente com o emissor difusor apresentaram os maiores valores de CUD e CUC, o que colocam os dois sistemas como recomendáveis em agricultura familiar, sendo ambos de preços acessíveis no mercado.

CONCLUSÕES:

O sistema de irrigação santeno não é adequado para a mandioca no espaçamento de 1,0 m x 0,60 m, mas tem boa eficiência para uso em agricultura familiar como no caso do milho avaliado. O sistema de microaspersão em condições de baixa pressão, altas temperaturas e radiação solar não é adequado para a bananeira que responde melhor sob gotejamento regulável ou com o emissor difusor, ou com o sistema bubbler, considerando a uniformidade de distribuição de água dos mesmos.

REFERÊNCIAS:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Equipamentos de irrigação agrícola – Aspersores rotativos. Parte 2: Uniformidade de distribuição e métodos de ensaio.** NBR ISSO 7749-2. Rio de Janeiro, 2000. 6p.

HERNANDEZ, F. B. T. **Manejo da irrigação.** 2004. Disponível em <<http://www.irrigaterra.com.br/manejo.php>>. Acesso em 08 Jun. 2013.

LOPEZ, J.R.; ABREU, J.M.H.; REGALADO, A.P.; HERNANDEZ, J.F.G. **Riego localizado.** 2 ed. Madrid: Centro Nacional de Tecnología de Regadios, 1992. p.217-229.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação.** 6ª ed. rev. e ampl. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1995, 657 p.

KELLER, J., BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation.** New York: Avibook, 1990. 649p.

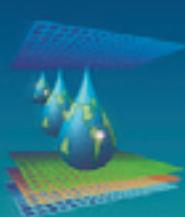
1 Graduando em Agronomia, UFRB, CEP 44380000, Cruz das Almas, BA. Fone (75) 91845225. e-mail: jackson_cteixeira@hotmail.com.

2 Pequisador, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

3 Analista, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

4 Técnico, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

5 Graduando em Agronomia, UFRB, Cruz das Almas, BA



SOARES, J.M.; PINTO, J.M.; MAGALHÃES, A.A. Avaliação do sistema de irrigação por aspersão do perímetro irrigado Senador Nilo Coelho. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (Petrolina, PE). Caracterização hidráulica e avaliação do sistema de irrigação por aspersão. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1989. p.5-31. (EMBRAPACPATSA. Circular Técnica, 20).

MERRIAM, J. L., KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: a guide for management.** Logan: Utah State University, 1978. 271p.

KELLER, J.; KARMELO, D. Trickle irrigation design. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 133 p. 1975.

MME. Ministério De Minas E Energia: Projeto Cadastro de Fontes De Abastecimento Por Água Subterrânea. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/bahia/relatorios/MASO106.pdf>> Acesso em Jun de 2013.

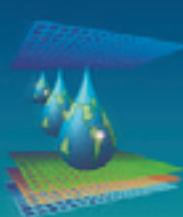
1 Graduando em Agronomia, UFRB, CEP 44380000, Cruz das Almas, BA. Fone (75) 91845225. e-mail: jackson_cteixeira@hotmail.com.

2 Pequisador, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Alamas, BA

3 Analista, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Alamas, BA

4 Técnico, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Alamas, BA

5 Graduando em Agronomia, UFRB, Cruz das Alamas, BA



UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA SUPERFICIAL E SUBSUPERFICIAL EM ASPERSÃO CONVENCIONAL

F. C. T. Rodrigues¹, M. M. Costa², J. Ferreira², L. L. d. S. Santos.², J. V. S. Guerra², , W. C. Corte³, A. F. S. Santos⁴, J. H. d. Castro⁵

RESUMO: A finalidade da irrigação é fornecer a planta quantidade de água necessária ao seu desenvolvimento, e tem grande importância para a agricultura na região do semiárido mineiro, onde as chuvas são escassas e desuniformes. A aplicação correta e uniforme de água nas lavouras traz grandes ganhos em produtividade. O objetivo com esse trabalho foi avaliar a uniformidade de aplicação de água superficial e subsuperficial, de um sistema de irrigação por aspersão convencional. Foram distribuídos na área 54 coletores, entre quatro aspersores espaçados de 12x18 m, ficando o sistema ligado durante 1 hora. A determinação da uniformidade de distribuição superficial foi realizada com as laminas obtidas nos coletores. A determinação dos valores de uniformidade de distribuição abaixo da superfície, foi realizada a partir da umidade do solo. Para isso foram coletadas amostras de solo em quatro pontos, na área de cada coletor, a uma profundidade entre 10 e 20cm, 24 horas após a irrigação. Foram calculados o CUC e CUD. Os valores de coeficiente de uniformidade abaixo da superfície foram maiores que acima do solo mostrando que houve boa redistribuição de água no solo.

Palavras chave: Manejo de Irrigação, CUC, CUD, Umidade do solo.

UNIFORMITY OF DISTRIBUTION OF SURFACE AND SUBSURFACE WATER IN CONVENTIONAL SPRAY

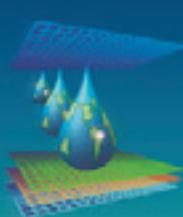
SUMMARY: The purpose of irrigation is to supply the plant amount of water needed for its development, and has great importance for agriculture in the semiarid region of Minas Gerais, where rainfall is sparse and not uniform. The correct and uniform application of water in crops brings major productivity gains. The aim of this work was to evaluate the uniformity of surface and subsurface water, an irrigation system sprinkler. 54 were distributed in the collectors among four nozzles spaced 12x18 m, the system being connected for 1 hour. Determination of uniform surface distribution was performed with slides obtained in

¹Graduanda em Agronomia, IFNMG-Campus Januária, CEP39480-000, Januária, MG, Fone(38)91286709, email:fcarolinetorres@yahoo.com.br ²Graduando em Agronomia,

IFNMG-Campus Januária, Januária, MG ³Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental,

IFNMG-Campus Januária, Januária, MG ⁴Prof. Mestre, IFNMG-Campus Januária,

Januária, MG, ⁵ IFNMG-Campus Januária, Januária, MG.



collectors. The determination of the values of uniformity distribution below the surface, was carried from the soil moisture. For this soil samples were collected at four points in the area of each collector, at a depth between 10 and 20cm, 24 hours after irrigation. Was calculated the CUC and CUD. The uniformity coefficient values below the surface were higher than above the ground showing that there was a good redistribution of soil water.

Keywords: Management of Irrigation, CUC, CUD, Soil Moisture.

Introdução

A irrigação é uma prática que fornece água às culturas quando a quantidade de água fornecida pela chuva não é suficiente para suprir as necessidades hídricas da planta (SOUZA *et. al.*, 2008). É necessário a otimização da aplicação de água para minimizar perdas causadas por evaporação, escoamento superficial, percolação profunda entre outras, requerendo bom manejo e correta manutenção do sistema (OLIVEIRA & FIGUEIREDO, 2007).

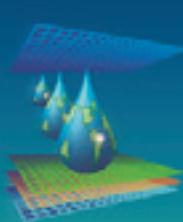
Essa prática é de grande importância para a agricultura na região do semiárido mineiro, onde as chuvas são escassas e desuniformes, além de, a aplicação correta e uniforme de água nas lavouras pode trazer grandes ganhos em produtividade. A inadequada uniformidade de aplicação superficial de água em sistemas de irrigação proporciona excesso da mesma em parte da área de cultivo e falta em outra, diminuindo a disponibilidade de água à cultura (PAULINO *et al.*, 2009).

A irrigação por aspersão consiste em aplicar água acima da superfície do solo por um dispositivo denominado de aspersor (QUEIROZ *et. al.*, 2012). Para esse tipo de irrigação é importante conhecimento sobre a velocidade do vento que pode causar deriva, influenciando significativamente a distribuição de água.

É importante manter a uniformidade de distribuição de água no solo, já que as raízes das plantas retiram água do volume de solo onde elas se encontram. Já foi possível observar que os valores de uniformidade acima do solo são menores que os abaixo da superfície, fato que ocorre devido à redistribuição de água no solo (REZENDE *et al.*, 1998).

O objetivo com este trabalho foi avaliar a uniformidade de aplicação de água superficial e subsuperficial, de um sistema de irrigação por aspersão convencional, localizado em Januária, Minas Gerais.

[Digite texto]



Metodologia

O experimento foi conduzido no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - *Campus* Januária, Fazenda São Geraldo, município de Januária, MG, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude: 15°27'S, longitude: 44°22'W, e altitude de 474 m. A região apresenta temperatura média anual de 27°C, umidade relativa media de 60% e precipitação média anual de 850 mm. Clima tropical de acordo com a classificação climática de Kopen.

A área utilizada não possuía cultura implantada, e o solo tem textura arenosa. O sistema de irrigação utilizado foi por aspersão convencional fixa com espaçamento de 12 x 18 m. Emissor Agropolo IS 30, vazão 1,349 m³.s⁻¹, a pressão de serviço do sistema era de 450kPa. Para o ensaio de uniformidade foram distribuídos na área compreendida entre quatro emissores, coletores (pluviômetros de plástico com seção coletora de 48 cm²) em malha a cada 2 m, sendo que cada coletor representava uma área de 4 m², totalizado 54 coletores. Estes foram dispostos sobre hastes de ferro com altura média de 0,65 m acima do solo. A irrigação foi acionada por intervalo de 1 hora e, logo em seguida, foi medido com proveta a lâmina de água em cada coletor. Foi medida a velocidade média do vento com uso de anemômetro portátil, temperatura e umidade relativa média do ar com termohigrômetro, e lâmina de evaporação com pluviômetro, durante o período de avaliação.

Para a determinação dos valores de uniformidade de distribuição subsuperficial, foram coletadas amostras de solo em quatro pontos, na área de cada coletor, a profundidade entre 10 e 20 cm, 24 horas após a irrigação. As amostras foram homogeneizadas levadas para laboratório para determinação de umidade.

Os coeficientes de uniformidade utilizados foram o de Christiansen (1942), que adota o desvio médio como medida de dispersão, sendo seu cálculo obtido pela equação:

$$CUC = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n \cdot \bar{X}}$$

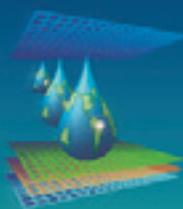
Em que:

CUC: coeficiente de uniformidade de Christiansen, em decimal;

n: número de pontos;

X_i : lâmina de água ou umidade do solo no i-ésimo ponto;

\bar{X} : média dos valores.



Também foi calculado o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) proposto por Criddle *et al.* (1956), sendo obtido pela equação:

$$CUD = \left(\frac{x_{(25)}}{\bar{X}} \right) \times 100$$

em que:

CUD: coeficiente de uniformidade de distribuição;

$x_{(25)}$: lâmina média das menores precipitações corresponde a 25% da área, mm;

\bar{X} : lâmina média, mm.

Após a determinação dos índices de uniformidade, estes foram classificados de acordo com o seu desempenho considerando a classificação proposta por Mantovani (2001), apresentada na Tabela 1.

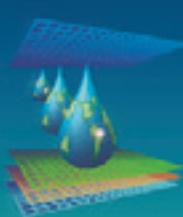
Tabela 1. Classificação dos valores do desempenho de sistemas de irrigação por aspersão convencional em função CUC e CUD.

Classificação	CUC	CUD
Excelente	>90%	>84%
Bom	80-90%	68-84%
Razoável	70-80%	52-68%
Ruim	70-60%	36-52%
Inaceitável	<60%	<36%

Resultados e Discussão

Durante a avaliação do sistema a velocidade média do vento estava a 1,1 m/s, temperatura média do ar de 31,4 °C, Umidade Relativa de 40% e a evaporação média foi de 0,8 mm.

Os valores apresentados na Tabela 2 mostram que a uniformidade de distribuição de água abaixo da superfície foram superiores aos registrados acima da superfície nos dois métodos de avaliação, o que ocorre devido à redistribuição de água no solo. A tendência da água é de se movimentar de regiões mais úmidas para aquelas de menor umidade, promovendo maior uniformidade da umidade (REZENDE *et al.*, 1998). Ainda na Tabela 2, é possível observar que a umidade abaixo da superfície foi considerada boa, segundo classificação sugerida por



Mantovani (2001), pelos dois coeficientes estudados. Tais resultados mostraram que a uniformidade de aplicação de água superficial não representa o que acontece no solo após a redistribuição de água.

Tabela 2. Coeficientes de uniformidade de distribuição de água, superficial e subsuperficial, em sistema de irrigação por aspersão convencional fixa em Januária, MG.

Coeficiente de uniformidade	Acima da superfície (%)	Classificação	Abaixo da superfície (%)	Classificação
CUC	65,01	Ruim	84,72	Bom
CUD	48,55	Ruim	75,44	Bom

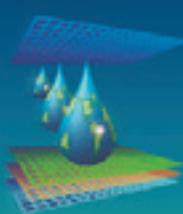
Essa redistribuição é importante para a maioria dos solos da região, que são arenosos e perdem água com facilidade, sendo muitas vezes necessário inclusão de métodos de conservação de água e manejo do solo. Técnicas como a cobertura do solo proporcionam a manutenção da umidade do solo, aumentando capacidade de retenção de água principalmente em solos arenosos (ABRÃO *et al.*, 1979 citado por CAMARA & KLEIN, 2005). O tempo de funcionamento é importante para proporcionar boa distribuição de água no solo, sendo importante o manejo adequado da irrigação.

Fatores ambientais como velocidade dos ventos, altas temperaturas e consequentemente alta evaporação, tiveram influência na uniformidade de distribuição superficial de água, que foi considerada ruim pelos dois coeficientes estudados (MANTOVANI, 2001). A ocorrência de ventos pode modificar a distribuição da água aplicada (CONCEIÇÃO, 2012), comprometendo a eficiência e a uniformidade de aplicação.

Também houve diferença entre os coeficientes usados para calcular a uniformidade. Os menores valores foram obtidos no CUD, calculado com base nas menores lâminas coletadas, mostrando esse ser mais sensível às variações (REZENDE *et al.*, 1998; PAULINO *et al.*, 2009).

Conclusões

Para os dois métodos utilizados, os valores encontrados para uniformidade abaixo da superfície foram maiores que acima mostrando que houve boa redistribuição de água abaixo do solo, que estará disponível para absorção pelas raízes das plantas.



Referencias Bibliográficas

CAMARA, R. K. ; KLEIN, V. A. Escarificação em plantio direto como técnica de conservação do SOLO e da água. R. Bras. Ci. Solo, 29:789-796, 2005.

CHRISTIANSEN, E.J. Irrigation by sprinkling. Berkeley: University of California, 1942. 142p.

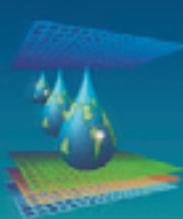
CONCEIÇÃO, M. A.F. Simulação da distribuição de água em microaspersores sob condição de vento. Piracicaba 2002. 121p. Dissertação (Doutorado em irrigação e drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-ESALQ.

MANTOVANI, E. C. AVALIA: Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada. Viçosa, MG: UFV, 2001.

OLIVEIRA, F. G. de; FIGUEIREDO, F. P. de. Influência do espaçamento entre aspersores e do uso de válvulas reguladoras de pressão na uniformidade de irrigação por aspersão convencional. Revista Ceres, Viçosa-MG, v.54, n.316, p.506-510, 2007.

PAULINO, M. A. de O.; FIGUEIREDO, F. P. de; FERNANDES, R. C.; MAIA, J. T. L. S.; OLIVEIRA GUILHERME, D. de; BARBOSA, F. S. Avaliação da uniformidade e eficiência de aplicação de água em sistemas de irrigação por aspersão convencional. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, Fortaleza-CE, v.3, n.2, p.48-54, 2009.

REZENDE, R.; FRIZZONE , J. A.; GONÇALVES, A. C. A.; FREITAS, P. S. L. de. Influência do espaçamento entre aspersores na uniformidade de distribuição de água acima e abaixo da superfície do solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.2, n.3, p.257-261, 1998.



AJUSTE DE FUNÇÕES DE CRESCIMENTO DE BANANEIRA PLATINA PARA ÁREA FOLIAR E NÚMERO DE FOLHAS

E. F. Coelho¹; A. C. dos Santos²; A. M. W. Cova³; M. L. A. Oliveira⁴; M. A. C. Lima⁵.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi determinar as funções de crescimento para a cultivar de bananeira Platina. Aos dados do número de folhas e da área foliar da cultivar de bananeira Platina foram aplicados os modelos Logística, Gompertz, Johnson-Schumacher, Schumacher, Monomolecular. Os modelos matemáticos considerados neste estudo para estimar a área foliar de bananeiras irrigadas, cultivar Platina apresentaram bons ajustes e podem ser aplicados para descrever esta variável, entretanto, na avaliação da variável número de folhas, os modelos matemáticos sugeridos não se ajustaram.

PALAVRAS-CHAVE: irrigação, modelos matemáticos.

SET OF FUNCTIONS OF GROWTH OF PLATINUM FOR BANANA LEAF AREA AND NUMBER OF LEAVES

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the growth functions for cultivating banana Platinum. Data on the number of leaves and leaf area of banana cultivar Platinum models were applied Logistics, Gompertz, Johnson-Schumacher, Schumacher, Monomolecular. Mathematical models considered in this study to estimate the leaf area of banana irrigated farming Platinum gave good results and can be applied to describe

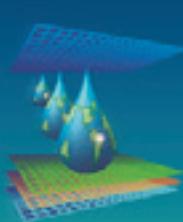
¹ Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Rua Embrapa, s/no, Caixa Postal 007, CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA. E-mail: eugenio@cnpmf.embrapa.br.

² Doutorando do PPGEA da UFRB, bolsista FAPESB, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA. Fone (75) 36212798. e-mail: agapebatista@gmail.com.

³ Doutoranda do PPGEA da UFRB, bolsista CAPES, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA. Fone (75) 36212798. e-mail: alidewatanabe@yahoo.com.br.

⁴ Mestranda do PPGEA da UFBR, bolsista CAPES, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA. Fone (75) 36212798. e-mail: mary_lays@hotmail.com.

⁵ Mestranda do PPGEA da UFRB, bolsista FAPESB, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA. Fone (75) 36212798. e-mail: marinacosta_87@yahoo.com.br.



this variable, however, in the evaluation of the variable number of leaves, the mathematical models suggested could not be fitted.

KEYWORDS: irrigation, mathematical models.

INTRODUÇÃO

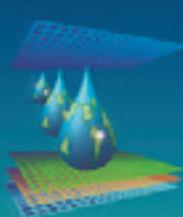
A banana é uma das frutas que possui grande importância econômica e social para diversos países. A variedade BRS Platina consiste em um híbrido tetraploide (AAAB) originado na Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, Bahia, resultante do cruzamento da cultivar Prata Anã (AAB) (EMBRAPA, 2011). Esta cultivar apresenta características idênticas às da Prata Anã, tanto de desenvolvimento quanto de rendimento e propriedades dos frutos; entretanto, ela se diferencia da Prata Anã por ser resistente à Sigatoka-amarela e ao mal-do-Panamá (EMBRAPA, 2011).

Os modelos matemáticos são utilizados para descrever o crescimento vegetativo, porém existe uma dificuldade de encontrar modelos matemáticos que melhor se ajuste aos fenômenos biológicos e identificar as curvas entre os tratamentos que sejam estatisticamente semelhantes (Maia et. al., 2009). Com isso o objetivo do presente trabalho foi determinar as funções de crescimento para a cultivar de bananeira Platina.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda Experimental do Gorutuba, da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais (Epamig), no município de Nova Porteirinha. Foi constituído por 25 tratamentos resultantes da combinação de cinco lâminas de irrigação com cinco genótipos de bananeira, fatorial 5 X 5.

Os genótipos de bananeira foram: ‘Prata-Anã’, ‘Grande Naine’, ‘Princesa’, PA42-44 e PA94-01. Os dois primeiros genótipos são cultivares tradicionalmente plantada na região; o terceiro é uma variedade tetraplóide recentemente lançada pela Embrapa; PA42-44 é um tetraplóide desenvolvido pela Embrapa e em fase de lançamento; e a PA94-01 é o tetraplóide desenvolvido pela FHIA, chamado por esta de FHIA18.



Os tratamentos foram distribuídos em parcelas subdivididas, com as lâminas de irrigação nas parcelas e os genótipos nas subparcelas. Foram utilizadas três repetições, cada uma correspondendo a um bloco, distribuídos de forma casualizada, totalizando 75 subparcelas. Cada subparcela foi composta por 20 plantas, sendo a área útil composta pelas seis plantas centrais.

O sistema de irrigação utilizado foi microaspersão, com aplicação de 2,10 milímetro de água por hora, com um emissor para quatro famílias, posicionado em fileiras alternadas. O controle das lâminas de água foi feito usando-se diferentes tempos de irrigação por meio de abertura e fechamento de registros instalados no início de linhas de derivação. No cabeçalhão foram colocados cinco registros, sendo um para cada lâmina de irrigação e das linhas de derivação referentes a cada registro (lâmina de irrigação) saíram às linhas laterais de polietileno de baixa densidade contendo os microaspersores.

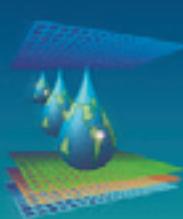
Para o estudo da função de crescimento foi utilizada apenas a cultivar Platina, sendo que as funções foram obtidas através do programa LAB Fit- Ajuste de curvas, para a determinação do ajuste ou não destas. Aos dados do número de folhas e da área foliar da cultivar de bananeira Platina foram aplicados os modelos Logística, Gompertz, Johnson-Schumacher, Schumacher, Monomolecular.

TABELA 1 – Modelos matemáticos.

Autor ou designação	Equações
Logística	$y = \frac{A}{(1 + ce^{-kt})}$
Johnson-Schumacher	$y = Ae^{-\frac{k}{t+a}}$
Schumacher	$y = Ae^{-\frac{k}{t}}$
Gompertz	$y = Ae^{-ce^{-kt}}$
Monomolecular	$y = A(1 - ce^{-kt})$

Y – é a variável de crescimento dependente (NF, AF); t – é a variável independente de dias após o plantio; A, k, a e m – parâmetros dos modelos testados.

O ajuste dos modelos matemáticos foi analisado pelo erro absoluto médio (EAM), raiz do erro quadrático médio (REQM), eficiência (EF), coeficiente de determinação ajustado (R^2_a), índice “d” de concordância ou exatidão proposto por WILLMOTT et al. (1985), no qual seus valores variam de “0” (não existe concordância) a “1” (concordância perfeita).



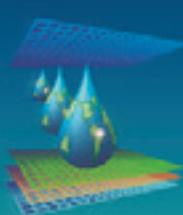
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando os resultados encontrados neste estudo foi possível observar que os valores obtidos para o parâmetro A variaram entre 10,85572 e 24,71594, para área foliar (AF). No que diz respeito a variável número de folhas (NF), os valores encontrados para o parâmetro supracitado variaram entre 13,82602 e 25,11976. Por conseguinte, foi possível verificar que o maior valor assumido pelo parâmetro A nas duas variáveis analisadas foi ajustado pela função Schumacher. Quanto ao parâmetro K, observa-se que, para as duas variáveis analisadas (AF e NF), o modelo matemático que apresentou o maior valor observado foi o de Schumacher; ao passo que, para a variável AF, o menor valor observado foi ajustado pelo modelo de Gompertz e, para a variável NF, o menor valor observado foi ajustado pelo modelo Logística (Tabela 2).

Tabela 2 – Estimativa dos parâmetros (A, c, K, m) em curvas de crescimento utilizando modelos não lineares ajustados para as variáveis área foliar (AF) e número de folhas (NF) para a bananeira genótipo Platina.

Modelo ajustados	Parâmetros				
	K	A	a	C	M
<i>Área Foliar</i>					
Logística	0,042408883	10,85572	-	1939,962	-
Gompertz	0,029682482	10,94833	-	0,029682	-
Monomolecular	12,61859692	12,6186	-	2,274543	-
Johnson-Schumacher	44,61257024	13,71807	-122,688	-	-
Schumacher	253,3997245	24,71594	-	-	-
<i>Número de Folhas</i>					
Logística	0,016169558	16,70594	-	6,598431	-
Gompertz	0,037348789	13,82602	-	73,70145	-
Monomolecular	0,008556871	18,22084	-	1,514366	-
Johnson-Schumacher	103,7018065	23,50972	-19,9401	-	-
Schumacher	128,9728826	25,11976	-	-	-

Considerando os resultados encontrados neste estudo foi possível observar que o índice de eficiência (EF), para a variável área foliar (AF), foi superior a 80% para todos os modelos estudados, exceto para o modelo de Schumacher (67%). Para a variável



número de folhas (NF), o maior valor observado para o índice EF foi o de 63%. Cabe salientar que, quanto mais próximo de 100%, mais preciso será o modelo.

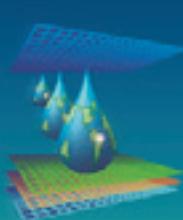
O índice *d* quantifica a exatidão do método e também o afastamento dos valores estimados em relação aos valores observados, tendo em vista o fato de que, os melhores resultados são encontrados à medida que esse se aproxima de 1 (WILLMOTT et al., 1985). Para a variável AF, os valores do índice *d* foram sempre superiores a 0,88, ao passo que para a variável NF o maior valor observado foi de 0,86 para o modelo Logística e o menor valor observado foi de 0,67 para o modelo de Schumacher.

Na avaliação do coeficiente de determinação ajustado (R^2a), para a variável AF, o modelo de Schumacher foi o que apresentou o melhor resultado (0,999605), todavia não houve uma elevada variação quando comparado aos modelos Logística, Monomolecular e Schumacher - Johnson. Para a variável NF, todos os valores calculados para o R^2a foram inferiores a 0,304216, menor é a validade da regressão.

Tabela 3 – Avaliadores de qualidade de ajuste de modelos para as variáveis área foliar (AF) e número de folhas (NF) para a bananeira genótipo Platina.

Modelo ajustados	Coeficientes				
	R^2a	REQM	EAM	EF	<i>d</i>
<i>Área Foliar</i>					
Logística	0,947673	0,9	0,75	91	0,98
Gompertz	0,844129	1,03	0,88	89	0,97
Lundqvist-Korf	0,8103	1,39	1,22	80	0,94
Monomolecular	0,91023	1,18	6,02	85	0,96
Johnson-Schumacher	0,991235	1,28	1,14	83	0,95
Schumacher	0,999605	1,75	0,65	67	0,88
<i>Número de Folhas</i>					
Logística	0,304216	1,29	1,62	63	0,86
Gompertz	0,299064	1,29	1,09	41	0,76
Lundqvist-Korf	0,265328	1,32	1,09	38	0,74
Monomolecular	0,293799	1,29	1,1	40	0,75
Johnson-Schumacher	0,230886	1,35	1,16	35	0,71
Schumacher	0,045041	1,38	1,24	42	0,67

Ressalta-se que, na prática, para uma melhor qualidade de ajuste dos dados, deve ser dada a preferência por modelos mais simplificados, isto é, modelos que



apresentarem menor número de parâmetros, uma vez que tais modelos apresentam maior facilidade na obtenção dos cálculos computacionais (RODRIGUES et al., 2002)

CONCLUSÕES

Os modelos matemáticos considerados neste estudo para estimar a área foliar de bananeiras irrigadas, cultivar Platina apresentaram bons ajustes e podem ser aplicados para descrever esta variável, entretanto, na avaliação da variável número de folhas, os modelos matemáticos sugeridos não se ajustaram. Deste modo, de forma a facilitar os cálculos computacionais, recomenda-se o modelo com menor número de parâmetros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES et al. **Sistema de produção: Cultivo da bananeira BRS Platina.** Sistema de produção. Embrapa Mandioca e fruticultura, ed. 1º. n.20, 2012.

EMBRAPA; **BRS Platina, cultivar de bananeira do subgrupo prata resistente ao mal-do -Panamá.** Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/folder/Folder_BRS_Platina.pdf>. Acesso em 03 de junho de 2013.

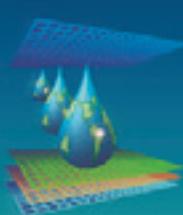
GLORIA, M.B. A.; ADÃO R.C. Effect of gamma radiation on the ripening and levels of bioactive amines in bananas cv. Prata. **Radiation Physics and Chemistry**. v. 87, p. 97-103, 2013.

MAIA, Emanuel et al. **Método de comparação de modelos de regressão não-lineares em bananeiras.** Cienc. Rural[online]. 2009, vol.39, n.5, pp. 1380-1386. ISSN 0103-8478.

RODRIGUES, K. K. R. P.; MAIA, C. E.; LACERDA, V. S. Comparação de modelos de crescimento para o meloeiro irrigado. In: Anais do XXI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, Petrolina-PE, 2011.

SILVA, Wilton P. e SILVA, Cleide M. D. P. S, **LAB Fit Ajuste de Curvas (Regressão não-Linear e Tratamento de Dados)** V 7.2.14 c (2003-2004), online, disponível em: <http://www.angelfire.com/rnb/labfit/index_p.htm>.

Willmott, C. J.; Ackleson, S. G.; Davis, R. E.; Feddema, J. J.; Klink, K. M.; Legates, D. R.; O'donnell, J.; Rowe, C. M. **Statistics for the evaluation and comparison of models.** Journal of Geophysical Research, v. 90, n. 5, p. 8995-9005, 1985.



AJUSTE DE FUNÇÕES DE CRESCIMENTO DE BANANEIRA PLATINA PARA ALTURA DE PLANTA E PERÍMETRO DO PSEUDOCAULE

E. F. Coelho¹; A. C. dos Santos²; A. M. W. Cova²; M. L. A. Oliveira²; M. A. C. Lima².

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi determinar as funções de crescimento para a cultivar de bananeira Platina. O trabalho foi desenvolvido utilizando lâminas diferenciadas de irrigação a cultivar Platina foi produzida juntamente com outras quatro cultivares num mesmo experimento. As funções de produção foram obtidas através do programa LAB Fit- Ajuste de curvas utilizando as variáveis, altura do pseudocaule e o perímetro do pseudocaule. Todos os dados das variáveis se ajustaram para todas as equações estudadas (Schumacher, Johnson-Schumacher, Logístico, Gompertz e Monomolecular) de acordo com o R^2 que é o coeficiente de determinação ajustado e com o “d” que é índice de concordância ou exatidão proposto por WILLMOTT et al. (1985).

PALAVRAS-CHAVE: Irrigação, LAB Fit ajuste, Produção.

SET OF FUNCTIONS OF GROWTH OF PLATINUM FOR BANANA PLANT HEIGHT AND PSEUDOSTEM PERIMETER

SUMMARY

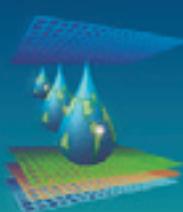
¹ Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Rua Embrapa, s/no, Caixa Postal 007, CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA. E-mail: eugenio@cnpmf.embrapa.br.

² Doutorando do PPGEA da UFRB, bolsista FAPESB, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA. Fone (75) 36212798. e-mail: agapebatista@gmail.com.

² Doutoranda do PPGEA da UFRB, bolsista CAPES, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA. Fone (75) 36212798. e-mail: alidewatanabe@yahoo.com.br.

² Mestranda do PPGEA da UFRB, bolsista CAPES, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA. Fone (75) 36212798. e-mail: mary_lays@hotmail.com.

² Mestranda do PPGEA da UFRB, bolsista FAPESB, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA. Fone (75) 36212798. e-mail: marinacosta_87@yahoo.com.br.



The objective of this study was to determine the growth functions for cultivating banana Platinum. The study was conducted using different blades irrigation to cultivate Platinum was produced along with four other cultivars in the same experiment. Production functions were obtained through the program-LAB Fit Curve fitting using variables, pseudostem height and girth of the pseudostem. All data variables adjusted for all equations studied (Schumacher, Johnson-Schumacher, Logistic, Gompertz and Monomolecular) according to the R^2 which is the adjusted coefficient of determination and the "d" which is concordance index or accuracy proposed by WILLMOTT et al. (1985).

KEYWORDS: Irrigation, LAB Fit adjustment, Production.

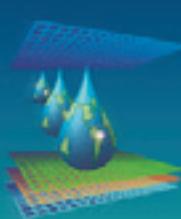
INTRODUÇÃO

A banana é uma das frutas mais consumida no mundo (BOTREL et al., 2002). No Brasil, a produção corresponde a aproximadamente 10% toda a produção mundial (GLORIA e ADÃO, 2013), sendo a prata-anã a mais cultivada. No entanto, a BRS Platina é uma variedade tipo prata, mas com a vantagem de ser resistente à Sigatoka-amarela e ao mal do Panamá, constituindo uma alternativa viável para os produtores (BORGES et. al., 2012).

A análise de crescimento é de fundamental importância para estudar os efeitos dos sistemas de manejo sobre a planta, uma vez que descrevem as mudanças na produção vegetal em função dos dias cultivados (URCHEI et al., 2000). Portanto, em pesquisas agropecuárias, são utilizados diversos modelos matemáticos para descrever o crescimento de planta, mas encontrar o melhor modelo que se ajuste a função de crescimento e identificar as curvas entre os tratamentos que sejam estatisticamente semelhantes, constituem os principais problemas (MAIA et al., 2009).

Este trabalho teve como objetivo determinar as funções não-lineares de crescimento para a cultivar de bananeira Platina.

MATERIAL E MÉTODOS



O experimento foi instalado na Fazenda Experimental do Gorutuba, da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais (Epamig), no município de Nova Porteirinha. O clima é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.

A cultivar utilizada no experimento foi a BRS Platina que consiste em um híbrido tetraploide (AAAB) originado na Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, Bahia, resultante do cruzamento da cultivar Prata Anã (AAB) (EMBRAPA, 2011). O espaçamento utilizado foi de 2,0x 2,5m e irrigado por microaspersão com aplicação de 2,10 milímetro de água por hora. A evapotranspiração da cultura (ETc) foi calculada a partir da evapotranspiração potencial (ETo) determinada pelo tanque classe A, corrigida pelo coeficiente de cultivo recomendado $kc = 1,1$ durante todo ciclo (COELHO et al., 2006).

Para o estudo a função de crescimento foi utilizada a cultivar Platina usando as variáveis, altura do pseudocaule e o perímetro do pseudocaule.

As funções forma obtidas através do programa LAB Fit- Ajuste de curvas, para determinar o ajuste ou não das funções.

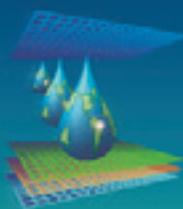
TABELA 1 – Modelos matemáticos.

Autor ou designação	Equações
Logística	$y = \frac{A}{(1 + ce^{-kt})}$
Johnson-Schumacher	$y = Ae^{-\frac{k}{t+a}}$
Schumacher	$y = Ae^{-\frac{k}{t}}$
Gompertz	$y = Ae^{-ce^{-kt}}$
Monomolecular	$y = A(1 - ce^{-kt})$

Y – é a variável de crescimento dependente (AP, PP); t – é a variável independente de dias após o plantio; A, k, a e m – parâmetros dos modelos testados.

O ajuste dos modelos foi avaliado pelo erro absoluto médio (EAM), raiz do erro quadrático médio (REQM), eficiência (EF), coeficiente de determinação ajustado (R^2_a), índice “d” de concordância ou exatidão proposto por WILLMOTT et al. (1985), onde seus valores variam de “0” (não existe concordância) a “1” (concordância perfeita).

RESULTADOS E DISCUSSÃO



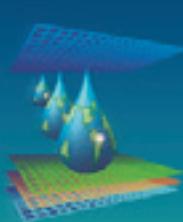
Através dos resultados obtidos neste trabalho, presentes na tabela 2, observa-se que os valores para o parâmetro A se encontram entre 10,93127 e 2,751153, para altura de planta (AP). Em relação a variável perímetro do pseudocaule (PP), os valores variaram entre 1,953719 e 0,795205. Foi observado também que o maior valor obtido pelo parâmetro A nas duas variáveis analisadas foi ajustado pela função Schumacher. Já para o parâmetro K, observa-se que, para as duas variáveis analisadas (AP e PP), Schumacher foi o modelo matemático que apresentou o maior valor observado; o menor valor observado foi para AP foi o ajustado pelo modelo Logística e, para a variável PP, o menor valor observado foi ajustado pelo modelo Gompertz.

Tabela 2. Valores dos parâmetros dos modelos ajustados para o crescimento da bananeira Platina, para as variáveis altura de planta (AP) e perímetro de pseudocaule (PP).

Modelo ajustados	Parâmetros					
	K	A	a	C	M	d
<i>Altura de Planta</i>						
Logística	0,024638864	2,751153	-	82,95422	-	0,97
Gompertz	0,011960551	3,57614	-	8,192582	-	1
Monomolecular	0,003749005	5,548458	-	1,468055	-	1
Schumacher - Johnson	220,1982895	6,775026	-40,8346		-	1
Schumacher	382,04915	10,93127	-		-	0,98
<i>Perímetro de pseudocaule</i>						
Logística	0,026298236	0,822283	-	55,44533	-	0,99
Gompertz	0,027121837	0,795205	-	44,29338	-	0,99
Monomolecular	0,018868682	0,826717	-	9,300195	-	0,98
Schumacher - Johnson	38,64750836	1,001164	-110,963		-	0,99
Schumacher	231,5597344	1,953719	-		-	0,96

O índice “d” quantifica a exatidão do método e também o afastamento dos valores estimados em relação aos valores observados, tendo em vista o fato de que, os melhores resultados são encontrados à medida que esse se aproxima de 1 (WILLMOTT et al., 1985). Para as variáveis AP e PP, os valores do índice *d* foram superiores a 0,96, sendo que para AP os modelos Gompertz, Monomolecular e Schumacher – Johnson obtiveram índices igual a 1; para PP os maiores índices foram para os modelos Logística, Gompertz e Schumacher – Johnson com valor igual a 0,99. Sendo estes considerados os modelos com maior exatidão.

Na tabela 3, observa-se que os maiores valores dos índices EAM e REQM para a variável AP foram 0,88 para o modelo de Gompertz e 0,240 para o modelo de Monomolecular. No entanto, os menores valores (0,030 e 0,030) foram encontrados para o modelo Logístico, respectivamente. Em relação a EF encontrou valores



superiores a 90% para todas as equações estudadas, sendo o maior valor do coeficiente de determinação para a equação logística com 100% de eficiência. Através destes resultados a escolha seria pela equação logística, visto que ela apresenta o valor mais próximo de 1,0, sendo o modelo mais preciso.

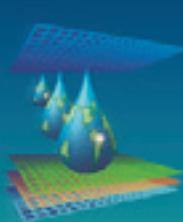
Em um estudo realizado por Maia et al., utilizando duas cultivares de banana (prata-anã e a FHIA 01) com diferentes doses de controladores de crescimentos, os autores concluíram que entre os diversos modelos testados o Logístico apresentou melhor qualidade de ajuste e sugere que pode ser utilizado para descrever curvas de crescimento de bananeiras.

Para a variável perímetro do pseudocaule (PP), observou-se que os maiores valores dos índices EAM e REQM foram 0,04 e 0,05 ambos para o modelo de Schumacher, ao passo que os menores valores para estes coeficientes foram 0,02 e 0,03 para o restante dos modelos. A eficiência (EF) para o PP ficou acima de 91% para todos os modelos matemáticos estudados, sendo que o modelo logística apresentou o melhor resultado com 100% de EF.

Tabela 3-Avaliadores de qualidade de ajuste de modelos de crescimento para a bananeira Platina, para as variáveis altura de planta (AP) e perímetro de pseudocaule (PP).

Modelo ajustados	Coeficientes			
	R ² a	REQM	EAM	EF
<i>Altura de Planta</i>				
Logística	0,995	0,030	0,030	100,000
Gompertz	0,848	0,180	0,880	91,000
Monomolecular	0,737	0,240	0,140	90,000
Schumacher – Johnson	0,756	0,230	0,130	91,000
Schumacher	0,424	0,080	0,060	98,000
<i>Perímetro de pseudocaule</i>				
Logística	0,91183	0,03	0,03	95
Gompertz	0,920329	0,03	0,02	96
Monomolecular	0,9295556	0,03	0,02	91
Schumacher - Johnson	0,937213	0,03	0,02	97
Schumacher	0,802153	0,05	0,04	89

Em relação ao coeficiente de determinação ajustado (R²a) para as duas variáveis ajustadas (AP e PP), os modelos apresentaram resultados mais adequados foram Logística e Schumacher – Johnson com 0,995 e 0,937213 respectivamente. Enquanto que os menores valores de (R²a) foram encontrados no modelo de Schumacher com valores 0,424 e 0,802153 para as variáveis AP e PP.



CONCLUSÕES

Os modelos matemáticos estudados foram bem ajustados aos dados das variáveis altura de planta e perímetro do pseudocaule para o genótipo de bananeira Platina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES et al. Sistema de produção: Cultivo da bananeira BRS Platina. Sistema de produção. Embrapa Mandioca e fruticultura, ed. 1º. n.20, 2012.

MAIA, E., SIQUEIRA, D. L., SILVA, F. F., PETERNELLI, L. A., SALOMÃO, L. C., Método de comparação de modelos de regressão não-lineares em bananeiras. Ciência Rural, Santa Maria, v.39, n.5, ago, 2009.

GLORIA, M.B. A.; ADÃO R.C. Effect of gamma radiation on the ripening and levels of bioactive amines in bananas cv. Prata. Radiation Physics and Chemistry.v. 87, p. 97-103, 2013.

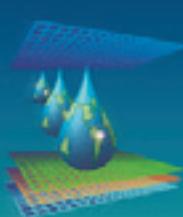
SILVA, Wilton P. e SILVA, Cleide M. D. P. S, LAB Fit Ajuste de Curvas (Regressão não-Linear e Tratamento de Dados) V 7.2.14 c (2003-2004), online, disponível em: <http://www.angelfire.com/rnb/labfit/index_p.htm>.

URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L.F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, n.3, p.497-506, 2000.

COELHO, E. F.; COSTA, E. L.; LEDO, C. A. S.; SILVA, S. O. Produtividade e eficiência de uso de água das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘Grand Naine’ sob irrigação no terceiro ciclo no Norte de Minas Gerais. Irriga, Botucatu, v. 11, n. 4, out/dez., 2006.

BOTREL, N.; FREIE JUNIOR, M.; VASCONCELOS, R. M.; BARBOSA,H. T. G. Inibição do amadurecimento da banana-‘Prata-Anã’ com a aplicação de 1-metilciclopêno. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal. v. 24, n. 1, 2002.

Willmott, C. J.; Ackleson, S. G.; Davis, R. E.; Feddema, J. J.; Klink, K. M.; Legates, D. R.; O'donnell, J.; Rowe, C. M. **Statistics for the evaluation and comparison of models. Journal of Geophysical Research**, v. 90, n. 5, p. 8995-9005, 1985.



AVALIAÇÃO DE MODELOS PARA ESTIMATIVA DE NÚMERO DE FOLHAS E ÁREA FOLIAR DA BANANEIRA PRATA ANÃ

Lenilson Wisner Ferreira Lima¹; Diego Queiroz de Sousa²; Denize Sampaio Chagas²; Leandra Brito de Oliveira³; Eugênio Ferreira Coelho⁴

RESUMO: O Objetivo deste trabalho foi determinar a qualidade de ajuste de modelos matemáticos não-lineares para a estimativa de área foliar e número de folhas na bananeira, cultivar Prata Anã no Estado de Minas Gerais. As funções ajustadas foram MacDill-Ameteis, Logística, Gompertz, Lundqvist-Korf, Monomolecular, Schumacher – Johnson e Schumacher, todos modelos de crescimento biológico. O ajuste dos modelos foi avaliado pelo erro absoluto médio (MEA), raiz média do quadrado dos erros (RMSE), eficiência (EF), coeficiente de determinação ajustado (R^2a), índice “d” de concordância ou exatidão. O modelo Logístico, seguido pelo de Gompertz e MacDill - Ameteis são os mais adequados para descrever a curva de crescimento da área foliar e Número de folhas da cultivar Prata Anã irrigada.

Palavras chaves: Crescimento de planta, Modelos não – lineares.

EVALUATION OF MODELS TO ESTIMATE THE NUMBER OF LEAVES AND LEAF AREA SILVER PRATA ANÃ

SUMMARY: The aim of this study was to determine the goodness of fit of nonlinear mathematical models to estimate leaf area and number of Prata Anã banana leaves in the State of Minas Gerais. The fitted functions were MacDill-Ameteis, Logistics, Gompertz, Lundqvist-Korf, Monomolecular, Schumacher - Schumacher and Johnson, all of these models, as regarding for biological growth. The model fit was evaluated by the mean absolute error (MEA), the root mean square error (RMSE), efficiency (EF), the adjusted coefficient of determination (R^2), the index "d" of the agreement or accuracy. The logistic model, followed by the Gompertz and MacDill - Ameteis are best suited to describe the curve of the leaf surface and the number of sheets of silver dwarf cultivate growing irrigated.

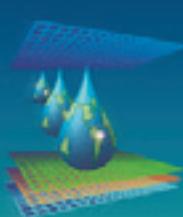
KEYWORDS: Plant growth, non-linear models.

¹ Mestrando do Programa em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, CEP: 44380-000, Cruz das Almas, Ba. Fone: (75) 3621-2350. E-mail: lenilsonlimaagro@gmail.com

² Mestrando do Programa em Engenharia Agrícola, UFRB - BA.

³ Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, UFRB – BA.

⁴ Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas - BA.



INTRODUÇÃO

A bananeira é um vegetal de grande importância comercial e social, sendo, essencialmente de trópico úmido, pode ser cultivada em todas as zonas agroecológicas localizadas entre 30° de latitude Norte e Sul, onde as temperaturas variam entre os limites de 10°C e 40°C, a temperatura ótima é em torno de 28°C (MELO et al., 2010).

O conhecimento da área foliar é um importante parâmetro para o entendimento da fotossíntese, interceptação luminosa, uso da água e nutrientes e o potencial produtivo (LIMA, et al., 2008).

Sendo que os estudos sobre análise de crescimento de espécies vegetais possibilitam acompanhar o desenvolvimento das plantas como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento total, permitindo conhecer o seu funcionamento e suas estruturas (BARCELOS et al., 2007).

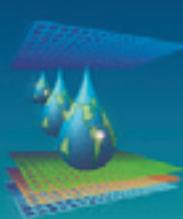
As equações matemáticas, para estimativa da área foliar, foram desenvolvidas na busca de um método fácil e rápido de ser executado, além de não conferir nenhum tipo de dano a planta durante a coleta de dados. Esta metodologia é importante por adequar-se facilmente ao uso no campo, podendo as avaliações ser executadas várias vezes ao longo do desenvolvimento da cultura e nas mesmas folhas. A limitação financeira para aquisição de aparelhos medidores de área foliar potencializa a importância dos modelos matemáticos como ferramenta no contexto científico (CAETANO, 2004).

O objetivo deste trabalho foi comparar a qualidade do ajuste de modelos matemáticos não-lineares para estimar o número de folhas e área foliar total de bananeira, cultivar Prata Anã cultivada no norte do Estado de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda Experimental do Gorutuba, da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais (Epamig), no município de Nova Porteirinha. A região se encontra inserida no semiárido brasileiro, apresentando clima Aw, segundo a classificação de Köppen, sob as coordenadas geográficas 15° 46' 38,98" S e 43° 17' 22,06" e a altitude de 537 metros. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, de textura média.

O experimento foi constituído do genótipo Prata Anã, cultivada no espaçamento de 2,0 m x 2,5 m, irrigada por microaspersão. Para o manejo da irrigação foi utilizado a evapotranspiração da cultura (ETc), calculada a partir da evapotranspiração potencial (ETo)



pelo tanque classe A, corrigida pelo coeficiente de cultivo recomendado $k_c = 1,1$ durante todo ciclo (COELHO et al., 2006).

As variáveis biométricas foram avaliadas no período de 26/08/2010 à 03/03/2011 momento em que 85% das plantas da área total haviam emitido a inflorescência, avaliou-se: número de folhas (NF, unidades) e a área foliar (AF, m²). O NF foi realizado por contagem visual das folhas que apresentavam mais de 50% da área foliar fotossinteticamente ativa, determinada por meios visuais (área foliar verde, túrgida e com brilho), sendo o material coletado aos 149, 171, 192, 220, 240, 260, 290, 310 e 338 dias após o plantio (DAP). A AF total foi determinada por métodos não destrutivos, utilizando-se dos parâmetros número de folhas, comprimento e largura máxima da 3^a folha (KUMAR et al., 2002), sendo o material coletado aos 149, 171, 192, 220, 240 e 338 dias após o plantio (DAP).

Os modelos utilizados foram:

$Y = \frac{A}{1 - (1/Y_0)(t_0/t)^c}$ MacDill-Ameteis (1)	$Y = \frac{A}{(1 + ce^{-kt})}$ Logística (2)	$Y = (1 - ce^{-kt})$ Monomolecular (3)
$Y = Ae^{-\frac{k}{t+a}}$ Gompertz (4)	$Y = Ae^{-\frac{k}{t+a}}$ Schumacher-Johnson (5)	$Y = Ae^{-\frac{k}{t}}$ Schumacher (6)

em que,

Y – é a variável independente (AP e PP); t – é o número de dias após o plantio; A, k, c, m, Y₀ e t₀ são parâmetros dos modelos aplicados.

A precisão e acurácia dos modelos foi avaliado pelo erro absoluto médio (MEA), raiz média do quadrado dos erros (RMSE), eficiência (EF), coeficiente de determinação ajustado (R^2_a), índice “d” de concordância ou exatidão proposto por WILLMOTT et al. (1985). Os ajustes dos modelos foram realizados com a atualização da ferramenta Solver do software Excel 2010.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores encontrados para o parâmetro A variaram entre 12,665 cm² e 31,852cm², para área foliar (AF). Para o número de folhas (NF) está variação foi de 17,9 para 24.3, sendo verificado que o maior valor apresentado do parâmetro nas duas variáveis foi ajustado pela função Schumacher (Tabela 1). Em relação ao parâmetro K, tanto para a variável (AF) e (NF), foi verificado que o modelo de Schumacher apresentou o maior valor observado, enquanto o de Monomolecular o menor valor (Tabela 1).

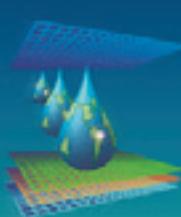


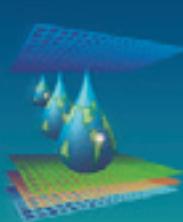
Tabela 1 – Estimativa dos parâmetros (A , c , K , m , Y_0 , t_0) em curvas de crescimento utilizando modelos não lineares ajustados para as variáveis área foliar (AF) e número de folhas (NF) para a bananeira genótipo Prata Anã.

Modelo	Parâmetros					
	A	C	K	m	Y_0	t_0
<i>Área Foliar</i>						
MacDill-Ameteis	12,830	7,524	-	-	1,775	142,992
Logística	12,665	1939,962	0,041	-	-	-
Gompertz	12,839	115,204	0,028	-	-	-
Monomolecular	13,279	9,683	0,017	-	-	-
Schumacher - Johnson	16,772	-120,928	53,858	-	-	-
Schumacher	31,852	-	284,716	-	-	-
<i>Número de Folhas</i>						
MacDill-Ameteis	18,018	5,935	-	-	0,430	72,156
Logística	17,937	85,037	0,034	-	-	-
Gompertz	17,949	42,547	0,031	-	-	-
Monomolecular	17,962	21,931	0,028	-	-	-
Schumacher - Johnson	19,045	-126,681	11,082	-	-	-
Schumacher	24,331	-	89,412	-	-	-

Na Tabela 2 são apresentados os valores encontrados para os índices de avaliação de qualidade de ajuste para os modelos propostos. Para o índice MEA, dentre os modelos, os menores valores foram observados para o modelo Logística, 0,635 e 0,868, respectivamente para AF e NF. O modelo de Schumacher foi o que apresentou o maior valor para as duas variáveis de crescimento. Esse indicador é o erro médio absoluto da diferença entre os valores estimados e os valores observados para um dado número de observações, de modo que quanto mais próximo de zero, melhor o acerto do modelo.

O maior valor do índice RMSE foi de 1,820 e 1,509, respectivamente, para (AF) e (NF). Quanto menores os valores obtidos para RMSE melhor o ajustamento, sendo o menor valor para (AF) de 0,735 e para o (NF) de 1,134, para o modelo logístico (Tabela 2). O grau de espalhamento entre os valores estimados e observados é observável no indicativo estatístico (GOMES & ESCOBEDO, 2002).

Para a variável (AF) e (NF) o avaliador EF, apresentou os modelos de Monomolecular, Gompertz, Logística e MacDill – Ameteis, como sendo os modelos de melhor eficiência, com uma leve superioridade para o modelo Logística. Sendo que apenas a função de Schumacher



apresentou EF inferior a 0,9 (Tabela 2). Essencialmente quanto mais próximo de 1, mais preciso será o modelo.

Dentre os modelos testados para AF os resultados para o índice d variou entre 0,917 e 0,990, variação inferior a 10%. Para a variável NF esse índice variou de 0,850 (Schumacher) a 0,929 (Logística) (Tabela 2). Ressalta-se que a concordância entre os valores observados e estimados cresce à medida que o seu valor se aproxima de 1, atingindo a concordância perfeita.

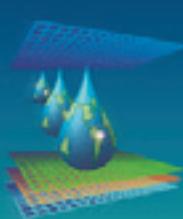
Observa-se na tabela 2 que para o coeficiente de determinação ajustado (R^2a) o modelo de Gompertz, MacDill – Ameteis e Logística tiveram bons ajustes, com valores numericamente superiores, sendo o modelo de logística o que apresentou o melhor valor para as duas variáveis. Além disso, foi verificado que o modelo (Schumacher) apresentou baixo (R^2a) 0,651 e 0,496, para (AF) e (NF), respectivamente, indicando que este modelo não foi bem ajustado para as variáveis analisadas dentro da cultivar em estudo.

Tabela 2 – Avaliadores de qualidade de ajuste de modelos para as variáveis área foliar (AF) e número de folhas (NF) para a bananeira genótipo Prata Anã.

Modelo	Coeficientes				
	MEA	RMSE	EF	d	R^2a
<i>Área Foliar</i>					
MacDill-Ameteis	0,727	0,857	0,944	0,986	0,923
Logística	0,635	0,735	0,959	0,990	0,943
Gompertz	0,821	0,921	0,936	0,984	0,911
Monomolecular	1,068	1,146	0,900	0,973	0,862
Schumacher - Johnson	1,154	1,238	0,884	0,969	0,839
Schumacher	1,688	1,820	0,749	0,917	0,651
<i>Número de Folhas</i>					
MacDill-Ameteis	0,888	1,155	0,751	0,926	0,705
Logística	0,868	1,134	0,760	0,929	0,716
Gompertz	0,872	1,140	0,758	0,928	0,713
Monomolecular	0,880	1,148	0,754	0,927	0,709
Schumacher - Johnson	0,921	1,211	0,726	0,917	0,675
Schumacher	1,298	1,509	0,575	0,850	0,496

CONCLUSÕES

Dentre as funções matemáticas não lineares o modelo Logístico, seguido pelo de Gompertz e MacDill - Ameteis são os mais adequados para descrever a curva de crescimento



da área foliar e Número de folhas da cultivar Prata Anã irrigada. Sendo o modelo Schumacher o que menos se ajusta aos dados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARCELOS, D. M.; GARCIA, A.; JUNIOR, V. A. M. Análise de crescimento da cultura da batata submetida ao parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura, em um latossolo vermelho-amarelo. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 31, n.1, Jan./Feb, 2007.

CAETANO, L.C.S. Sistema de condução, nutrição mineral e adubação da figueira “Roxo de Valinhos” na Região Norte Fluminense. 2004. 106f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Norte Fluminense, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Campo dos Goytacazes, 2004.

COELHO, E. F.; COSTA, E. L. da; LEDO, C. A. da; SILVA, S. de O. Produtividade e eficiência de uso de água das bananeiras Prata Anã e Grand Nainesob irrigação no terceiro ciclo no Norte de Minas Gerais. Irriga, Botucatu, v. 11, n. 4, p. 460-468, 2006.

GOMES, E. N.; ESCOBEDO, J. F. Modelos de estimativa da par global e difusa em função da radiação de ondas curtas e do índice de claridade (Kt). Irriga, Butucatu, v. 7, n. 2, p. 122-129, 2002.

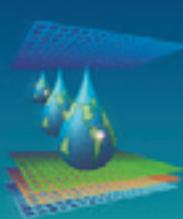
KUMAR, N.; KRISHNAMOORTHY, V.; NALINA, L.; SOORIANATHASUNDHARAM, K. Nuevo fator para estimar el área foliar total en banano. Infomusa, v. 11, n. 2, p. 42-43, 2002.

LIMA, C. J. G. S.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; FILHO, A. F. O. Modelos matemáticos para estimativa de área foliar de feijão caupi. Revista Caatinga, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 120-127, 2008.

MELO, A. S.; SOBRAL, L. F.; FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; VIÉGAS, P. R. A. Aspectos técnicos e econômicos da bananeira ‘prata-anã’ sob fertirrigação nos tabuleiros costeiros de Sergipe. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 34, n. 3, p. 564-571, maio/jun., 2010.

MOREIRA, R. S. Banana: teoria e prática de cultivo. Campinas: Fundação Cargil, 1987. 335p.

WILLMOTT, C. J. et al. Statistics for the evaluation and comparison of models. Journal of Geophysical Research, v. 10, n. C5, p. 8995-9005, 1985.



MODELOS DE CRESCIMENTO PARA ALTURA DE PLANTA E PERIMETRO DO PSEUDOCAUDE DACULTIVAR DE BANANEIRA PRATA ANÃ IRRIGADA

Diego Queiroz de Sousa¹; Lenilson Wisner Ferreira Lima²; Denize Sampaio Chagas²; Leandra Brito de Oliveira³; Eugênio Ferreira Coelho⁴

RESUMO: Este estudo teve como objetivo avaliar o ajuste modelos não-lineares para a estimativa de altura de plantas e perímetro de pseudocaule no genótipo de bananeira Prata Anã irrigada no norte do Estado de Minas Gerais. As funções ajustadas foram MacDill-Ameteis, Logística, Gompertz, Lundqvist-Korf, Monomolecular, Schumacher – Johnson e Schumacher, todas essas, modelos de crescimento biológico. O ajuste dos modelos foi avaliado pelo erro absoluto médio (MEA), raiz média do quadrado dos erros (RMSE), eficiência (EF), coeficiente de determinação ajustado (R^2a), índice *d* proposto por WILLMOTT. Verificou-se que todos os modelos se ajustaram aos dados para as variáveis observadas, com exceção do modelo Schumacher.

Palavras Chaves: Modelos não-lineares, funções de crescimento.

MODELS FOR GROWTH PLANT HEIGHT AND GIRTH OF THE PSEUDOSTEM OF BANANA FARMING PRATA ANÃ

SUMMARY: This study aimed to evaluate non-linear models to estimate plant height and perimeter of the pseudostem of the banana genotype Prata Anã irrigated in north of the State of Minas Gerais. The adjusted functions were: MacDill-Ameteis, Logistics, Gompertz, Lundqvist-Korf, Monomolecular, Schumacher - Schumacher and Johnson, all of these models, biological growth. The model fit was evaluated by the mean absolute error (MEA), the root mean square error (RMSE), efficiency (EF), the adjusted coefficient of determination (R^2a), *d* index proposed by WILLMOTT. It was found that all the models were fitted to the data for the observed variables, except Schumacher.

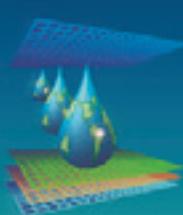
KEYWORDS: Nonlinear models, growth functions.

¹Mestrando do Programa em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, CEP- 44380-000, Cruz das Almas, Ba. Fone: (75 3621-2350). diego.agron@gmail.com

²Mestrando do Programa em Engenharia Agrícola, UFRB.

³Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, UFRB – BA.

⁴Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical.



INTRODUÇÃO

Apesar do grande número de cultivares de bananeiras existentes, são poucas as que têm boa aceitação pelo consumidor e que agregam potencial agronômico satisfatório, limitando assim, a sua indicação para fins comerciais. Existe uma preferência por parte dos brasileiros, pelo sabor da banana da prata (SANTOS, 2006).

A altura da planta é um descritor importante do ponto de vista fitotécnico e de melhoramento, pois influí nos aspectos de densidade de plantio e manejo da cultura, interferindo na produção (BELALCÁZAR CARVAJAL, 1991). Em cultivo comercial, é indesejável que a bananeira expresse valores muito elevados de altura de plantas, o que dificulta a prática da colheita (LEDO et al., 1997).

O tombamento de plantas e/ou a quebra do pseudocaule pela ação dos ventos estão relacionados com elevado porte, reduzido o perímetro do pseudocaule e produção de cachos grandes (Teixeira, 2001).

Os modelos não-lineares proporcionam vantagens em relação aos modelos lineares, os quais podem auxiliar o pesquisador no processo de tomada de decisão por apresentarem parâmetros com interpretação biológica (Maia et al., 2009).

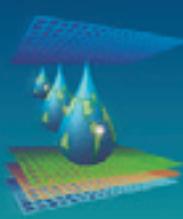
Assim, este estudo teve como objetivo analisar modelos não-lineares para estimar a altura de plantas e perímetro de pseudocaule de bananeira da cultivar Prata Anã irrigada para as condições edafoclimáticas do Estado de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda Experimental do Gorutuba, da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais (Epamig), no município de Nova Porteirinha. A região se encontra inserida no semiárido brasileiro, apresentando clima Aw, segundo a classificação de Köppen, sob as coordenadas geográficas 15° 46' 38,98" S e 43° 17' 22,06" O e a altitude de 537 metros. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, de textura média.

O experimento foi constituído do genótipo Prata Anã, cultivado no espaçamento de 2,0 m x 2,5 m irrigada por microaspersão. A evapotranspiração da cultura (ETc) foi calculada a partir da evapotranspiração potencial (ET₀) determinada pelo tanque classe A, corrigida pelo coeficiente de cultivo recomendado $k_c = 1,1$ durante todo ciclo (COELHO et al., 2006).

As avaliações de altura de planta (AP) e perímetro do pseudocaule (PP) foram iniciadas 150 dias após o plantio, no período de 26/08/2010 à 03/03/2011 momento em que 85% das plantas da área total haviam emitido a inflorescência.



Os modelos utilizados foram:

$$\text{MacDill-Ameteis } Y = \frac{A}{1 - (1 / Y_0)(t_0 / t)^c} \quad (1)$$

$$\text{Logística } Y = \frac{A}{(1 + ce^{-kt})} \quad (2)$$

$$\text{Gompertz } Y = Ae^{-ce^{-kt}} \quad (3)$$

$$\text{Lundqvist-Korf } Y = Ae^{-\frac{k}{t^m}} \quad (4)$$

$$\text{Monomolecular } Y = (1 - ce^{-kt}) \quad (5)$$

$$\text{Schumacher - Johnson } Y = Ae^{-\frac{k}{t+a}} \quad (6)$$

$$\text{Schumacher } Y = Ae^{-\frac{k}{t}} \quad (7)$$

em que,

Y – é a variável independente (AP e PP); t – é o número de dias após o plantio; A, k, c, m, Y₀ e t₀ são parâmetros dos modelos aplicados.

Para estimativa dos parâmetros de ajuste dos modelos aos pontos conhecidos da curva, foi empregada a rotina “Solver” do programa Microsoft Excel, de forma que o valor da soma do quadrado dos erros residuais (equação 8), correspondente à diferença entre os valores observados e estimados fossem minimizados.

$$SQerros = \sum (o - e)^2 \quad (8)$$

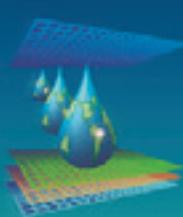
em que,

SQerro - soma do quadrado dos erros; o - valores observados; e - valores estimados.

O ajuste dos modelos foi avaliado pelo erro absoluto médio (MEA), raiz média do quadrado dos erros (RMSE), eficiência (EF), coeficiente de determinação ajustado (R^2a), índice d de concordância ou exatidão proposto por WILLMOTT et al. (1985). Os ajustes o modelos foram realizados com a atualização da ferramenta Solver do software Excel 2010.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Para a variável AP os maiores valores calculados dos índices MEA e RMSE foram 0,084 e 0,096, respectivamente, para o modelo Schumacher, os menores valores para esses



índices, foram encontrados para o modelo Gompertz 0,025 e 0,031 respectivamente. Para a variável NF os valores de MEA e RMSE foram ainda mais satisfatórios, pois o maior valor calculado foi 0,055 (Schumacher) (tabela 1), visto que, quanto menores os valores obtidos para esses indicadores melhor o ajustamento, uma vez que, estima o grau de espalhamento entre valores estimados e observados (GOMES & ESCOBEDO, 2002).

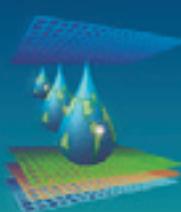
Tabela 1-Avaliadores de qualidade de ajuste de modelos de crescimento para a bananeira Prata Anã, para as variáveis altura de planta (AP) e perímetro de pseudocaule (PP).

Modelo	Coeficientes				
	MEA	RMSE	EF	d	R ^{2a}
<i>Altura de Planta</i>					
MacDill-Ameteis	0,033	0,049	0,993	0,998	0,992
Logística	0,033	0,041	0,995	0,999	0,994
Gompertz	0,025	0,031	0,997	0,999	0,997
Lundqvist-Korf	0,029	0,039	0,996	0,999	0,995
Monomolecular	0,029	0,032	0,997	0,999	0,996
Schumacher - Johnson	0,030	0,034	0,996	0,999	0,996
Schumacher	0,084	0,096	0,972	0,993	0,967
<i>Perímetro de pseudocaule</i>					
MacDill-Ameteis	0,011	0,014	0,991	0,998	0,989
Logística	0,011	0,013	0,993	0,998	0,991
Gompertz	0,012	0,015	0,990	0,998	0,988
Lundqvist-Korf	0,026	0,031	0,958	0,989	0,950
Monomolecular	0,012	0,015	0,990	0,997	0,988
Schumacher - Johnson	0,018	0,021	0,981	0,995	0,977
Schumacher	0,044	0,055	0,868	0,962	0,844

O índice EF foi superior a 0,95 para todos os modelos estudados para as duas variáveis, com exceção do modelo de Schumacher (0,868). Essencialmente quanto mais próximo de 1, mais preciso será o modelo.

Dentre os modelos testados o índice d foi sempre superior a 0,99 tanto para AP como para PP, exceto para os modelos Schumacher (0,962) e Lundqvist-Korf (0,989). Esse índice quantifica a exatidão do método e também o afastamento dos valores estimados em relação aos valores observados, de modo que, melhores resultados são encontrados à medida que esse se aproxima de 1 (WILLMOTT et al., 1985).

De acordo com a avaliação do coeficiente de determinação ajustado (R^{2a}), o modelo Gompertz foi o que apresentou o melhor resultado (0,0997), sendo que houve pouca variação



em comparação aos demais modelos. Para o PP o menor valor calculado foi de 0,844 (Schumacher), o maior resultado foi 0,991 (Logística).

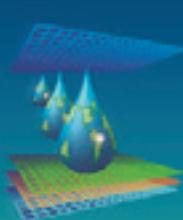
Tabela 2. Valores dos parâmetros dos modelos ajustados para o crescimento da bananeira Prata Anã, para as variáveis altura de planta (AP) e perímetro de pseudocaule (PP).

Modelo	Parâmetros					
	A	c	K	m	Y0	t0
<i>Altura de Planta</i>						
MacDill-Ameteis	2,968	3,758	-	-	0,080	73,035
Logística	2,664	55,373	0,022	-	-	-
Gompertz	2,736	12,625	0,016	-	-	-
Lundqvist-Korf	3,123	-	454545	2,545	-	-
Monomolecular	2,958	3,013	0,010	-	-	-
Schumacher - Johnson	3,807	-88,333	92,967	-	-	-
Schumacher	5,982	-	265,907	-	-	-
<i>Perímetro de pseudocaule</i>						
MacDill-Ameteis	0,823	5,731	-	-	0,010	73,047
Logística	0,810	172,654	0,033	-	-	-
Gompertz	0,826	44,293	0,026	-	-	-
Lundqvist-Korf	0,933	-	454545	2,636	-	-
Monomolecular	0,826	12,614	0,021	-	-	-
Schumacher - Johnson	0,946	-120,166	28,891	-	-	-
Schumacher	1,465	-	175,150	-	-	-

Observa-se que dentre os modelos testados os valores dos indicadores de qualidade de ajuste estão muito próximos, ressaltando o modelo Schumacher, que menor propiciou ajuste dos dados. Segundo RODRIGUES et al.(2002), na prática, para o mesmo ajuste deve ser dada a preferência por modelos mais simples, ou seja, aqueles que apresentarem menor número de parâmetros, pois tais modelos apresentam maior facilidade na obtenção do cálculos computacionais. Na tabela 2 são apresentados os valores estimados para os parâmetros dos modelos ajustados.

CONCLUSÕES

Os modelos propostos para estimar altura de planta e perímetro do pseudocaule de bananeiras irrigadas, genótipo Prata Anã, se ajustaram, sendo que o modelo Schumacher propiciou menor ajuste dos dados. De forma a facilitar os cálculos computacionais, recomenda-se o modelo com menor número de parâmetros, destacando o modelo de Gompertz.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELALCÁZAR-CARVAJAL, S. L. El cultivo del plátano en el trópico. Cali: Feriva, 1991. 376 p.

COELHO, E. F.; COSTA, E. L.; LEDO, C. A. S.; SILVA, S. O. Produtividade e eficiência de uso de água das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘Grand Naine’ sob irrigação no terceiro ciclo no Norte de Minas Gerais. *Irriga*, Botucatu, v. 11, n. 4, out/dez., 2006.

GOMES, E. N.; ESCOBEDO, J. F. Modelos de estimativa da par global e difusa em função da radiação de ondas curtas e do índice de claridade (Kt). *Irriga*, Butucatu, v. 7, n. 2, 2002. P 122-129.

GOMES, J. A. Absorção de nutrientes pela bananeira cv. Prata (Musa AAB, subgrupo prata) em diferentes estádios de desenvolvimento. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, 1988, 98 p. (Dissertação de Mestrado).

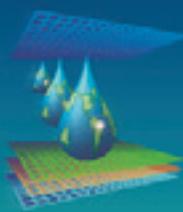
LEDO, A. DA S.; LEDO, F. J. DA SILVA; SILVA, S. DE O. E. Avaliação de cultivares de banana em Rio Branco – Acre. Rio Branco: Embrapa – CPAF/AC, 1997. 16 p. (Boletim de Pesquisa, 15).

MAIA, E., SIQUEIRA, D. L., SILVA, F. F., PETERNELLI, L. A., SALOMÃO, L. C. C., Método de comparação de modelos de regressão não-lineares em bananeiras. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.5, ago, 2009.

RODRIGUES, K. K. R. P.; MAIA, C. E.; LACERDA, V. S. Comparação de modelos de crescimento para o meloeiro irrigado. In: *Anais do XXI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem*, Petrolina-PE, 2011.

SANTOS, V. P. Crescimento e produção da bananeira cv. Prata anã (2º CICLO) sob fertirrigação nitrogenada e potássica. Campina Grande – PB: Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Outubro/2006, 69p. (Dissertação de Mestrado).

TEIXEIRA, L. A. J. Cultivares de bananeira. In: RUGGIERO, C. (Coor.). *Bananicultura*. Jaboticabal: FUNEP, 2001. p. 150-170.

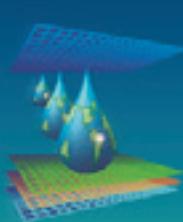


XXIII
CONIRD
Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

Evolução e Tecnologia
na Irrigação

13 º 18
OUTUBRO / 2013
Hotel Saint Louis
Luís Eduardo
Magalhães
Bahia - Brasil

IMPACTOS AMBIENTAIS DA AGRICULTURA IRRIGADA



LEVANTAMENTO DE FITONEMATOIDES EM SOLOS CULTIVADOS COM BANANEIRA SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

J. B. R. S. REIS¹, J. L. OLIVEIRA. JR.², A. M. JESUS³, E. F. COELHO⁴, P. M. OLIVEIRA⁵

¹ Engenheiro Agrícola, D.Sc., Pesquisador U. R. EPAMIG NM, CEP 39527-000, Nova Porteirinha, MG. Fone (38) 3834 1760, e-mail: jbrsreis@epamig.br

² Graduando em Agronomia, UNIMONTES- Campus Janaúba.

³ Bióloga, Pós-Doc., Pesquisadora U.R. EPAMIG NM.

⁴ Engenheiro Agrícola, PH.D. Pesquisador Embrapa Mandioca e Fruticultura.

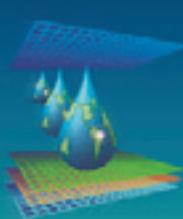
⁵ Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Pesquisadora U.R. EPAMIG NM.

RESUMO: Objetivou-se neste trabalho realizar um levantamento de fitonematoideos em solos cultivados com os genótipos: Princesa; PA 4244; PA 9401; Grande Naine e Prata Anã, utilizando as lâminas de irrigação de 25, 50, 75, 100 e 125%. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições e seis plantas úteis por parcela. As amostras de solo e raiz, coletadas a 20 cm de distância do pseudocaule e a 20 cm de profundidade, foram enviadas ao Laboratório de Fitopatologia/Nematologia da EPAMIG/URNM e analisadas separadamente, para posterior identificação dos fitonematoideos encontrados. A maior população observada nas raízes foi de *Helicotylenchus* na variedade Princesa, sendo esse nematoide identificado em todas as lâminas de irrigação. O *Rotylenchulus reniformis* foi encontrado na rizosfera dos cinco genótipos e nas cinco lâminas utilizadas. A maior população de *Helicotylenchus* foi encontrada no solo cultivado com a variedade Princesa na lâmina de 50%. Na rizosfera da Prata Anã, em todas as lâminas de irrigação, não foi encontrado *Helicotylenchus*. O nematoide das galhas, *Meloidogyne* spp., foi encontrado no solo cultivado com a 'PA 4244' na lâmina de 125%.

PALAVRAS-CHAVE: MANEJO, TAXONOMIA, MONITORAMENTO.

SURVEY OF NEMATODES IN SOILS CULTIVATED WITH BANANA CROP UNDER DIFFERENT IRRIGATION DEPTH

ABSTRACT: The aim of this work was to perform a survey of nematodes in genotypes: Princess, PA 4244, PA 9401; Grand Naine and Prata Anã, in water depths of 25, 50, 75, 100 and 125%, and in a randomized block design with three replications and six plants per plot. Soil and root samples were processed in the Laboratory of Phytopathology/Nematology from Experimental Farm. The largest population observed in roots was of *Helicotylenchus* in variety Princess and in the depth 75% of variety PA 9401. This nematode was found in all water depths. *Rotylenchulus reniformis* was found in rhizosphere of five genotypes and the five depths used. The largest population of *Helicotylenchus* in soil was observed in the variety Princess of depth 50% while that 75 and 100% provided little multiplication of this nematode. In rhizosphere 'Prata Anã', in all irrigation depths, was not found *Helicotylenchus*.



The galls nematode, *Meloidogyne* spp., was found in soil cultivated with 'PA 4244' in depth 125%.

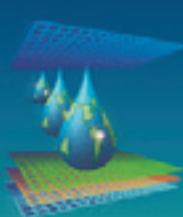
KEYWORDS: MANAGEMENT, TAXONOMY, MONITORING

INTRODUÇÃO

A bananicultura brasileira possui grande importância econômica e social, sendo que o Brasil se destaca como o quinto maior produtor mundial, produzindo cerca de 6,8 milhões de toneladas (FAO, 2011). A região Norte de Minas é uma das principais áreas produtoras do país, sendo a 'Prata Anã' a principal cultivar utilizada na região (RODRIGUES et al., 2006). Entre os maiores problemas do cultivo da bananeira (*Musa* spp.) no Brasil, está a falta de variedades comerciais resistentes às doenças e ao manejo inadequado do sistema solo-água-planta (ALVES, 1997). A bananeira que é uma planta tipicamente tropical exige calor constante e elevada umidade. O Norte de Minas, portanto, é uma região com sérias limitações para o cultivo da bananeira devido à pequena quantidade de chuvas (RIBEIRO et al., 2009), necessitando de irrigação para o cultivo dessa fruteira. O uso de água pela irrigação deve ser feito de forma racional para que se consiga elevada produtividade sem esgotamento excessivo dos recursos hídricos. O manejo inadequado da irrigação (excesso ou falta de água) reduz a produtividade e qualidade de frutos, e favorece maior incidência de doenças, entre elas os nematoides (MAROUELLI et al., 1991). Os fitonematoídes considerados de maior importância para a bananicultura são *Radopholus similis*, *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus multicinctus*, *Meloidogyne* spp. e *Rotylenchulus reniformis*, sendo comum a ocorrência simultânea de diferentes espécies (GOWEN e QUÉNÉHERVÉ, 1990). Diante desse contexto objetivou-se neste trabalho realizar um levantamento de fitonematoídes em solos cultivados com cinco genótipos (Princesa; PA 4244; PA 9401; Grande Naine e Prata Anã), utilizando as lâminas de irrigação de 25, 50, 75, 100 e 125% da recomendação dessa cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

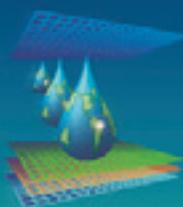
O experimento foi instalado na Fazenda Experimental do Gorutuba, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), no município de Nova Porteirinha, MG. O plantio das mudas foi realizado no espaçamento de 2,0 x 2,5 metros. O sistema de irrigação utilizado foi a microaspersão, com intensidade de aplicação de $2,10 \text{ mm h}^{-1}$, com um emissor para quatro famílias ao longo da linha lateral, posicionada entre duas fileiras. O controle das lâminas de água foi feito usando-se diferentes tempos de irrigação por meio de abertura e fechamento de registros instalados no início das linhas de derivação. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com dois fatores de variação e três repetições. Os fatores de variação foram lâminas de irrigação (25%, 50%, 75%, 100% e 125% da evapotranspiração de referência - ET₀) e cinco cultivares ('Prata Anã', 'Princesa'; 'PA 4244'; 'PA 9401'; 'Grande Naine'), sendo seis plantas úteis por parcela. As amostras de solo e raiz foram coletadas em



janeiro de 2013, sendo retiradas a 20 cm de profundidade e 20 cm de distância do pseudocaule das plantas úteis da parcela. Foram retiradas quatro subamostras por parcela, constituindo uma amostra composta, e levados para o laboratório de Laboratório de Fitopatologia/Nematologia da EPAMIG Norte de Minas (URENM), Nova Porteirinha. De cada amostra homogeneizada retiraram-se 250 cm³ de solo, segundo Jenkins (1964), e 50 g de raízes pelo método de Coolen e D'Herde (1972), para posterior identificação dos fitonematoídes encontrados, de acordo com Mai et al. (1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os nematoídes encontrados nesse levantamento foram os fitoparasitos *Helicotylenchus* spp., *R. reniformis* e *Meloidogyne* spp. (nematoíde das galhas). O nematoíde que apresentou a maior população foi *Helicotylenchus* spp. tanto no solo como nas raízes em todas as lâminas de irrigação e nas quatro variedades (Figura 1 a 4). Nas raízes da variedade Princesa e 'PA 9401', e na lâmina de 25% a população do nematoíde espiralado (*Helicotylenchus* spp.) foi superior (Figura 1 e 2). E no solo cultivado com 'Princesa' e na lâmina de 50% observou maior população em relação às outras variedades e lâminas de irrigação, mostrando que a bananeira Princesa foi a que melhor proporcionou a multiplicação do respectivo patógeno (Figura 3 e 4). Por outro lado, nas lâminas de 75 e 125% o nível populacional de *Helicotylenchus* foi menor, o que pode ser explicado pelo suprimento de água e, consequentemente, menor aeração, considerando que a umidade do solo regula a aeração. Isto pode ter afetado a movimentação dos nematoídes, além de induzir o solo a uma condição de anaerobiose, o que desfavorece os fitonematoídes por serem organismos aeróbios (NORTON, 1979). Na rizosfera da 'Prata Anã', em todas as lâminas de irrigação, não foi encontrado o nematoíde espiralado. Considerado como patógeno secundário, esse fitoparasita ainda não tem sua importância bem definida como causador de dano em bananeira em nosso país. McSorley e Parrado (1989) relatam a ocorrência de *Helicotylenchus* em bananais, muitas vezes associados a danos à cultura, reforçando a importância do mesmo, principalmente pela ocorrência frequente. Em estudos realizados por Ritzinger et al. (2007) em lavouras de bananeira 'Pacovan' irrigada, no Distrito de Nilo Coelho, no polo Petrolina-PE/Juazeiro-BA, foi observada maior população de *Helicotylenchus* em relação a *Meloidogyne* spp. e a *R. reniformis*. Quanto ao nematoíde reniforme (*R. reniformis*), este se destacou na rizosfera da bananeira, apresentando população elevada em todos os genótipos e nas cinco lâminas utilizadas, sendo sua maior população encontrada no solo cultivado com 'Princesa', seguido por Grande Naine e na lâmina 25%. Enquanto que nas raízes de 'PA 4244' e na lâmina 25% encontrou população alta em relação aos demais tratamentos. Em levantamento realizado por Neves et al. (2009) em bananais no Norte de Minas, entre 2003 e 2008, foi demonstrado que a população desse nematoíde aumentou aproximadamente quatro vezes, o que é muito preocupante devido aos possíveis danos que podem ser causados. Algumas hipóteses baseiam-se em sua habilidade de competir com outras espécies e, em condições adversas, procurar camadas mais profundas do solo para sobreviver. A adaptação de *R. reniformis* a diferentes texturas de solos permite a esse nematoíde explorar ambientes que são inadequados a outros fitonematoídes (THOMAS; CLARK, 1983). Estes resultados estão de acordo com



outros estudos sobre a patogenicidade de *R. reniformis* em bananeira e o aumento de suas populações (NEVES et al., 2009; DIAS et al., 2001). Tal aumento está de acordo com o observado por Norton (1989) e McSorley (1998), de que a planta hospedeira exerce forte efeito sobre a dinâmica da população de nematoides fitoparasitas. Espécies do gênero *Meloidogyne* foram encontradas apenas em solo cultivado com a variedade PA 4244 na lâmina 125%. Como os danos causados pelo nematoide das galhas são menos visíveis e destrutivos do que aqueles observados pelos nematoides migradores, algumas espécies precisam adaptar-se às condições ambientais para causar dano à cultura (JONATHAN, BARKER; ABD-EL-ALEEM, 1999). Mesmo sendo uma das pragas mais disseminadas que limitam a produtividade agrícola no mundo (SASSER; CARTER, 1985), há escassez de informações a respeito dos danos causados por *Meloidogyne* spp. associadas à bananeira (COFCEWICZ et al., 2004). Esse fato pode ser atribuído à competição entre os nematoides, com vantagens temporárias de um sobre o outro (EISENBACK, 1985).

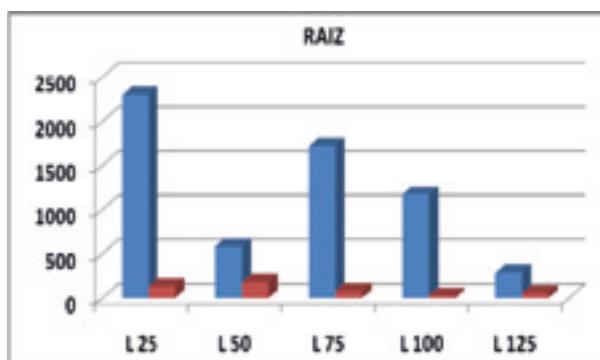


FIGURA 1. População total de fitonematoídes em raiz cultivado com bananeira sob diferentes lâminas de irrigação no Norte de Minas.

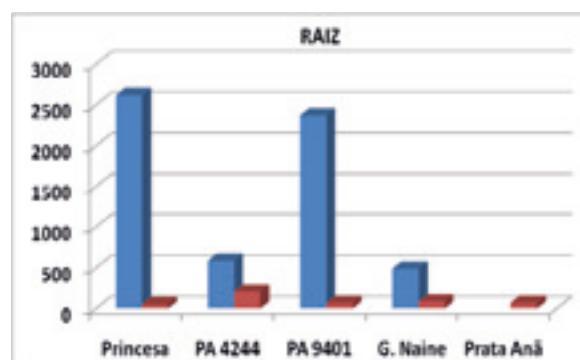


FIGURA 2. População total de fitonematoídes em raiz cultivado com bananeira em diferentes variedades no Norte de Minas.

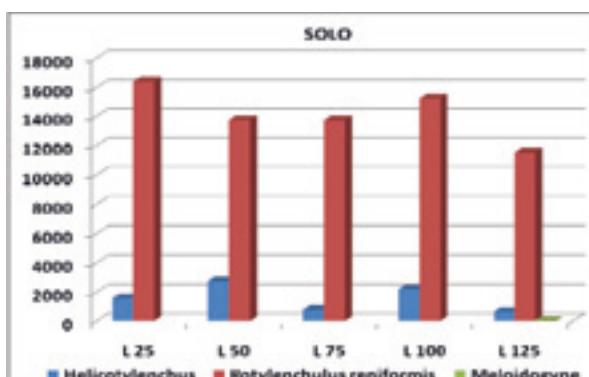


FIGURA 3. População total de fitonematoídes em solo cultivado com bananeira sob diferentes lâminas de irrigação no Norte de Minas.

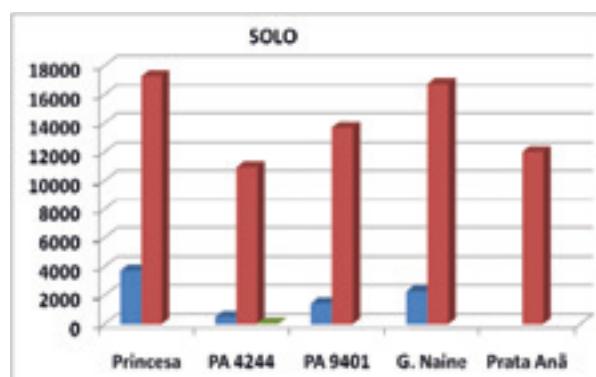
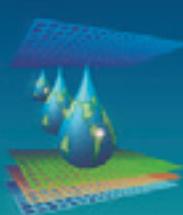


FIGURA 4. População total de fitonematoídes em solo cultivado com bananeira em diferentes variedades no Norte de Minas.

CONCLUSÕES

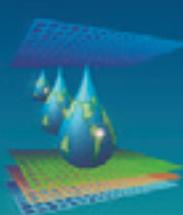
Rotylenchulus reniformis foi encontrado em todas as cultivares estudadas e em todas as lâminas de irrigação.



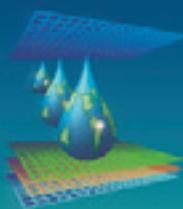
Helicotylenchus spp. foi encontrado em todas as lâminas de irrigação utilizadas. A banana Prata Anã não foi hospedeira de *Helicotylenchus*. Apenas a variedade PA 4244 irrigada com lâmina de 125% apresentou população de *Meloidogyne* spp. na sua rizosfera.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E.J. (Org.). A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. Brasília: Embrapa-SPI/Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1997. 585p.
- COFCEWICZ, E. T.; CARNEIRO, R. M. D. G.; CASTAGNOSE-SERENO, P. & QUÉNÉHÉRVÉ, P... Reação de cultivares de bananeira a diferentes espécies de nematóides das galhas. **Nematologia Brasileira**, v.28, n, 1, p. 11-32. 2004.
- COOLEN, W.A.; D'HERDE, C.J. A meted for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent, State of Nematology and Entomology research Station, 1972, 77 p.
- DIAS, M. S. C.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M. Nematóides na Bananicultura. In: SIMPÓSIO NORTE MINEIRO SOBRE A CULTURA DA BANANA. I., 2001, Nova Porteirinha. **Anais...** Nova Porteirinha – MG: EPAMIG. 2001. p. 279.
- EISENBACK JD. 1985. Diagnostic characters useful in the identification of the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). In: SASSER JN; CARTER CC (Eds.). An advanced treatise on *Meloidogyne*. North Carolina: North Carolina State University. Vol. 1. p. 95-112.
- FAO. **Food and agricultural organization**. 2011. Rome: Agricultural production. Disponível em <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>.
- GOWEN, S. R.; QUÉNÉHÉRVÉ, P. Nematodes parasites of banana, plantains and abaca. In: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. **Plant Parasitic Nematodes in Subtropical Agriculture**. Wallingford: CAB International, 1990. p. 431-460.
- JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, Washington, v. 48, p. 292. 1964.
- JONATHAN, E. I.; BARKER, K. R.; ABD-EL-ALEEM, F. F. Host status of banana for four major species and host races of *Meloidogyne*. **Nematologia Mediterranea**. Bari, v. 27, p. 123-125, 1999.
- MAI, W. F.; MULLIN, P. G. **Plant parasitic nematodes**: a pictorial key to genera. Ithaca: Cornell University Press, 1996, p. 277.
- MARQUELLI, W.A.; GIORDANO, L.B.; OLIVEIRA, C.A.S.; CARRIJO, O.A. Desenvolvimento, produção, e qualidade de ervilha sob diferentes tensões de água no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.7, p.1041-1047, 1991.
- McSORLEY, R., and J. L. PARRADO. 1989. *Helicotylenchus multicinctus* on bananas: An international problem. **Nematropica**. Auburn, 16:73-91.
- McSORLEY, R. Population dynamics. In: BARKER, K.R.; PEDERSON, G.A.; WINDHAM, G.L. (Ed.). **Plant and nematode interactions**. Madison: American Society of Agronomy, 1998. p.109-134. NEVES, W. S.; DIAS, M.S.C; BARBOSA, J.G. Flutuação Populacional de Nematoides em Bananais de Minas Gerais e Bahia (Anos 2003 a 2008) . **Nematologia Brasileira**, Piracicaba- SP, vol 33, p. 281- 285, 2009.



- NORTON, D. C. Relationship of physical and chemical factors to populations of plant-parasitic nematodes. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.17, p: 279-299, 1979.
- NORTON, D.C. Abiotic soil factors and plant-parasitic nematode communities. **Journal of Nematology**, v.21, p.299-307, 1989.
- RITZINGER C.H.S.P; BORGES, A.L; LEDO, C.A.S; CALDAS, R. C. Fitonematoídes associados a bananais 'Pacovan' sob condições de cultivo irrigado: relação com a produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**. vol.29, no.3, Jaboticabal 2007.
- RIBEIRO, R. C. F. et al. Efeito de diferentes lâminas de irrigação sobre a população de *Meloidogyne javanica* e a produtividade de bananeira no norte de minas gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 1, p. 90-95, 2009.
- RODRIGUES, M.G.V.; SOUTO, R.F.; SILVA, S. de O. Avaliação de genótipos de bananeira sob irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 28, n. 3, p. 444-448, 2006.
- SASSER, J.N.; CARTER, C.C. Overview of the international Meloidogyne project (1975-1984). In: Sasser, J.N.; Carter, C.C. (eds.). **An Advanced Treatise on Meloidogyne: Biology and Control**. Raleigh: North Carolina State University Graphics, 1985. v.1, p.19-24.
- THOMAS, R.J.; CLARK, C.A. Effects of concomitant development on reproduction of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* on sweet potato. **Journal of Nematology**. Hanover. v.15, p.215-220, 1983.

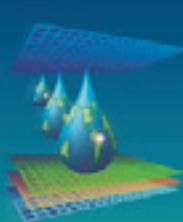


XXIII
CONIRD
Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

Evolução e Tecnologia
na Irrigação

13 º 18
OUTUBRO / 2013
Hotel Saint Louis
Luís Eduardo
Magalhães
Bahia - Brasil

IRRIGAÇÃO: RELAÇÕES SOLO-ÁGUA-PLANTA, MANEJO, FERTIRRIGAÇÃO



PRODUÇÃO DE CAPIM TIFTON 85 COM E SEM IRRIGAÇÃO COM SOBRESEMEADURA DE AVEIA

A. C. SANCHES¹, J. P. FASOLIN², M. SOARES², E. FRISKE², J. G. SAPIA², E. P. GOMES³, M. E. RICKLI⁴, D. K. U. DIAS⁵.

RESUMO: O trabalho foi realizado no município de Mariluz-PR com o objetivo de avaliar a produção de massa seca do capim Tifton 85 com sobressemeadura de aveia. O experimento foi conduzido no período de abril de 2012 a novembro de 2013 com delineamento experimental foi de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com 4 repetições. As parcelas foram sem irrigação e com irrigação. As subparcelas foram constituídas de sobressemeaduras de aveia: FMS 2, IAPAR 61, IAPAR 126 e por fim, um tratamento testemunha com apenas o capim Tifton 85. A irrigação contribuiu para o aumento total de produção. As aveias FMS 2 e IAPAR 126 apresentaram as maiores produções, sendo a FMS 2 a mais produtiva entre as demais.

PALAVRAS-CHAVE: matéria seca, IAPAR 61 e tênsiometria

TIFTON 85 PRODUCTION OF GRASS WITH AND WITHOUT IRRIGATION, OVERSOWN WITH OATS

SUMMARY: The study was conducted in the municipality of Mariluz-PR in order to evaluate the dry matter production of Tifton 85 grass overseeded with oatmeal. The experiment was conducted from April 2012 to November 2013 was a randomized block design in a split-plot with four replications. The plots were not irrigated and irrigated. The subplots consisted of oatmeal sobressemeaduras: FMS 2 IAPAR 61, IAPAR 126 and finally a control treatment with only the Tifton 85. Irrigation contributed to the increased total production. The oats FMS 2 and IAPAR 126 showed the highest yields, with FMS 2 most productive among others.

KEYWORDS: dry matter, IAPAR 61 and tensiometry

INTRODUÇÃO

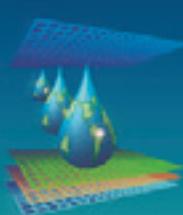
¹Engenheiro Agrônomo, mestrando em Engenharia Agrícola da Faculdade de Ciências Agrárias/FCA da Universidade Federal da Grande Dourados/UFGD, CEP: 79810-060, Dourados/MS. Fone: (067) 99592246, arthur_carniato@hotmail.com

²Acadêmicos do curso de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Umuarama/PR

³Professor Doutor, docente da Faculdade de Ciências Agrárias/FCA da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados/MS.

⁴Zootecnista do Campus de Umuarama da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Umuarama/PR

⁵Engenheiro Agrônomo, mestrando em Engenharia Agrícola da Faculdade de Ciências Agrárias/FCA da Universidade Federal da Grande Dourados/UFGD.



Por se tratar de um País de clima tropical, o potencial produtivo das pastagens no Brasil, se bem manejadas, é elevada, podendo exercer importante redução no custo de produção da pecuária (CORRÊA & SANTOS, 2003), mesmo nas regiões Centro-Sul, onde há uma queda significativa da produção de forragem durante o inverno (BALIEIRO NETO et al., 2007).

A irrigação pode ser utilizada para atenuar a estacionalidade nestas regiões (COSER et al., 2008; RASSINI, 2004). Pesquisas conduzidas na região sudeste do Brasil, demonstram que no período de entressafra (outono/inverno), mesmo sob irrigação, a produção é da ordem de 50% da obtida na safra (ALVIM et al., 1986; BENEDETTI et al., 2000).

A sobressemeadura de aveia em pastagens tropicais tem sido utilizada como oferta de alimento no período de entressafra, com bons resultados nos Estados de São Paulo e Minas Gerais (OLIVEIRA et al., 2005). Resultados de pesquisa com sobressemeadura de forrageiras de inverno, sendo estas a aveia preta e o azevém, em cultivares do gênero *Cynodons* em área não irrigada, apontam para produtividades entre 1.400 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ a 2.400 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de matéria seca (FURLAN et al., 2005; ROCHA et al., 2007; OLIVO 2010). Em área irrigada, trabalho conduzido com irrigação de Tifton 85 sobressemeado com aveia preta e milheto a produtividade média foi de 4.910 kg ha⁻¹ corte⁻¹ (MOREIRA et al., 2006).

O objetivo do trabalho foi avaliar a produção de massa seca do Tifton 85, com e sem irrigação, submetido à sobressemeadura de aveia, na região do Arenito Caiuá.

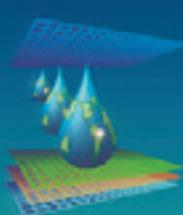
MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma propriedade familiar de atividade leiteira da região de Mariluz-PR, no período de maio a novembro de 2012. A propriedade está localizada nas coordenadas geográficas, -24°04' 19" de latitude sul, 53° 28' 36" de longitude oeste. O clima segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfa (IAPAR, 2012). A análise química e granulométrica do solo é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química e granulométrica do solo da área experimental na camada de 0 – 0,20 m. Mariluz/PR, 2012.

pH CaCl ₂	P mg dm ⁻³	K cmol _c dm ⁻³	Ca cmol _c dm ⁻³	Mg cmol _c dm ⁻³	H+Al	Al	CTC cmol _c dm ⁻³	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)
5,6	4,65	0,58	3,2	1,0	2,7	0,0	7,5	56,8	12,5	30,7

O experimento constou de duas parcelas, sendo uma irrigada (I) e uma não irrigada (NI). As subparcelas foram compostas de quatro tratamentos com 4 repetições, sendo um na forma de pastagem exclusiva e três sobressemeados com aveia, utilizando as aveias FMS 2, IAPAR 126 e IAPAR 61. As duas primeiras, do Instituto Agronômico do Paraná e, a outra, da Fundação MS.



As aveias foram sobressemeadas numa taxa de 120 kg ha⁻¹ em 04 e 05 de maio de 2013. As sementes foram incorporadas através do pisoteio dos animais e a adubação de fundação foi feita com superfosfato simples e cloreto de potássio (KCl) aplicando-se 1000 kg ha⁻¹ cada. A irrigação foi composta por aspersão convencional utilizando aspersores de baixa vazão, com 2,4 mm h⁻¹. Os aspersores foram instalados equidistantes 12 m uns dos outros. O manejo de irrigação foi realizado por meio de tensiometria.

A área experimental foi instalada sobre 32 piquetes, constando de 16 irrigados e 16 não irrigados, cada piquete com 276 m² totalizando 8832 m². O pastejo da aveia iniciou-se quando esta atingiu uma altura de 35 cm. Antes da entrada dos animais foi lançado ao acaso um quadrado de coleta de 0,25 m². A forragem (tifton 85 mais aveia) no interior do quadrado foi cortada na altura de pastejo (10 cm). O procedimento se repetiu em cada coleta. Após cada coleta realizou-se adubação de cobertura com 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 35 kg ha⁻¹ de K₂O.

Em laboratório, a aveia foi separada do capim Tifton 85 e as amostras foram subdivididas em folha, colmo e material morto. Em seguidas foram encaminhadas à estufa de ar forçado a 65 °C por 72 horas para determinação da matéria seca (MS). Ao sair da estufa, as amostras foram pesadas em balança com precisão de 0,01g. A partir da separação botânica determinaram-se a produtividade total de matéria seca (MS).

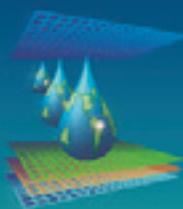
O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em parcelas subsubdivididas. Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de significância de 5%. O programa utilizado foi o Assistat 7.6 beta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No tratamento irrigado ocorreu maior acúmulo de MS (Tabela 02), corroborando com dados de pesquisas que demonstram que o acúmulo médio anual de capim Tifton 85 sem irrigação é inferior ao irrigado (ALVIM et al., 1986; PINTO et al., 2001; BRINK et al. 2004; MARSALIS et al., 2007). Na distribuição por ciclo de cortes, o irrigado apresentou uma maior produção confirmado que a irrigação minimiza os efeitos da sazonalidade (COSER et al., 2008; RASSINI, 2004).

Tabela 2. Produtividade total de forragem por ciclo de corte (kg MS ha⁻¹) no irrigado e não irrigado.

	1º Ciclo (49 DASS)	2º Ciclo (82 DASS)	3º Ciclo (109 DASS)	4º Ciclo (143 DASS)	5º Ciclo (174 DASS)	Média
Produção da Aveia + Tifton 85						
I	1263,8 aB	1537,8 aB	3449,3 aA	3530,8 aA	4020,3 aA	2760,4 a
NI	1311,8 aB	873,0 bB	0,0 bC	2560,5 bA	2815,0 bA	1512,1 b
Média	1287,8 B	1205,4 B	1724,63 B	3045,6 A	3417,7 A	



Produção somente das Aveias						
I	398,3 bBC	547,3 bB	929,7 aA	249,3 bC	316,3 aBC	493,6 a
NI	940,0 aA	885,3 aA	0,0 bB	701,3 aA	58,7 bB	517,1 a
Média	669,2 AB	729,8 A	464,8 B	475,3 B	187,5 C	
Produção somente do Tifton 85						
I	965,0 aC	1107,0 aC	2752,0 aB	3343,8 aAB	3783,1 aA	2390,2 a
NI	606,8 aC	209,0 bC	0,0 bC	2034,5 bB	2771,6 bA	1124,4 b
Média	785,9 D	658,0 D	1376,0 C	2689,1 B	3277,0 A	

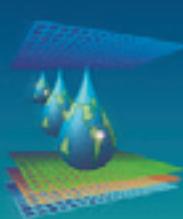
I – Irrigado e NI – Não Irrigado. Médias seguidas de mesma letra maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si ($0,01 \leq p < 0,05$).

Os tratamentos Tifton 85 + IAPAR 61 e Tifton 85 exclusivo obtiveram as menores produções ($P<0,05$). Houve diferença significativa entre os ciclos, com grande incremento de produção no quarto e quinto ciclo (Tabela 03). A média de produtividade total de forragem obtida por pastejo, igual a $1757,2 \text{ kg MS ha}^{-1}$, inferior a produção média obtida por Silveira et al. (2008), em Jaboticabal – SP, da ordem de $3893 \text{ kg MS ha}^{-1}$, em pastagem de capim Tifton 85 sobressemeado com aveia. Há que se ressaltar, porém, que houve apenas três ciclos de pastejo com presença de aveia, comparando ao 4º e 5º ciclo os valores ficaram próximos. Nos valores da produção de Tifton 85, é possível observar que não há competição com a aveia, e assim, apresentou a média mais alta. Os valores para o tratamento Tifton 85 + aveia IAPAR 61 foi o que obteve a menor produção ($P<0,05$).

A sobressemeadura com a aveia da Fundação MS 2 apresentou a maior produtividade entre as aveias, no entanto, os valores das demais se situaram próximos. A produtividade de aveia e o número de ciclos foram superiores aos encontrados por Moreira et al. (2006), que obteve $200 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$, com apenas três ciclos de produção de aveia. A produtividade média de aveia por ciclo de pastejo, igual a $572 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ foi inferior ao encontrado por Oliveira et al. (2005), Rodrigues et al. (2006) e Bertolote et al. (2008) que obtiveram produções de aveia da ordem de $1000 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$. Nestes trabalhos, no entanto, as sobressemeaduras foram realizadas em pastagem de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia.

Tabela 3. Produtividade (kg ha^{-1}) total de forragem, de capim Tifton 85 e das aveias.

Tratamentos	Produtividade Total de forragem					
	1º Ciclo	2º Ciclo	3º Ciclo	4º Ciclo	5º Ciclo	Média
T	770,5 bBC	532,5 bC	1765,0 aB	3089,0 abA	3375,0 abA	1906,4 b
T + FMS 2	1998,0 aB	1680,5 aB	1572,5 aB	3265,0 aA	3651,72 aA	2433,5 a
T + I 61	1118,5 abC	1188,0 abC	1530,5 aBC	2294,5 bAB	2658,9 bA	1758,0 b
T + I 126	1264,0 abB	1420,5 abB	2030,5 aB	3534,0 aA	3985,0 aA	2446,8 a
Média	1287,75 B	1205,37 B	1724,6 B	3045,6 A	3417,6 A	
Produtividade Total de Tifton 85						
T	770,5	532,5	1765	3089,0	3375,01	1906,4 a
T + FMS 2	1079	555,0	1097	2882,0	3651,72	1852,9 a
T + I 61	542,5	602,0	1079	2057,0	2641,93	1384,5 b
T + I 126	751,5	942,5	1563	2728,5	3439,52	1885,0 a



Média	785,9 D	658,0 D	1376,0 C	2689,1 B	3277,0 A	
Produtividade Total de Aveia						
T + F MS 2	919,0 aA	1125,5 aA	475,5 aB	383,0 bB	0,0 bC	580,6 a
T + I 61	576,0 bA	586 bA	451,5 aA	237,5 bAB	17,0 bAB	373,6 b
T + I 126	512,5 bA	478,0 bA	467,5 aA	805,5 aA	545,5 aA	561,8 ab
Média	669,17 AB	729,8 A	464,83 B	475,3 B	187,5 C	

T – Tifton exclusivo, T + FMS 2 – Tifton com aveia FMS 2, T + I 61 – Tifton com aveia Iapar 61, T + I 126 – Tifton com aveia IPR 126.

Letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, as médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ($0,01 \leq p < 0,05$).

CONCLUSÃO

A presença de irrigação incrementou a produção total de forragem, tanto em sobressemeadura como em Tifton 85 exclusivo.

As sobressemeaduras com as aveias Fundação MS 2 e IAPAR 126 obtiveram as maiores produções.

A aveia Fundação MS 2 mostrou-se a mais produtiva entre as demais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A.; NOVELLY, P.E. Produção de gramíneas tropicais e temperadas, irrigadas na época da seca. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.15, p.384-392, 1986.

BALIEIRO NETO, G.; FERREIRA, J. J.; FERREIRA, M. B. D.; FREIRA, F. M.; VIANNA, M. C. M; RESENDE, M. Características agronômicas e viabilidade do tifton- 85 (*Cynodon spp*) irrigado num sistema de produção de leite. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, n. 4, p. 235-242, 2007.

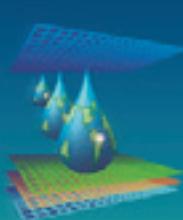
BENEDETTI, E.; DEMETRIO, R.A.; COLMANETTI, A.L. Avaliação da resposta da cultivar Tanzânia (*Panicum maximum*) irrigada em solo de cerrado brasileiro. In: **Congresso Panamericano de Leche**, v. 7, Havana: Fepale, 2000. p.27-29.

BERTOLOTE, L. E. M.; CAMPANA, M.; OLIVEIRA, P. P. A.; MORAIS, P; G. Efeito de doses de nitrogênio sobre a produção e a qualidade de aveia sobressemeada em pastos de capim-tanzânia. **Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 45. SBZ, 2008.

BRINK, G. E.; SISTANI, K.R.; ROWE, D. E. Nutrient uptake of hybrid and common bermudagrass fertilized with broiler litter. **Agronomy Journal**, v.96, p. 1509 – 1515, 2004.

CORRÊA, L. A.; SANTOS, P. M. Manejo e utilização de plantas forrageiras dos gêneros *Panicum*, *Brachiaria* e *Cynodon*. **São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste**, 36 p., 2003.

CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; DERESZ, F.; DE FREITAS, A. F.; PACIULLO, D. S. C.; DE ALENCAR, C. A. B.; VÍTOR, C. M. T. Produção de forragem e valor nutritivo do capim-



elefante, irrigado durante a época seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 11, p. 1625-1631, 2008.

FURLAN, B. N.; SIMILI, F. F.; REIS, R. A.; GODOY, R.; FERREIRA, D. S.; SOUZA, A. G.; FAIÃO, C. A.; YOSHIMURA, M. L. Sobressemeadura de cultivares de aveia em pastagem de capim Tifton 85. **Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia**, v. 42, 2005.

IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná. >
<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863> acesso em novembro 2012.

MARSALIS, M. A.; ALLEN, V. G.; BROWN, C. P.; GREEN, C. J. Yield and nutritive value of forage bermudagrasses grown using subsurface drip irrigation in the southern high plains. **Crop Science**, v.47, p.1247-1256, 2007.

MOREIRA, A. L.; REIS, A. R.; SIMILI; F. F.; PEDREIRA, M. S.; CONTATO, E. D.; RUGGIERI, A. C. Época de sobressemeadura de gramíneas anuais de inverno e de verão no capim Tifton 85: produção e composição botânica. **Ciência & Agrotecnologia**, v.30, n.4, p.739-745, 2006.

OLIVEIRA, P.P.A.; PRIMAVESI, A.C.; CAMARGO, A.C.; RIBEIRO, W.M.; SILVA, E. M. T. Recomendação da sobressemeadura de aveia forrageira em pastagens tropicais ou subtropicais irrigadas. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, v. 61, 7p, 2005.

OLIVO, J. O.; MEINERZ, G. R.; AGNOLIN, C. A.; STEINWANDTER, E.; ZIECH, M. F.; SKONIESKI, F. R. Produção de forragem e carga animal de pastagens de coastcross sobressemeadas com forrageiras de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.68-73, 2010.

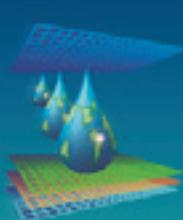
PINTO, L. F. M.; SILVA, S. C.; SBRASSIA, A. F.; CARVALHO, C. A. B.; CARNEVALLI, R. A.; FAGUNDES, J. A.; PEDREIRA, C. G. S. Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, v.58, n.3, p. 436-447, 2001.

RASSINI, J.B. Período de estacionalidade de produção de pastagens irrigadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.8, p.821-825, 2004.

ROCHA, M. G. D., PEREIRA, L. E. T., SCARAVELLI, L. F. B., OLIVO, C. J., AGNOLIN, C. A., & ZIECH, M. F. Forage production and quality of oats and ryegrass mixture under two establishment methods. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 7-15, 2007.

RODRIGUES, A. A.; MENDONÇA, F. C.; PEDROSO, A. F.; SANTOS, P. M.; FREITAS, A. R.; TUPY, O. Utilização, em pastejo, de aveia para complementação da dieta de vacas de alta produção na época da seca: resposta bioeconômica. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, v. 3, 25p., 2006.

SILVEIRA. C. H.; LIMA, C. S. A.; LETICIO, M. M.; RUGGIERI, A. A. C.; SILVA SOBRINHO, G. REIS, R. A.; CASAGRANDE, D. R. Sobressemeadura de três cultivares de aveia em pasto de capim Tifton-85 mantido sob pastejo com ovinos. In: **Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 45. Lavras, SBZ, 2008.



BALANÇO ENERGÉTICO DO GIRASSOL SAFRA VERÃO IRRIGADO

A. C. SANCHES¹, E. P. GOMES², R. A. JORDAN², G. A. BISCARO², L. O. GEISENHOFF² S. SANTOS³, F. C. OLIVEIRA⁴, J.R. TENFEN⁴

RESUMO: Por meio deste estudo de balanço energético utilizaram-se os dados experimentais obtidos na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), no período de setembro de 2011 a fevereiro de 2012, com o objetivo de avaliar a eficiência energética no cultivo de genótipos de girassol na região de Dourados, MS, em duas situações distintas, com e sem irrigação. O experimento foi implantado com delineamento de blocos casualizados na forma de parcelas subdivididas, com e sem irrigação (parcelas), com três genótipos (subparcelas) e quatro repetições, compondo 24 parcelas experimentais. A irrigação aumentou a produtividade em 62%, no entanto, o balanço energético foi maior nos genótipos de girassol que não receberam irrigação, igual a 4,84, enquanto sob irrigação, o valor foi de 3,84.

PALAVRAS-CHAVE: *Helianthus annuus* L., genótipos, produtividade.

SUNFLOWER HARVEST ENERGY BALANCE SUMMER IRRIGATED

SUMMARY: In this study the energy balance used the experimental data obtained at the Federal University of Grande Gold (UFGD), from September 2011 to February 2012, with the aim of evaluating the energy efficiency in crop genotypes Sunflower in Dourados, MS, in two different situations, with and without irrigation. The experiment was established in a randomized block design as split plots with and without irrigation (plots) with three genotypes (subplots) and four replications, comprising 24 plots. Irrigation increased productivity by 62%, however, the energy balance was higher in sunflower genotypes did not receive irrigation equal to 4.84, while under irrigation, the value was 3.84.

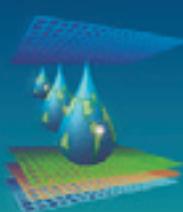
KEY-WORDS: *Helianthus annus* L., genotypes, productivity.

¹Engenheiro Agrônomo, mestrando em Engenharia Agrícola da Faculdade de Ciências Agrárias/FCA da Universidade Federal da Grande Dourados/UFGD, CEP: 79810-060, Dourados/MS. Fone: (067) 99592246, arthur_carniato@hotmail.com

²Professor Doutor, docente da Faculdade de Ciências Agrárias/FCA da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados/MS.

³Acadêmico do curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados/MS.

⁴Engenheiro Agrônomo, mestrando em Engenharia Agrícola da Faculdade de Ciências Agrárias/FCA da Universidade Federal da Grande Dourados/UFGD, Dourados/MS.



INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annus* L.) é uma espécie vegetal originária das Américas, pertencente à família Compositae, podendo ser utilizado na alimentação humana, no raçoamento animal e na produção de biodiesel, além de apresentar aptidão ornamental e importantes propriedades medicinais (DICKMANN et al. 2005; SILVA et al. 2007).

Atualmente existe um crescente interesse da por fontes alternativas de energia, no entanto, pouca atenção vem sendo dada aos estudos de balanço energético, os quais estabelecem a relação entre o total de energia contida e o total de energia investida em todo o processo de produção (URQUIAGA et al., 2005). Para ser maior que 1, o balanço energético depende de diversos fatores, dentre eles: o potencial de rendimento da cultura e o uso de insumos de origem fóssil que demanda grande quantidade de energia para sua produção. Assim alguns dos desafios da pesquisa agropecuária são aumentar a produtividade das culturas e o teor de óleo dos grãos, bem como aumentar a eficiência de utilização dos fertilizantes (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2005).

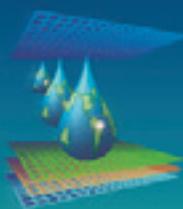
A produção agrícola moderna é caracterizada por um alto consumo de energia fóssil e recursos naturais, necessitando de produtividades expressivas para se ter um balanço de energia favorável (HÜLSBERGEN et al., 2001). Apesar do potencial da irrigação em aumentar a produtividade das culturas, poucos trabalhos têm sido realizados avaliando a eficiência energética da agricultura irrigada (CARVALHO et al., 2008). A cultura do girassol apresenta produtividade média nacional de 1.500 kg ha⁻¹ (AGRINATIONAL, 2008). Sob irrigação, a produtividade de grãos está compreendida entre 2.200 a 3.000 kg ha⁻¹ (FRAGELLA et al., 2002; SILVA et al., 2007; SMIDERLE et al., 2005; BISCARO et al., 2008).

Assim sendo, o objetivo deste trabalho constituiu em realizar o balanço energético de genótipos de girassol de safra normal com e sem irrigação na região Sul de Mato Grosso do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias - FCA, da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, em Dourados, localizado nas coordenadas geográficas 22°12' Sul, latitude 54°56' Oeste e altitude média de 452 m. O clima da região é classificado como Cwa (Koppen) que significa mesotérmico úmido com verão chuvoso.

A área experimental foi preparada com aração e gradagem, 30 dias antes da semeadura, incorporando 1500 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico PRNT 90%. Na adubação de semeadura, no dia



22 de outubro de 2011, aplicou-se 150 kg ha⁻¹ do formulado 8-20-20 e 1 kg ha⁻¹ de boro na forma de bórax. Na adubação de cobertura, 40 dias após semeadura (DAS), aplicou-se 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de uréia. Em seguida, efetuou-se a montagem do sistema de irrigação.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquemas de parcelas subdivididas, com e sem irrigação (parcelas), com três genótipos (subparcelas) e quatro repetições, compondo 24 parcelas. As parcelas foram implantadas com área de 27 m² (15 m x 1,8 m), com quatro fileiras de plantas espaçadas em 0,60 m e com espaçamento entre plantas de 0,2 m. As subparcelas foram implantadas com 9 m² (5 m x 1,8 m). Foram utilizados três genótipos da Embrapa: BRS 323, BRS 321 e Embrapa122 V2000.

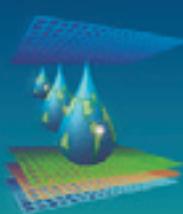
O sistema de irrigação foi montado instalando-se três linhas de fitas gotejadoras entre as fileiras de plantas, com espaçamento entre emissores de 0,40 m e vazão de 3,65 L h⁻¹ m⁻¹ à 100 kPa de pressão de serviço, obtendo uma intensidade de aplicação de 6,1 mm h⁻¹. A pressão de serviço foi mantida por meio de registro de gaveta com um manômetro com resolução de 5 kPa.

O manejo de irrigação foi feito por tensiometria, instalando-se em dois blocos um tensiômetro por subparcela, com seis tensiômetros em subparcelas irrigadas e seis em subparcelas não irrigadas. Nas subparcelas irrigadas os tensiômetros serviram para fazer o manejo de irrigação, obtendo leituras duas vezes por semana para calcular a lâmina de irrigação utilizando a equação da curva de retenção de água no solo ($\Theta_a = 0,4394 \gamma^{-0,077}$; $R^2 = 0,981$). As irrigações foram realizadas de forma suplementar, duas vezes por semana, as terças e quintas-feiras.

No final do ciclo, em 10 de fevereiro de 2012, foram retiradas 6 plantas por subparcela com o objetivo de avaliar a produtividade, corrigindo a umidade das sementes a 13%. Os dados de produtividade foram submetidos à análise de variância e teste Tukey a 5 % de probabilidade.

O balanço energético foi realizado a partir das entradas de energia dos insumos (combustível, defensivos e fertilizantes) e da depreciação dos equipamentos (máquinas, implementos e sistema de irrigação). A análise da viabilidade energética foi realizada por balanço de energia, utilizando-se da metodologia de análise de processos (HÜLSBERGEN et al., 2001).

A massa das máquinas e equipamentos foi adotada conforme recomendação de ASSENHEIMER et al. (2009) e a vida útil conforme CHECHETO et al (2010). A massa do sistema de irrigação do tipo pivô-central, igual a 57,2 kg m⁻¹, foi obtida segundo informação da Empresa Valmont Indústria e Comércio Ltda.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os insumos utilizados, a maior taxa de consumo energético foi do nitrogênio com valor igual a 2414,4 MJ ha⁻¹, seguida da quantidade de óleo diesel com 1693,35 MJ ha⁻¹, representando 31% e 22 %, respectivamente (Tabela 3). A energia utilizada (EU) para produção da cultura do girassol sem irrigação foi de 7916,43 MJ ha⁻¹ (Tabela 7), 53% menor que nos tratamentos sob irrigação (16788,51 MJ ha⁻¹), sendo 100,4 MJ consumidos na forma de depreciação energética (Tabela 4).

Tabela 3. Energia demandada pelo uso de insumos (EI) utilizados no cultivo do girassol

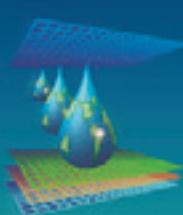
Insumos	Unidade	Energia (MJ)	Quantidade (Unid. ha ⁻¹)	EI (MJ ha ⁻¹)
Nitrogênio (N)	Kg	50,3	48	2414,4
Fósforo (P ₂ O ₅)	Kg	12,6	30	378
Potássio (K ₂ O)	Kg	6,8	30	204
Calcário dolomítico	Kg	1,2	1500	1800
Óleo Diesel	L	35,5	47,7	1693,35
Sementes tratadas	Kg	16,8	4,6	77,28
Inseticida	L	400	0,1	40
Dessecantes	L	400	3	1200
Total				7807,03

A mão-de-obra utilizada para a cultura do girassol apresentou em porcentagem de energia utilizada um valor desprezível (0,001%). A mão-de-obra sempre teve baixa participação percentual nas entradas de energia, como demonstrado por CAMPOS & CAMPOS (2009), com 0,41% do gasto energético.

Tabela 4. Depreciação energética (DE) em função do tempo de uso de máquinas e equipamentos utilizados no cultivo de girassol em sistema convencional

Máquinas e implementos	Massa (kg)	Vida útil (h)	Tempo de uso (h)	DE (MJ ha ⁻¹)
Pulverizador	110	1200	0,4	2,10
Arado	402	2000	2	22,99
Grade	1422	2000	0,5	20,33
Semeadora	899	1200	0,42	20,02
Cultivador	493	2000	0,54	7,61
Trator 75 cv	899	10000	3,86	24,22
Colhedora 140 cv	899	10000	0,44	2,76
Total				100,04

A energia demandada por insumos (EI) para os tratamentos não irrigados representou 98,6% do total de energia utilizada (EU). Valores semelhantes foram por CHECHETO et al. (2010) e JORDAN et al. (2011) que demonstraram que os insumos são os principais responsáveis



pela energia utilizada na produção agrícola, pois, no primeiro caso, em experimento com a cultura da mamona, a energia demandada por insumos representou 97,4 % da energia utilizada e, no segundo caso, em experimento com a cultura do girassol, observaram que a energia demandada por insumos na ausência de irrigação foi da ordem de 90% da energia utilizada.

Na Tabela 5 têm-se os dados da energia consumida pela irrigação na forma de energia elétrica (EEL) e depreciação energética (DE), somando uma demanda de energia de 8872,08 MJ.

Tabela 5. EEL e DE do sistema de irrigação

Irrigação (mm)	EEL (kWh ha ⁻¹)	EEL (MJ ha ⁻¹)	Tempo de uso (h)	DE (MJ ha ⁻¹)
268,8	1203,47	4332,63	817,6	4539,45

A tabela 6 mostra o valor médio de produtividade dos três genótipos de girassol utilizados no experimento em função dos tratamentos com irrigação e sem irrigação. Observa-se que, para os genótipos irrigados, na estimativa da energia utilizada acrescentaram-se os valores energia em forma de eletricidade (EEL) e a depreciação energética (DE) do sistema de irrigação (Tabela 05) , obtendo EU igual 16788,51 MJ ha⁻¹.

A maior produtividade da cultura foi obtida sob irrigação, igual a 2499,51 kg ha⁻¹, 62% a mais aos tratamentos não irrigados. Contudo, o maior valor de balanço energético ocorreu na ausência de irrigação. Comportamento semelhante foi verificado por JORDAN et al. (2011), em trabalho com a cultura do girassol, o balanço de energia decresceu em função da irrigação.

Tabela 6. Energia utilizada (EU), energia extraída (EE), balanço energético (BE) com e sem irrigação

Genótipos	PROD (kg ha ⁻¹)	EU (MJ ha ⁻¹)	EE (MJ ha ⁻¹)	BE
Irrigados	2499,51	16788,51	62787,69	3,74
Não irrigados	1526,11	7916,43	38335,88	4,84

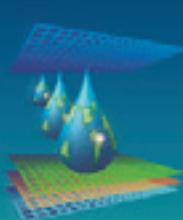
CONCLUSÃO

A irrigação aumenta significativamente a produtividade, no entanto, a ausência de irrigação promove maior valor de balanço energético para a cultura do girassol.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2008 - Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008.

Assenheimer, A.; Campos, A. T.; Gonçalves Júnior, A. F. C. Análise energética de sistemas de produção de soja convencional e orgânica. Ambiência, v.5, n.3, p.443-455, 2009.



Biscaro, G. A.; Machado, J. R.; Tosta, M. S.; Mendonça, V.; Soratto, R. P.; Carvalho, L. A. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia – MS. Ciência e Agrotecnologia, v.32, p.1366-1373, 2008.

Campos, A. T.; Campos, A. T. Balanços energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agroecossistemas. Ciência Rural, v. 34, n. 06, p. 1977-1985, 2009.

Carvalho, S.; Rodrigues, G. C.; Paredes, P.; Pereira, L. S. Energy performance of sprinkler irrigated maize, wheat and sunflower in Vigia Irrigation District. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 37, 2008, Foz do Iguaçu. Anais... Jaboticabal: SBEA, 2008. CD Rom

Chechetto, R. G.; Siqueira R.; Gamero C. A. Balanço energético para a produção de biodiesel pela cultura da mamona. Revista Ciência Agronômica, v. 41, n. 4, p. 546-553, 2010.

Dickmann, L.; Carvalho M. A. C.; Braga, L. F.; Sousa, M. P. Comportamento de sementes de girassol (*Helianthus annuus L.*) submetidas a estresse salino. Revista de Ciências Agro-Ambientais, v. 03, p. 64-75, 2005.

Fragella, Z.; Rotunno, T.; Tarantino, R.; Caterina, A. C. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower hybrids in relation to the sowing date and water regime. European Journal of Agronomy, v.17, p.221-230, 2002.

Hülsbergen, K. J.; Feil, B.; Biermann, S.; Rathke, G. W.; Kalk, W. D.; Diepenbrock, W. A method of energy balancing in crop production and its application in a long-term fertilizer trial. Agriculture Ecosystems and Environment, v.86, p.303-321, 2001.

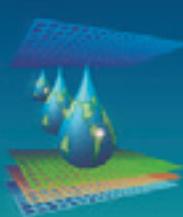
Jordan, R. A.; Gomes, E. P.; Biscaro, G. A. Balanço energético da cadeia de produção de óleo e torta para duas variedades de girassol irrigado. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA, 6, 2011, Curitiba. Anais... Curitiba: TECPAR, 2011. CR Rom

Oliveira Júnior, E. D. Análise energética de dois sistemas de colheitas mecanizadas de eucalipto. 2005. 74p. (Tese de Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo (USP). Piracicaba, São Paulo.

Smiderle, O. J.; Mourão Júnior, M.; Gianluppi, D. Avaliação de cultivares de girassol em savana de Roraima. Acta Amazônica, v.35, p.331-336, 2005.

Silva, M. L. O.; Faria, M. A.; Morais, A. R.; Andrade, G. P.; Lima, E. M. C. Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 11, n. 05, p. 482-488, 2007.

Urquiaga, S.; Alves, B.J.R.; Boodey, R.M. Produção de biocombustíveis: a questão do balanço energético. Revista de Política Agrícola, v. 14, n. 01, p. 42-46, 2005.



VALOR NUTRITIVO DO TIFTON 85 COM E SEM IRRIGAÇÃO SOBRESSEMEADO COM AVEIA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE CORTE

**A. C. SANCHES¹, J. P. FASOLIN², M. SOARES², E. FRISKE², J. G. SAPIA², M. E.
RICKLI³, E. P. GOMES⁴, D. K. U. DIAS⁵.**

RESUMO: O trabalho foi conduzido no período de abril de 2012 a novembro de 2013 com o objetivo de avaliar a composição bromatológica do capim Tifton 85 com sobressemeadura de aveia na região noroeste do Paraná. O delineamento experimental foi de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com 4 repetições. As parcelas foram sem irrigação e com irrigação. As subparcelas foram constituídas de sobressemeaduras de aveia: FMS 2, IAPAR 61, IAPAR 126 e por fim, um tratamento testemunha com apenas o capim Tifton 85. Avaliaram-se o teor de proteína bruta (PB), de fibra em detergente neutro (FDN), de fibra em detergente ácido (FDA) e de matéria mineral (MM). Não ocorreu diferenças significativas em função da irrigação. Os resultados de PB, FDN e FDA em função das épocas foram significativos, de junho para novembro PB diminui de 18,12% para 10,65%. A MM foi significativo em função das aveias, sendo o tifton 85 o qual apresentou o pior resultado em relação as composições com aveia.

PALAVRAS-CHAVE: proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácida.

NUTRITIONAL VALUE OF TIFTON 85 WITH OR WITHOUT IRRIGATION ON- SEEDED WITH OATS AT DIFFERENT TIMES OF CUT

SUMMARY: The study was conducted from April 2012 to November 2013 in order to evaluate the chemical composition of Tifton 85 with overseeded to oats in the Northwest of Paraná. The experimental design was a randomized block design in a split-plot with four replications. The plots were not irrigated and irrigated. The subplots consisted of oatmeal overseeded: MS2 IAPAR 61, IAPAR 126 and finally a control with only the Tifton 85. Evaluated the content of crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and mineral matter (MM). There was no significant differences as a function of irrigation. The results of CP, NDF and ADF according to the seasons were significant, from

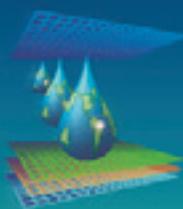
¹Engenheiro Agrônomo, mestrando em Engenharia Agrícola da Faculdade de Ciências Agrárias/FCA da Universidade Federal da Grande Dourados/UFGD, CEP: 79810-060, Dourados/MS. Fone: (067) 99592246, arthur_carniato@hotmail.com

²Acadêmicos do curso de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Umuarama/PR.

³Zootecnista do Campus de Umuarama da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Umuarama/PR.

⁴Professor Doutor, docente da Faculdade de Ciências Agrárias/FCA da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados/MS.

⁵Engenheiro Agrônomo, mestrando em Engenharia Agrícola da Faculdade de Ciências Agrárias/FCA da Universidade Federal da Grande Dourados/UFGD.



June to November PB decreases from 18.12% to 10.65%. The MM was significant due to the oats, and the tifton 85 which showed the worst result for the compositions with oats.

KEY-WORDS: crude protein, neutral detergent fiber and acid detergent fiber.

INTRODUÇÃO

O potencial produtivo das pastagens no Brasil, se bem manejadas, é elevada, podendo exercer importante redução no custo de produção da pecuária (CORRÊA & SANTOS, 2003), mesmo nas regiões Centro-Sul, onde há uma queda significativa da produção de forragem durante o inverno (BALIEIRO NETO et al., 2007).

A irrigação pode ser utilizada para atenuar a estacionalidade nestas regiões (COSER et al., 2008; RASSINI, 2004). Pesquisas conduzidas na região sudeste do Brasil, demonstram que no período de entressafra (outono/inverno), mesmo sob irrigação, a produção é da ordem de 50% da obtida na safra (ALVIM et al., 1986; BENEDETTI et al., 2000). A sobressemeadura de aveia em pastagens tropicais tem sido utilizada como uma medida prática e econômica de oferta de alimento no período de entressafra, com bons resultados nos Estados de São Paulo e Minas Gerais (OLIVEIRA et al., 2005).

Trabalhos com pastagens sobresseadas com forrageiras de inverno apontam para valores de proteína bruta (PB) entre 10% e 20%, com grande variação nas épocas de corte (Gerdes et al., 2005; Olivo et al., 2009). Para (Gerdes et al., 2005) ocorre acentuada redução no valor nutritivo das espécies forrageiras de inverno, ao longo do período de utilização.

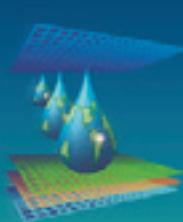
O objetivo do trabalho foi avaliar a composição química do Tifton 85, com e sem irrigação, submetido a sobressemeadura de aveia, na região do Arenito Caiuá.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma propriedade familiar de atividade leiteira da região de Mariluz-PR, no período de maio a novembro de 2012. A propriedade está localizada nas coordenadas geográficas, -24°04' 19" de latitude sul, 53° 28' 36" de longitude oeste. O clima segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfa (IAPAR, 2012). A análise química do solo é apresentada na Tabela 1.

TABELA 1. Análise química do solo da área experimental na camada de 0 – 0,20 m. Mariluz/PR, 2012.

Área	pH CaCl ₂	P mg dm ⁻³	K mmol _c dm ⁻³	Ca cmol _c dm ⁻³	Mg cmol _c dm ⁻³	H+Al	Al	CTC cmol _c dm ⁻³
I	5,6	3,9	0,77	3,0	1,1	2,6	0,0	7,5
NI	5,5	5,4	0,38	3,3	0,9	2,9	0,0	7,5



* I = irrigado e NI = Não irrigado.

O experimento constou de dois blocos, sendo um irrigado (I) e um não irrigado (NI). As parcelas foram compostas de quatro tratamentos, sendo uma na forma de pastagem exclusiva e três sobressemeados com aveia, utilizando as aveias FMS 2, IAPAR 126 e IAPAR 61. As duas primeiras, do Instituto Agronômico do Paraná e, a outra, da Fundação MS.

As aveias foram sobressemeadas numa taxa de 120 kg ha^{-1} em 04 e 05 de maio de 2013. A sementes foram incorporadas através do pisoteio dos animais e a adubação de fundação foi feita com superfosfato simples e cloreto de potássio (KCL) aplicando-se 1000 kg ha^{-1} de cada uma delas.

A irrigação foi composta por aspersão convencional utilizando aspersores de baixa vazão, com $2,4 \text{ mm h}^{-1}$. Os aspersores foram instalados equidistantes 12 m uns dos outros. O manejo de irrigação foi realizado por meio de tensiometria, com irrigações a partir de 10 kPa.

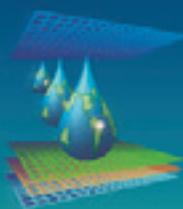
A área experimental foi instalada sobre 32 piquetes, constando de 16 irrigados e 16 não irrigados, cada piquete com 276 m^2 totalizando 8832 m^2 . O pastejo da aveia iniciou-se quando esta atingiu uma altura de 35 cm. Antes da entrada dos animais foram lançados ao acaso um quadrado de coleta de $0,25 \text{ m}^2$. A forragem (tifton 85 mais aveia) no interior do quadrado foi cortada na altura de pastejo (10 cm). O procedimento se repetiu em cada coleta. Após cada coleta realizou-se adubação de cobertura com 50 kg ha^{-1} de nitrogênio e 35 kg ha^{-1} de K₂O.

Em laboratório, utilizou-se da composição das aveias mais o tifton 85 nos tratamentos sobressemeados e do tifton 85 exclusivo na testemunha para avaliação dos seguintes parâmetros bromatológicos: matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e o teor de proteína bruta (PB). O método utilizado foi o proposto por SILVA & QUEIROZ (2002).

Foram considerados apenas os cortes de junho, outubro e dezembro; visto que, não ocorreram cortes nos demais meses no não irrigado. Portanto não foi possível fazer a análise estatística, dos demais cortes. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em parcelas subdivididas. Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de significância de 5%. O programa utilizado foi o Assistat 7.6 beta

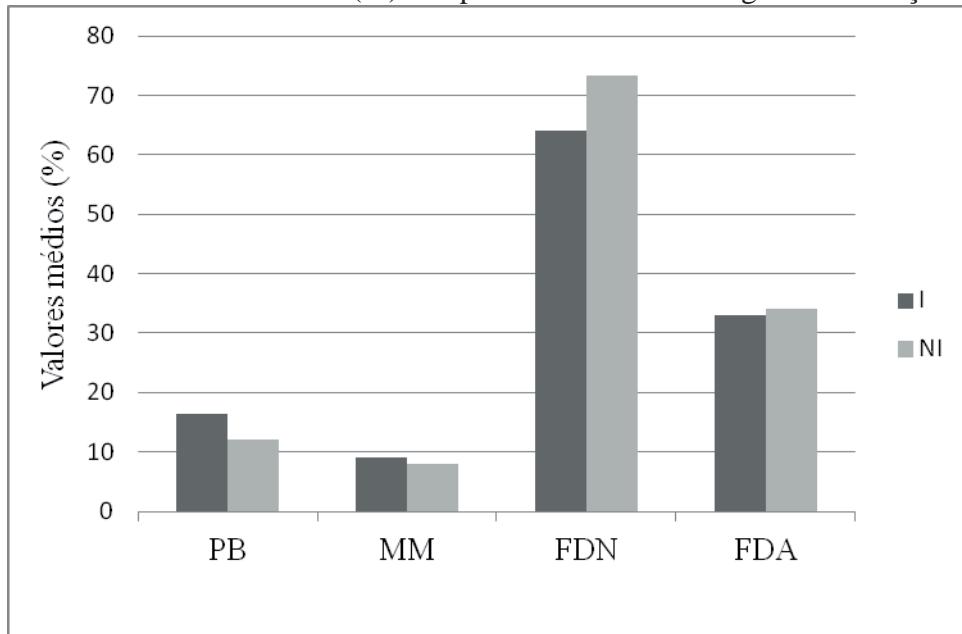
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme (Cóser *et al.*, 2008), trabalhando com capim-elefante em Coronel Pacheco-MG nos anos de 2004 a 2007, não houve diferenças significativas em função da irrigação. Os



valores de médios dos parâmetros bromatológicos são apresentados no Gráfico 1. Pode-se observar, no entanto, que PB e MM aumentaram linearmente com a presença da irrigação.

Gráfico 1. Valores médios (%) dos parâmetros bromatológicos em função da irrigação.



Os cortes apresentaram resultados significativos para PB, FDN e FDA (Tabela 2), sendo que o teor de proteína diminuiu em cada corte, que, conforme (Gerdes *et al.*, 2005) em trabalho conduzido em 2000 e 2001 com o capim Aruana irrigado sobressemeado com aveia preta e Azevém, os menores teores para as épocas foram em outubro e novembro, respectivamente, 9,6% e 11,7%. A MM foi significativo nos tratamentos com aveias, sendo o tifton exclusivo (T) o qual apresentou o pior resultado.

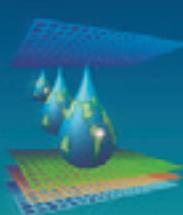
Tabela 2: Valores médios bromatológicos em função da época de corte e aveias.

	Junho	Outubro	Novembro	CV (%)
PB	18,12458 a	13,9422 ab	10,65788 b	77,64%
FDN	67,13478 b	61,55231 c	77,31759 a	12,94%
FDA	31,75284 b	34,42687 a	34,52866 a	12,45%
	T	T + MS	T + 61	T + 126
MM	7,68737 b	8,22714 ab	10,06200 a	8,17077 ab
				CV (%)
MM	7,68737 b	8,22714 ab	10,06200 a	8,17077 ab

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

A Tabela 3 apresenta os valores médios de FDN e FDA em função da irrigação nas épocas de corte, ocorreu maior percentual de FDN e FDA nos tratamentos não irrigados. Olivo et al., (2009), também obteve variações para FDN em função dos cortes. Trabalhando com capim elefante + azevém + amendoim forrageiro sem irrigação, em seus cortes teve valores de 50,31, 42,64, 44,25 e 35,76 respectivamente em julho, agosto, outubro e dezembro de 2005. No entanto os valores de Olivo et al., (2009) apresentaram-se menores.

Tabela 3: Valores Médios na interação Irrigação e épocas de cortes para FDN e FDA.



FDN				
	Junho	Outubro	Novembro	F
I	71,5750aA	42,2740bB	78,1129aA	
NI	62,6946aB	80,8306aA	76,5223aA	66,0667**
FDA				
	Junho	Outubro	Novembro	F
I	33,4472aA	31,2178bA	34,2848aA	
NI	30,0585aB	37,6359aA	34,7725aA	11,1705**

Letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, as médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

A irrigação não apresentou diferenças significativas, no entanto, houve aumento linear em proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM).

Os cortes em diferentes épocas evidenciaram maior teor de proteína bruta no inicio do inverno, com diminuição ao longo do inverno e inicio de outono. FDN e FDA apresentaram resultados significativos ao longo dos cortes e em relação à irrigação.

O tifton 85 exclusivo teve o pior resultado em relação às composições com aveia com relação à quantidade de matéria mineral (MM).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

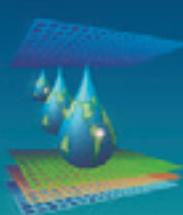
ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A.; NOVELLY, P.E. Produção de gramíneas tropicais e temperadas, irrigadas na época da seca. **Revista da Sociedade Brasileira de zootecnia**, v.15, p.384-392, 1986.

BALIEIRO NETO, G.; FERREIRA, J. J.; FERREIRA, M. B. D.; FREIRA, F. M.; VIANNA, M. C. M; RESENDE, M. Características agronômicas e viabilidade do tifton- 85 (*Cynodon spp*) irrigado num sistema de produção de leite. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, n. 4, p. 235-242, 2007.

BENEDETTI, E.; DEMETRIO, R.A.; COLMANETTI, A.L. **Avaliação da resposta da cultivar Tanzânia (*Panicum maximum*) irrigada em solo de cerrado brasileiro.** In: CONGRESSO PANAMERICANO DE LECHE, 7, 2000, Havana. Anais. Havana: Fepale, 2000. p.27-29.

CORRÊA, L. A.; SANTOS, P. M. **Manejo e utilização de plantas forrageiras dos gêneros *Panicum*, *Brachiaria* e *Cynodon*.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2003. (Documento 34). 36p.

COSER, Antônio Carlos et al. **Produção de forragem e valor nutritivo do capim-elefante, irrigado durante a época seca.** *Pesq. agropec. bras.* [online]. 2008, vol.43, n.11, pp. 1625-1631. ISSN 0100-2004.



GERDES, L. et al. Chemical composition and digestibility of forage mass in irrigated aruanagrass pastures or oversown with a mixture of winter forage species. **R. Bras. Zootec.**, v. 34, n. 4, p. 1098-1108, 08/2005 2005. ISSN 1516-3598.

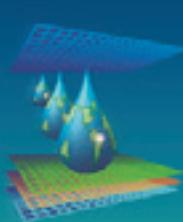
IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná. >
<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>< acesso em novembro 2012.

OLIVEIRA, P.P.A.; PRIMAVESI, A.C.; CAMARGO, A.C.; RIBEIRO, W.M.; SILVA, E. M. T. **Recomendação da sobressemeadura de aveia forrageira em pastagens tropicais ou subtropicais irrigadas.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. (Comunicado Técnico, 61). 7p.

OLIVO, C. J. et al. Nutritive value of mixed pastures with different legumes species. **R. Bras. Zootec.**, v. 38, n. 8, p. 1532-1542, 08/2009 2009. ISSN 1516-3598.

RASSINI, J.B. Período de estacionalidade de produção de pastagens irrigadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.8, p.821-825, 2004.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3 ed. – Viçosa: UFV, 2002.



FATOR DE FORMA PARA ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR IRRIGADA NO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

W. L. SIMÕES¹; M. J. M. GUIMARÃES²; M. P. M. A. PINHEIRO³; J. A. LIMA⁴; M. S. de
AGUIAR⁵; M. A. SOUZA⁴

RESUMO: Objetivou-se neste trabalho determinar fatores de forma para estimativa de área foliar de variedades de cana-de-açúcar no Submédio do Vale do São Francisco. O experimento foi conduzido na região do Submédio São Francisco – Juazeiro/BA. Foram coletadas aleatoriamente de 40 folhas de sete variedades de significativo valor comercial para a produção da região: RB92579, RB835089, RB72454, SP716949, VAT90212, SP943206, e Q124. Para cada variedade foram mensuradas a largura (L) e o comprimento da folha (C). Para determinar a área foliar de cada folha (AF) foi utilizado o integrador de área foliar LI-3100C (LICOR). O fator de forma (FF) de cada variedade foi determinado pela razão da área foliar observada pela área do retângulo formado a partir do comprimento e da maior largura da folha. Menores erros médios ($\leq 10\%$) foram observados quando se utilizou fatores específicos para cada variedade. A utilização de fatores de forma para cada variedade na estimativa de área foliar de cana-de-açúcar apresentou redução mais significativa do erro para as variedades SP716949, VAT90212, SP943206 e Q124.

PALAVRAS-CHAVE: Fator forma, índice, irrigação

FORM FACTOR FOR ESTIMATING LEAF AREA OF VARIETY OF SUGARCANE IRRIGATED IN THE SUBMEDIO OF SÃO FRANCISCO

ABSTRACT: The aim of this study was to determine form factors to estimate leaf area variety of sugarcane in the Submiddle São Francisco River. The experiment was conducted in the Submedio São Francisco - Juazeiro / BA. Were randomly collected 30-50 leaves seven varieties of significant commercial value to the region's production: RB92579, RB835089, RB72454, SP716949, VAT90212, SP943206, and Q124. For each variety were measured

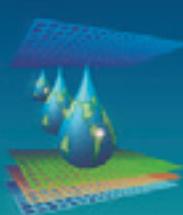
¹ Pesquisador, Embrapa Semiárido, Caixa Postal 23, CEP 56302-970, Petrolina, PE. Fone (87) xxxxxxxx.
e-mail: welson.simoes@embrapa.br

² Mestrando em Engenharia agrícola, Departamento de Tecnologia Rural, UFRPE, Recife, PE.

³ Mestranda em Irrigação e Drenagem, Departamento de Engenharia Rural, UNESP, Botucatu, SP.

⁴ Biólogos, Bolsistas EMBRAPA - UPE

⁵ Pesquisador, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Rio Largo - AL



width (W) and the sheet length (C). To determine the leaf area of each leaf (AF) was used a leaf area meter bench LI-3100C (LICOR). The form factor (FF) of each variety was determined by the ratio of leaf area observed by the area of the rectangle formed from the largest length and width of the sheet. You can check smaller average errors ($\leq 10\%$) when using specific factors for each variety of sugarcane. The use of form factors specific to each variety in estimating leaf area of sugarcane showed more significant reduction of the error for the varieties SP716949, VAT90212, SP943206 and Q124.

KEYWORDS: Form factor, index, irrigation

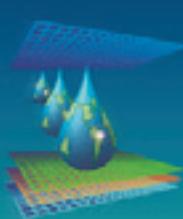
INTRODUÇÃO

Existe grande interesse entre os pesquisadores em conhecer as dimensões do aparato foliar de uma determinada planta, pois possibilitam a realização de estudos mais detalhados de análise de crescimento, nutrição mineral ou mesmo fenologia (HERMANN; CÂMARA, 1999). Na cultura da cana-de-açúcar, as folhas são órgãos responsáveis por 90% da massa seca acumulada, resultante da atividade fotossintética (INMAN-BAMBER, 2004).

As características varietais definem o número de colmos por planta, a altura, o diâmetro do colmo, o comprimento e a largura das folhas e a arquitetura da parte aérea, sendo a expressão destes caracteres muito influenciados pelo clima, pelo manejo e pelas práticas culturais utilizadas (RODRIGUES, 1995).

A área foliar de uma planta ou de uma comunidade vegetal pode ser mensurada com a utilização de diversos equipamentos. Dentre eles a medida direta da lâmina foliar, em folhas não destacadas, utilizando-se um medidor portátil de área foliar (BENINCASA, 2003), planimetria fotoelétrica, planimetria fotográfica fotoelétrica, planimetria com radiação e fotografia hemisférica (KVET e MARSHALL, 1971). Já em folhas destacadas a avaliação da área pode ser feita com o medidor de área foliar, o uso de planímetro ou pelo método gravimétrico (KVET e MARSHALL, 1971; BENINCASA, 2003).

Existem inúmeras possibilidades para se determinar a área foliar e normalmente é utilizada a técnica destrutiva para medir a área da folha (BIANCO et al., 2002), no entanto, a busca de métodos fáceis de serem executados, rápidos e não-destrutivos que estimem a área foliar com precisão torna-se importante para avaliar o crescimento das plantas nas condições de campo. Segundo NORMAN; CAMPBELL (1989), o uso de medidores automáticos e a medida a partir das dimensões da folha ou a partir das relações de peso da mesma constituem-se em métodos que podem ser utilizados para a determinação da área foliar.



O objetivo desse trabalho foi estimar, por método indireto e destrutivo, a área foliar de sete variedades de cana-de-açúcar no Submédio São Francisco.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um talhão comercial de cana-de-açúcar irrigada, pertencente à Usina Agroindústrias do Vale do São Francisco S/A – AGROVALE, no município de Juazeiro – BA. O plantio da cana-de-açúcar foi realizado em fileiras duplas no sistema convencional, com aração e gradagens, com posterior sulcamento da área, em distância entre linhas de 0,5m e entre sulcos de 1,0 m.

As unidades experimentais foram constituídas de seis linhas de 7,0 m, com uma densidade de plantio de 20 gemas m^{-1} . Foram coletadas de 40 folhas de sete variedades de significativo valor comercial para a produção da região: RB92579, RB835089, RB72454, SP716949, VAT90212, SP943206, e Q124.

As folhas foram coletadas aleatoriamente nas quatro fileiras centrais, evitando-se o primeiro metro inicial e final, com a máxima faixa de abrangência possível, variando do mínimo ao máximo tamanho observado de cada variedade. Foram encaminhadas ao laboratório de Fisiologia Vegetal da Embrapa Semiárido, onde foram realizadas as medidas biométricas. Para cada variedade foram mensuradas a largura (L) e o comprimento da folha (C). Para determinar a área foliar de cada folha (AF) foi utilizado o integrador de área foliar de bancada LI-3100C (LICOR), com uma resolução de 1 mm².

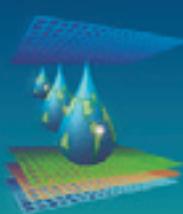
O fator de forma (FF) de cada variedade foi determinado pela razão da área foliar observada pela área do retângulo formado a partir do comprimento e da maior largura da folha, no qual considera-se o lado maior igual ao comprimento da lâmina foliar e lado menor igual a maior largura da lâmina foliar.

O erro relativo (ER) foi o parâmetro utilizado na comparação das estimativas obtidas com os valores observados. O erro relativo foi calculado a partir da seguinte equação:

$$ER = \frac{(AFe - AFr)}{AFr} * 100 \quad (1)$$

Onde: ER - Erro relativo; AFe - área foliar estimada; AFr - área foliar real.

Para avaliar a exatidão das estimativas foi utilizado o índice de concordância sugerido por WILLMOTT et al. (1985), o qual relaciona o afastamento dos valores estimados em



relação aos observados. Seus valores variam de zero, para nenhuma concordância, a 1, para concordância perfeita. O índice de Willmott (d) é dado pela seguinte equação:

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|y'_i| + |y_i|)^2} \quad (2)$$

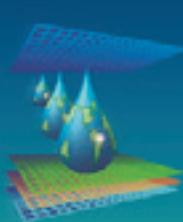
Onde: d - adimensional variando de 0 a 1; \hat{y}_i - valor de área foliar estimado pelo modelo; y_i - valor de área foliar observado; \bar{y} - média dos valores observados; $y'_i = y_i - \bar{y}$ e $y''_i = y_i - \hat{y}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores de fator de forma (FF) encontrados para cada variedade estudada, com seus respectivos erros relativos médios e índice de Willmott. Pode-se verificar que os valores de erros encontrados quando se estimou a área foliar com o FF específico para cada variedade foram inferiores a 10%, os quais demonstram a validade dos fatores, visto que tais resultados corroboram com outros autores, os quais obtiveram erros variando entre 3 a 10% quando avaliaram diversas espécies de plantas (CARDOZO et al., 2009; MONTEIRO et al., 2005).

Tabela 1. Valores de fator de forma (FF), erro relativo médio e índice de Willmott (1985) para estimativa de área foliar de cana-de-açúcar com FF específico e FF fixo, no Submédio do São Francisco

Variedade	Fator de forma específico (FF)			Fator de forma 0,75	
	FF	ERM	Índice de Willmott	ERM	Índice de Willmott
RB 92 579	0,74	6,84	0,799	7,13	0,791
RB 835089	0,77	9,00	0,764	8,91	0,761
RB 72454	0,76	9,94	0,929	9,60	0,929
SP 716949	0,70	6,12	0,904	10,61	0,866
VAT 90212	0,71	7,93	0,911	10,02	0,884
SP 943206	0,71	7,41	0,861	8,77	0,826
Q124	0,66	8,37	0,899	15,79	0,750



Os fatores de forma apresentaram valores satisfatórios de índice de Willmott ($d > 0,80$), demonstrando assim uma boa concordância dos valores estimados com os observados, com exceção das variedades RB92 579 e RB835089 que obtiveram valores de d inferior a 0,80 (0,799 e 0,764 respectivamente).

Os valores de AF estimados com o FF fixo de 0,75 – conforme sugerido por FRANCIS et al. (1969), e comumente utilizado na estimativa de AF de cana-de-açúcar (MONTEIRO, 2005; PINCELLI, 2012) – apresentaram, no geral, maiores erros médios quando comparados aos valores de AF estimados com fatores específicos para cada variedade, sendo que as variedades RB92579, RB835089 e RB72454 obtiveram erros inferiores e/ou muito próximos (Tabela 1).

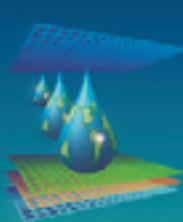
Apesar da diferença dos índices de Willmott entre as estimativas com FF fixo e FF específico para cada variedade se apresentar a nível centesimal, resultados como esse comprovam a importância da utilização de fatores de forma específicos para cada variedade, tendo em vista que a AF é um parâmetro que pode ser utilizado no manejo da irrigação e que resultados mais precisos refletiram em menor gasto de energia e água.

CONCLUSÕES

A utilização de fatores de forma específicos para cada variedade na estimativa de área foliar de cana-de-açúcar apresentou redução mais significativa do erro nas estimativas para as variedades SP716949, VAT90212, SP943206 e Q124.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.
- BIANCO S; PITELLI R. A.; CARVALHO L. B. 2002. Estimativa da área foliar de *Cissampelos glaberrima* usando dimensões lineares do limbo foliar. Planta Daninha, 20: 353-356. 2002.
- CARDOZO, N. P.; PARREIRA, M. C.; ALVES, P. L. C. A.; BIANCO, S. Área foliar de duas trepadeiras infestantes de cana-de-açúcar utilizando dimensões lineares de folhas. Planta Daninha, Viçosa, v. 27, n. 04, p. 683-687, 2009.



HERMANN, E. R. & CÂMARA, G. M. S. Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar. Revista da STAB, Piracicaba, n.17, p.32-34. 1999.

INMAN-BAMBER, N. G. Sugarcane water stress criteria for irrigation and drying off. Field Crops Research, Amsterdam, v. 89, n. 1, p. 107-122, 2004.

KVET, J.; MARSHALL, J. K. Assessment of leaf area and other assimilating plant surfaces. In: ŠESTÁK, Z.; ÈATSKY, J.; JARVIS, P. G. Plant photosynthetic production: manual of methods. Netherlands: Dr. W. Junk N.V. Publ., 1971. p. 517-555.

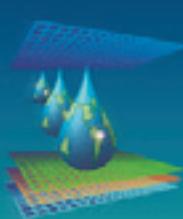
MONTEIRO, J. E. B. A.; SENTELHAS, P. C.; CHIAVEGATO, E. J.; GUISELINI, C.; SANTIAGO, A. V.; PRELA, A. Estimação da área foliar do algodoeiro por meio de dimensões e massa das folhas. Bragantia, Campinas, v. 64, n. 01, p. 15-24, 2005.

NORMAN, J. M.; CAMPBELL, G. S. Canopy structure. In: PEARCY, R.W.; EHLERINGER, J.R.; MOONEY, H.A.; RUNDEL, P.W. Plant physiological ecology – field methods and instrumentation. London: Chapman and Hall, 1989. p.301-325.

PINCELLI, R. P.; SILVA, M. A. Alterações morfológicas foliares em cultivares de cana-de-açúcar em resposta à deficiência hídrica. BIOSCI. J., Uberlândia, v. 28, n. 4, p. 546-556, 2012.

RODRIGUES, J. D. Fisiologia da cana-de-açúcar. Botucatu, SP. 1995. 3p.

WILLMOTT, C. J.; ACKLESON, S. G.; DAVIS, R. E.; FEDDEMA, J. J.; KLINK, K. M.; LEGATES, D. R.; O'DONNELL, J.; ROWE, C. M. Statistics for the evaluation and comparison of models. Journal of Geophysical Research, v. 90, n. C5, p.8995-9005, 1985.



CRESCIMENTO DE GENÓTIPOS DE SORGO FORRAGEIRO IRRIGADOS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁGUA SALINA

W. L. SIMÕES¹; D. S. COELHO²; A. M. S. MENDES³; M. A. SOUZA⁴; J. A. LIMA⁴; J. M.
da SILVA⁵

RESUMO: A salinidade é um problema que pode afetar o crescimento das plantas de forma diferenciada quanto às espécies e até mesmo entre genótipos. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes níveis de salinidade sobre a altura de dez genótipos de sorgo forrageiro. O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada na sede da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Semiárido, em Petrolina – PE. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados dispostos em esquema fatorial 10 x 6, considerando dez genótipos ('F305', 'BRS 655', 'BRS 610', 'Volumax', '1.015.045', '1.016.005', '1.016.009', '1.016.013', '1.016.015' e '1.016.031') e soluções salinas com seis níveis de salinidade (0; 2,5; 5,0; 7,5; 10 e 12,5 dS.m⁻¹), com três repetições. As medidas de altura das plantas foram realizadas quinzenalmente até a colheita, iniciadas juntamente com as aplicações das soluções salinas, duas semanas após a semeadura. Os maiores níveis de salinidade contribuíram para uma redução significativa da altura das plantas, independente do genótipo avaliado.

PALAVRAS-CHAVE: altura, estresse salino, *Sorghum bicolor* (L.) Moench.

PLANT HEIGHT OF GENOTYPES OF FORAGE SORGHUM IRRIGATED WITH SALINITY WATERS

SUMMARY: Salinity is a problem that can affect plant growth differently among species and even among genotypes. The objective of this study was to evaluate the height of ten plants

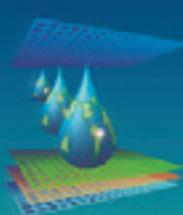
¹ Pesquisador, Embrapa Semiárido, Caixa Postal 23, CEP 56302-970, Petrolina, PE. Fone (87) 3866-3652. E-mail: welson.simoes@embrapa.br

² Mestranda em Engenharia Agrícola, Colegiado de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UNIVASF, Juazeiro, BA.

³ Pesquisadora, Embrapa Semiárido, Petrolina.

⁴ Biólogos, estagiários da EMBRAPA Semiárido, Petrolina, PE.

⁵ Geógrafo, estagiário da EMBRAPA Semiárido, Petrolina, PE.



forage sorghum genotypes under different levels of salinity. The experiment was conducted in a green house located at Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Semiárido, in Petrolina, PE. We used a randomized complete block design in a factorial 10 x 6 considering ten genotypes ('F305', 'BRS 655', 'BRS 610', 'Volumax', '1.015.045', '1.016.005', '1.016.009', '1.016.013', '1.016.015' and '1.016.031') and saline solutions with six electrical conductivity values (0; 2,5; 5,0; 7,5; 10 and 12,5 dS m⁻¹), with three replications. Height measurements were carried out fortnightly up to harvest, beginning with the applications of saline two weeks after sowing. The higher salinity levels contributed to a significant reduction in plant height, regardless of genotype evaluated.

KEYWORDS: growth, salt stress, *Sorghum bicolor* (L.) Moench.

INTRODUÇÃO

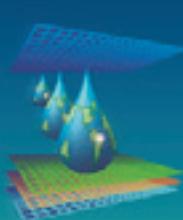
A salinidade é um dos fatores que mais limitam a produção agrícola, em virtude dos seus efeitos negativos sobre o crescimento e desenvolvimento das culturas.

Esses efeitos estão relacionados com a redução do potencial hídrico do meio, devido ao excesso de sais, acarretando a diminuição da disponibilidade de água para a planta (ZHU, 2003); como também pelo acúmulo de espécies iônicas, sendo o Na⁺ e Cl⁻ os mais frequentes e considerados os que mais prejudicam o metabolismo das plantas (NOBRE et al., 2010).

Nessas condições, o crescimento das plantas é diretamente afetado por haver diminuição da expansão e do alongamento celular, devido ao decréscimo da turgescência (TAIZ & ZEIGER, 2004) e ao fato do Na⁺ e Cl⁻ interferirem em processos importantes como a fotossíntese (ARAÚJO et al., 2010). Como consequência, são verificadas alterações morfológicas nas plantas em resposta às condições de estresse salino. Entretanto, tais efeitos dependem de muitos outros fatores (ASHRAF & HARRIS, 2004), podendo-se levar em consideração o genótipo, a intensidade e o tempo de exposição ao estresse.

O sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor*(L.) Moench.] é uma cultura que vem se destacando por apresentar maior adaptação a condições de estresse salino, sendo a seleção de genótipos mais resistentes à salinidade uma alternativa viável para cultivo em áreas salinizadas ou que não disponham de água de boa qualidade para irrigação.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o crescimento de dez genótipos de sorgo forrageiro submetidos a diferentes níveis de salinidade.



MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação localizada na sede da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Semiárido, em Petrolina – PE ($9^{\circ}9' S$; $40^{\circ}22' W$). Foram selecionados dez genótipos de sorgo forrageiro ‘F305’, ‘BRS 655’, ‘BRS 610’, ‘Volumax’, ‘1.015.045’, ‘1.016.005’, ‘1.016.009’, ‘1.016.013’, ‘1.016.015’ e ‘1.016.031’, pertencentes ao banco de germoplasma da Embrapa Milho e Sorgo.

As sementes desses genótipos foram semeadas em vasos plásticos com capacidade para 8 litros, preenchidos com solo peneirado em malha de 4 mm, classificado como ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico, coletado na camada de 0 a 20 cm.

Duas semanas após a semeadura foi realizado o desbaste e iniciadas as irrigações com as soluções salinas com os seguintes níveis de salinidade (CE_a): 0; 2,5; 5,0; 7,5; 10 e 12,5 $dS \cdot m^{-1}$. As soluções foram preparadas a partir dos sais $NaCl$, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ e $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, de modo a se obter proporção equivalente entre $Na:Ca:Mg$ de 7:2:1 (VIEIRA et al., 2005).

Para controle da drenagem, foi colocada uma camada de brita de aproximadamente dois centímetros no fundo dos vasos, sendo estes perfurados e conectados a mangueiras coletoras. As irrigações foram realizadas de forma a manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo e evitar o acúmulo de sais. Os vasos foram irrigados a cada dois dias, mantendo-se uma fração de lixiviação de aproximadamente 15%.

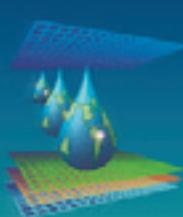
O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados dispostos em esquema fatorial 10×6 , considerando dez genótipos de sorgo forrageiro e seis níveis de água salina, compostos por três repetições.

As medidas de altura das plantas foram iniciadas juntamente com as aplicações das soluções salinas, duas semanas após a semeadura, sendo realizadas quinzenalmente até o 60° dia de estresse, correspondentes ao período de colheita.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No 15° dia após o início do estresse salino não foi possível verificar diferenças na altura das plantas entre os genótipos e entre os níveis de salinidade para cada um deles (Figura 1).

No entanto, após 30 dias de aplicação de soluções salinas, os genótipos de sorgo forrageiro começaram a apresentar diferenças evidentes na altura das plantas, sendo que



aqueelas submetidas aos maiores níveis de salinidade apresentaram uma inibição mais acentuada no seu crescimento.

Essa inibição no crescimento é justificada tanto pelo aumento da concentração de íons tóxicos nas folhas, quanto pelo efeito osmótico, condicionado pela maior redução do potencial hídrico do solo (ZHU, 2003). A demora do início do efeito da salinidade encontrada, com relação ao crescimento da planta corrobora com a informação descrita por SILVA et al. (2011), que o efeito da salinidade depende tanto do tempo de exposição aos sais como dos níveis de salinidade adotados, podendo ocasionar danos irreversíveis ao metabolismo.

Nesse caso, verifica-se que ao longo do ciclo, o período em que houve maior interferência da salinidade no crescimento das plantas compreendeu entre 30 e 45 dias após o início da aplicação das soluções salinas, correspondendo à fase de crescimento vegetativo anterior à emissão da panícula e se estendendo até o florescimento.

Esse resultado concordam com os encontrados por SHALHEVET et al. (1995) em experimento conduzido em casa de vegetação com sorgo, os quais demonstraram que a cultura é mais sensível à salinidade durante o estádio vegetativo e no início da fase reprodutiva, menos sensíveis no estádio de floração e insensíveis durante o enchimento de grãos.

Com exceção de F305, entre os períodos de 45 e 60 dias de aplicação das soluções salinas praticamente não houve incremento na altura das plantas, provavelmente devido ao fato de os demais genótipos se encontrarem na fase de enchimento de grãos, correspondente a um período onde o crescimento vegetativo foi estabilizado.

Após 60 dias de aplicação das soluções salinas, observou-se que o crescimento dos genótipos '1.016.005', '1.016.009' e F305 foi mais afetado pela salinidade, apresentando reduções de 75, 73 e 71% na altura das plantas submetidas a 12,5 dS m⁻¹ quando comparadas às testemunhas.

Trabalhando com sorgo forrageiro, genótipos CSF 20 E CSF 18, LACERDA et al. (2001) observaram reduções de 18 e 46% no crescimento inicial da parte aérea, quando submetidos a soluções com 100 mM de NaCl. VIEIRA et al. (2005), trabalhando com os genótipos CSF 20 e CSF 18, verificaram reduções de 6 e 10% na altura das plantas quando irrigadas com soluções salinas de até 5,8 dS.m⁻¹.

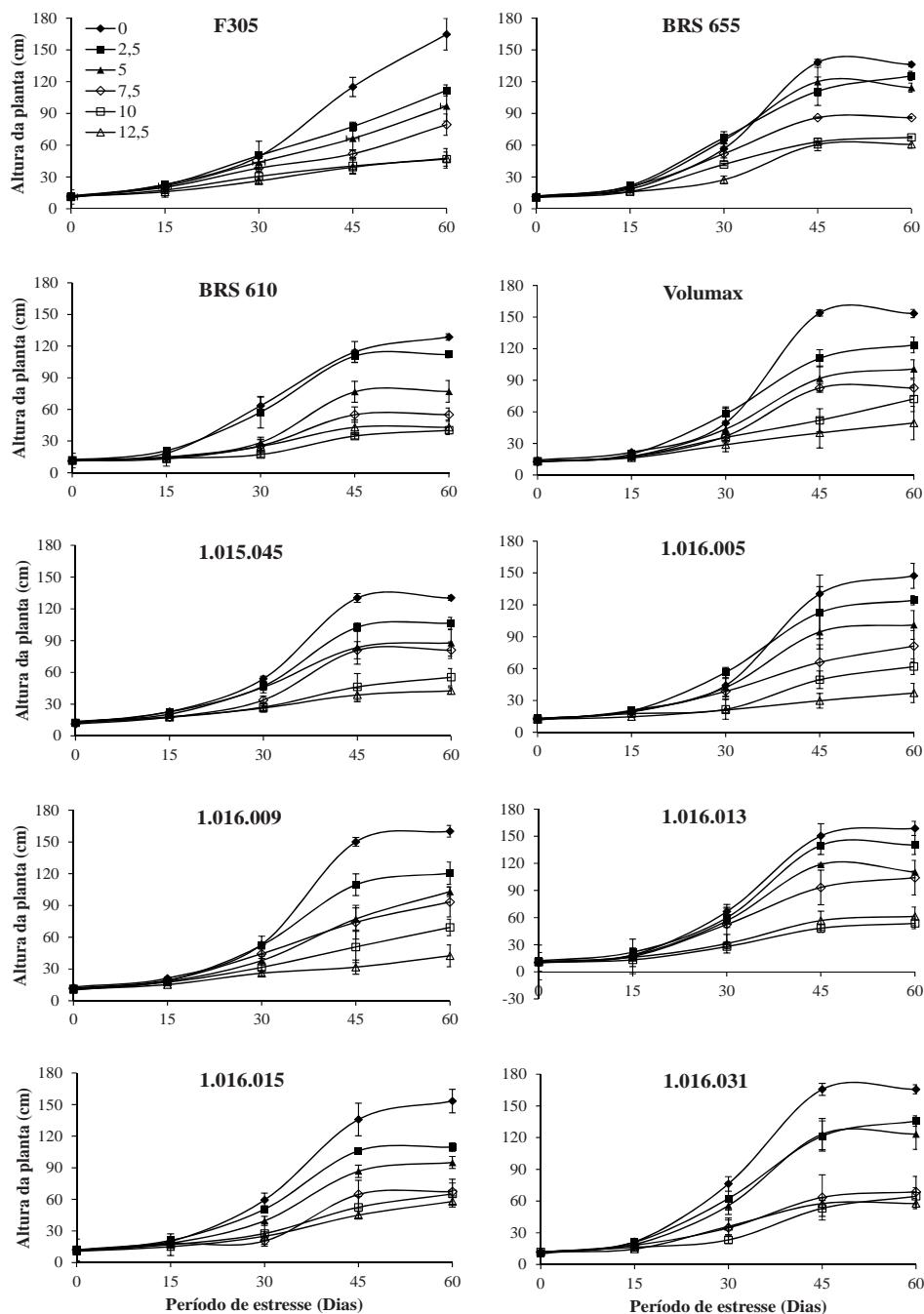
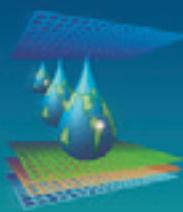
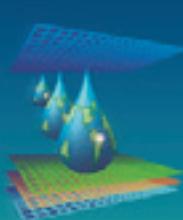


Figura 1. Altura das plantas de dez genótipos de sorgo forrageiro submetidos a diferentes níveis de salinidade por um período de 60 dias.

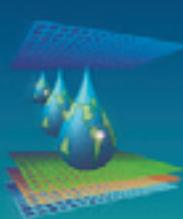
CONCLUSÃO

Níveis de salinidade elevados associados a um maior de tempo de exposição ao sais afetam de forma significativa o crescimento das plantas de sorgo forrageiro, independente do genótipo.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, C.A.S.; RUIZ, H.A.; CAMBRAIA, J. NEVES, J.C.L.; FREIRE, M.B.G.S.; FREIRE, F.J. Seleção varietal de *Phaseolus vulgaris* quanto à tolerância ao estresse salino com base em variáveis de crescimento. **Revista Ceres**, v. 57, n.1, p. 132-139, 2010.
- ASHRAF M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v. 166, n. 01, p. 3-16, 2004.
- LACERDA, C.F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M.A.O.; RUIZ, H.A. Plant growth and solute accumulation and distribution in two sorghum genotypes, under NaCl stress. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13, p.270-284, 2001.
- NOBRE, R.G.; GHEYI, H.R.; CORREIA, K.G.; SOARES, F.A.L.; ANDRADE, L.O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.3, p.358-365, 2010.
- SHALHEVET, J.; MORRIS, G.H.; SCROEDER, B. P. Root and shoot growth response to salinity in maize and soybean. **Agronomy Journal**, v.87, n.3, p.512-516, 1995.
- SILVA, E.N.; RIBEIRO, R.V.; FERREIRA-SILVA, S. L.; VIÉGAS, R.A.; SILVEIRA, J.A.G. Salt stress induced damages on the photosynthesis of physic nut young plants. **Scientia Agricola**, v.68, n.1, p.62-68, 2011.
- TAIZ, E.; ZEIGER, L. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.
- VIEIRA, M.R.; LACERDA, C.F.; CÂNDIDO, M.J.D.; CARVALHO, P.L.; COSTA, R.N.T.; TABOSA, J.N. Produtividade e qualidade da forragem de sorgo irrigado com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, suppl, p.42-46, 2005.
- ZHU, J. K. Regulation of ion homeostasis under salt stress. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 06, n. 05, p. 441-445, 2003.



TROCAS GASOSAS EM GENÓTIPOS DE SORGO FORRAGEIRO IRRIGADOS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁGUA SALINA

W. L. SIMÕES¹; D. S. COELHO²; A. M. S. MENDES³; M. A. SOUZA⁴; J. A. LIMA⁴; J. E.
de SANTOS⁴

RESUMO: O efeito da salinidade sobre a fisiologia das plantas está diretamente relacionado com a interferência dos sais em processos como a fotossíntese. O objetivo desse trabalho foi avaliar as trocas gasosas de dez genótipos de sorgo forrageiro irrigados com águas por diferentes níveis de salinidade. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada na sede da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Semiárido, em Petrolina – PE. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados dispostos em esquema fatorial 10x6, considerando dez genótipos: ‘F305’, ‘BRS 655’, ‘BRS 610’, ‘Volumax’, ‘1.015.045’, ‘1.016.005’, ‘1.016.009’, ‘1.016.013’, ‘1.016.015’ e ‘1.016.031’; e seis níveis de salinidade: 0; 2,5; 5,0; 7,5; 10 e 12,5 dS m⁻¹, com três repetições. Após 30 dias de irrigação com água salina, as trocas gasosas foram avaliadas com o Analisador Portátil de Gás Infravermelho, modelo Li-6400. As variáveis analisadas foram: taxa de fotossíntese (A), condutância estomática (g_s), transpiração (E) e temperatura foliar (T_f). O decréscimo pouco acentuado nas trocas gasosas com o aumento da CE_a demonstrou que a tolerância do sorgo forrageiro correlaciona-se com mecanismos bioquímicos desenvolvidos para manter uma eficiência fotossintética.

PALAVRAS-CHAVE: fotossíntese, transpiração, *Sorghum bicolor* (L.) Moench.

GAS EXCHANGE IN GENOTYPES OF FORAGE SORGHUM IRRIGATED WITH SALINITY WATERS

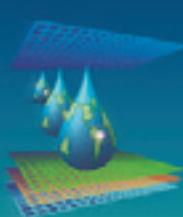
SUMMARY: The effect of salinity on plants is directly associated to the interference of the salts in processes such as photosynthesis. The aim of this study was to evaluate gas exchange

¹ Pesquisador, Embrapa Semiárido, Caixa Postal 23, CEP 56302-970, Petrolina, PE. Fone (87) 3866-3652. E-mail: welson.simoes@embrapa.br

² Mestranda em Engenharia Agrícola, Colegiado de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UNIVASF, Juazeiro, BA.

³ Pesquisadora, Embrapa Semiárido, Petrolina.

⁴ Biólogos, estagiários da EMBRAPA Semiárido, Petrolina, PE.



ten genotypes of forage sorghum irrigated with water salinity. The experiment was conducted in a greenhouse located at Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Semiárido, in Petrolina, PE. We used a randomized complete block design in a factorial 10x6 considering ten genotypes: 'F305', 'BRS 655', 'BRS 610', 'Volumax', '1.015.045', '1 .016.005', '1.016.009', '1.016.013', '1.016.015' and '1.016.031'; and saline solutions with six electrical conductivity values (CE_a): 0; 2,5; 5,0; 7,5; 10 and 12,5 $dS\ m^{-1}$, with three replications. After 30 days of stress, gas exchange were evaluated from the Infrared Gas Analyzer model Li-6400. The variables analyzed were: photosynthesis rate (A), stomatal conductance (g_s), transpiration (E) and leaf temperature (T_f). Less pronounced decreases in gas exchange with the increase of CE_a showed that the tolerance of sorghum correlates with biochemical mechanisms designed to maintain a photosynthetic efficiency.

KEYWORDS: photosynthesis, transpiration, *Sorghum bicolor* (L.) Moench.

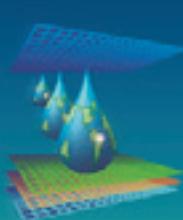
INTRODUÇÃO

O sorgo forrageiro é uma cultura que vem sendo difundida no mundo por sua importância na alimentação animal, apresentando valor energético, digestibilidade e produtividade elevados (BUSO et al., 2011). Essa gramínea apresenta mecanismo C₄, sendo considerada uma das espécies mais versáteis e eficientes do ponto de vista fotossintético (BERENGUER & FACI, 2001).

Também associada a essas características, o sorgo forrageiro apresenta relativa adaptação a condições de estresse salino, tornando o seu cultivo atraente em áreas que apresentam esse problema e/ou que não disponham de água com boa qualidade para irrigação.

A salinidade afeta o crescimento e produtividade das culturas por causa dos seus efeitos prejudiciais sobre o metabolismo das plantas, sendo subdivididos em efeitos osmóticos, tóxicos e nutricionais (MUNNS, 2002). Os efeitos osmóticos estão relacionados com a redução do potencial hídrico do solo, disponibilizando menos água para as plantas, o que pode contribuir para decréscimos na assimilação do CO₂ (GRACIANO et al., 2011).

O excesso de sais no solo também altera a capacidade da planta em absorver, transportar e utilizar íons necessários ao seu crescimento e desenvolvimento; além de causar alterações estruturais na membrana e inibição da atividade de várias enzimas-chave do metabolismo, devido ao efeito tóxico de íons como o Na⁺ e Cl⁻ (MUNNS, 2002).



Jamil et al. (2007) afirmam que os íons Na^+ e Cl^- afetam diretamente a fotossíntese por aumentar a atividade de enzimas de degradação da clorofila (clorofilases), por induzir a destruição da estrutura do cloroplasto e causar instabilidade nos complexos protéicos que atuam na atividade fotossintética.

Dessa forma, a avaliação das trocas gasosas pode ser uma ferramenta importante na avaliação da tolerância à salinidade entre diferentes genótipos.

O objetivo desse trabalho foi avaliar as trocas gasosas de dez genótipos de sorgo forrageiro irrigados com águas de diferentes níveis de salinidade.

MATERIAL E MÉTODOS

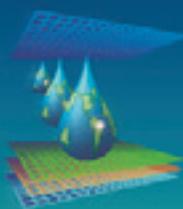
O experimento foi realizado em casa de vegetação localizada na sede da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Semiárido, em Petrolina – PE ($9^\circ 9' S$; $40^\circ 22' W$). O delineamento utilizado foi em blocos casualizados dispostos em esquema fatorial 10×6 , considerando dez genótipos de sorgo forrageiro e seis níveis de água salina, compostos por três repetições.

Os genótipos selecionados foram: ‘F305’, ‘BRS 655’, ‘BRS 610’, ‘Volumax’, ‘1.015.045’, ‘1.016.005’, ‘1.016.009’, ‘1.016.013’, ‘1.016.015’ e ‘1.016.031’, pertencentes ao banco de germoplasma da Embrapa Milho e Sorgo.

A semeadura foi realizada em vasos plásticos com capacidade para 8 litros, preenchidos com solo classificado como ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico, coletado na camada de 0 a 20 cm. As irrigações foram realizadas de forma a manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo e evitar o acúmulo de sais. Os vasos foram irrigados a cada dois dias, mantendo-se uma fração de lixiviação de aproximadamente 15%.

Duas semanas após a semeadura foi realizado o desbaste e iniciadas as irrigações com as soluções salinas nos seguintes níveis de salinidade (CE_a): 0; 2,5; 5,0; 7,5; 10 e 12,5 dS m⁻¹. As soluções foram preparadas a partir dos sais NaCl , $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, de modo a se obter proporção equivalente entre Na:Ca:Mg de 7:2:1 (AQUINO et al., 2007).

Após 30 dias do início da irrigação com água salina, as trocas gasosas foram avaliadas utilizando o Analisador Portátil de Gás Infravermelho (IRGA), modelo Li-6400 da Li-cor. As variáveis analisadas foram: taxa de fotossíntese (A), condutância estomática (g_s), transpiração (E) e temperatura foliar (T_f). As medidas foram realizadas na folha +3, correspondente à terceira folha de cima pra baixo completamente expandida, com lígula visível.



Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o programa Sisvar 5.0. Para os casos em que o fator CE_a foi significativo foram selecionados modelos de regressão testados a 1 e 5% de probabilidade que apresentaram maior coeficiente de determinação (R^2). Para comparação entre os genótipos foi realizado o teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análise de variância verificou-se que não houve interação entre os fatores genótipos e níveis de salinidade da água de irrigação, avaliando-se assim, os fatores de forma independente. Neste contexto, considerando as trocas gasosas nos dez genótipos de sorgo forrageiro, independente dos níveis de salinidade (Tabela 1), verificou-se que não houve diferenças entre os genótipos para (g_s), (E) e consequentemente na (T_f).

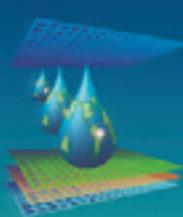
Tabela 1. Trocas gasosas e em folhas de dez genótipos de sorgo forrageiro.

	A ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	g_s ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	E ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	T_f (°C)
F305	29,1 a	0,19 a	4,2 a	32,7 a
BRS 655	31,5 a	0,21 a	4,4 a	32,7 a
BRS 610	27,5 a	0,18 a	4,1 a	32,6 a
Volumax	30,2 a	0,20 a	4,4 a	32,8 a
1.015.045	27,0 a	0,18 a	4,1 a	32,9 a
1.016.005	24,0 b	0,16 a	3,7 a	32,8 a
1.016.009	30,8 a	0,20 a	4,4 a	32,8 a
1.016.013	22,6 b	0,14 a	3,3 a	32,9 a
1.016.015	24,4 b	0,16 a	3,7 a	32,7 a
1.016.031	28,7 a	0,19 a	4,2 a	32,8 a

A= taxa de fotossíntese; g_s = condutância estomática; E= transpiração; T_f = temperatura foliar. Colunas de mesma letra não diferem entre os genótipos pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

No entanto, mesmo não havendo diferenças nas características de abertura e fechamento dos estômatos, as taxas de fotossíntese de '1.016.005', '1.016.013' e '1.016.015' foram inferiores aos demais genótipos, demonstrando que, provavelmente, esses genótipos apresentam menor eficiência fotossintética, podendo refletir em redução no seu crescimento e produtividade, caso essas plantas não desenvolvam mecanismos compensatórios para manter uma mesma produção de fotoassimilados (LACERDA et al., 2006).

Avaliando as trocas gasosas nos diferentes níveis de salinidade (Figura 1), verificou-se que, independentemente do genótipo, houve discreta redução nas taxas de fotossíntese,



provavelmente devido a ocorrência do fechamento parcial dos estômatos, confirmada pela redução da g_s . Para Graciano, et. al (2011), decréscimos na g_s proporcionaram redução nas perdas de água por transpiração, com consequente elevação da temperatura foliar. Esse comportamento caracteriza a ocorrência de respostas imediatas ao estresse osmótico, causado pela redução na disponibilidade de água no solo devido ao excesso de sais.

A baixa redução nas trocas gasosas com o aumento da CE_a pode ser um indicativo de boa tolerância à salinidade dos genótipos de sorgo forrageiro. No entanto, é provável que o tempo de exposição das plantas aos sais não tenha sido o suficiente para desencadear efeitos mais severos no metabolismo das plantas, como elevação da concentração de íons nas folhas a níveis capazes de afetar drasticamente a atividade fotossintética (TAVAKKOLI et al., 2011).

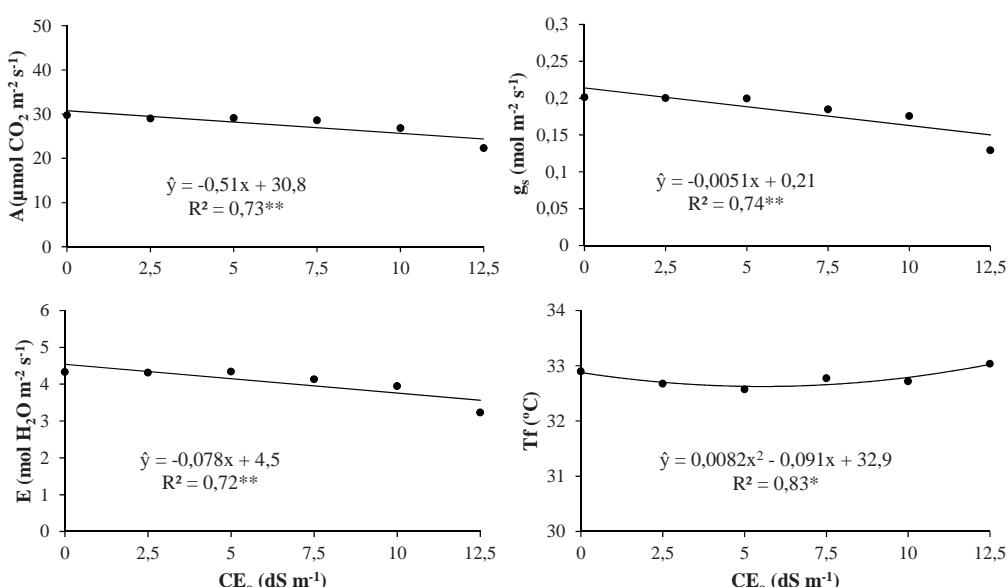
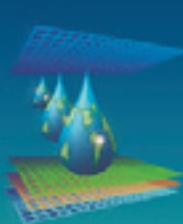


Figura 1. Trocas gasosas em dez genótipos de sorgo forrageiro submetidos a diferentes níveis de salinidade, após 30 dias de estresse.

CONCLUSÕES

Decréscimos pouco acentuados nas trocas gasosas com o aumento salinidade demonstraram que a tolerância do sorgo forrageiro correlaciona-se com mecanismos desenvolvidos para manter uma eficiência fotossintética.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



AQUINO, A.J.S.; LACERDA, C.F.; GOMES-FILHO, E. Crescimento, partição de matéria seca e retenção de Na^+ , K^+ e Cl^- em dois genótipos de sorgo irrigados com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** v.31, n.5, p.961-971, 2007.

BERENGUER, M.J.; FACI, J.M. Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) yield compensation processes under different plant densities and variable water supply. **European Journal of Agronomy.** v.15, p.43-55, 2001.

BUSO, W.H.D.; MORGADO, H.S.; SILVA, L.B.; FRANÇA, A.F.S. Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal. **Public. em Med. Veterinária e Zootecnia,** v.5, n.23, 2011.

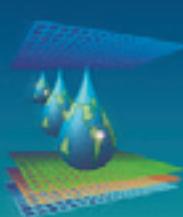
GRACIANO, E.S.A.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; LIMA, D.R.M.; PACHECO, C.M.; SANTOS, R.C. Crescimento e capacidade fotossintética da cultivar de amendoim BR 1 sob condições de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v.15, n.8, p.794-800, 2011.

JAMIL, M.; REHMAN, S.U.; LEE, K. J.; KIM, J.M.; KIM, H.S.; RHA, E.S. Salinity reduced growth PS2 photochemistry and chlorophyll content in radish. **Scientia Agricola,** v.64, n.2, p.111-118, 2007.

LACERDA, C. F.; ASSIS JR, J.O.; LEMOS FILHO, L.C.A.; OLIVEIRA, T.S.; GUIMARÃES, F.V.A.; GOMES-FILHO, E.; PRISCO, J.T.; BEZERRA, M.A. Morphophysiological responses of cowpea leaves to salt stress. **Brazilian Journal of Plant Physiology,** v. 18, n. 04, p. 455-465, 2006.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment,** v. 25, n. 02, p. 239-250, 2002.

TAVAKKOLI, E.; FATEHI, F.; CONVENTRY, S.; RENGASAMY, P.; MCDONALD, G.K. Additive effects of Na and Cl ions on barley growth under salinity stress. **Journal of Experimental Botany,** v. 62, n.6, p. 2189–2203, 2011.



ACÚMULO DE MATÉRIA SECA DO MILHO CRUZETA EM UM SOLO COM RESÍDUO DA FERTIRRIGAÇÃO APLICADA NA MELANCIEIRA

M. S. SOUZA¹; M. J. da SILVA JÚNIOR²; P. C. VIANA³; F. G. de FREITAS JÚNIOR⁴; F. M. de O. GONÇALVES⁵; S. S. C. PRAXEDES.

RESUMO: Diante da prática adotada pelos produtores na região de Mossoró-RN, em utilizar o milho como cultura subsequente ao plantio de cucurbitáceas, objetivou-se com essa pesquisa avaliar a viabilidade do plantio sequencial do milho em resposta ao resíduo da aplicação da fertirrigação na cultura da melancia. O experimento foi desenvolvido em vasos de capacidade de 40 L, com o milho sucedendo-se ao plantio de melancia, mantendo-se as parcelas usadas no experimento da melancia que compreenderam à aplicação de Nitrogênio (N) e Potássio (K) em fertirrigação, através do controle das concentrações dos íons nitrato (NO_3^-) e Potássio (K^+) na solução do solo. O delineamento experimental foi inteiramente aleatorizado com 4 repetições, totalizando 52 parcelas. Irrigou-se por gotejamento e aos 80 dias após o plantio foi avaliado: massa seca das folhas, do caule, da espiga, e da parte aérea total da planta. O cultivo sucessivo do milho sob efeito residual da fertirrigação aplicada na cultura da melancia é uma prática viável.

PALAVRAS-CHAVE: Nitrogênio. Potássio. Nutrientes.

DRY MATTER ACCUMULATION OF CORN IN SOIL WITH WASTE OF FERTIRRIGATION APPLIED IN WATERMELON

SUMAMARY: Faced with the practice adopted by farmers in the region of Mossoró-RN, in using corn as crop subsequent to planting cucurbits, aimed with this research was to evaluate the feasibility of sequential crop corn in response to the residue of fertigation application on watermelon crop. The experiment was conducted in pots of 40 L capacity, with corn succeeding planting watermelon, keeping the plots used in the experiment watermelon understood that the application of nitrogen (N) and potassium (K) in fertigation through control of the concentration of nitrate (NO_3^-) and Potassium (K^+) ions in the soil solution. The experimental design was completely randomized with four replications, totaling 52 plots. It is

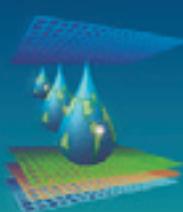
¹ Eng. Agrônomo, B. O. Dantas, CEP: 62920-000, Quixeré, CE. Fone (84) 96625522. e-mail: theus_sales@hotmail.com

² Prof. Adjunto, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró, RN.

³ Estudante de mestrado, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró, RN.

⁴ Estudante de graduação, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró, RN.

⁵ Eng. Agrícola e Ambiental, Usina estivas, Goianinha, RN



drip irrigation and at 80 days after planting was evaluated: biomass of leaf, stem, spike, and shoots of the plant. The continuous cultivation of corn on residual effect of fertigation applied in watermelon crop is a viable practice.

KEYWORDS: Nitrogen. Potassium. Nutrients.

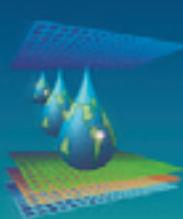
INTRODUÇÃO

A cultura do milho, no Brasil, vem passando por importantes mudanças tecnológicas, resultando em aumentos significativos da produtividade e produção com adubação equilibrada (COELHO et al., 2002). Os produtores rurais começam a se conscientizar que o manejo sustentável é responsável por melhorias no solo e, consequentemente, na produção e em culturas subsequentes. Essa melhoria na qualidade dos solos está geralmente relacionada ao manejo adequado, o qual inclui, entre outras práticas, a rotação de culturas, o plantio direto, o manejo da fertilidade através da calagem e a adubação equilibrada com macro e micronutrientes, utilizando fertilizantes químicos ou orgânicos (COELHO, 2007).

O manejo inadequado da água no solo traz graves consequências relacionadas a perdas de nutrientes, principalmente por lixiviação. Uma aplicação além da capacidade máxima de retenção do solo pode causar grandes perdas de nutrientes por lixiviação, escoamento superficial e erosão, (RODRIGUES, 2009).

Na região de Mossoró-RN, é comum a prática da rotação de cultura entre cucurbitáceas e milho pelos produtores, visando o aproveitamento pelo milho da adubação, geralmente pesada e intensiva, usada no cultivo das cucurbitáceas, barateando o custo de produção dessa cultura. Logo, no período chuvoso onde o cultivo de cucurbitáceas tem o seu custo mais elevado devido ao controle preventivo de pragas e doenças, o produtor opta por plantar nesse período a cultura do milho, com o intuito de fazer rotação de cultivo e paralelamente aproveitar o resíduo da adubação da cultura anterior. Em contrapartida, não se sabe a real necessidade nutricional do milho neste sistema, pois não é comum a realização de análises de solo para em seguida nutri-lo conforme o necessário.

Diante do uso generalizado por parte dos produtores da região e tendo em vista que essa prática é promissora tanto em questões ambientais como financeiras, objetivou-se com essa pesquisa avaliar a viabilidade do plantio sequencial do milho em resposta ao resíduo da aplicação da fertirrigação na cultura da melancia.



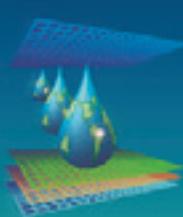
MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido no município de Mossoró, RN ($5^{\circ}12'03''$ LS; $37^{\circ}19'37''$ LO; 12 m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é seco e muito quente. O experimento foi desenvolvido em vasos de capacidade de 40 L, com solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 1999). Os tratamentos foram constituídos do resíduo da aplicação da fertirrigação na cultura da melancia (*Citrullus lanatus* Thunb. Mansf.), que para esta cultura compreendeu a manutenção das seguintes concentrações de nitrogênio (N) e potássio (K), através do monitoramento dos íons nitrato (NO_3^-) e potássio (K^+) na solução do solo: 0-0; 0-468; 0-936; 70-234; 70-702; 140-0; 140-468; 140-936; 210-234; 210-702; 280-0; 280-468 e 280-936 mg L⁻¹, respectivamente de N e K. O cultivo do milho sucedeu ao da melancia, mantendo-se as parcelas usadas nos experimentos anteriores.

O delineamento experimental foi inteiramente aleatorizados com 4 repetições, totalizando 52 parcelas, sendo cada parcela constituída de 2 vasos. Em cada vaso foram semeadas quatro sementes da variedade BRS-Cruzeta que após raleamento deixou-se duas plantas por vaso, totalizando 208 plantas. No experimento da melancia, o nível zero (0) foi considerado aquele em que o solo ofereceu naturalmente os nutrientes, sem adição de fertilizantes e os demais com aplicações de adubos via água de irrigação, sendo a aplicação de fertilizantes definida em função do manejo controlado da concentração de nitrato e potássio na solução do solo, extraída com o uso de extratores com cápsula de cerâmica porosa.

Foram realizados os tratos culturais recomendados para a cultura, incluindo capinas com enxadas e pulverizações com Decis 25 EC aos 11 e 18 DAE para controlar a lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), entre outras práticas. A cultura foi conduzida sob irrigação por gotejamento, com um emissor por vaso do tipo espaguete cuja vazão foi controlada para 2,4 L h⁻¹, através da carga hidráulica. O manejo da irrigação foi baseado em dados de umidade do solo obtidos com o auxílio de baterias de tensiômetros instaladas a 0,20 m de profundidade e da curva característica de retenção de água no solo. As irrigações foram realizadas diariamente para repor o volume de água necessária para elevar a umidade do solo à umidade da capacidade de campo no volume do vaso.

As plantas foram avaliadas quando a cultura atingiu o estágio de milho verde, que devido à variabilidade do stand de plantas, provavelmente ocasionada pelos tratamentos, foi realizada somente quando a maioria das plantas já tinha espigas fertilizadas (80 dias após o plantio). As variáveis avaliadas foram: massa seca do caule, das folhas, da espiga, e da parte aérea total da planta.



Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão, desdobrando-se os graus de liberdade dos tratamentos em efeitos de regressão e ajustando equações para os casos em que os modelos matemáticos são significativos na análise de variância da regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

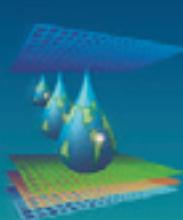
Para a massa seca das folhas (MSFOLHA), ajustou-se a equação considerando efeito linear para N e K, sendo significativa ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 1). Através da equação ajustada, pode-se avaliar que a massa seca máxima para as folhas foi de 67,72 g planta⁻¹, que cresce na razão de 3,72 g de massa seca para cada 100 mg L⁻¹ de N incrementado na solução do solo do cultivo anterior e decresce na razão de 1,78 g de massa seca para cada 100 mg L⁻¹ de K e, portanto, nesse estudo pode-se obter a máxima massa seca com as doses de N e de K, respectivamente de 280 e 0 mg L⁻¹.

Para a massa seca do caule (MSCAULE), a equação foi ajustada considerando-se os efeitos lineares para N e K e sua interação; efeito quadrático para N com a interação deste efeito com o linear de K; o modelo de regressão é significativo a 5% de probabilidade e apresenta um R² próximo a 83% (Tabela 1). O máximo situa-se próximo das doses de 280 e 0 mg L⁻¹, respectivamente de N e K, estando estimado em 286,78 g planta⁻¹.

Ao somar os valores máximos encontrados para a parte vegetativa da planta (folhas e colmo), obtém-se um valor de 354,5 g planta⁻¹, que é superior ao valor encontrado por MAGGIO (2006), o qual determinou um acúmulo máximo de massa seca na planta inteira de 246,87 g planta⁻¹ quando avaliou o híbrido Tropical. Essa diferença pode ser explicada pela diferença genética, mas também se pode associar esse fato ao resíduo de adubação presente no solo que apresentava N, sendo esse um dos principais nutrientes para a cultura.

Tabela 1- Ajuste de equações para as variáveis: massa seca das folhas (MSFOLHA); massa seca do caule (MSCAULE); massa seca da espiga (MSESPIGA) e massa seca da parte aérea (MSPA), referente a massa seca do material vegetal das plantas de milho sob efeito residual da fertirrigação da melancia

Equação	F ¹	R ²
MSFOLHA= 57,313 + 0,0372N - 0,01781K	3,24*	0,4526
MSCAULE= 201,949 + 0,1510N - 0,0416K - 0,0011NK + 0,00054N ² + 0,0000033N ² K	2,52*	0,8278
MSESPIGA= 201,548 - 0,7692N - 0,3226K + 0,0030N ² + 0,00041K ² + 0,0028NK - 6,990E-7N ² K - 4,663E-6NK ² + 4,395E-9N ² K ²	2,66*	0,9033
MSPA=476,556 -1,2561N - 0,5573K + 0,00581N ² + 0,000578K ² + 0,00540NK - 7,184E-6N ² K - 8,481E-6NK ² + 1,447E-8N ² K ²	3,17**	0,8795



¹Teste F (Fisher- Snedecor), originário da análise de variância da regressão; ** e *: significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Para a variável massa seca da espiga (MSESPIGA), a equação foi ajustada considerando-se efeito linear e quadrático para N e K, além de suas interações, apresentando efeito significativo ao nível de 5% de significância e um R^2 superior a 90% (Tabela 1). Pode-se avaliar, através da equação ajustada, que o máximo foi de 307,90 g planta⁻¹, obtendo-se esse peso quando se utilizou no cultivo anterior a concentração de 280 mg L⁻¹ N e 397 mg L⁻¹ de K.

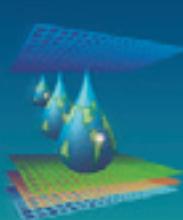
SILVA et al. (2000) que obtiveram efeito significativo para o acúmulo de matéria seca na espiga (MSESPIGA) do milho através do efeito residual da adubação da batata, estimando uma produção máxima de 6.275,0 kg ha⁻¹, correspondente a 125,5 g planta⁻¹ na parcela com adubação complementar. DOURADO NETO et al. (2010), ao desenvolverem um trabalho sobre a produtividade do milho em relação aos efeitos da população de plantas e do espaçamento em diferentes variedades, obtiveram um valor para MSESPIGA próximo a 200 g planta⁻¹.

Com isso, é possível se interpretar que o efeito residual da adubação da melancia para o cultivo do milho, apresenta resultado promissor em relação ao peso de matéria seca da espiga e, consequentemente, deve apresentar resposta sobre a produção de grãos.

Para a massa seca total da parte aérea da planta (MSPA), a equação foi ajustada considerando-se efeito linear e quadrático para N e K, além de suas interações, sendo significativa ao nível de 1% probabilidade e apresentando um R^2 superior a 85% (Tabela 1). Estimou-se um valor máximo de 638,41 g de matéria seca para a parte aérea da planta de milho que é obtido quando a concentração de 280 mg L⁻¹ N e de 293 mg L⁻¹ para K foi aplicada à cultura da melancia.

A matéria seca da parte aérea encontrada foi superior ao observado no trabalho desenvolvido por MAGGIO (2006), que obteve o acúmulo máximo de 476,42 g planta⁻¹ para variedade Tropical. No entanto, BELEZE et al. (2003) encontraram valores superiores ao encontrado nesse trabalho, variando entre 869 e 925 g planta⁻¹, ao avaliarem cinco híbridos de milho em diferentes estádios de maturação.

A provável causa dessa diferença de peso é o ciclo das culturas, sendo que o trabalho comparado possui um ciclo com mais de 120 dias. Logo, a menor massa encontrada na pesquisa em discussão é justificada pela razão do menor período em campo. No desenvolvimento do milho, a duração do ciclo em dias é inconsistente, devido ao fato da duração de subperíodos e ciclos da planta estar associados às variações das condições ambientais, e não ao número de dias (GADIOLO et al., 2000).



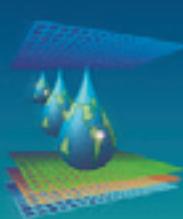
Observa-se que para o desenvolvimento das partes vegetativas das plantas de milho, a quantidade de potássio inicialmente presente no solo é suficiente para obtenção dos melhores resultados, entretanto é necessário se aplicar potássio no cultivo das cucurbitáceas para que se obtenha a maior produção possível de massa seca da espiga de milho e massa seca da parte aérea.

CONCLUSÕES

O aproveitamento do resíduo da fertirrigação aplicada na melancia para a produção de milho é uma prática viável. A dose máxima de nitrogênio utilizada na cultura da melancia (280 mg L^{-1} na solução do solo) maximiza todas as variáveis estudadas no cultivo do milho. A quantidade de potássio inicialmente presente no solo é suficiente para o desenvolvimento das partes vegetativas das plantas, mas não é suficiente para as partes produtivas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELEZE, J.R.F.; ZEOULA, L.M.; CECATO, U.; DIAN, P.H.M.; MARTINS, E.N.; FALCÃO, A.J. da S. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes estádios de maturação. 1. Produtividade, características morfológicas e correlações. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.32, n.3, p.529-537, 2003.
- COELHO, A.M. Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 11 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 96).
- COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E.; PITTA, G.V.E., ALVES, V.M.C.; HERNANI, L.C. Cultivo do milho: Nutrição e Adubação. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2002. 12p. (Comunicado Técnico, 44).
- DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P.A.; MANFRON, P.A.; MEDEIROS, S. L.P.; ROMANO, M.R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v.2, n.3, 2010.
- GADIOLI, J.L., DOURADO NETO, D., GARCÍA, A.; BASANTA, M.V. Temperatura do ar, rendimento de grãos de milho e caracterização fenológica associada à soma calórica. Scientia Agrícola, Piracicaba, v.57, n.3, p.377-383, 2000.
- MAGGIO, M.A. Acúmulo de massa seca e extração de nutrientes por plantas de milho doce híbrido “tropical”. Campinas, 2006. 47p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Produção Agrícola) - Instituto Agronômico de Campinas, IAC.
- RODRIGUES, D.N.B. Lâminas de irrigação e doses de adubação potássica via fertirrigação, na cultura da Figueira no semiárido cearense. Fortaleza, 2009, 76f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Ceará, UFC.
- SILVA, E.C.; SILVA FILHO, A.V.; ALVARENGA, M.A.R. Efeito residual da adubação da batata sobre a produção de matéria seca e exportação de nutrientes do milho verde. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.24, n.2, p.509-515, 2000.



PRODUTIVIDADE DE VIDEIRAS DE MESA SOB COBERTURA PLÁSTICA E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

A. R. WEBLER¹; D. FRONZA²; J. J. HAMANN³, T. NISHIJIMA⁴;

RESUMO: O cultivo de uvas de mesa apresenta grande importância no Brasil. Cultivares comuns, como Niágara Rosada e Branca e a cultivar Vênus estão entre as mais cultivadas, pela sua rusticidade e boa produtividade. Aliado a este fator, o uso de cobertura plástica propicia melhor qualidade nos frutos e redução de doenças. O uso do correto manejo de irrigação pode, além de aumentar a produtividade da videira, gerar uso otimizado da água. O presente trabalho avaliou a produtividade de três cultivares de uvas de mesa, sob cobertura plástica, e com o uso de cinco lâminas de irrigação com base na Evapotranspiração de referência (ET₀), estimada pelo método de Penman-Monteith, sendo os tratamentos com lâmina de irrigação de 0%, 50%, 75%, 100% e 125% da ET₀. Foi utilizado parreiral com sete anos de idade, conduzido em semi-latada, sob cobertura, nas cultivares Niágara Rosada, Niágara Branca e Vênus, situado na área experimental do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, RS. Não foram observadas diferenças de produtividade entre as cultivares avaliadas. O uso da irrigação aumentou a produtividade das plantas, obtendo-se os melhores resultados com as lâminas de 100% e 125% da ET₀.

PALAVRAS-CHAVE: Evapotranspiração, Cultivo protegido, *Vitis sp.*

PRODUCTIVITY OF TABLE GRAPES UNDER PLASTIC COVER AND IRRIGATION LEVELS

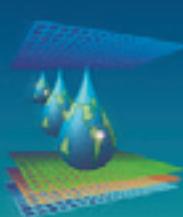
SUMMARY: Growing of table grapes has great importance in Brazil. Common cultivars, as Niagara Rosada and White and cultivar Venus are among the most cultivated for its hardiness and good productivity. Allied to this factor, the use of plastic sheeting provides better quality and reduction of diseases. The use of proper irrigation management can, in addition to increasing the productivity of the vine, generating optimal use of water. The present study

¹ Engº. Agrônomo, mestrando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - UFSM, Servidor Técnico-Administrativo em Educação no Colégio Politécnico da UFSM, Santa Maria - RS, Av. Roraima, 1000, Cidade Universitária, Prédio 70, Bairro Camobi, CEP: 97105-900, Santa Maria – RS, e-mail: Anderson.webler@gmail.com.

² Professor Doutor em Irrigação e Drenagem, Colégio Politécnico da UFSM, Santa Maria, RS

³ Técnico em Agropecuária, Estudante do curso de Agronomia, UFSM, Santa Maria - RS.

⁴ Professor Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, CCR – UFSM, Santa Maria – RS.



evaluated the productivity of three cultivars of table grapes under plastic cover, and with the use of five depths of water based on reference evapotranspiration (ET₀) estimated by Penman-Monteith, treatments with depths of irrigation 0%, 50%, 75%, 100% and 125% of ET₀. Was used vineyard with seven years age, conducted in semi-trellis, under cover, in cultivars Niagara Rosada, Niagara Branca and Venus, located in the experimental area of the Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. There were no differences in productivity among cultivars. The use of irrigation increased plant productivity, obtaining better results with the levels of 100% and 125% of ET₀.

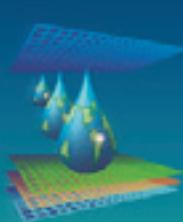
KEYWORDS: Evapotranspiration, Protected cultivation, *Vitis* sp.

INTRODUÇÃO

O cultivo da videira tem grande importância socioeconômica e cultural para diversos países. Seu cultivo estende-se por mais de 7 milhões de hectares (ha), com uma produção de aproximadamente 66 milhões de toneladas e produtividade média de 9.200 kg ha⁻¹, segundo dados da FAO (2008). No Brasil a área cultivada é de aproximadamente 75 mil ha, com aproximadamente 60% da área cultivada no Rio Grande do Sul (IBGE, 2007). Devido a sua alta rentabilidade por unidade de área e a tendência de aumento do consumo, a videira (*Vitis* sp.), uma cultura de destaque na Serra Gaúcha, tem expandido a área de cultivo para outras regiões do estado do Rio Grande do Sul como a Campanha, a Fronteira e a Região Central, regiões que apresentam clima temperado com invernos rigorosos, verões quentes e mais secos.

Para minimizar as adversidades climáticas e os custos com tratamentos fitossanitários utiliza-se o cultivo protegido em videira. O método consiste em proteger a área foliar das plantas com uma cobertura plástica, o que propiciará uma modificação no microclima e será uma barreira física à chuva (CHAVARRIA et al., 2008). O ambiente protegido irá restringir a presença de água livre sobre folhas e frutos, sendo essa água livre o principal fator que iniciaria as infecções fúngicas (CHAVARRIA et al., 2009). A utilização da cobertura plástica possibilita a criação de condições desfavoráveis a doenças logo, potencializa uma produtividade maior, com mais qualidade.

Durante o ciclo de desenvolvimento da videira no Rio Grande do Sul ocorrem altos índices de precipitação pluvial, entretanto esta precipitação ocorre de maneira desuniforme e mal distribuída. A videira apresenta sistema radicular profundo e pode suportar bem períodos



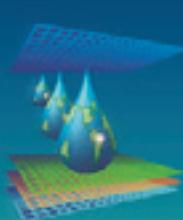
de deficiência hídrica moderada, entretanto esta deficiência pode acarretar em diminuição de produtividade. A irrigação é a principal ferramenta utilizada para evitar que a planta sofra deficiência hídrica. SERMAN et al. (2004), verificaram diminuição do número de cachos comercializáveis nos tratamentos que sofreram déficit hídrico, em experimento com a cultivar apirênnica Superior Seedless, irrigada sob diferentes percentagens da evapotranspiração.

A Evapotranspiração (ET₀) expressa a evaporação da água pelo solo e a água utilizada pela planta em seu processo metabólico, chamado transpiração. A quantidade de água evapotranspirada depende da planta, do solo e das condições climáticas, sendo as condições climáticas o fator mais importante para a estimativa da evapotranspiração. BAILLE & BAILLE (1992) observaram que a estimativa da evapotranspiração pela fórmula de Penman-Monteith usando as fórmulas de radiação solar e déficit de pressão de vapor foi capaz de simular os valores de evapotranspiração com segurança. Este método é utilizado quando se dispõe de estações meteorológicas com sensores de radiação, velocidade de vento, temperatura e umidade relativa do ar. É considerado atualmente o método padrão para cálculo da evapotranspiração de referência (ET₀) pela FAO (ALLEN et al., 1998). A obtenção dos dados de evapotranspiração permite uma base segura para se determinar a irrigação necessária para as culturas.

Desta forma, o estudo das características de uvas de mesa produzidas sob irrigação e cobertura plástica é uma alternativa para aumentar a renda dos produtores rurais na região central do RS, com a possibilidade de obtenção de maior qualidade e produtividade. O presente trabalho objetivou avaliar as características produtivas de uvas de mesa, sob cobertura plástica, com diferentes lâminas de irrigação complementar.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental do setor de Fruticultura do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (latitude 29°43'S, longitude 53°43'W, altitude 94 m), no município de Santa Maria, região central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil, entre os meses de agosto de 2012 e janeiro de 2013. O clima da região, segundo a classificação climática Koppen é o “Cfa”- sub-tropical úmido. Foram utilizadas plantas de videira (*Vitis labrusca*), variedade Vênus, Niágara Branca e Niágara Rosada, que são uvas americanas para mesa, com boa aceitação pelo mercado e boa precocidade de produção no caso da variedade Vênus. As plantas utilizadas possuem sete anos de idade, com espaçamento



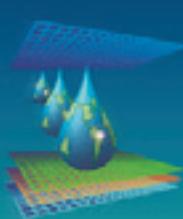
de 2,5 m entre linhas de plantio e 1,5 m entre plantas, sendo conduzidas no sistema de semi-latada, sob cultivo protegido, com cobertura plástica na linha de cultivo com lonas de polietileno de baixa densidade, com 160 µm de espessura e largura de 2,65m, colocado sobre arcos metálicos. As plantas receberam poda de inverno

O delineamento experimental adotado foi o bifatorial de blocos ao acaso, com três blocos, três cultivares e cinco lâminas de irrigação. Cada unidade experimental foi composta de duas plantas próximas, sendo utilizada bordadura com no mínimo uma planta entre cada tratamento. A irrigação dos canteiros foi realizada através de um sistema de irrigação por gotejamento utilizando linhas independentes de gotejadores de polietileno para cada tratamento. O manejo da irrigação foi baseado na lâmina de irrigação de referência, sendo realizadas as irrigações após evapotranspiração acumulada de 25mm.

Os tratamentos aplicados foram: T1 – tratamento testemunha sem irrigação (0 mm); T2 – tratamento equivalente a 50% da lâmina bruta de irrigação de referência; T3 – tratamento equivalente a 75% da lâmina bruta de irrigação de referência; T4 – tratamento equivalente a 100% da lâmina bruta de irrigação de referência; T5 – tratamento equivalente a 125% da lâmina bruta de irrigação de referência;

O consumo de água foi determinado seguindo o monitoramento diário dos dados meteorológicos e o cálculo diário da ET₀. A ET₀ foi calculada pelo método de Penman-Montheith. Os dados meteorológicos foram obtidos diariamente e de hora em hora na estação meteorológica do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria vinculada ao Instituto Nacional de Meteorologia, disponíveis na internet.. A ET_c foi calculada multiplicando-se o valor diário da ET₀ pelo K_c, segundo a expressão: ET_c = ET₀ x K_c. Os valores de K_c utilizados, adaptados CONCEIÇÃO (2001) para cada fase da cultura foram: 0,8 no desenvolvimento vegetativo e florescimento, 1,0 na fase de florescimento e desenvolvimento do fruto, e 0,8 no crescimento e maturação de bagas. A irrigação foi realizada sempre que a ET_{ca} atingiu ou se aproximou do valor da lâmina de referência.

A colheita foi realizada ao constatar maturação na maior parte dos frutos, na segunda semana do mês de janeiro de 2013. Foram avaliados parâmetros relacionados às características produtivas das plantas. Os parâmetros avaliados foram: produtividade, número de cachos por planta, número de bagas por cacho e diâmetro das bagas. Todas as avaliações foram realizadas após a colheita dos frutos, no Laboratório de Tecnologia de Alimentos do Colégio Politécnico da UFSM. Os resultados obtidos nas determinações foram submetidos à análise de variância e de regressão, a fim de realizar a comparação entre as lâminas de irrigação sobre as características avaliadas.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A safra de uvas 2012/2013, que foi avaliada, teve boa distribuição da precipitação. Mesmo assim, houve em cinco dias necessidade de se fazer as irrigações, pela evapotranspiração acumulada ultrapassar os 25 mm determinados. O uso de blocos não foi significativo, assim como a interação entre os fatores dos tratamentos: cultivares e lâminas de irrigação. As médias de produtividade dos tratamentos encontram-se na Tabela 01.

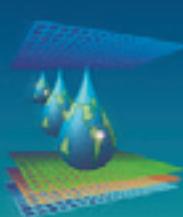
Tabela 01: Médias de produtividade em função dos tratamento avaliados, em ton.ha⁻¹.

Cultivar	Lâmina de irrigação em função da ETo					Médias das cultivares
	0 %	50%	75%	100%	125%	
Vênus	15,563	17,369	22,266	26,022	26,409	21,526 a
Niágara Rosada	17,278	19,324	20,735	22,163	21,595	20,219 a
Niágara Branca	16,052	21,741	19,237	22,568	25,012	20,922 a
Médias das Lâminas de irrigação	16,297 b	19,478 ab	20,746 ab	23,584 a	24,338 a	20,889

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Não foi aplicado o teste de comparação de médias da interação por esta não ser significativa.

Observa-se também que não houve diferença significativa de produtividade entre as cultivares avaliadas. A produtividade de cada cultivar pode variar em função de diversos fatores, além da própria cultivar em si, sendo obtido neste trabalho desempenho similar.

A produtividade média aumentou em função das lâminas de irrigação aplicadas, variando de 16,297 ton.ha⁻¹ a 24,338 ton.ha⁻¹, entre o tratamento testemunha sem irrigação e o tratamento com 125% da ETo, respectivamente. O tratamento sem irrigação apresentou as menores produtividades para as cultivares avaliadas, porém não diferiu estatisticamente dos tratamentos com lâmina irrigada de 50% e 75% da ETo. As maiores produtividades foram observadas nos tratamentos com lâmina de irrigação de 100% e 125% da ETo. Estes dados são parecidos aos encontrados por TURCHIELLO (2011), onde o tratamento testemunha, sem irrigação, apresentou a menor produtividade, 10.295,57 Kg.ha⁻¹ e as produtividades máximas foram obtidas nos tratamentos com as lâminas de irrigação referentes a 75% e 100% da evapotranspiração da cultura, com 17.773 e 17.794 kg.ha⁻¹, respectivamente para cada tratamento.

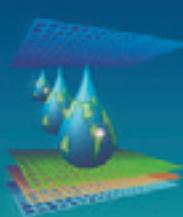


CONCLUSÕES

A produtividade da videira de mesa sob cobertura na região central do Rio Grande do Sul pode ser afetada pela lâmina de irrigação, sendo maior quando se utiliza lâminas irrigadas próximas de 100 % da ETo, para as condições testadas. As cultivares avaliadas não apresentaram variação significativa de produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G., PEREIRA, L. S., RAES, D., SMITH, M. **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements.** Rome; FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and Drainage. Paper; 56).
- BAILLE, M.; LAURY, J.; BAILLE, A. **Some comparative results on evapotranspiration of greenhouse ornamental crops, using lysimeters, greenhouse H₂O balance and LVTD sensors.** Acta Horticulturae, n.304, p.199-208, 1992.
- CONCEIÇÃO, M. A. F.; MAIA, J. D. G. **Coeficiente da cultura (Kc) para a videira Niágara Rosada em Jales, SP.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12., 2001, Fortaleza. Anais... Fortaleza: SBA: FUNCEME, 2001. v. 2, p. 411-412.
- CHAVARRIA, G.; SÔNEGO, O. R.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H.; Loana Silveira CARDOSO, L. S. **Incidência de doenças e necessidade de controle em cultivo protegido de videira.** 2008. Comunicado Técnico, 90.
- CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.P. dos; MANDELLI, F.; MARODIN, G.A.B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L.S. Potencial produtivo de videiras cultivadas sob cobertura de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.141-147, 2009.
- FAO. **Produção e área cultivada de uvas no mundo.** 2008. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 20 jun. 2013.
- IBGE. **Produção vegetal. Agricultura: Uva,** 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 22 jun. 2013.
- SERMAN, F.V.; LIOTTA, M.; PARERA, C. **Effects of irrigation deficit on Table grape cv. Superior Seedless production.** Acta Horticulturae, n.646, p.183-186, 2004.
- TURCHIELLO, M. S. **Manejo da Irrigação pelo método de Penman-Monteith na cultura da videira.** Santa Maria, 2011. 85 p. Dissertação (mestrado em Engenharia Agrícola) UFSM.



DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DO MILHO CRUZETA EM UM SOLO COM RESÍDUO DA FERTIRRIGAÇÃO APLICADA NA MELANCIEIRA

M. S. SOUZA¹; M. J. da SILVA JÚNIOR²; P. C. VIANA³; F. G. de FREITAS JÚNIOR⁴; F. M. de O. GONÇALVES⁵; S. S. C. PRAXEDES.

RESUMO: Diante da prática adotada pelos produtores na região de Mossoró-RN, em utilizar o milho como cultura subsequente ao plantio de cucurbitáceas, objetivou-se estudar a viabilidade desta técnica estudando-se o crescimento do milho. O experimento foi desenvolvido em vasos de capacidade de 40 L, com o milho sucedendo-se ao plantio de melancia, mantendo-se as parcelas usadas no experimento da melancia que compreenderam à aplicação de Nitrogênio (N) e Potássio (K) em fertirrigação, através do controle das concentrações dos íons nitrato (NO_3^-) e Potássio (K^+) na solução do solo. O delineamento experimental foi inteiramente aleatorizado com 4 repetições, totalizando 52 parcelas. Irrigou-se por gotejamento e aos 80 dias após o plantio foi avaliado: a altura da planta, área foliar e o número de folhas vivas,. O cultivo sucessivo do milho sob efeito residual da fertirrigação aplicada na cultura da melancia, deve ser considerada uma prática viável.

PALAVRAS-CHAVE: nitrogênio, potássio, nutrientes.

VEGETATIVE DEVELOPMENT OF CORN IN SOIL WITH WASTE OF FERTIRRIGATION APPLIED IN WATERMELON

SUMAMARY: Faced with the practice adopted by farmers in the region of Mossley-RN, in using corn as crop subsequent to planting cucurbits, aimed to study the feasibility of this technique by studying the growth of corn. The experiment was conducted in pots of 40 L capacity, with corn succeeding planting watermelon, keeping the plots used in the experiment Watermelon understood that the application of nitrogen (N) and potassium (K) in fertigation by controlling the concentrations of nitrate ions (NO_3^-) and Potassium (K^+) in the soil solution. The experimental design was completely randomized with four replications, totaling 52 plots. Is drip irrigated and 80 days after planting was evaluated: plant height, leaf area and number of leaves alive. The continuous cultivation of corn on residual effect of fertigation applied in watermelon crop, should be considered a viable practice.

KEYWORDS: nitrogen, potassium, nutrients.

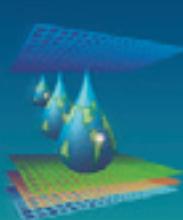
¹ Eng. Agrônomo, B. O. Dantas, CEP: 62920-000, Quixeré, CE. Fone (84) 96625522. e-mail: theus_sales@hotmail.com

² Prof. Adjunto, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró, RN.

³ Estudante de mestrado, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró, RN.

⁴ Estudante de graduação, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró, RN.

⁵ Eng. Agrícola e Ambiental, Usina estivas, Goianinha, RN



INTRODUÇÃO

A cultura do milho, no Brasil, vem passando por importantes mudanças tecnológicas, resultando em aumentos significativos da produtividade e produção com adubação equilibrada (COELHO et al., 2002). O milho tem importante papel na rotação de culturas, especialmente em áreas sob plantio direto. Os produtores rurais começam a se conscientizar que o manejo sustentável é responsável por melhorias no solo e, consequentemente, na produção e em culturas subsequentes. Essa melhoria na qualidade dos solos está geralmente relacionada ao manejo adequado, o qual inclui, entre outras práticas, a rotação de culturas, o plantio direto, o manejo da fertilidade através da calagem e a adubação equilibrada com macro e micronutrientes, utilizando fertilizantes químicos ou orgânicos (COELHO, 2007). O milho (*Zea mays L.*) está entre as três culturas mais cultivadas no mundo.

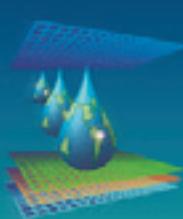
O manejo inadequado da água no solo traz graves consequências relacionadas a perdas de nutrientes, principalmente por lixiviação. Uma aplicação além da capacidade máxima de retenção do solo pode causar grandes perdas de nutrientes por lixiviação, escoamento superficial e erosão, (RODRIGUES, 2009).

Na região de Mossoró-RN, é comum a prática da rotação de cultura entre cucurbitáceas e milho pelos produtores, visando o aproveitamento pelo milho da adubação, geralmente pesada e intensiva, usada no cultivo das cucurbitáceas, barateando o custo de produção dessa cultura. Logo, no período chuvoso onde o cultivo de cucurbitáceas tem o seu custo mais elevado devido ao controle preventivo de pragas e doenças, o produtor opta por plantar nesse período a cultura do milho, com o intuito de fazer rotação de cultivo e paralelamente aproveitar o resíduo da adubação da cultura anterior. Em contrapartida, não se sabe a real necessidade nutricional do milho neste sistema, pois não é comum a realização de análises de solo para em seguida nutri-lo conforme o necessário.

Diante do uso generalizado por parte dos produtores da região e tendo em vista que essa prática é promissora tanto em questões ambientais como financeiras, objetivou-se com essa pesquisa avaliar a viabilidade desta técnica, através do crescimento e área foliar da planta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido no município de Mossoró, RN ($5^{\circ}12'03''$ LS; $37^{\circ}19'37''$ LO; 12 m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é seco e muito quente. O experimento foi desenvolvido em vasos de capacidade de 40 L, com solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 1999). Os tratamentos



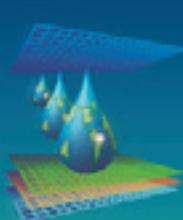
foram constituídos do resíduo da aplicação da fertirrigação na cultura da melancia (*Citrullus lanatus* Thunb. Mansf.), que para esta cultura compreendeu a manutenção das seguintes concentrações de nitrogênio (N) e potássio (K), através do monitoramento dos íons nitrato (NO_3^-) e potássio (K^+) na solução do solo: 0-0; 0-468; 0-936; 70-234; 70-702; 140-0; 140-468; 140-936; 210-234; 210-702; 280-0; 280-468 e 280-936 mg L⁻¹, respectivamente de N e K. O cultivo do milho sucedeu ao da melancia, mantendo-se as parcelas usadas nos experimentos anteriores.

O delineamento experimental foi inteiramente aleatorizados com 4 repetições, totalizando 52 parcelas, sendo cada parcela constituída de 2 vasos. Em cada vaso foram semeadas quatro sementes da variedade BRS-Cruzeta que após raleamento deixou-se duas plantas por vaso, totalizando 208 plantas. No experimento da melancia, o nível zero (0) foi considerado aquele em que o solo ofereceu naturalmente os nutrientes, sem adição de fertilizantes e os demais com aplicações de adubos via água de irrigação, sendo a aplicação de fertilizantes definida em função do manejo controlado da concentração de nitrato e potássio na solução do solo, extraída com o uso de extratores com cápsula de cerâmica porosa.

Foram realizados os tratos culturais recomendados para a cultura, incluindo capinas com enxadas e pulverizações com Decis 25 EC aos 11 e 18 DAE para controlar a lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), entre outras práticas. A cultura foi conduzida sob irrigação por gotejamento, com um emissor por vaso do tipo espuquete cuja vazão foi controlada para 2,4 L h⁻¹, através da carga hidráulica. O manejo da irrigação foi baseado em dados de umidade do solo obtidos com o auxílio de baterias de tensiômetros instaladas a 0,20 m de profundidade e da curva característica de retenção de água no solo. As irrigações foram realizadas diariamente para repor o volume de água necessária para elevar a umidade do solo à umidade da capacidade de campo no volume do vaso.

As plantas foram avaliadas quando a cultura atingiu o estágio de milho verde, que devido à variabilidade do stand de plantas, provavelmente ocasionada pelos tratamentos, foi realizada somente quando a maioria das plantas já tinha espigas fertilizadas (80 dias após o plantio). As variáveis avaliadas foram: a área foliar medida através do integrador de área foliar; o número de folhas vivas no momento da coleta; a altura da planta medida do colo até a inserção da panícula.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão, desdobrando-se os graus de liberdade dos tratamentos em efeitos de regressão e ajustando equações para os casos em que os modelos matemáticos são significativos na análise de variância da regressão.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável altura das plantas aos 80 dias (ALT80), a equação foi ajustada considerando-se efeito linear e quadrático para N e K, além de suas interações, sendo significativa ao nível de 1% probabilidade e apresentando um elevado coeficiente de determinação (Tabela 1). Analisando a equação, pode-se verificar que o máximo para altura de plantas aos 80 dias foi 227 cm, que é obtido quando foram utilizadas a concentração máxima de N (280 mg L^{-1}) e mínima de K (0 mg L^{-1}), no cultivo anterior.

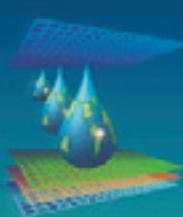
Tabela 1- Ajuste de equações para as variáveis: altura das plantas aos 80 dias após a semeadura (ALT80); área foliar (AF); número de folhas vivas (NFV), referentes ao crescimento vegetativo das plantas de milho sob efeito residual da fertirrigação da melancieira

Equação	F ¹	R ²
$\text{ALT80} = 2,063 - 0,00563N - 0,000991K + 2,280E-5N^2 + 9,953E-7K^2 + 4,061E-5NK - 1,539E-7N^2K - 4,684E-8NK^2 + 2,280E-5N^2 + 1,674E-10N^2K^2$	3,62**	0,8810
$\text{AF} = 3157,025 + 4,835N$	3,29 [#]	0,3045
$\text{NFV} = 10,224 + 0,00998N - 8,518E-5K - 4,345E-5NK - 5,925E-7N^2 + 1,467E-7N^2K$	2,00 [#]	0,8975

¹Teste F (Fisher - Snedecor), originário da análise de variância da regressão; ** e #: significativo ao nível de 1 e 10% de probabilidade, respectivamente.

SANTOS et al. (2011), estudando a produção de milho-verde em resposta ao efeito residual da adubação orgânica do quiabeiro, encontrou uma altura máxima de plantas de milho da variedade AG 1051 de 212,81cm. SILVA et al. (2010), ao estudarem o efeito das culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho em sistema de plantio direto, encontrou o valor máximo para altura entre 185 e 190 cm para o híbrido DKB-350, quando o mesmo foi semeado após o plantio da ervilhaca peluda, sendo que a altura foi medida do solo até a inserção da folha bandeira. Ambos os trabalhos apresentaram alturas menores que a encontrada neste estudo. No presente estudo observou-se visualmente que as plantas na casa de vegetação ficaram muito altas, talvez por competição por luz incidente predominante no teto da estufa, ou talvez por competição intraespecífica por luz, devido a disposição de duas plantas por vaso distanciadas de aproximadamente 15 cm uma da outra.

Para a área foliar (AF), a equação foi ajustada considerando-se apenas o efeito linear N, ao nível de 10% de probabilidade, com valor de coeficiente de determinação baixo de 30% , isso ocorreu devido ter sido observado apenas o efeito linear de N como significativo e que apenas esse efeito na regressão, representa mais de 30% da variação total dos dados, tendo em vista que os demais efeitos estudados não foram significativos (Tabela 1).

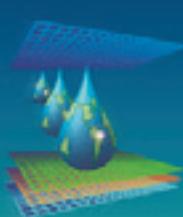


Observa-se que quanto maior for a concentração de N maior será a área foliar, no entanto, no estudo em questão a dose máxima para N foi de 280 mg L^{-1} , e a resposta obtida foi de um máximo de $4.510,95 \text{ cm}^2$ de área foliar. De acordo com a equação ajustada, a área foliar cresce à razão de $4,84 \text{ cm}^2$ para cada 1 mg L^{-1} de nitrogênio incrementado na solução do solo, até atingir o limite de 280 mg L^{-1} , valor máximo estudado na cultura da melancia.

CAMACHO et al. (1995), encontraram valores de área foliar no intervalo de 5.327 a $8.411 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$, as medidas foram realizadas 88 dias após o plantio, quando a cultura se encontrava em fase de enchimento de grãos, sendo superior ao valor obtido nesse experimento. As diferenças na área foliar das plantas podem ser oriundas de características genéticas, disponibilidade de água, luz, nutrientes ou simplesmente pelo fato da região semiárida onde este estudo foi desenvolvido reduzir a área foliar das plantas de milho, podendo essa teoria ser fortalecida ao comparar com o trabalho desenvolvido por BRITO et al. (2011), que estudou a redução de área foliar em plantas de milho na região tropical, obtendo um valor $7.179,55 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ para o híbrido NB 7253, logo após a fertilização das espigas quando as plantas se encontravam no estágio de desenvolvimento fenológico R₂, valor inferior aos resultados obtido por VIEIRA JÚNIOR et al. (2010), que estudaram genótipos de milho, incluindo variedades, híbridos simples, duplos, triplos e linhagens, em clima tropical de altitude, onde encontraram medidas de áreas foliares variando entre $1.128,56$ a $9.521,07 \text{ cm}^2$, com média de $7.537,33 \text{ cm}^2$, sendo que as folhas foram coletadas após dez dias do florescimento, momento em que cerca de 50% das anteras já estavam liberando pólen.

Para a variável número de folhas vivas (NFF), a equação foi ajustada considerando-se efeito linear para N e K e sua interação, e efeito quadrático para N com a interação deste efeito com o linear de K, sendo significativa ao nível de 10% de probabilidade e apresentando um coeficiente de determinação próximo a 90% (Tabela 1). Pode-se observar que a maior quantidade de folhas por planta foi superior a 10 unidades, ficando ajustada através da equação em um máximo de 10,64 folhas vivas por planta, que é obtida quando se usa uma concentração de N e K na solução do solo na cultura da melancia de 84 e 0 mg L^{-1} , respectivamente. MATA et al. (2011), ao estudarem a produção do milho híbrido simples DAS655 sob doses de esterco bovino, obteve um valor entre 12 e 14 folhas por planta aos 56 DAE.

Esses valores encontram-se acima do obtido neste estudo, que provavelmente serve como explicação para uma menor área foliar. Entretanto, deve-se observar que no estudos citado, as folhas foram coletadas quando as plantas estavam em estágios de desenvolvimento anteriores ao das plantas dessa pesquisa, onde as plantas já apresentavam folhas em estágio de



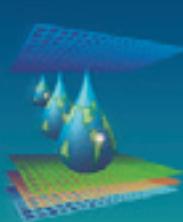
senescênci que, provavelmente deve ter reduzido comparativamente o número de folhas e a área foliar. Na cultura da melancia, também observou-se respostas para a maioria das variáveis de crescimento e desenvolvimento, no entanto a produção foi prejudicada por problemas na polinização.

CONCLUSÕES

O efeito residual da fertirrigação aplicada na cultura da melancia é uma prática viável para o cultivo do milho. A dose máxima de nitrogênio utilizada na cultura da melancia maximizou quase todas as variáveis estudadas no cultivo do milho, exceto o NFV, enquanto que, a quantidade de potássio inicialmente presente no solo foi suficiente para o desenvolvimento das plantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRITO, C. H.; SILVEIRA, D. L.; BRANDÃO, A. M.; GOMES, L. S.; LOPES, M. T. G. Redução de área foliar em milho em região tropical no brasil e os efeitos em caracteres agronômicos. **Interciencia**, Catanduva, v. 36, n. 4, p. 291-295, 2011.
- CAMACHO, R.G.; GARRIDO, O.; LIMA, M.G. Caracterizacion de nueve genotipos de maiz (*Zea mays L.*) en relacion a area foliar y coeficiente de extincion de luz. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.52, n. 2, p.294-298, 1995.
- COELHO, A. M. **Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 11 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 96).
- COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E.; PITTA, G.V.E., ALVES, V.M.C.; HERNANI, L.C. **Cultivo do milho: Nutrição e Adubação**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2002. 12p. (Comunicado Técnico, 44).
- MATA, J. F.; SILVA, J. C.; RIBEIRO, J. F.; VIEIRA, L. M. Produção de milho híbrido sob doses de esterco bovino. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 3, n. 3, 2011.
- RODRIGUES, D. N. B. **Lâminas de irrigação e doses de adubação potássica via fertirrigação, na cultura da Figueira no semiárido cearense**. Fortaleza, 2009, 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Ceará . UFC, Fortaleza, 2009.
- SANTOS, M. R.; SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C.; SALGADO, L. T.; VIDIGAL, S. M. Produção de milho-verde em resposta ao efeito residual da adubação orgânica do quiabeiro em cultivo subsequente. **Revista Ceres**, Viçosa, v.58, n.1, p.77-83, 2011.
- SILVA, D. A. da; VITORINO, A. C. T.; SOUZA, L. C. F. D.; GONÇALVES, M. C.; ROSCOE, R. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.5, n.1, 2010.
- VIEIRA JUNIOR, P. A., DOURADO NETO, D. U. R. V. A. L., ANTONIO, M. S. B., FANCELLI, L., MANFRON, P. A.; MARTIN, T. N.. Metodologia para estimativa da área foliar de genótipos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n.2, 2010.



MONITORAMENTO DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO NA SOLUÇÃO DO SOLO PARA CONTROLAR A FERTIRRIGAÇÃO¹

P. C. VIANA²; M. J. da SILVA JÚNIOR³; F. G. FREITAS JÚNIOR⁴; A. J. O.
TARGINO⁴; P. S. F. LINHARES⁴; A. T. F de BRITO⁴; J. G. A. LIMA⁵

RESUMO: O monitoramento da concentração dos nutrientes na solução do solo aparece como uma técnica promissora para o manejo adequado da fertirrigação. Objetivou-se com esse estudo monitorar o comportamento do potássio e do nitrogênio na solução do solo, aplicado via fertirrigação na cultura da melancia, por meio de extratores de cápsula porosa. O monitoramento da solução do solo foi feito a partir de extrações realizadas duas vezes por semana, após analisados os resultados obtidos eram calculados por meio de planilha eletrônica, obtendo-se assim a necessidade ou não de reposição de nutrientes ao solo via fertirrigação. O uso dos extratores de solução do solo permitiu manter os níveis de nitrogênio e potássio na solução do solo ao longo do ciclo da cultura da melancia, sendo observados valores de extração e reposição próximos aos aplicados. Os extratores de solução do solo constituidos de cápsula porosa mostraram-se ferramentas eficientes no monitoramento do potássio e do nitrogênio na solução do solo.

PALAVRAS-CHAVE: íons da solução do solo; *citrulus lanatus*; absorção de nutrientes.

MONITORING OF NITROGEN AND POTASSIUM IN SOIL SOLUTION TO CONTROL FERTIGATION

ABSTRACT: Monitoring of the concentration of nutrients in the soil solution appears as a promising technique for the proper management of fertigation. The objective of this study monitor behaving potassium and nitrogen in the soil solution, applied by fertigation on watermelon through porous cup extractors. The monitoring of soil solution was made from extractions performed twice a week, after analyzing the results were calculated using a spreadsheet, thus obtaining the necessity of replenishing nutrients to the soil through fertigation. The use of soil solution extractors allowed to keep the levels of nitrogen and potassium in the soil solution along the crop cycle Watermelon, observed values of extraction and replacement to next invested. The soil solution extractors are composed of porous capsule proved effective tools in monitoring of potassium and nitrogen in the soil solution.

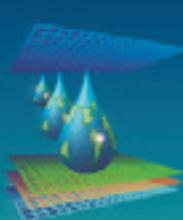
¹ Projeto financiado com recursos do CNPq e do PROAP/CAPES.

² Técnologa em Irrigação, Mestranda em Irrigação e Drenagem, DCAT, UFERSA, Caixa Postal 137, CEP 59625-300, Mossoró, RN. Fone (84) 96763792. e-mail: paulinhatmgm@hotmail.com.

³ Prof. Adjunto, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró, RN.

⁴ Estudante de graduação, bolsista IC, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró, RN.

⁵ Eng. Agrônomo, Mestrando em irrigação e drenagem, DCAT, UFERSA, Mossoró, RN.



KEYWORDS: Soil solution ions; *Citrulus lanatus*; nutrient absorption.

INTRODUÇÃO

A fertirrigação por ser uma estratégia de aplicação de nutrientes via água de irrigação, tem despertado cada vez mais os produtores a explorarem seu uso, no entanto torna-se necessário quantificar com precisão os nutrientes absorvidos pela planta, e monitorá-los a partir da solução do solo, evitando assim desequilíbrios nutricionais, desperdícios de fertilizantes por lixiviação e volatilização, ou muitas vezes salinizando e ou acidificando o solo.

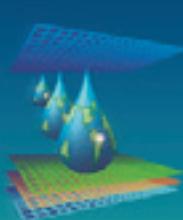
O elemento nitrogênio (N) é um nutriente bastante móvel no sistema solo-planta e se perde facilmente por lixiviação, volatilização e desnitrificação. Portanto, o parcelamento durante o ciclo das culturas e sua aplicação diretamente na zona efetiva do sistema radicular pode aumentar a eficiência de utilização desse nutriente (PAPADOPoulos, 1999). O potássio aumenta a resistência natural da parte aérea das hortaliças que tornam os tecidos mais fibrosos e resistentes às doenças fúngicas, inclusive ao acamamento e, principalmente, diminuindo efeitos negativos do excesso de N (FILGUEIRA, 2008).

Oliveira (2008) utilizou extratores de solução para monitoramento de nutrientes na solução do solo, considerando-os equipamentos precisos para tal finalidade, sendo que os mesmos auxiliam no manejo da fertirrigação, monitorando a dinâmica de íons em solução e permitindo a identificação de problemas causados por desequilíbrios nutricionais. Para determinar os teores de nitrato e potássio na solução do solo, Silva et al. (2003) utilizaram extratores de solução do solo, nestes a aplicação do vácuo era feita 12 horas após a irrigação, por meio de uma bomba de vácuo, promovendo uma tensão de aproximadamente 80 kPa. As soluções do solo eram retiradas das câmaras dos extratores aproximadamente 4 horas após a aplicação do vácuo.

Considerando o exposto e tendo em vista que a cultura da melancia é cultivada quase que essencialmente sob condições fertirrigadas, objetivou-se com esse estudo monitorar o comportamento do potássio e do nitrogênio na solução do solo, aplicado via fertirrigação, por meio de extratores de cápsula porosa.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de ambiente protegido em Mossoró-RN ($5^{\circ}12'03''$ LS; $37^{\circ}19'37''$ LO; 12 m). O estudo foi desenvolvido em vasos com capacidade de 50 L, usando solo de textura argilosa (cambissolo). Para definição dos tratamentos foram adotados 5 níveis de concentração de nitrogênio-nitrato e cinco níveis de concentração de



potássio, na solução do solo, formando 13 tratamentos, saber: 0-0, 0-120, 0-240, 165-60, 165-180, 330-0, 330-120, 330-240, 495-60, 495-180, 660-0, 660-120, 660-240 mg L⁻¹. O nível zero foi definido como o valor da concentração de N-NO₃ e K encontrada na solução do solo sob condições naturais.

O delineamento experimental foi o inteiramente aleatorizado com quatro repetições, totalizando 52 parcelas com dois vasos, onde em cada vaso foram transplantadas duas mudas de melancia (*Citrullus lanatus*) variedade “Leopard”, totalizando 208 plantas.

Foi utilizado sistema de irrigação por gravidade, com vazão de 1,8 L h⁻¹, com um emissor por vaso do tipo espuague, cujo manejo foi realizado através do uso de tensímetros. As fertirrigações foram realizadas manualmente, e a solução do solo foi obtida mediante o uso de extratores de solução instalados a 0,15 m de profundidade, coletada em intervalos de 3 a 4 dias entre fertirrigações. No laboratório determinaram-se as concentrações de nitrato e potássio, sendo as de nitrato realizadas com o uso de eletrodo de íons específicos, enquanto as de potássio foram realizadas através da fotometria de emissão de chamas. Através das análises dos íons e das leituras tensiométricas, as concentrações dos íons foram corrigidas para a umidade da capacidade de campo para em seguida calcular o volume de solução de fertirrigação, através da equação conforme demonstrado em Silva Júnior, (2008).

$$NI = (U_{cc} - U_a) \times m_s \quad (3)$$

$$T_{ir} = \frac{NI}{1,76} \times 60 \quad (4)$$

em que:

NI- Necessidade de irrigação, L;

U_{cc} - Umidade do solo na capacidade de campo, kg kg⁻¹;

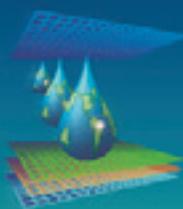
U_a - Umidade atual do solo, kg kg⁻¹;

m_s - Massa de solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade no vaso.

T_{ir} - Tempo de irrigação, minutos;

O volume de solução aplicado em cada evento de fertirrigação foi o suficiente para elevar a umidade atual do solo à umidade da capacidade de campo. Utilizaram-se como fertilizantes os seguintes produtos: nitrato de cálcio, cloreto de potássio, fosfato monobásico de potássio, nitrato de potássio, ácido nítrico, cloreto de cálcio, sulfato de magnésio e ácido fosfórico como fonte de macronutrientes e sulfato de cobre, molibdato de sódio, ácido bórico, sulfato de zinco e ferro EDTA, como fontes de micronutrientes.

RESSULTADOS E DISCUSSÃO



Nas Figuras 1, estão apresentadas as variações ocorridas nas concentrações de nitrogênio e potássio na solução do solo e reposições desses nutrientes em fertirrigação. Observa-se que houve uma pequena variação nas concentrações principalmente na segunda metade do ciclo. Isso deve ter ocorrido devido às coletas constantes e em pequenos intervalos de tempo, observando em cada tratamento a redução ou não do nutriente na solução do solo e repondo apenas o necessário para manter a concentração de cada tratamento.

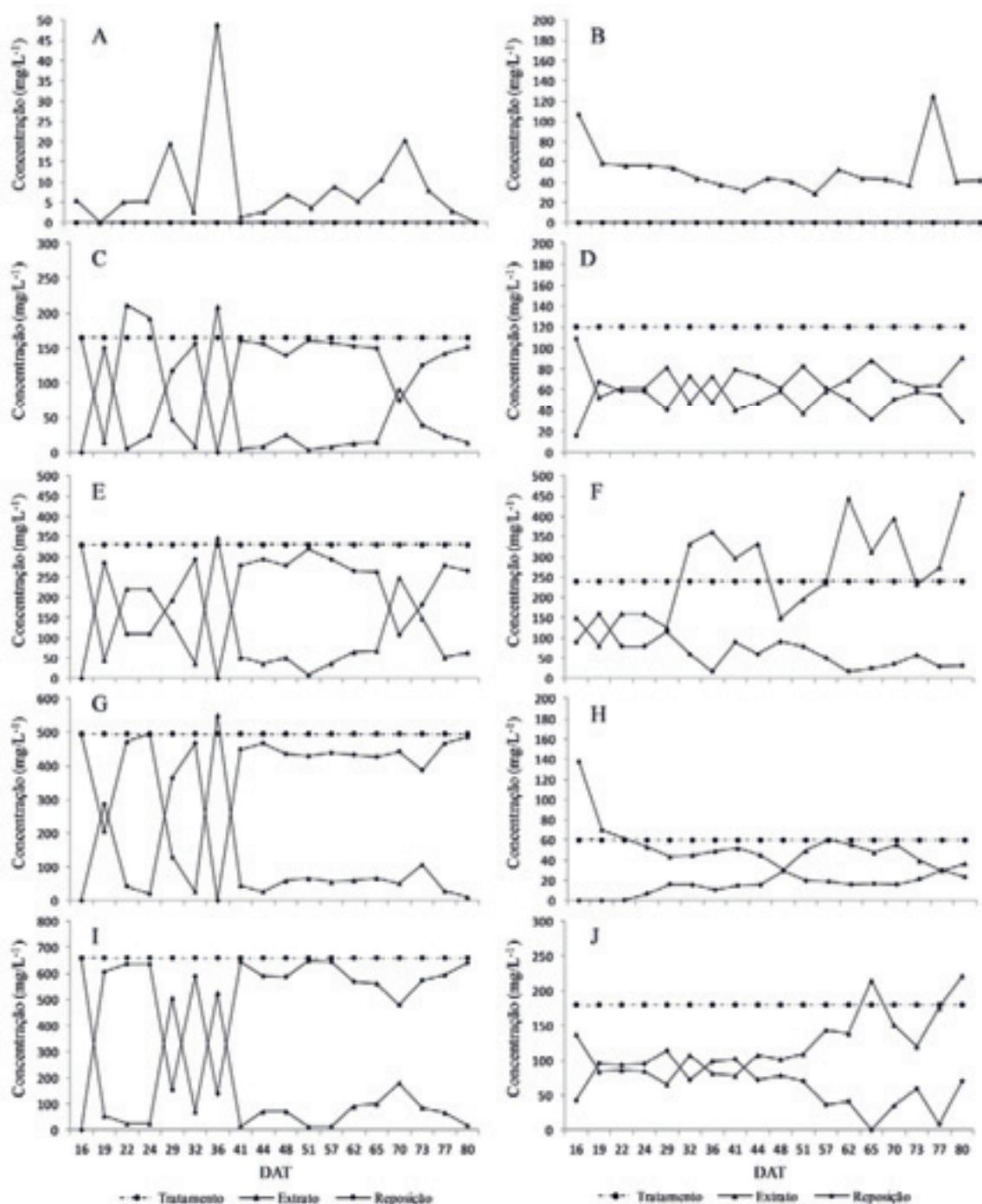
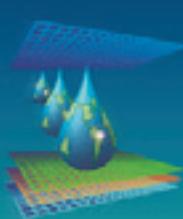


Figura 1. Monitoramento da solução do solo ao longo do ciclo e reposição em fertirrigação da concentração de nitrogênio e potássio, sendo A, C e E ($N=0$; 165 ; 330 mg L^{-1} , respectivamente), B, D e F ($K=0$; 60 ; 120 mg L^{-1} , respectivamente).



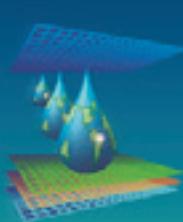
Na Figura 1A e B, observa-se que a variação das concentrações de nitrogênio e potássio na solução do solo ultrapassaram os valores do tratamento (0 mg/L^{-1}). Apesar de o tratamento não ter fornecido potássio, os valores observados foram superiores ao observado nos tratamentos que receberam valores de K (Figura 1D), isso deve ter ocorrido devido alto teor de K ($217,2 \text{ mg dm}^{-3}$) presente no solo. Souza et al. (2012), também observou esse comportamento para o fósforo monitorado por extratores de solução e em tratamento que não receberam o nutriente por meio de fertirrigação comparado aos que receberam o nutriente.

As concentrações de N na solução do solo variaram bastante em cada tratamento durante o ciclo, isso ocorre devido a sua alta mobilidade no solo, e sua capacidade de acompanhar o fluxo da água. Salomão et al. (2012), utilizando extratores de cápsula porosa e monitorando a mobilidade de íons na solução do solo em citrus fertirrigado, verificou maiores concentrações de N-NO_3 na maior distância horizontal entre o extrator e o emissor, evidenciando que o seu caminhamento acompanha a frente de avanço da água até o extremo do bulbo molhado.

Os valores de extração por sua vez, foram próximos das doses aplicadas, vindo em contra partida com os resultados obtidos por Gonçalves et al. (2008) e Miranda et al. (2005) os quais verificaram que íons de potássio não acompanham a frente de molhamento do solo, sendo este fato atribuído à adsorção desses íons nos coloides do solo, deixando-o pouco livre em solução. Essa divergência de resultados pode ser explicada por Costa et al. (2000) que realizando estudos com extratores de cápsula porosa afirmam que o sistema extrator avalia alterações da concentração dos íons no meio onde está inserido.

Embora muitas vezes os níveis de N-NO_3 e K^+ na solução do solo terem sofrido variações ao longo de cada coleta, nota-se ao avaliar os valores de reposição, que foi possível manter os níveis adequados dos tratamentos, principalmente para o nitrogênio que apresenta-se como um elemento bastante móvel, perdendo-se facilmente por lixiviação, isso pode ter ocorrido devido a aplicação direta do nutriente na zona radicular, bem como as fertirrigações constantes. Segundo Lao et al. (2004) reforçam que os níveis dos nutrientes da solução do solo devem ser conhecidos para estabelecer a aproximação apropriada ao manejo dos nutrientes.

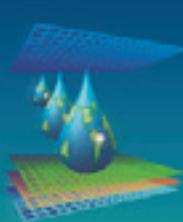
CONCLUSÃO



A manutenção das concentrações de nitrogênio e potássio na solução do solo, foi visível em quase todos os tratamentos, isso ocorreu devido fertirrigações frequentes e monitoramento constante através dos extratores de solução do solo constituídos de cápsula porosa que mostraram-se ferramentas eficientes, sendo capazes de mostrar a mobilidade dos íons no solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COSTA, A. C. S.; SUZUKI, A. A.; LIBARDI, P. L.L; PINTRO, J. C.; TORMENA, C. A.; SOUZA JUNIOR, I. G.; SENGIK, E. Extração de K⁺ e Na⁺ por cápsulas de cerâmica porosa. *Acta Scientiarum*, v. 22, n .4, p.1023-1029, 2000.
- FILGUEIRA, F. A. R. Novo Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3 ed. Vicos, UFV, 2008. p. 342-348.
- OLIVEIRA, F. A. **Manejo da Fertirrigação para a cultura do melão utilizando extratores de solução do solo.** 2008. 108 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2008.
- PAPADOPoulos, I. Fertirrigação: situação atual e perspectivas para o futuro. In: FOLEGATI, M.V. (Coord.). **Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças.** 1 ed. Guaíba: Agropecuária, 1999. cap. 1, p. 11-154.
- SALOMÃO, L. C.; SOUZA de, T. R.; BÔAS, R. L. V.; ANDRADE de, T. F.; FORATTO, L. C.; SANTOS, A. J. M. Posicionamento de extratores de cápsula porosa em solo arenoso na citricultura fertirrigada por gotejamento. *Irriga*, Botucatu, v. 17, n. , p. 469 - 480, out - dez, 2012.
- SILVA, E. F. F.; DUARTE, S.N.; FOLEGATTE, M.V.; ROJAIS, E.G. Utilização de testes de rápidos e extratores de solução do solo na determinação de nitrato e potássio. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 460-467, 2003.
- SOUZA, T. R.; BÔAS, R. L. V.; QUAGGIO, J. A.; SALOMÃO, C. S.; FORATTO, L. C. Dinâmica de nutrientes na solução do solo em pomar fertirrigado de citros. *Revista de Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.47, n.6, p.846-854, jun. 2012.



**AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DA
BETERRABA SOB IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR COM ÁGUA SALINA NO
AGRESTE ALAGOANO¹**

M. P. M. A. Pinheiro²; D. P. dos Santos³; P. A. V. Lima⁴; J. C. Santos⁵; D.C. Silva³; M. C.
P. de Souza³; P. T. Carneiro⁶

RESUMO: A beterraba é uma tuberosa de importância socioeconômica, e possui alta tolerância à salinidade, uma capacidade de se desenvolver e completar seu ciclo em um substrato com elevadas concentrações de sais solúveis. O experimento foi conduzido no período de março a maio de 2010, em Arapiraca - AL. Objetivou-se avaliar o desenvolvimento inicial da beterraba sob diferentes níveis de salinidade no Agreste Alagoano. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos utilizados corresponderam aos níveis de salinidade a 1 dS m⁻¹ (S1), 2 dS m⁻¹ (S2), 3 dS m⁻¹ (S3), 4 dS m⁻¹ (S4) e 5 dS m⁻¹ (S5). Neste estudo a avaliação ocorreu nas características morfológicas de fitomassa fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular. Contudo, foi observado que número de folhas não sofreu alteração pelo nível de salinidade, e com a variável mais sensível fitomassa fresca do sistema radicular a beterraba foi classificada como moderadamente tolerante a uma condutividade elétrica de 4,18 dS m⁻¹ para um rendimento mínimo de 90%.

PALAVRAS-CHAVES: *Beta vulgaris*, condutividade elétrica, culturas tolerantes.

¹ Trabalho desenvolvido durante disciplina na Universidade Federal de Alagoas – UFAL.

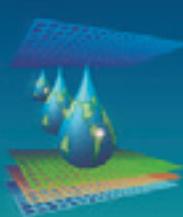
² Mestranda, Universidade Estadual de São Paulo – UNESP – Botucatu, Caixa Postal 237, CEP 18610-307, Botucatu, SP. Fone (14) 38117165. e-mail: medeiros@yahoo.com.br

³ Mestrando, Universidade Federal de Alagoas - Campus Arapiraca, Arapiraca, AL.

⁴ Agrônomo UFAL – Campus Arapiraca, Arapiraca, AL.

⁵ Doutorando, Universidade Estadual de São Paulo – UNESP – Jaboticabal

⁶ Prof. Doutor, UFAL – Campus Arapiraca, Arapiraca, AL.



EVALUATION OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF SUGAR IN INITIAL SUPPLEMENTAL IRRIGATION WITH SALINE WATER IN AGRESTE ALAGOANO

SUMMARY: The beet is a tuberous socioeconomic importance, and has high salt tolerance which is the ability to develop and complete its life cycle on a substrate containing high concentrations of soluble salts. The experiment was conducted in the period March-May 2010 in Arapiraca - AL. Objective was to evaluate the initial development of beet under different levels of salinity in the arid zone Alagoas. The experimental design was randomized blocks with five treatments and four replications. The treatments corresponded to salinity levels to 1 dS m⁻¹ (S1), 2 dS m⁻¹ (S2), 3 dS m⁻¹ (S3), 4 dS m⁻¹ (S4) and 5 dS m⁻¹ (S5). This study was to evaluate the morphological characteristics of the fresh and dry shoot and root system. However, it was observed that the number of leaves did not change the level of salinity, and the most sensitive variable biomass fresh root beet was classified as moderately tolerant to an electrical conductivity of 4.18 dS m⁻¹ for a minimum income 90%.

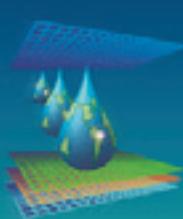
KEYWORDS: *Beta vulgaris*, electrical conductivity, tolerant crops.

INTRODUÇÃO

A beterraba (*Beta vulgaris* L.) é uma planta herbácea da família das Quenopodiáceas, por Cronquist, ou das Amarantáceas, pela APG, Grupo de Filogenia das Angiospérmicas.

As plantas sofrem com a quantidade de sais presentes na água de irrigação e na solução do solo. A capacidade destes organismos em tolerar sais é determinada pelas múltiplas vias bioquímicas que promovem a retenção e/ou a aquisição de água (ESTEVES & SUZUKI, 2008), resguardando as funções fotossintéticas e conservando a homeostase iônica da célula; plantas halófitas como a beterraba possuem mecanismos naturais que as tornam tolerantes, porém a escassez de trabalhos referentes à capacidade da planta em suportar o excesso de sais, não oferecem ao produtor conhecimento necessário para um manejo correto em áreas salinas, sendo preciso o aumento das pesquisas para essa cultura.

Solos e águas afetados por sais são encontrados extensivamente nas regiões de clima árido e semi-árido sob condições naturais, entretanto, os maiores problemas de salinidade na



agricultura se devem ao resultado das atividades agrícolas (Richards, 1954; Daker, 1984; Rhoades et al., 1999).

Quanto à tolerância a salinidade, a beterraba vermelha (hortícola) é classificada como moderadamente tolerante e a beterraba açucareira, como tolerante (Ayes & Westcot, 1991; Ricci et al., 2000). Dessa forma são importantes os estudos que visem avaliar a sensibilidade das espécies ao estresse salino.

Com este trabalho, objetivou-se avaliar desenvolvimento inicial da beterraba sob diferentes níveis de salinidade no Agreste Alagoano.

MATERIAL E MÉTODOS

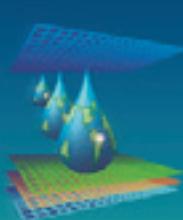
O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Alagoas - *Campus Arapiraca*, no período de março a maio de 2010. A cultivar utilizada foi a “Early Wonder” semeada em bandejas com 200 células usando como substrato casca de arroz e húmus de minhoca na proporção 1:1, as mudas foram irrigadas com água de $\text{CEa} = 0,420 \text{ dS m}^{-1}$, durante 25 dias, posteriormente, foram transplantadas para os recipientes.

Durante o experimento houve precipitações durante dois dias (média de 4,31 mm), quando isso ocorria o volume percolado era descartado e era aplicado o volume do dia anterior.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições totalizando 20 parcelas. Os tratamentos aplicados foram cinco níveis de salinidade da água de irrigação a 1 dS m^{-1} (S1), 2 dS m^{-1} (S2), 3 dS m^{-1} (S3), 4 dS m^{-1} (S4) e 5 dS m^{-1} (S5).

Para receber as plântulas foram utilizadas 40 recipientes com dreno, nos foram colocados 2 Kg de solo (arenoso-argiloso) mesclado com casca de arroz numa proporção de 9:1. Oito dias após o transplante foram iniciados os tratamentos, utilizando-se uma fração de lixiviação 0,20; a irrigação seguinte foi determinada utilizando como base a coleta do volume percolado da aplicação daquele dia.

A avaliação foi realizada 27 dias após o transplantio (DAT), com um total de 14 aplicações consecutivas, em uma parcela útil de 20 mudas, foram analisados: número de folhas (NF), altura da plântula (AP), diâmetro do colo (DC), comprimento do sistema radicular (CSR), fitomassa fresca da parte aérea (FMFPA), fitomassa fresca da raiz (FMFR), fitomassa seca da parte aérea (FMSPA), fitomassa seca do sistema radicular (FMSSR),



fitomassa fresca total (FMFT), fitomassa seca total (FMST) e área foliar (AF). Para as avaliações foram utilizados: régua graduada, paquímetro, medidor de área foliar LI 3100, estufa com circulação de ar (temperatura de 65°C, durante 48 horas) e balança analítica. A análise estatística foi realizada pelo SISVAR, por meio do teste Tukey (1 e 5%) e regressão (linear e quadrática).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado que, quase todas as variáveis tiveram pouco desenvolvimento nos tratamentos com maior CEa, com exceção do NF, que permaneceu igual em todos os tratamentos. Um efeito da salinidade observado nas mudas foi em relação às folhas, pois as plantas irrigadas com os níveis mais altos (S4 e S5) apresentaram-se mais grossas e menos flexíveis, podendo ter sido um mecanismo de adaptação da cultura ao estresse salino como forma de reduzir a taxa de transpiração. Segundo (Tester & Davenport, 2003) entre os mecanismos de adaptação ao estresse salino constam alterações morfológicas e anatômicas nas plantas como redução do tamanho de folhas que reduzi a transpiração, estas alterações ocorrem como consequência do aumento da pressão osmótica gerado pela água de irrigação.

Para cada variável foi determinado o decréscimo entre S1 e S5, a variável FMFSR obteve o maior decréscimo com 30,44%, seguida por AF, com um decréscimo de 24%, visualizado na Tabela 1 para S5. De acordo com Souza (1995), a redução da aérea foliar foi, provavelmente, devido ao descimento do volume de células provocado aumento da concentração total de solutos na folha, que gerou um ajustamento osmótico das células, impedindo assim que as plantas possam absorver água (Tester & Davenport, 2003).

Usando a classificação de MAAS (1984), a variável mais sensível a salinidade foi a FMFT, nesse trabalho foi determinado uma CEa máxima de $4,18 \text{ dS m}^{-1}$ para um rendimento mínimo de 90%, o que classifica a beterraba como moderadamente tolerante.

De acordo, com a Tabela 2 os valores de FMFT e FMST para uma condutividade elétrica de 5 dS m^{-1} foram inferiores aos demais níveis de salinidade. Dentre os níveis não houve significância para FMFT, enquanto para a FMST houve significância a 1%. A FMFPA e FMSPA foram significativos entre os tratamentos a 5% e 1%, respectivamente. Dentre as variáveis analisadas neste trabalho apenas a AP, DC, AF, CSR, FMST e FMSPA foram significativas para a regressão quadrática com coeficiente de determinação (R^2) 43,6%, 46,20%, 69%, 65,61%, 46% e 42,16%.

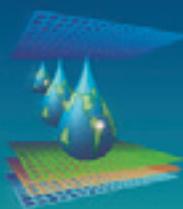


Tabela 1. Resumo de análise de variância e médias para altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas, área foliar e comprimento do sistema radicular da variedade de beterraba irrigado com águas de diferentes níveis de salinidade

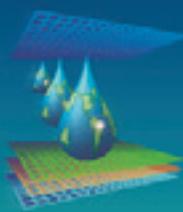
Fontes de variação	GL	Valores de Quadrados Médios				
		AP	DC	NF	AF	CSR
Salinidade	4	3,9479*	0,0136 ^{NS}	0,6750 ^{NS}	60,9585*	9,7346 ^{NS}
Reg. Linear	1	0,2993 ^{NS}	0,0016 ^{NS}	0,4000 ^{NS}	3,1416 ^{NS}	4,1667 ^{NS}
Reg. Quadrática	1	6,55828*	0,0236*	0,0000 ^{NS}	165,1548**	21,3408*
Desvio Regressão	2	4,44546*	0,0147 ^{NS}	1,1500 ^{NS}	37,7690 ^{NS}	6,7154 ^{NS}
Bloco	3	1,0297 ^{NS}	0,0048 ^{NS}	0,3333 ^{NS}	27,5989 ^{NS}	13,4715 ^{NS}
Resíduo	12	0,8441	0,0044	0,3750	17,5566	4,0650
CV (%)		8,19	27,28	16,55	24,63	18,41
Médias						
		Cm	mm	folhas planta ⁻¹	cm ²	cm
S ₁ (1,0 dS m ⁻¹)		10,6250	0,3250	3,7500	15,6050	10,1675
S ₂ (2,0 dS m ⁻¹)		11,1675	0,1625	3,0000	15,7500	12,7250
S ₃ (3,0 dS m ⁻¹)		11,2500	0,2250	4,0000	21,4175	10,8750
S ₄ (4,0 dS m ⁻¹)		12,8325	0,2500	4,0000	20,4125	12,1675
S ₅ (5,0 dS m ⁻¹)		10,2250	0,2500	3,7500	11,8725	8,8325

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, ^{NS} não significativo

Tabela 2. Resumo de análise de variância e médias para fitomassa fresca da parte aérea, fitomassa seca da parte aérea, fitomassa fresca do sistema radicular, fitomassa seca do sistema radicular, fitomassa fresca total e fitomassa seca total da variedade de beterraba irrigado com águas de diferentes níveis de salinidade

Fontes de variação	GL	Valores de Quadrados Médios					
		FMFT	FMST	FMFPA	FMSPA	FMFSR	FMSSR
Salinidade	4	0,0814 ^{NS}	0,0070**	0,0093*	0,0059**	0,0755 ^{NS}	0,0001 ^{NS}
Reg. Linear	1	0,0555 ^{NS}	0,000003 ^{NS}	0,0021 ^{NS}	0,000003 ^{NS}	0,0360 ^{NS}	0,0000 ^{NS}
Reg. Quadrática	1	0,2004 ^{NS}	0,0129**	0,0005 ^{NS}	0,0100*	0,2212 ^{NS}	0,0002 ^{NS}
Desvio Regressão	2	0,0348 ^{NS}	0,0075**	0,0173**	0,0069**	0,0224 ^{NS}	0,0001 ^{NS}
Bloco	3	0,3496 ^{NS}	0,0015 ^{NS}	0,0041 ^{NS}	0,0014 ^{NS}	0,4151 ^{NS}	0,000005 ^{NS}
Resíduo	12	0,3422	0,0010	0,0025	0,0009	0,3267	0,000005
CV (%)		30,14	15,15	27,66	28,66	32,49	27,26
Médias							
		g	G	g	G	g	G
S ₁ (1,0 dS m ⁻¹)		1,9325	0,1925	1,7000	0,1525	0,2325	0,0400
S ₂ (2,0 dS m ⁻¹)		1,9725	0,1850	1,8600	0,1475	0,1125	0,0375
S ₃ (3,0 dS m ⁻¹)		2,0375	0,2300	1,8200	0,1800	0,2175	0,0500
S ₄ (4,0 dS m ⁻¹)		2,0600	0,2625	1,8700	0,2200	0,1900	0,0425
S ₅ (5,0 dS m ⁻¹)		1,7025	0,1550	1,5450	0,1175	0,1575	0,0375

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, ^{NS} não significativo

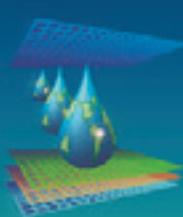


CONCLUSÕES

A beterraba foi classificada como moderadamente tolerante a uma condutividade elétrica de $4,18 \text{ dS m}^{-1}$ para um rendimento mínimo de 90%. A fitomassa fresca do sistema radicular foi variável mais afetada com o aumento da salinidade da água de irrigação, e o número de folhas não sofreu alteração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p.
- DAKER, A. A Água na Agricultura: Irrigação e Drenagem. 6.ed. v.3. Rio de Janeiro: Freitas Basto, 1984. 543p.
- ESTEVES, B. S.; SUZUKI, M. S. Efeito da salinidade sobre as plantas. *Oecologia Brasiliensis*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 662-679, 2008.
- MAAS, E. V. Salt tolerance of plants. Applied Agricultural Research, New York, v.1. p.12-36, 1984.
- RHOADES, J. D.; CHANDUVI, F.; LESCH, S. Soil Salinity Assessment: Methods and interpretation of electrical conductivity measurements. Rome: FAO, 1999. 150p. (Irrigation and drainage) Paper n.57.
- RICCI, M. dos S. F.; ALMEIDA, D. L. DE; FERNANDES, M. do C. A.; RIBEIRO, R. DE L. D.; CANTANHEIDE, M. C. dos S. Efeitos da solarização do solo na densidade populacional da tiririca e na produtividade de hortaliças sob manejo orgânico. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.11, p.2175-2179, 2000.
- RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington D.C.: US Department of Agriculture, 1954. 160p.
- TESTER, M.; DANVENPORT, R. Na^+ tolerance and Na^+ transport in higher plants. Annals of Botany, v.91, 2003. p.503-527.



PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE *Artemisia annua* L. SOB DIFERENTES DISPONIBILIDADES HÍDRICAS

D. S. ALVES¹, P. A. A. MARQUES², J. V. JOSÉ³, H. S. ROCHA⁴,
M. A. C. M. AMARAL⁴, L. C. SANTOS³

RESUMO: Apesar da importância de *Artemisia annua* L. como a única fonte antimalárica, pouco se sabe sobre os efeitos do estresse biótico e abiótico na produção de fitomassa. Com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes lâminas de água na produção de fitomassa de *Artemisia annua* L., foi conduzido experimento em casa de vegetação na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", situada no município de Piracicaba, SP. Utilizou-se o delineamento inteiramente aleatorizado com cinco tratamentos e cinco repetições. Cada tratamento foi constituído por diferentes níveis de disponibilidade hídrica no solo, correspondentes aos desniveis de 0,00; 0,10; 0,20; 0,30 e 0,40 m. Observou-se que os tratamentos aplicados influenciaram significativamente os parâmetros de produção avaliados. Para o maior potencial da água no solo, houve redução de 27,15% na massa seca de folhas em relação ao tratamento sem déficit.

PALAVRAS-CHAVE: potencial da água no solo, parâmetros produtivos, artemísia.

PRODUCTION OF BIOMASS OF *Artemisia Annua* L. UNDER DIFFERENT WATER AVAILABILITY

ABSTRACT: *Artemisia annua* L. is known as the single source for development of antimalarial drugs, however, there is little knowledge about the response of plant biomass production under conditions of biotic and abiotic stress. With the objective of evaluating the effect of different depth of water on biomass production of *Artemisia annua* L., an experiment was conducted in a greenhouse at the College of Agriculture "Luiz de Queiroz", located in Piracicaba, SP - Brazil. We used a completely randomized design with five replications. The treatments consisted of five levels (h) of water deficit, characterized by soil water potential corresponding to height differences of 0.00, 0.10, 0.20, 0.30 and 0.40 m, respectively. It was observed that the treatments applied had influence significantly in the production parameters evaluated. The greatest potential for soil water afforded a reduction of 27.15% in the dry mass of leaves in relation to the treatment without deficit.

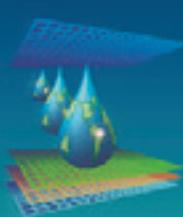
KEYWORDS: water potential in the soil, production parameters, artemisia.

¹ Eng. Agrônomo IAPAR – Doutorando ESALQ/USP, Piracicaba-SP. E-mail: danielsoares31@yahoo.com.br. Fone: (0xx19) 3447.8578

² Prof. Doutora ,INCTEI -ESALQ/USP Piracicaba – SP, paamarques@usp.br

³ Doutorando ESALQ/USP Piracicaba – SP,jfvieira@usp.br, lucas.cs21@usp.br

⁴ Mestrando ESALQ/USP Piracicaba – SP,hermessrocha@usp.br, marcosamaral@usp.br



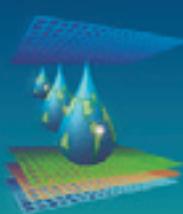
INTRODUÇÃO: A Artemísia (*Artemisia annua* L.) é uma planta originária da China, utilizada há séculos como medicamento para o controle da febre. Na década de 1970, a espécie ganhou destaque com o isolamento de um princípio ativo (artemisinina), presente nas folhas, que apresentou ação antimalárica, tornando-a um medicamento muito eficaz na restauração da consciência em pacientes em coma, vítimas da malária cerebral (KLAYMAN, 1985).

No Brasil, as pesquisas para a Artemísia, têm como objetivo maior adaptá-la às condições tropicais pelo estudo da reprodução, seleção de genótipos de florescimento tardio assim como híbridos com boa produção de biomassa e artemisinina. Esses estudos tiveram início na década de oitenta e se estendem até os dias atuais visando à produção de artemisinina (MAGALHÃES, 1996). No entanto, há uma carência de trabalhos que demonstrem o efeito produtivo oriundo da adoção de tecnologias como a irrigação.

A irrigação é uma das técnicas que pode viabilizar o cultivo da Artemísia em diferentes condições climáticas. Contudo, as preocupações com a implantação e o manejo da irrigação são fatores que ponderam a adoção desta técnica. Estudos recentes têm indicado que plantas de qualidade podem ser obtidas por meio de sistemas de reduzida irrigação (MORVANT et al., 1998). A deficiência de umidade altera vários processos bioquímicos e fisiológicos, induzindo diferentes respostas das plantas tais como: fechamento estomático, declínio na taxa de crescimento, acúmulo de solutos e substâncias antioxidantes e expressão de genes específicos de estresse (SINGH-SANGWAN et al., 1994). Plantas medicinais da família Asteraceae apresentaram diferentes respostas quando submetidas às condições de déficit hídrico. Como exemplo, Marchese et al. (2010) ao estudar o efeito do déficit hídrico na produção de *Artemisia annua* L., observaram que o déficit hídrico de 38 horas sem irrigação levou ao aumento significativo no teor de artemisinina sem alterar a produção de biomassa. Por outro lado, Bortolo et al. (2009) verificaram que diferentes lâminas de irrigação afetaram a produção de calêndula (*Calendula officinalis* L.), dado que reduz a produção de flores quanto maior for o déficit hídrico, sem no entanto, alterar o teor de flavonóides.

O objetivo deste experimento foi estudar o efeito da disponibilidade hídrica a partir de diferentes desniveis entre reservatório e sistema de irrigação nos componentes de produção de *Artemisia annua* L.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido em casa de vegetação na área experimental do Departamento de Engenharia de Biossistemas, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, situada no município de Piracicaba, SP, nas coordenadas geográficas: 22° 42' 40" de latitude Sul; 47° 37' 45" de longitude Oeste e 547 metros de altitude, no período de 16 de maio a 04 de agosto de 2012.



A semeadura foi realizada em bandeja de plástico de 20 litros, contendo substrato comercial Plantmax®-HT. Após a emergência, foi feito o raleio das mudas à medida que estas cresciam, as quais foram irrigadas duas vezes ao dia por aspersão. As plantas permaneceram em câmara úmida durante sete dias. Após este período foram colocadas ao sol por mais quatro dias, visando aclimatação das plantas.

O transplantio das mudas foi feito para vasos plásticos com capacidade de 15 L, em um Nitossolo Vermelho Distroférrico, cuja caracterização físico-química é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização físico-química do solo utilizado no experimento

Areia	Silte	Argila	pH	MO*	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	P	S	Cu	Zn	Fe
			g kg ⁻¹		mg kg ⁻¹	mg dm ⁻³			mmolc dm ⁻³				
510	140	360	5,0	15	0	26	10	183,3	4	10	3,5	1,1	25

*matéria orgânica

O solo foi peneirado em malha de 4 mm, homogeneizado, seco ao ar, corrigidos os níveis de fertilidade segundo recomendações de Raij et al. (2001), e disposto no interior dos vasos sobre uma camada de pedra brita de 0,02 m de diâmetro e pedra brita nº1, além de uma manta geotêxtil (BIDIM OP – 30).

O delineamento experimental foi o inteiramente aleatorizado, com cinco repetições e cinco tratamentos, totalizando 25 parcelas experimentais, sendo cada parcela constituída de uma planta por vaso e os tratamentos consistiram dos desniveis de 0; 0,10; 0,20; 0,30 e 0,40 m, respectivamente.

Os dados de umidade volumétrica foram ajustados conforme modelo proposto por van Genuchten (1980), conforme ajuste apresentado na equação 1.

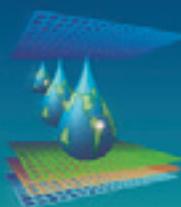
$$\theta = 0,2618 + \frac{0,3833}{[1 + (0,4729.\psi_m)^{2,0195}]^{1,7587}} \quad (r^2 = 0,997) \quad (1)$$

em que:

θ = umidade do solo, em $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$; e

ψ_m = potencial matricial, em kPa.

O sistema de irrigação foi dimensionado de forma a limitar a oferta de água para as plantas de acordo com o desnível (h) entre o reservatório de água e as parcelas experimentais. Dessa forma, os reservatórios tinham mantidos os níveis de água constantes, ao longo do tempo; e para evitar o rompimento da coluna de água formada, nos emissores das parcelas foram utilizadas cápsulas porosas e todas as unidades experimentais apresentavam-se ao mesmo nível no interior da casa de vegetação. Sendo assim, à medida que era estabelecido uma altura do reservatório de água, esta gerava uma tensão; transmitida à cápsula porosa, que por sua vez limitava até aquela determinada coluna de água a disponibilidade de água no solo para as parcelas experimentais do respectivo tratamento (Figura 1).



O monitoramento meteorológico foi obtido com sensores de radiação global (modelo CM3 Kipp&Zonen[®]), temperatura e umidade relativa do ar (termohigrômetro – modelo HMP45C da Vaisala[®]).

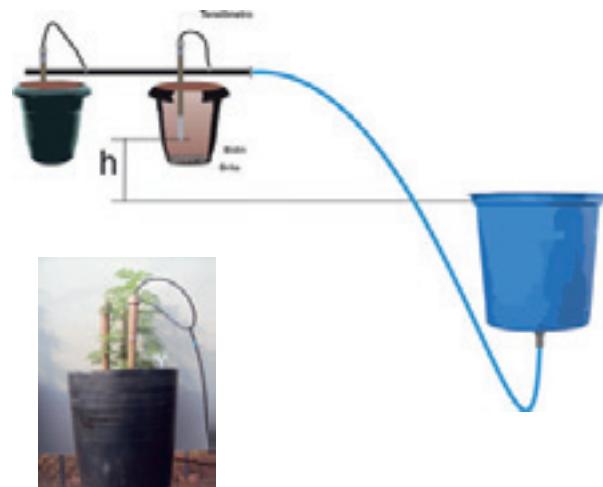


Figura 1. Ilustração do sistema proposto para a irrigação da cultura.

Os efeitos dos níveis de estresse hídrico foram estudados mediante a análise de variância e as médias das variáveis avaliadas foram comparadas pelo teste de Duncan ($p<0,05$). O software R, versão 2.2.1 (R. DEVELOPMENT CORE TEAM, 2010), foi utilizado para análise dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A variação de temperatura do ar (máxima e mínima) e umidade relativa no interior da casa de vegetação durante o período do experimento, de 16 de maio a 04 de agosto de 2012 (81 DAP) está apresentada na Figura 2.

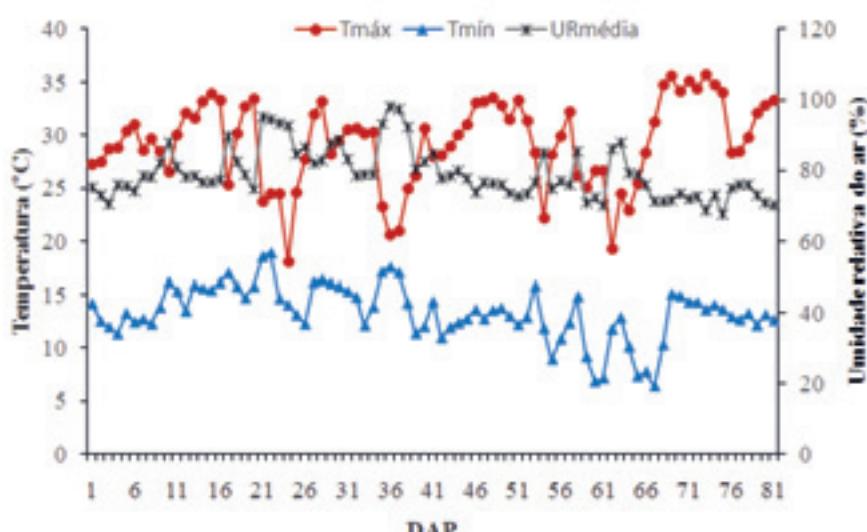
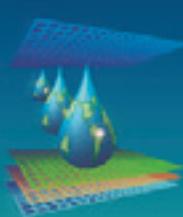


Figura 2. Temperaturas máxima, mínima e umidade relativa do ar verificadas durante o período experimental.

Durante o período experimental, a maior temperatura registrada foi de 35,65 °C e a menor 6,36 °C, enquanto a amplitude média diária da temperatura foi de 15,88 °C. A umidade relativa média observada no período foi de 78,88%. A evapotranspiração de referência acumulada no



interior da casa de vegetação, estimada pelo método de Penman-Monteith FAO, foi de 131,87 mm e com média de 1,63 mm.dia⁻¹.

De acordo com a análise da variância (Tabela 2), verifica-se que ocorreu efeito significativo ($p > 0,05$) das lâminas de irrigação sobre à altura de plantas, diâmetro do caule, massa seca de folhas, massa seca do caule e massa seca total.

Tabela 2. Resumo da análise de variância (quadrados médios) referente à altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), massa seca de folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca total (MSTotal).

Fontes de Variação	G.L.	AP (cm)	DC (mm)	MSF (gramas)	MSC (gramas)	MSTotal
Tratamento	4	177,45*	5,97*	5,71*	7,30*	20,82*
Resíduo	15	23,96	0,11	0,22	1,17	1,16
Média Geral	-	94,20	8,11	6,72	7,66	14,39
C.V. (%)	-	5,19	4,12	6,95	14,13	7,51

*Significativo ($p<0,01$) e ns – não significativo ($p>0,01$), pelo teste F. (G.L.) graus de liberdade; (C.V.) coeficiente de variação.

De acordo com o teste de Duncan a 5% de probabilidade, aos valores médios da altura (Tabela 3), observa-se que o tratamento A causou significativo incremento em relação aos demais tratamentos no final do experimento (81 dias após o plantio). Não houve diferença estatística entre os tratamentos B, C e D. Esse efeito indica que o crescimento da planta foi maior em níveis de maior disponibilidade hídrica (tratamento A).

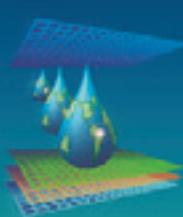
Tabela 3. Valores médios de altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), massa seca de folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca total (MSTotal)

Tratamento	AP (cm)	DC (mm)	MSF (gramas)	MSC (gramas)	MSTotal (gramas)
A- 0,00 cm	105,00 a	8,62 b	7,55 b	9,54 a	17,09 a
B- 0,20 cm	93,25 b	10,04 a	8,27 a	8,30 ab	16,57 a
C- 0,30 cm	87,75 b	7,30 c	6,63 c	6,35 c	12,98 b
D- 0,40 cm	90,00 b	7,21 c	5,65 d	6,38 c	12,03 b
E- 0,50 cm	95,00 b	7,31 c	5,50 e	7,77 bc	13,28 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

Com relação ao diâmetro do caule das plantas o tratamento B, aumentou significativamente em relação ao tratamento A, diferindo do tratamento C, D e E. O déficit dos tratamentos C, D e E promoveu uma redução significativa do diâmetro do colmo. Segundo TAIZ&ZEIGER, (2004), o crescimento do caule provavelmente é afetado pelas mesmas variáveis que limitam o crescimento das folhas durante o estresse hídrico.

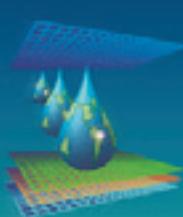
Para os dados de matéria seca da folha, apresentados na Tabela 2, observar que a deficiência hídrica sofrida pelas plantas no déficit C, D, E foi suficiente para que os valores fossem inferiores aos de plantas no déficit A e B.



CONCLUSÕES: Os desníveis aplicados influenciaram os parâmetros de produção avaliados. O maior potencial aplicado ocasionou redução de 27,15% na massa seca de folhas, comparado ao tratamento sem déficit.

REFERÊNCIAS

- BORTOLO, D.P.G.; MARQUES, P.A.A.; PACHECO, A.C. Teor e rendimento de flavonóides em calêndula (*Calendula officinalis* L.) cultivada com diferentes lâminas de irrigação. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.11, n.4, p.435-441, 2009.
- CLAYMAN, D.L. Qinghaosu (artemisinin): an antimalarial drug from China. **Science**. v. 228, p. 1049-1055, 1985.
- MAGALHÃES, P.M. Seleção, melhoramento e nutrição da *Artemisia annua* L., para cultivo em região intertropical. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1996.
- MARCHESE, J. A.; FERREIRA, J. F. S.; REHDER, V. L. G.; RODRIGUES, O. Water deficit effect on the accumulation of biomass and artemisinin in annual wormwood (*Artemisia annua* L., Asteraceae). **Braz. J. Plant Physiol.**, v. 22, n. 1, p. 1-9, 2010.
- MORVANT, J.K.; DOLE, J.M.; COLE, J.C. Irrigation frequency and system affect Poinsettia growth, water use, and runoff. **HortScience**, v. 33, p. 42-46, 1998.
- SENTELHAS, P.C.; PEREIRA, A.R. A maior estiagem do século? **Notícias Piracena**, Piracicaba, v.6, n.50, p.1, 2000.
- SINGH-SANGWAN, N.; FAROOQI, A H.A; SINGH-SANGWAN, R. Effect of drought stress on growth and essential oil metabolism in lemon grasses. **New Phytologist**, v. 128, p. 173-179, 1994.
- RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico e Fundação IAC, 1996. (Boletim técnico, 100).
- VAN GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of American Journal**, v.44, p.892-898, 1980.



**PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM SOLO
SOB DIFERENTES MANEJOS DA FERTIRRIGAÇÃO EM AMBIENTE
PROTEGIDO**

A. O. SILVA¹, M. J. M. GUIMARÃES², E. F. F. SILVA³, KLAR, A. E⁴

RESUMO: A fertirrigação apesar de ser uma forma viável de parcelamento da adubação, quando aplicada excessivamente pode causar aumento da salinidade do solo. O trabalho foi realizado em casa de vegetação localizada no Departamento de Engenharia Rural da Universidade Estadual Paulista, Botucatu - SP no período de abril a junho de 2012. Os tratamentos foram formados da combinação de dois fatores: salinidade inicial do solo com 5 níveis de condutividade elétrica ($S_1=1,0$; $S_3=3,0$; $S_6=6,0$; $S_9=9,0$ dS m⁻¹) e dois manejos de fertirrigação (M_1 = tradicional e M_2 = com controle da concentração iônica da solução do solo), totalizando 40 parcelas experimentais, em cultivo de beterraba. Foi determinado o perfil transversal de salinidade do solo para ambos os manejos da fertirrigação, retirando-se amostras de solos a cada 5 cm de profundidade do vaso nas camadas 5, 10, 15, 20, 25 cm, sendo condutividade elétrica (CE) medida através do extrato de saturação da pasta de cada profundidade. Os maiores níveis da salinidade do solo ocorreram nas camadas mais profundas do perfil do solo sendo evidenciada no manejo tradicional da fertirrigação devido aos altos valores de CE observados neste tratamento.

PALAVRAS-CHAVES: salinidade, irrigação, solução do solo

**STANDARD DISTRIBUTION OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY IN THE
SOIL UNDER DIFFERENT MANAGEMENTS FERTIRRIGATION IN
PROTECTED ENVIRONMENT**

ABSTRACT: The fertigation despite being a viable form of split fertilization, when applied excessively can cause increased soil salinity. The study was conducted in a greenhouse located in the Department of Agricultural Engineering, Universidade Estadual Paulista, Botucatu - SP in the period April-June 2012. The treatments were formed from the combination of two factors: initial soil salinity with 5 levels of electrical conductivity ($S_1 = 1.0$, $S_3 = 3.0$; $S_6 = 6.0$; $S_9 = 9.0$ dS m⁻¹) and two fertigation management (traditional and $M_1 = M_2$ = control of the ionic concentration of the soil solution), totaling 40 plots in sugar beet cultivation. It was determined the transverse profile of soil salinity for both managements fertigation, removing soil samples every 5 cm deep layers of the vessel in 5, 10, 15, 20, 25 cm, and electrical conductivity (EC) measured through the saturation extract folder for each depth. The higher levels of soil salinity occurred in the deeper layers of the soil profile is shown in traditional management of fertigation due to high EC values observed in this treatment.

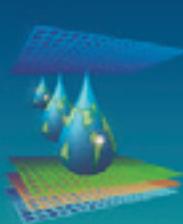
KEYWORDS: salinity, irrigation, soil solution

¹Doutorando em Irrigação e Drenagem, UNESP/FCA, Rua José Barbosa de Barros, nº 1780, CEP 18610307, Botucatu, SP. e-mail: alexandro.oliveira01@hotmail.com

²Mestrando em Engenharia Agrícola, Departamento de Tecnologia Rural, UFRPE, Recife, PE.

³Prof. Doutor, Departamento de Tecnologia Rural, UFRPE, Recife, PE.

⁴Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Rural, UNESP/FCA, Botucatu, SP.



INTRODUÇÃO

O cultivo protegido é uma das opções para uma agricultura de produção elevada além de um controle mais eficiente de pragas, doenças e aplicações de tecnologias adequadas para produção. Porém, ao contrário do cultivo em campo, em que ações climáticas como eventos de chuvas elevadas em áreas afetadas por sais, podem promover a lixiviação dos sais quando associados à permeabilidade e drenagem do solo, em condições de cultivo em ambiente protegido esse tipo de processo não é possível, pois os solos dentro de tais ambientes se comportam de maneira semelhante às regiões semiáridas como afirma SILVA (2002), devido a proteção contra às chuvas e uma evaporação frequente, havendo um acúmulo de sais devido a excessivas adubações durante vários ciclos de cultivo.

A fertirrigação apesar de ser uma forma viável de parcelamento da adubação, quando aplicada excessivamente pode causar aumento da salinidade do solo como afirma SILVA (2002). Segundo DIAS et al. (2005) o cultivo fertirrigado pode acelerar o processo de salinização quando se utilizam fertilizantes com maior poder de salinização. Diante do exposto, objetivou-se com o estudo abordado demonstrar a distribuição padrão da condutividade elétrica ao longo do perfil de solo, cultivado com a cultura da beterraba sob dois manejos da fertirrigação.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em casa de vegetação localizada no Departamento de Engenharia Rural da Universidade Estadual Paulista, campus de Botucatu - SP no período de abril a junho de 2012. O material de solo utilizado foi retirado da camada superficial de 0 a 30 cm, o mesmo foi seco, destorrado e previamente peneirado em peneira de malhas de 4 mm. Foram realizadas análises granulométrica, física e química do solo (Tabela 1). Antes do início do experimento foi realizada a correção do pH do mesmo através de calagem com calcário dolomítico (PRNT=84%) elevando a saturação de bases a 80% conforme recomendações de Trani et al. (1998).

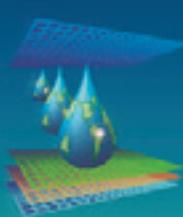


Tabela 1. Granulometria, parâmetros físicos e análise química do solo

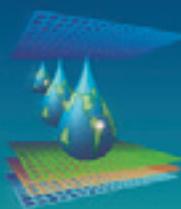
Granulometria				Parâmetros físico-hídricos				
Areia (g kg ⁻¹)	Silte (g kg ⁻¹)	Argila (g kg ⁻¹)	dg (g cm ⁻³)	ds (g cm ⁻³)	P (%)	Cc (g g ⁻¹)	PMP (g g ⁻¹)	
395,5	138,1	466,4	2,77	1,28	53,9	0,27	0,17	
pH CaCl ₂	CE dSm ⁻¹	M.O g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	H+Al mmol _c dm ⁻³	SB CTC V (%)
5,1	0,32	11	6	0,6	22	7	26	29 55 53

A cultura utilizada durante o experimento foi a beterraba, transplantada (de bandejas de isopor após 30 dias de semeio), para vasos de 14 litros. Os tratamentos foram formados em blocos casualizados com combinação de dois fatores: salinidade inicial do solo com 5 níveis de condutividade elétrica ($S_1=1,0$; $S_3=3,0$; $S_6=6,0$; $S_9=9,0$; dS m⁻¹) e dois manejos de fertirrigação (M_1 = tradicional e M_2 = com controle da concentração iônica da solução do solo), totalizando 40 parcelas experimentais. O processo de salinização assim como o manejo da fertirrigação encontram-se em DIAS et al. (2005). A irrigação foi realizada por um sistema por gotejamento baseando-se o seu manejo em dados de umidade do solo, obtidos de tensímetros instalados a 0,20 m de profundidade e de uma curva característica de retenção de água no solo obtida em laboratório.

Após a colheita foi determinado o perfil transversal de salinidade do solo para ambos os manejos da fertirrigação, retirando-se amostras de solos a cada 5 cm de profundidade do vaso nas camadas 5, 10, 15, 20, 25 cm, a condutividade elétrica foi medida através do extrato de saturação da pasta de cada profundidade. Obtendo-se os dados utilizou-se o programa surfer® para espacialização dos dados ao longo do perfil dos vasos para os 5 tratamentos de condutividade elétrica e para os diferentes manejos de fertirrigação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2, apresenta a análise de variância para alguns nutrientes no solo ao final do ciclo da cultura. De acordo com as análises estatísticas apresentadas, houve diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade para o fator salinidade nas variáveis fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Para o fator manejo da fertirrigação houve efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para a concentração de magnésio, e ao nível de 5% para o cálcio e potássio. Para a interação



dos fatores analisados as variáveis potássio, cálcio e magnésio apresentaram efeito significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade respectivamente.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para a condutividade elétrica e concentrações de macronutrientes médias no solo ao final do ciclo da cultura da beterraba

Causa da variação	GL	Teste F					
		CE final	P	K	Ca	Mg	pH
Tratamentos:							
Blocos	3	1,581 ^{ns}	0,546 ^{ns}	0,499 ^{ns}	0,495 ^{ns}	0,788 ^{ns}	0,564 ^{ns}
Salinidade (S)	4	40,406**	11,360**	21,172**	20,219**	24,14**	1,849 ^{ns}
Manejo (M)	1	2,62 ^{ns}	0,280 ^{ns}	16,995**	1,621 ^{ns}	16,33**	0,686 ^{ns}
S x M	4	1,77 ^{ns}	0,453 ^{ns}	4,251*	3,015*	4,965**	1,468 ^{ns}
C.V (%)		23,55	22,99	17,55	12,66	19,56	2,73

** , * significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F. ns não significativo

Como se observa na Figura 1, a salinidade do solo mostrou uma distribuição espacial desuniforme, em corte transversal, para a salinidade 1 dS m⁻¹ para o manejo tradicional (Figura 1A) e manejo por controle (Figura 1B). A salinidade na camada de 0 a 10 cm, onde se concentra parte do sistema radicular, foi superior a 3 dS m⁻¹ (3,6 a 4,0 dS m⁻¹ aproximadamente), enquanto que para as camadas inferiores ficou entre 4 e 2,5 dS m⁻¹ para os manejos tradicional e controlado respectivamente.

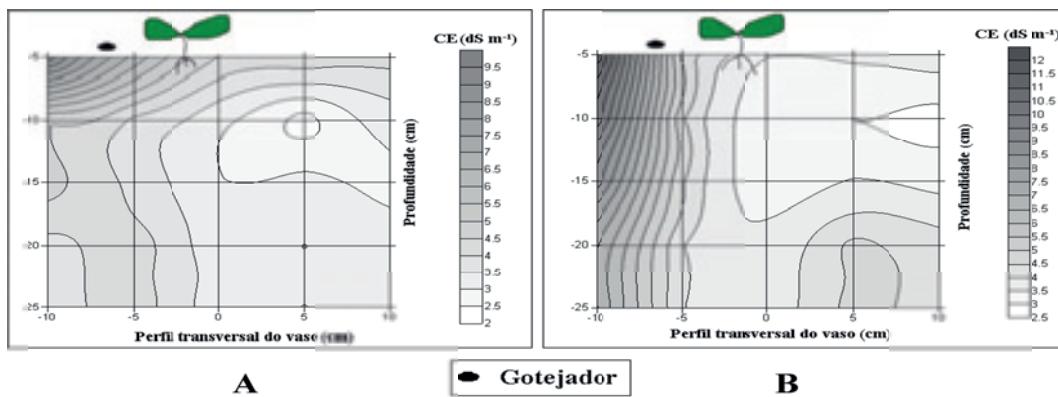


Figura 1. Distribuição espacial da condutividade elétrica nos vasos com salinidade inicial de 1 dS m⁻¹ para o manejo tradicional (A) e manejo controlado (B).

Na Figura 2 observa-se a distribuição padrão da condutividade elétrica para a salinidade inicial de 3 dS m⁻¹, os maiores valores de CE foram encontrados na região próxima à superfície do solo e sob o gotejador, diminuindo com a profundidade, havendo formações de isolinhas bem definidas para ambos os manejos da fertirrigação.

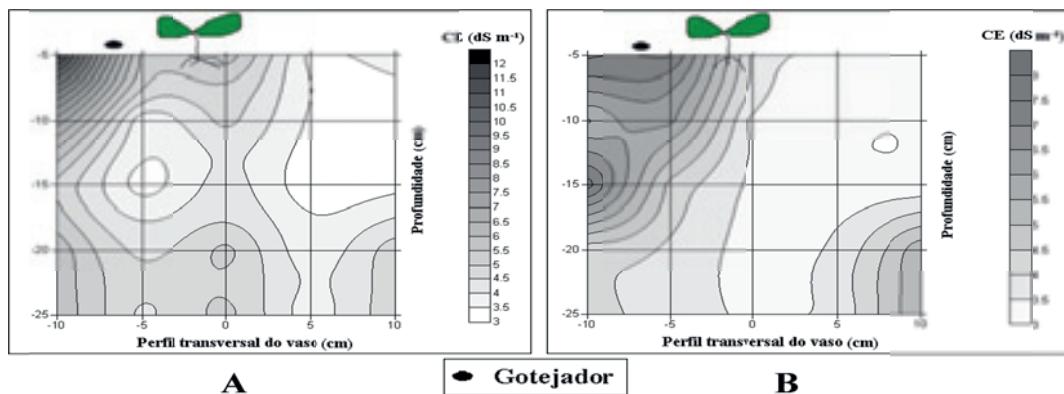
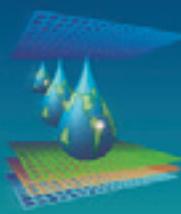


Figura 2. Distribuição espacial da condutividade elétrica nos vasos com salinidade inicial de 3 dS m^{-1} para o manejo tradicional (A) e manejo controlado (B).

Na Figura 3, observa-se a distribuição padrão para a salinidade inicial 6 dS m^{-1} ao longo do vaso. Os maiores valores de CE foram encontrados nas camadas mais profundas do vaso com valores de 6 a $6,5 \text{ dS m}^{-1}$ para o manejo tradicional e $5,5$ a $7,5 \text{ dS m}^{-1}$ para o manejo por controle. Silva (2002) afirma que o incremento da salinidade possivelmente funciona como estoque de nutrientes, acumulados nas camadas adjacentes, os quais movimentam-se para o sistema radicular por difusão.

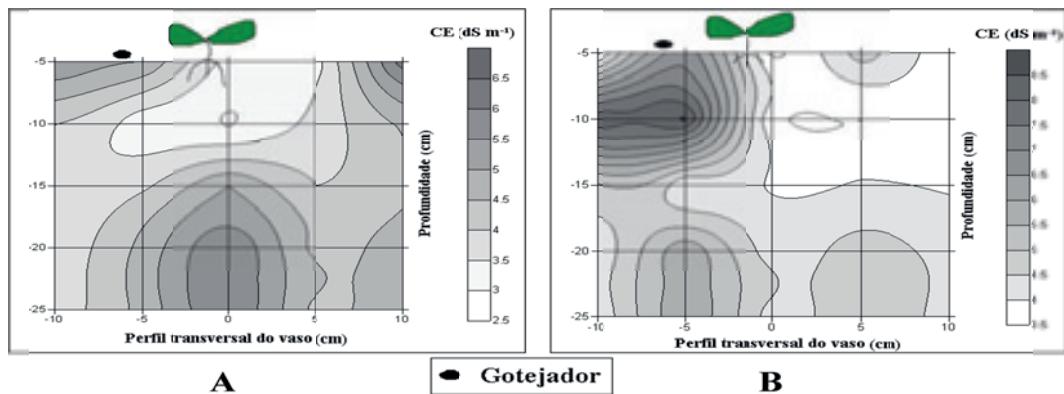


Figura 3. Distribuição espacial da condutividade elétrica nos vasos com salinidade inicial de 6 dS m^{-1} para o manejo tradicional (A) e manejo controlado (B).

Na Figura 4, observa-se a distribuição espacial para a salinidade inicial de 9 dS m^{-1} . Os menores valores foram observados próximos ao sistema radicular da cultura possivelmente devido à absorção de nutrientes pela planta com valores de 3 a $5,5 \text{ dS m}^{-1}$. Os maiores valores foram em torno de 7 a $9,5 \text{ dS m}^{-1}$ para o manejo tradicional e 8 a $11,5 \text{ dS m}^{-1}$ para o manejo por controle nas camadas de 15 a 20 cm respectivamente.

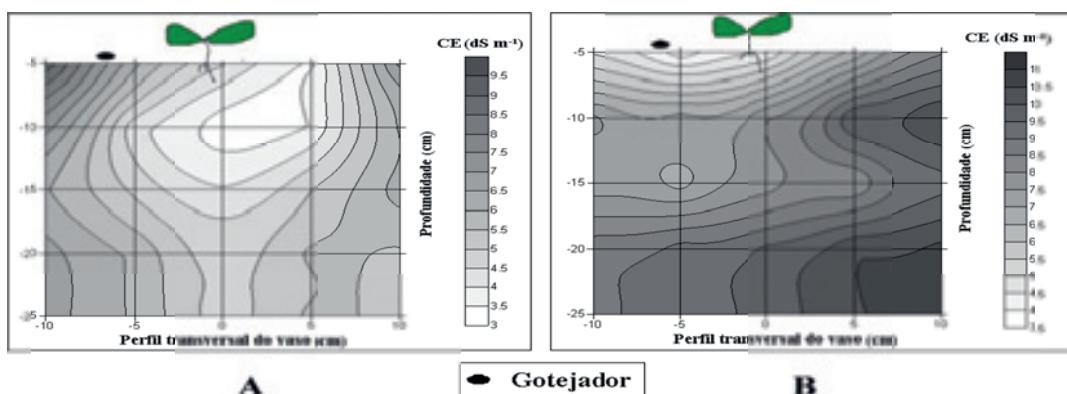
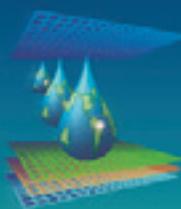


Figura 4. Distribuição espacial da condutividade elétrica nos vasos com salinidade inicial de 9 dS m^{-1} para o manejo tradicional (A) e manejo controlado (B).

LAURINDO et al. (2010) em estudos sobre o padrão de distribuição de K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} em um pomar de citros em função da fertirrigação observaram diferentes comportamentos entre estes nutrientes ao longo do perfil do solo o que implica em uma distribuição independente destes ao longo do perfil, o que altera a CE em cada camada analisada.

CONCLUSÃO

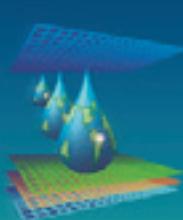
Os maiores níveis da salinidade do solo ocorreram nas camadas mais profundas do perfil do solo sendo evidenciada no manejo tradicional da fertirrigação devido aos altos valores de CE observados neste tratamento

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DIAS, N. S. DUARTE, S. N.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; SOARES, T. M. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade do solo sob ambiente protegido, utilizando-se extratores de solução do solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, n.4, p.496-504, 2005.

SILVA, E. F. F.; ANTI, G. R.; CARMELO, Q. A. C.; DUARTE, S. N. Extratores de capsulas porosas para o monitoramento da condutividade elétrica e do teor de potássio na solução do solo. Scientia agrícola , Piracicaba, SP, v. 57, n.4, p. 785-789, 2000.

LAURINDO, V. T.; SILVA, G. O.; PAVANI, L. C.; QUAGGIO, J. A. Padrão de distribuição de K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} e P no solo de um pomar de citros em função da fertirrigação. Engenharia Agrícola, v.30, n.5, p.909-921, 2010.



MONITORAMENTO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E TEOR DE POTÁSSIO NA SOLUÇÃO DO SOLO SOB DOIS MANEJOS DE FERTIRRIGAÇÃO

A. O. SILVA¹; M. J. M. GUIMARÃES²; SILVA, E. F. F³; A. E. KLAR⁴

RESUMO: O conhecimento da composição química da solução do solo, bem como da condutividade elétrica é importante para verificar a disponibilidade de nutrientes ao longo do ciclo de uma cultura. O trabalho foi realizado em casa de vegetação localizada no Departamento de Engenharia Rural da Universidade Estadual Paulista, Botucatu - SP no período de abril a junho de 2012. Os tratamentos foram formados da combinação de dois fatores: salinidade inicial do solo com 5 níveis de condutividade elétrica ($S_1=1,0$; $S_3=3,0$; $S_6=6,0$; $S_9=9,0$; $S_{12}=12,0 \text{ dS m}^{-1}$) e dois manejos de fertirrigação (M_1 = tradicional e M_2 = com controle da concentração iônica da solução do solo), totalizando 40 parcelas experimentais, em cultivo de beterraba. Foram avaliados durante o ciclo de cultivo os níveis de condutividade elétrica (CE) e teores de potássio (K) com auxílio de extratores de cápsulas porosas. A correlação dos valores entre os métodos de extração de solução do solo para a CE (R^2 de 0,92) e K (R^2 de 0,80), demonstram que o uso de cards específicos são satisfatórios para o auxílio no manejo da fertirrigação.

PALAVRAS-CHAVE: extractores de cápsulas porosas, salinidade, irrigação

MONITORING OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY AND POTASSIUM CONTENT IN SOIL SOLUTION UNDER TWO FERTIGATION MANAGEMENT

SUMMARY: Knowledge of the chemical composition of the soil solution, as well as the electrical conductivity is important to check the availability of nutrients throughout the cycle of a culture. The study was conducted in a greenhouse located in the Department of Agricultural Engineering, Universidade Estadual Paulista, Botucatu - SP in the period April-June 2012. The treatments were formed from the combination of two factors: initial soil salinity with 5 levels of electrical conductivity ($S_1 = 1.0$, $S_3 = 3.0$; $S_6 = 6.0$; $S_9 = 9.0$, $S_{12} = 12.0 \text{ dS m}^{-1}$) and two fertigation management (M_1 = traditional and M_2 = control of the ionic concentration of the soil solution), totaling 40 plots in beet cultivation. Were evaluated during the crop cycle levels of electrical conductivity (EC) and potassium (K) with the aid of extractors porous capsules. The correlation values between the extraction methods of soil solution to the EC (R^2 of 0.92) and K (R^2 of 0.80), demonstrating that the use of specific cards are satisfactory to aid in the management of fertigation.

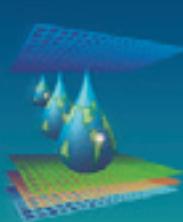
KEYWORDS: extractors porous capsules, salinity, irrigation

¹Doutorando em Irrigação e Drenagem, UNESP/FCA, Rua José Barbosa de Barros, nº 1780, CEP 18610307, Botucatu, SP. e-mail: alexandro.oliveira01@hotmail.com

²Mestrando em Engenharia Agrícola, Departamento de Tecnologia Rural, UFRPE, Recife, PE.

³Prof. Doutor, Departamento de Tecnologia Rural, UFRPE, Recife, PE.

⁴Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Rural, UNESP/FCA, Botucatu, SP.



INTRODUÇÃO

O conhecimento da composição química da solução do solo, bem como da condutividade elétrica é de grande importância para verificar a disponibilidade de nutrientes, determinar o potencial osmótico e até a presença de íons tóxicos, ao longo do ciclo de uma cultura (SILVA et al., 2000). Por isso, o monitoramento da solução do solo deve ser feito várias vezes durante o ciclo da cultura para evitar problemas de salinização do solo e não comprometer a produção da cultura. Na literatura, encontram-se trabalhos nos quais o monitoramento da solução do solo é realizado para determinar a condutividade elétrica do solo e a concentração de diversos nutrientes (SILVA et al. 2013; ELOI et al. 2007). Em trabalhos com a cultura do tomate SILVA et al. (2000) perceberam que a condutividade elétrica e a concentração de potássio na solução do solo podem ser monitorada com razoável precisão através de extratores com cápsulas porosas. Segundo BLANCO (2011), a obtenção de uma amostra de solução que seja uma representação fiel da solução em seu estado natural não depende apenas do método de extração utilizado para sua obtenção, depende também das alterações promovidas no processo como um todo.

Dentre os métodos de extração de solução do solo, os extratores de cápsulas porosas vem sendo alvo de várias pesquisas devido sua representação fiel do que acontece na solução do solo próximo as raízes, além de sua praticidade comparados a outros métodos de extração (SOUZA et al., 2013). Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o monitoramento da condutividade elétrica e o teor de potássio sob diferentes condições de salinidade e manejo da fertirrigação.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em casa de vegetação localizada no Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, campus de Botucatu - SP no período de abril a junho de 2012. O material de solo utilizado foi retirado da camada superficial de 0 a 30 cm de um Latossolo Vermelho Amarelo, o mesmo foi seco, destorrado e previamente peneirado em peneira de malhas de 4 mm, antes da realização do experimento foram realizadas análises físicas e químicas do solo (Tabela 1) e realizada a correção do pH do solo através de calagem com calcário dolomítico (PRNT=84%) elevando a saturação de bases a 80%.

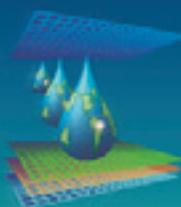


Tabela 1. Granulometria, parâmetros físicos e análise química do solo

Granulometria				Parâmetros físico-hídricos				
Areia (g kg ⁻¹)	Silte (g kg ⁻¹)	Argila (g kg ⁻¹)	dg (g cm ⁻³)	ds (g cm ⁻³)	P (%)	Cc (g g ⁻¹)	PMP (g g ⁻¹)	
395,5	138,1	466,4	2,77	1,28	53,9	0,27	0,17	
pH CaCl ₂	CE dSm ⁻¹	M.O. g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	H+Al mmol _c dm ⁻³	SB CTC V (%)
5,1	0,32	11	6	0,6	22	7	26	29 55 53

A cultura utilizada durante o experimento foi à beterraba (*Beta vulgaris* L.), transplantada de bandejas de isopor após 30 dias de semeio, em vasos de 14 litros. Os tratamentos foram formados em blocos casualizados com combinação de dois fatores: salinidade inicial do solo com 5 níveis de condutividade elétrica ($S_1=1,0$; $S_3=3,0$; $S_6 = 6,0$; $S_9=9,0$; $S_{12}=12,0$ dS m⁻¹) e dois manejos de fertirrigação (M_1 = tradicional e M_2 = com controle da concentração iônica da solução do solo), totalizando 40 parcelas experimentais. O processo de salinização assim como o manejo da fertirrigação encontram-se em DIAS et al. (2005). A fertirrigação foi realizada com auxílio de um injetor do tipo Venturi em um sistema de irrigação por gotejamento (Figura 1A), foram instalados em cada vaso, extratores com cápsulas porosas e tensiômetros, localizadas opostamente um ao outro a uma profundidade de 0,20 m da superfície do solo a uma distância de 0,10 m da planta (Figura 1B).

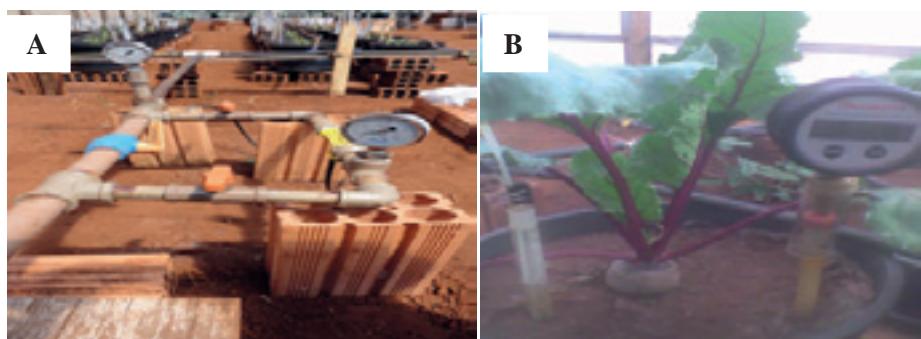
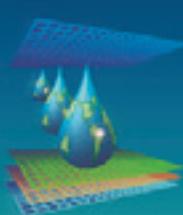


Figura 1. Componentes do sistema de injeção de fertilizantes (A); representação de parcela experimental (B).

Durante todo o ciclo (50 dias após transplantio) foram monitorados os níveis de condutividade elétrica (CE) e o teor de potássio (K), através da solução do solo, retirada com o uso de extratores de cápsulas porosas após 12 horas da realização da fertirrigação. Os valores de condutividade elétrica e potássio foram medidos, através de condutivímetro de bancada e fotômetro de chamas, sendo corrigidos com os valores de umidade do solo e método padrão de extração de solução do solo, chamada de pasta saturada conforme



metodologia contida em SILVA et al. (2000). O manejo de irrigação baseou-se em dados de umidade do solo, obtidos de tensiômetros instalados a 0,20 m de profundidade e de uma curva característica de retenção de água no solo obtida em laboratório.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta os modelos de regressão adotados entre os valores de condutividade elétrica (Figura 2A) e potássio (Figura 2B) medidos no extrato de saturação e estimados a partir da solução do solo através da correção da umidade do solo. A correlação dos valores apresentou coeficiente de determinação (R^2) de 0,92 para CE e 0,80 para K, demonstrando assim que os resultados encontrados podem ser considerados satisfatórios, caso seja levado em consideração que a determinação da umidade do solo foi realizada utilizando-se tensiômetros, os quais implicam em medida indireta e de menor precisão como afirma SILVA et al. (2000).

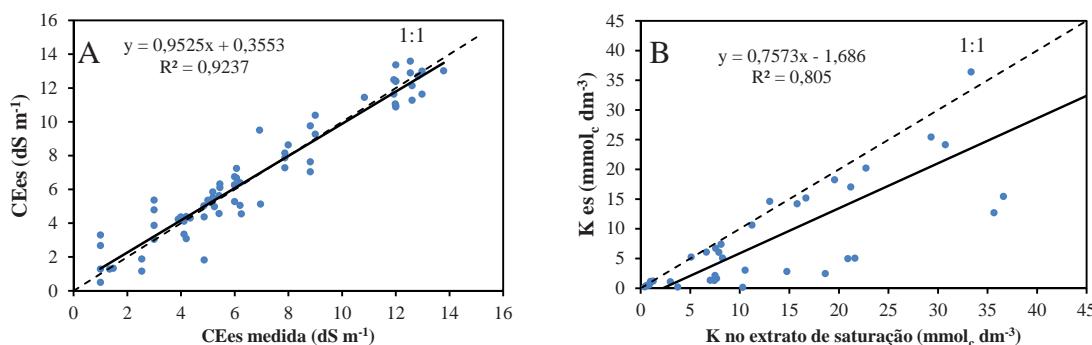
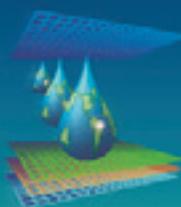


Figura 2. Correlações entre os valores de: (A) condutividade elétrica e (B) concentração de potássio medidos no extrato de saturação e estimados a partir das soluções obtidas com extrator de cápsula porosa.

Na Figura 3 estão apresentados os valores de condutividade elétrica (CE) da solução do solo extraída por meio de cápsulas porosas de cerâmicas instaladas a 20 cm de profundidade para os diferentes tipos de manejos de fertirrigação ao longo do ciclo da cultura da beterraba. Nota-se que o manejo tradicional (Figura 3A) apresentou uma queda na condutividade elétrica da solução do solo dos 7 aos 22 dias após transplantio (DAT) provavelmente devido a maior exigência nutricional da planta. Aos 29 DAT nota-se um aumento crescente da CE até o final do ciclo da cultura. No manejo controlado (Figura 3B) observa-se que a solução do solo manteve-se constante dos 8 aos 29 DAT para os tratamentos de salinidade de S₁, S₃, S₆, enquanto que para os maiores níveis salinos (S₉ e S₁₂) houve uma



oscilação com queda dos valores aos 8 DAT até 22 DAT e aumento crescente apartir de 29 DAT até o final do ciclo de cultivo. MEDEIROS et al. (2010) atribuíram a queda na salinidade do solo à composição da solução nutritiva aplicada via fertirrigação, pois as vezes a composição possuem baixo nível salino, não repondo assim os sais absorvidos pela planta nas épocas de maiores exigências.

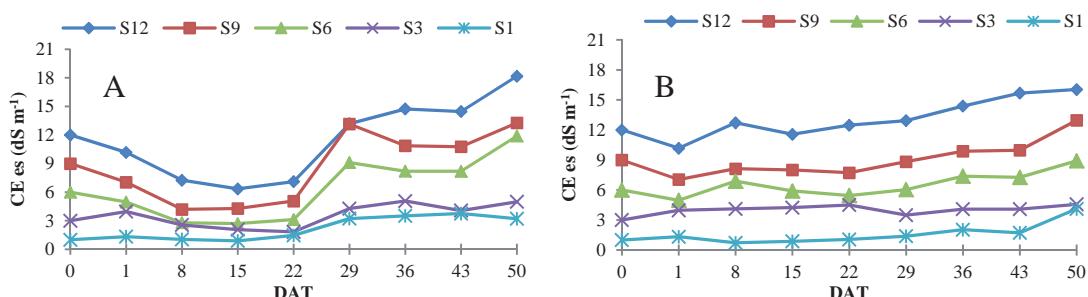


Figura 3. Valores da condutividade elétrica na solução do solo ao longo do ciclo da cultura para o manejo de fertirrigação tradicional (A) e para o manejo da fertirrigação controlado (B).

As Figuras 4 (A) e (B) ilustram as concentrações de potássio na solução do solo para os diferentes níveis de salinidade do solo nos manejos tradicional e controlado da fertirrigação. Observa-se que houve um comportamento semelhante entre os níveis de CE e de K na solução do solo em determinados momentos do período de cultivo. Segundo SILVA et al. (2000) a maior concentração de potássio na solução do solo ocasiona a substituição deste íon por outros adsorvidos no complexo de troca, em função do raio iônico.

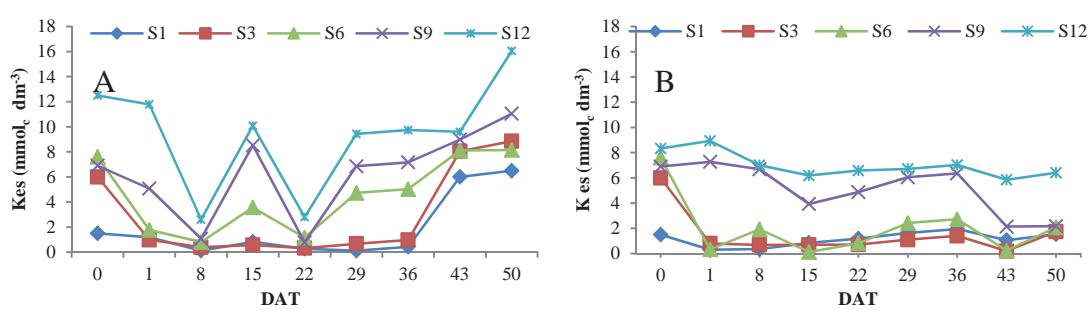
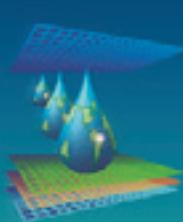


Figura 4. Valores de potássio na solução do solo ao longo do ciclo da cultura para o manejo de fertirrigação tradicional (A) e manejo da fertirrigação controlado (B).

CONCLUSÕES

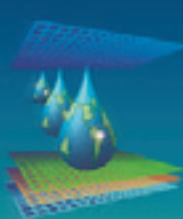
Foi possível com o auxílio dos extratores de solução do solo monitorar a concentração dos fertilizantes aplicados via fertirrigação e manter a concentração nos níveis preestabelecidos durante todo o cultivo. A obtenção da CEes por meio da correção da



umidade do solo proporcionou valores com maiores precisões para a manutenção dos valores da CE na solução do solo no manejo da fertirrigação por controle.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BLANCO, F. F. Tolerância do tomateiro à salinidade sob fertirrigação e calibração de medidores de íons específicos para determinação de nutrientes na solução do solo e na planta. Piracicaba, 2004. 134p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP.
- DIAS, N. S. DUARTE, S. N.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; SOARES, T. M. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade do solo sob ambiente protegido, utilizando-se extratores de solução do solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.9, n.4, p.496-504, 2005.
- ELOI, W.; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M. Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características do tomateiro cultivado em ambiente protegido. Agrária, Recife, v.2, n.1, p.83-89, 2007
- SOUZA, E. R.; MELO, H. F.; ALMEIDA, B. G.; MELO, D. V. M. Comparação de métodos de extração da solução do solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.17, n.5, p.510-517, 2013.
- SILVA, E. M.; LIMA, J. C. S.; DUARTE, S. N.; BARBOSA, F. S.; MASCHIO, R. Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características da berinjela cultivada em ambiente protegido. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v.44, n.1, p.150-158, 2013.
- SILVA, E. F. F.; ANTI, G. R.; CARMELO, Q. A. C.; DUARTE, S. N. Extratores de capsulas porosas para o monitoramento da condutividade elétrica e do teor de potássio na solução do solo. Scientia agrícola, Piracicaba, SP, v. 57, n.4, p. 785-789, 2000.
- TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; TAVARES, M.; AZEVEDO FILHO, J. A. Hortaliças. In: Van RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C (eds). Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas. 1998. 285p.
- MEDEIROS, P. R. F. SILVA, E. F. F.; DUARTE, S. N. Salinidade em ambiente protegido. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (ed.). Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTS, 2010. p. 83-91.



A FERTIRRIGAÇÃO E O PROCESSO DE SALINIZAÇÃO DE SOLOS EM AMBIENTE PROTEGIDO

A. O. SILVA¹; É. F. F. SILVA²; A. E. KLAR¹; M. J. M. GUIMARÃES³

RESUMO: A fertirrigação é uma das alternativas para o parcelamento da adubação em cultivos agrícolas, evitando perdas por lixiviação ou volatilização dos adubos, porém o uso inadequado desta técnica pode causar diversos problemas na produtividade da cultura. No presente texto, procurou-se revisar os trabalhos que direta ou indiretamente, abordaram o efeito da fertirrigação excessiva e sua contribuição no processo de salinização em solos sob ambiente protegido. Dentre os problemas de salinização em casas de vegetação envolvendo a utilização da fertirrigação, o aumento crescente da condutividade elétrica é a principal causa da salinização dos solos. Devido aos problemas ocasionados pelo excesso de fertilizantes aplicados nas plantas e à falta de orientação dos produtores rurais, técnicas de manejo da fertirrigação e monitoramento da concentração de sais devem ser propostas para que os produtores possam utilizar de maneira consciente o uso dos fertilizantes.

PALAVRAS-CHAVE: Condutividade elétrica, solução do solo, fertilizantes

THE FERTIGATION AND SALINIZATION PROCESS OF SOILS IN PROTECTED ENVIRONMENT

SUMMARY: Fertigation is an alternative to split fertilization in crops, avoiding losses by leaching or volatilization of fertilizer, but the inappropriate use of this technique can cause many problems on crop productivity. In this paper, we sought to review the studies that directly or indirectly addressed the effect of fertigation excessive and its contribution to the process of salinization in soils under protected. Among the problems of salinization in greenhouse studies involving the use of fertigation, the increasing electrical conductivity is the main cause of soil salinization. Due to the problems caused by excessive fertilizer applied in plants and lack of orientation of farmers, technical fertigation management and monitoring of salt concentration should be proposed so that producers can use consciously the use of fertilizers.

KEYWORDS: Electrical conductivity; soil solution, fertilizers

INTRODUÇÃO

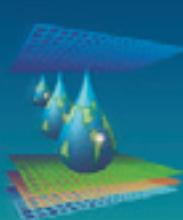
A fertirrigação é uma das alternativas para o parcelamento da adubação em cultivos agrícolas, evitando perdas por lixiviação ou volatilização dos adubos. Porém um manejo inadequado e excessivas aplicações de fertilizantes podem levar a ocorrência de salinização

¹Doutorando em Irrigação e Drenagem, UNESP/FCA, Rua José Barbosa de Barros, n° 1780, CEP 18610307, Botucatu, SP. e-mail: alexandro_oliveira01@hotmail.com

² Prof. Doutor, Departamento de Tecnologia Rural, UFRPE, Recife, PE.

³ Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Rural, UNESP/FCA, Botucatu, SP.

⁴ Mestrando em Engenharia Agrícola, Departamento de Tecnologia Rural, UFRPE, Recife, PE



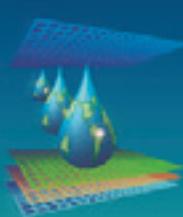
dos solos, afetando assim o desenvolvimento e produção das culturas, devido aos desequilíbrios nutricionais e antagonismos iônicos, causando prejuízos no desenvolvimento da cultura e perdas econômicas por parte do produtor rural (ELOI et al. 2007). O cultivo protegido apresenta uma série de diferenças em relação ao cultivo em campo aberto. Dentre as vantagens destaca-se o aumento da produtividade, diminuição do risco de ataques de pragas ou incidência de doenças, viabilizando o cultivo em épocas de chuvas. Por outro lado o impedimento a ausência de chuvas para lixivar o excesso de sais no solo e uma fertirrigação mal conduzida pode elevar a condutividade elétrica na solução do solo o que causa a rápida salinização destes solos (DUARTE et al. 2007).

Dentre os métodos para controlar a salinização do solo em ambiente protegido, o controle da condutividade elétrica na solução do solo é um dos mais utilizados (SILVA et al., 2013; DUARTE et al., 2007). Atualmente existem diversos métodos para extrair a solução do solo, dentre estes destacam-se os métodos do deslocamento, centrifugação, pasta de saturação do solo e extractores de cápsulas porosas (SOUZA et al., 2013). Devido a sua praticidade em extraer a solução do solo ainda em campo o extrator de solução do solo é um dos mais recomendados por unir uma boa relação entre custo e precisão (SILVA et al., 2000), além de representar de uma maneira mais ampla a condutividade elétrica (CE) da solução do solo em que a planta esta se desenvolvendo, sendo comprovada a sua eficiência em diversas pesquisas científicas realizadas no país (ELOI et al., 2007; DIAS et al., 2006). No presente texto, procurou-se revisar os trabalhos que direta ou indiretamente, abordaram o efeito da fertirrigação excessiva e sua contribuição no processo de salinização em solos sob ambiente protegido, objetivando-se contribuir para a organização das informações neste aspecto até então geradas.

DESCRIÇÃO DO ASSUNTO

SALINIDADE NA AGRICULTURA IRRIGADA

Segundo DUARTE et al., (2007), o termo salinidade da água e do solo está diretamente ligado ao teor de sais contidos nos mesmos e quando em elevadas quantidades na zona radicular podem provocar uma baixa disponibilidade de água para as plantas, reduzindo assim, em alguns casos a produção das culturas. A salinização é um processo-chave que pode conduz à desertificação. É um fenômeno crescente em todo mundo e afeta milhões de hectares



de solos em todas as partes em que não são conduzidas práticas agrícolas adequadas. Em cultivo protegido, o principal fator causador da salinidade do solo, é o excesso de fertilizantes depositados no solo, pois ao contrário do cultivo em campo, em que ações climáticas como eventos de chuvas elevadas em áreas afetadas por sais, podem promover a lixiviação. Em condições de cultivo em ambiente protegido esse tipo de processo não é possível, pois os solos dentro de tais ambientes se comportam de maneira semelhante às regiões semiáridas como afirmam SILVA (2002) e DIAS et al., (2006), devido a proteção contra às chuvas e uma evaporação frequente em seu interior somados ao acúmulo de sais conferido pelas adubações excessivas durante vários ciclos de cultivo.

EFEITO DA SALINIDADE NAS PLANTAS

Dentro de diferentes faixas de salinidade cada cultura apresenta determinada tolerância (Figura 1), pois a sobrevivência das plantas em ambientes salinos exige processos adaptativos envolvendo a absorção, transporte e distribuição de íons nos vários órgãos da planta e sua compartimentação dentro das células. Em ambientes salinos, o NaCl é o sal predominante e o que causa maiores danos às plantas. Os efeitos sobre a nutrição mineral são decorrentes, principalmente, da toxicidade dos íons em razão da absorção do Na^+ e Cl^- , e do desequilíbrio nutricional causado pelos distúrbios na absorção ou distribuição dos nutrientes (AYERS & WESTCOT, 1997).

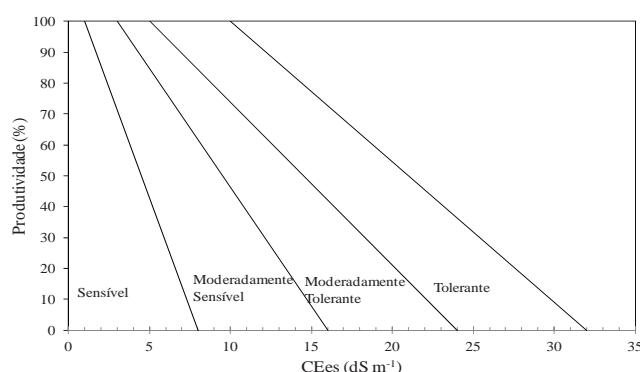
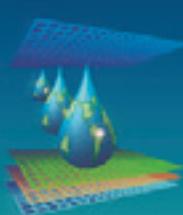


Figura 1. Relação entre produtividade e a salinidade do solo mediada através do extrato de saturação do solo (CEes), adaptado de AYERS & WESTCOT (1997).

Na literatura existem diversos trabalhos sobre a tolerância de culturas a salinidade. SILVA (2002), em estudos realizados em Piracicaba-SP, concluiu que o aumento da

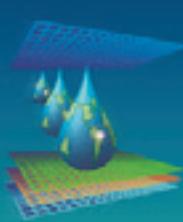


salinidade do solo, em ambiente protegido, promoveu no cultivo de pimentão um incremento das variáveis de produção. DIAS et al., (2006), avaliando a cultura do melão em ambiente protegido conduzido sobre condições salinas proveniente de sais fertilizantes observaram uma queda no rendimento da cultura, em condições elevadas de sais no solo. ELOI et al., (2007) avaliando os níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características do tomateiro, observaram que o aumento da salinidade do solo reduziu os parâmetros de crescimento e rendimento da cultura. SILVA et al., (2013) estudando os níveis de salinidade e manejo da fertirrigação na cultura da berinjela observaram uma redução na área foliar e massa de matéria seca de hastes e raízes.

FERTIRRIGAÇÃO E A SALINIZAÇÃO DO SOLO EM ESTUFAS

A fertirrigação surgiu como uma técnica para aumentar a eficiência dos fertilizantes aplicados sendo uma das soluções para o aumento da produção agrícola, tornando-se uma prática comum na agricultura irrigada moderna. Dentre as vantagens da fertirrigação destaca-se o parcelamento da adubação durante todo o ciclo em uma frequência estabelecida de acordo com a necessidade nutricional da cultura, evitando perdas por lixiviação e volatilização dos fertilizantes (VILLAS BÔAS, 2001). Atualmente, devido ao uso constante da fertirrigação, problemas com a salinização dos solos têm ocorrido, principalmente em função do manejo incorreto de fertilizantes ocasionando queda no rendimento das culturas devido à toxidez provocada pelo excesso de sais, tal fato vem provocando o desestímulo da utilização desta técnica por parte dos produtores rurais (SILVA et al., 2000).

Em ambiente protegido, o problema de salinização pelo excesso de fertilizantes torna-se ainda mais grave, devido às culturas comercializadas (flores e hortaliças) serem normalmente muito exigentes no quesito nutricional, o que acarreta uma insegurança por parte dos produtores rurais, fazendo com que as adubações orgânicas e minerais sejam praticadas acima dos limites estabelecidos para estas culturas, o que consequentemente causam problemas de toxicidade devido ao excesso de sais depositados no solo e o aumento da concentração de íons na solução do solo (SILVA et al., 2013, DIAS et al., 2006; SILVA et al., 2000). Em função disto, se faz importante um monitoramento através de instrumentos que possam proporcionar informações necessárias para a adoção de medidas, que visem à determinação da quantidade de nutrientes a serem aplicadas no solo.



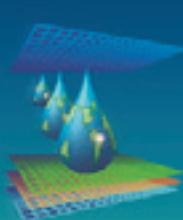
MONITORAMENTO DOS SAIS NA SOLUÇÃO DO SOLO

O conhecimento da composição química da solução do solo, bem como da condutividade elétrica é importante para verificar a disponibilidade de nutrientes, determinar o potencial osmótico e até a presença de íons tóxicos, ao longo do ciclo de uma cultura (DIAS et al., 2006). Por isso, o monitoramento da solução do solo deve ser feito várias vezes durante o ciclo da cultura para evitar problemas de salinização e não comprometer a produção da cultura. SILVA et al., (2000) perceberam que a condutividade elétrica na solução do solo pode ser monitorada com razoável precisão através de extratores com cápsulas porosas.

Algumas técnicas de monitoramento da condutividade elétrica e concentração de nutrientes através da solução do solo como o uso de aparelhos portáteis, têm sido estudadas por pesquisadores (SOUZA et al., 2013; ELOI et al., 2007; SILVA et al., 2000) e utilizadas por produtores sendo estas apontadas como eficiente para o controle da salinidade do solo. Estes aparelhos fornecem medidas de pH, condutividade elétrica, teor de nitrato e potássio, além de medidas realizadas com amostras da própria planta para determinação de nitrato e potássio na seiva (SOUZA et al., 2012). Tudo isso leva a crer que, alternativas de rápida assimilação pelo produtor devem ser desenvolvidas pela pesquisa para o manejo adequado da fertirrigação, aumentando a produtividade considerando os custos que envolvem tais técnicas para que, produtores com receitas menores, possam ser favorecidos.

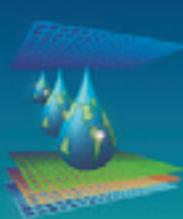
CONCLUSÕES

A falta de conhecimento aliada a manejos agrícolas inadequados vem tornando a prática da fertirrigação insustentável no aspecto produtivo e econômico, principalmente em cultivos em casas de vegetação, pois excessivas dosagens de fertilizantes no solo tornando-o salino diminui a produção das culturas e aumenta os custos de produção, forçando os produtores ao abandono das áreas por falta de recursos, por isso o monitoramento da salinidade do solo através da solução do solo vem mostrando ótima eficiência para o controle dos sais, sendo a melhor opção devido ao custo econômico e a sua representatividade em campo.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. Water quality for agriculture. Rome: FAO, 1997. 147 p. (Irrigation and Drainage Paper, 29).
- DIAS, N. S.; DUARTE, S. N. MEDEIROS, J. F.; TELES FILHO, F. Salinidade e manejo da fertirrigação em ambiente protegido. II: Efeitos sobre o rendimento do meloeiro. Irriga, Botucatu, v. 11, n. 3, p. 376-383, 2006.
- DUARTE, S. N.; DIAS, N. S.; TELES FILHO, J. F. Recuperação de um solo salinizado devido a excesso de fertilizantes em ambiente protegido. Irriga, Botucatu, v. 12, p. 422-428, 2007.
- ELOI, W.; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M. Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características do tomateiro cultivado em ambiente protegido. Agrária, Recife, v.2, n.1, p.83-89, 2007.
- SILVA, E. M.; LIMA, J. C. S.; DUARTE, S. N.; BARBOSA, F. S.; MASCHIO, R. Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características da berinjela cultivada em ambiente protegido. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v.44, n.1, p.150-158, 2013.
- SOUZA, E. R.; MELO, H. F.; ALMEIDA, B. G.; MELO, D. V. M. Comparação de métodos de extração da solução do solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.17, n.5, p.510-517, 2013.
- SOUZA, T. R.; VILLAS BÔAS, R. L.; QUAGGIO, J. A.; SALOMÃO, L. C. Nutrientes na seiva de plantas cítricas fertirrigadas. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.34, n.2, p.482-492, 2012.
- SILVA, E. F. F.; ANTI, G. R.; CARMELLO, Q. A. C.; DUARTE, S. N. Extratores de capsulas porosas para o monitoramento da condutividade elétrica e do teor de potássio na solução do solo. Scientia Agrícola, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 785-789, 2000.
- VILLAS BÔAS, R. L. Doses de nitrogênio para o pimentão aplicados de forma convencional e através da fertirrigação. Botucatu. 2001. 123p. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP.



A TÉCNICA DA TDR NA FORMAÇÃO DO BULBO MOLHADO NA IRRIGAÇÃO SUBSUPERFICIAL⁽¹⁾

**K. L. GRECCO⁽²⁾, D. R. BIZARI⁽³⁾, C. F. SOUZA⁽⁴⁾, P. de O. LAMAS⁽⁵⁾, D. C. M.
QUERIDO⁽⁵⁾**

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi avaliar a formação do bulbo molhado para taxas de aplicação de água de 1,0 e 1,6 L h⁻¹ na irrigação subsuperficial, por meio da distribuição da água no perfil do solo utilizando a técnica da TDR (Reflectometria no Domínio do Tempo). O experimento conduzido no CCA/UFSCar (casa de vegetação) foi instalado em caixas de polietileno (500 L) preenchidos com solo arenoso e uma malha de 36 sondas para o monitoramento automático da umidade, com o gotejador alocado na profundidade de 0,30 m. Foi aplicado 1 L de água a cada 1 hora, totalizando 10 aplicações. Os resultados obtidos mostraram que para as duas taxas de aplicação o deslocamento horizontal da água foi superior ao deslocamento vertical e que houve uma diferenciação no formato dos bulbos molhados.

PALAVRAS-CHAVE: Bulbo molhado, Agricultura Irrigada, Reflectometria no domínio do tempo.

THE TDR TECHNICAL IN MONITORING OF WET BULB IN SUBSURFACE IRRIGATION

SUMMARY: The objective of this study was to evaluate the formation of the wet bulb for water application rates of 1.0 and 1.6 L h⁻¹ in subsurface irrigation, through the distribution of water in the soil profile using the TDR technique (Time Domain Reflectometry). The experiment conducted in CCA/UFSCar (greenhouse) was installed in polyethylene boxes (500 L) filled with sandy soil and a mesh of 36 probes for automatic monitoring of moisture, with the issuer allocated to the depth of 0.30 m. The application of water (1 L) was every 1 hour,

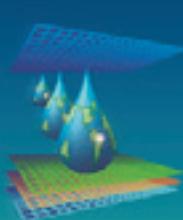
¹ Projeto apoiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

² Graduanda em Engenharia Agronômica, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos, CEP 13600-970, Araras, SP. Fone: (19) 9233-0596. E-mail: klgrecco@gmail.com.

³ Pós-doutorado, CCA/UFSCar, Araras, SP.

⁴ Prof. Doutor, Depto de Recursos Naturais e Proteção Ambiental, CCA/UFSCar, Araras, SP.

⁵ Estudante de Engenharia Agronômica, CCA/UFSCar, Araras, SP.



for a total of 10 applications. The results showed that for both application rates the horizontal displacement of the water was higher than the vertical displacement and that there was a difference in the shape of bulbs wet.

KEYWORDS: Wet bulb, Irrigated Agriculture, Time Domain Reflectometry.

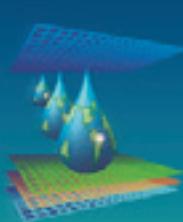
INTRODUÇÃO

A irrigação localizada contribui para a eficiência no uso da água, ao aplicar pequenas quantidades em alta frequência, diretamente sobre a região radicular, mantendo a umidade do solo, nessa região, próximo à capacidade de campo. Este método de irrigação pode ser classificado segundo a posição de instalação da linha de gotejadores em: sistema de irrigação superficial, quando os gotejadores se encontram na superfície do solo e subsuperficial quando alocados abaixo da superfície. Na segunda, como o próprio nome diz, a emissão de água é feita abaixo da superfície do solo, com frente de umidade tangenciando a superfície (dependendo da profundidade), evitando-se assim, a exposição da superfície molhada e reduzindo, ainda mais, as perdas por evaporação quando comparado à irrigação por gotejamento superficial, garantindo assim, a uniformidade de aplicação de água próxima a 100% (NOGUEIRA et al., 2000; ALBUQUERQUE E MAENO, 2007).

Dentre os métodos para o monitoramento da umidade do solo (Laboratório e Campo) a técnica da TDR vem ganhando cada vez mais destaque na pesquisa, pelas inúmeras vantagens que apresenta (SOUZA, et al., 2006). Porém, são poucos os trabalhos que utilizam essa ferramenta na avaliação de bulbo molhado a partir da irrigação subsuperficial. Sendo assim, este trabalho propõe o estudo do efeito de diferentes taxas de aplicação de água na formação do bulbo molhado em solo arenoso, utilizando-se a técnica da TDR.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, no município de Araras-SP, em um ambiente protegido de 140 m².



Para a realização do ensaio utilizou-se caixas de PVC (500 litros, 0,65 m de altura e 1,20 m de diâmetro) que foram preenchidas com solo arenoso (90% de areia) com o auxílio de um pequeno compactador com o intuito de simular a densidade encontrada na amostragem de campo. Simultaneamente ao preenchimento das caixas foi instalado o grid de sondas de TDR, composto por 36 sondas (6 linhas x 6 colunas), com espaçamento de 0,10 m entre sondas, tanto na vertical quanto na horizontal. A linha inferior de sondas foi colocada a uma distância de 0,05 m do fundo da caixa e a linha superior permaneceu 0,05 m abaixo da sua superfície. A malha foi instalada de modo que ficasse centralizada na caixa e as sondas foram devidamente identificadas na parte do cabo coaxial que permaneceu para fora da caixa. O gotejador foi instalado na profundidade de 0,30 m, exatamente no meio da malha de sondas de TDR. Para o ensaio utilizou-se dois gotejadores, marca NaanDan, modelo TopDrip PC AS, com vazões de 1,0 e 1,6 L h⁻¹ e pressão de serviço de 2,0 bar, que aplicaram 1 litro de água por hora em cada irrigação, totalizando 10 aplicações.

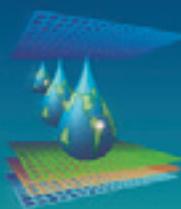
Por meio de um Reflectômetro TDR100 (Campbell Scientific, Logan-Utah) equipado por um coletor de dados (CR1000 – Datalogger – Campbell Scientific) foi possível a leitura simultânea das 36 sondas de TDR em tempo real a cada 15 minutos. Os valores obtidos foram armazenados e, posteriormente, processados com o intuito de obter a distribuição espacial da água no solo em função do tempo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparou-se pelas Figuras 1 e 2 os perfis de umidade (m³ m⁻³) após cada aplicação de água no solo. Em virtude do número elevado de gráficos, os bulbos escolhidos para representar os perfis foram os obtidos em 1, 2, 3, 7 e 10 L, na qual cada isolinha desse perfil representa um acréscimo de 0,02 m³ m⁻³.

Na Figura 1 é possível notar o avanço do deslocamento vertical até a aplicação de 7 litros, com valor de 0,22 m, mantendo-se praticamente constante até o final do ensaio. Para o deslocamento horizontal foi possível observar que a água se movimentou até a última aplicação (0,50 m), sendo este em torno de 46% superior em relação ao primeiro, caracterizando o achataamento do bulbo.

Com relação a vazão de 1,6 L h⁻¹ (Figura 2) observou-se o mesmo comportamento em relação aos dois tipos de deslocamentos vistos anteriormente. Isso provavelmente ocorreu, pois o volume de água aplicado foi o mesmo (10 L) para ambos gotejadores. Entretanto,



ocorreu uma diferenciação nos formatos dos bulbos obtidos, devido ao tempo de aplicação, pois na vazão de $1,0 \text{ L h}^{-1}$ não houve intervalos entre as aplicações, ao contrário da próxima vazão ($1,6 \text{ L h}^{-1}$) que deve um período de aproximadamente 20 minutos para o deslocamento da água após o término e início da seguinte aplicação. BARROS et al. (2009) trabalhando com avaliação do bulbo molhado na irrigação subsuperficial constataram que ao dobrar a vazão (2,0 para $4,0 \text{ L h}^{-1}$) houve uma alteração no formato dos bulbos molhados tanto na vertical quanto na horizontal. Para SOUZA & MATSURA (2004) afirmaram que a distância vertical tende a diminuir com o aumento da vazão, fato esse não comprovado no presente ensaio.

Para a umidade no perfil do solo constatou-se que os maiores valores ficaram próximos aos gotejadores para duas taxas de aplicação, acompanhando o deslocamento tanto vertical quanto horizontal dentro do bulbo, com o maior valor em torno de $0,22 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. Resultados semelhantes foram encontrados por BARROS et al. (2009) com relação à umidade próximo ao gotejador.

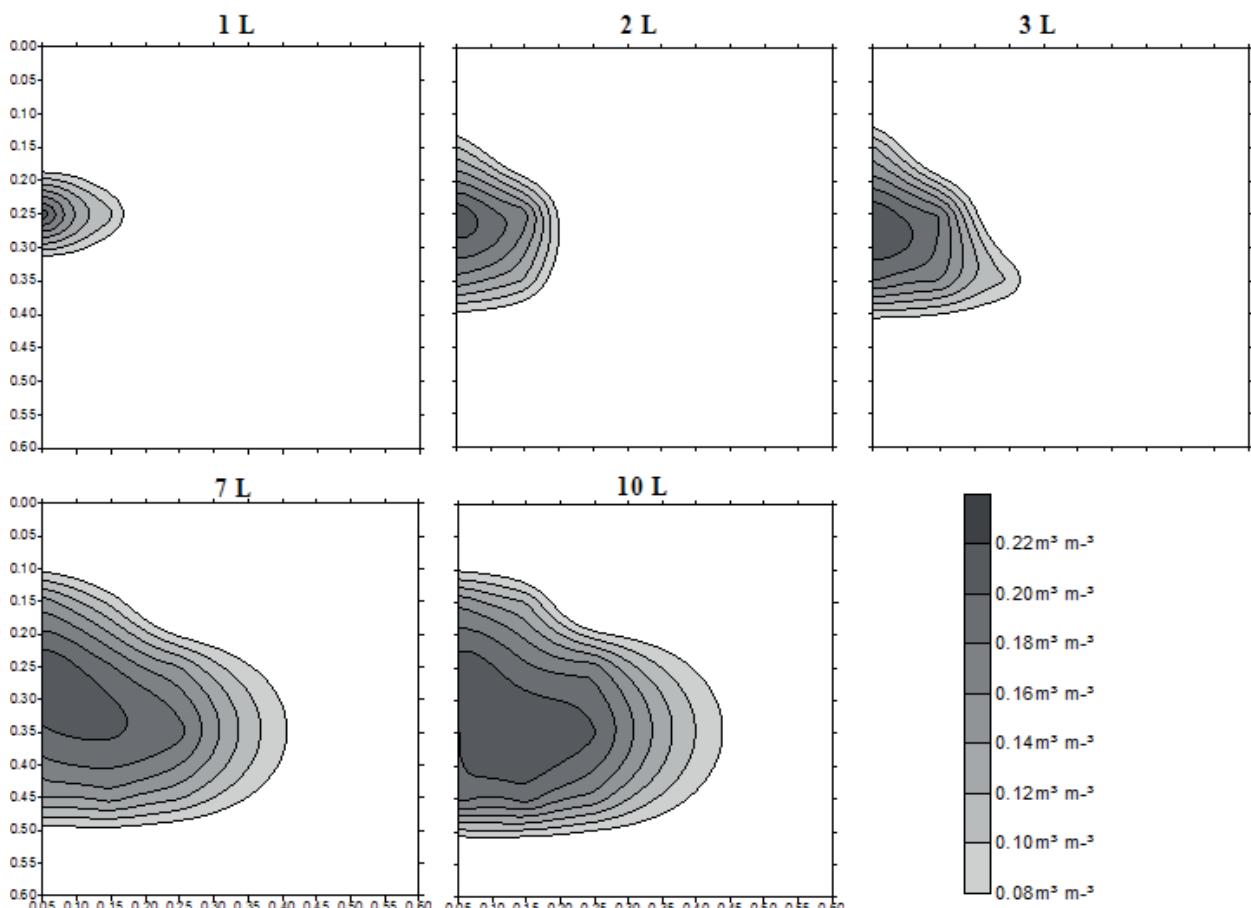


Figura 1. Comparação entre os perfis de umidade ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$) para a vazão de $1,0 \text{ L h}^{-1}$ na irrigação subsuperficial, no CCA/UFSCar, 2013.

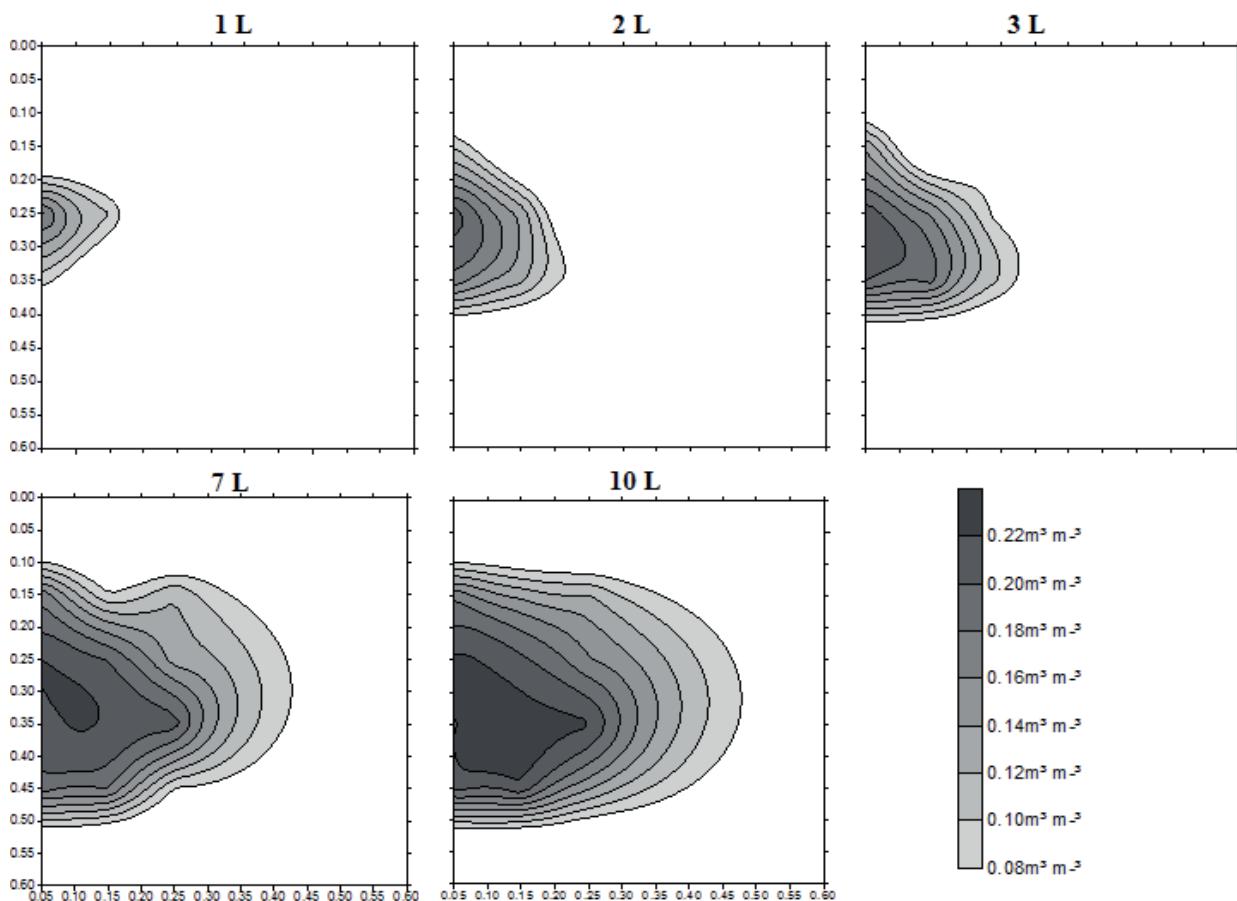
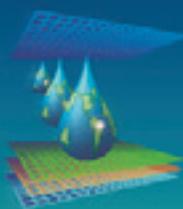


Figura 2. Comparação entre os perfis de umidade ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$) para a vazão de $1,6 \text{ L h}^{-1}$ na irrigação subsuperficial, no CCA/UFSCar, 2013.

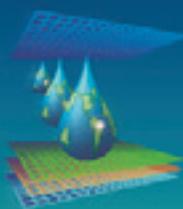
CONCLUSÃO

Para as duas taxas de aplicação o deslocamento horizontal da água foi superior ao deslocamento vertical.

Houve uma diferenciação no formato dos bulbos molhados em função das diferentes taxas avaliadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, P. E. P. de; MAENO, P. Requerimento de água das culturas para fins de dimensionamento e manejo de sistemas de irrigação localizada. Embrapa Milho e Sorgo, 2007.

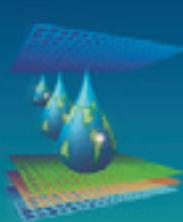


BARROS, A. C.; FOLEGATTI, M. V.; SOUZA, C. F.; SANTORO, B. L. Distribuição de água no solo aplicado por gotejamento enterrado e superficial. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, v.14, n.6, p.700-707, 2009.

NOGUEIRA, C. C. P.; COELHO, E. F.; LEÃO, M. C. S. Características e dimensões do volume de um solo molhado sob gotejamento superficial e subsuperficial. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, v.4, n.3, p.315-320, 2000.

SOUZA, C. F.; MATSURA, E. E. Distribuição de água no solo para o dimensionamento da irrigação por gotejamento. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, v.8, n.1, p.7-15, 2004.

SOUZA, C. F.; MATSURA, E. E.; FOLEGATTI, M. V.; COELHO, E. F.; OR, D. Sondas de TDR para a estimativa da umidade e da condutividade elétrica do solo. Irriga v.11, p.12-25, 2006.



ESTIMATIVA DO ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR EM POMAR DE MAMOEIRO PELO MÉTODO IAF LUX

M. J. M. GUIMARÃES¹; M. A. COELHO FILHO²; F. DE A. GOMES JUNIOR³; A. O.
SILVA⁴; U. da S. OLIVEIRA⁵

RESUMO: Este trabalho visou estimar o índice de área foliar (IAF) de plantas de mamoeiro (*Carica papaya*) comparando um método direto não destrutivo com o método indireto de estimativa do índice de área foliar IAF LUX. O estudo foi realizado na EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical – Cruz das Almas - BA. Foram efetuadas leituras em um pomar comercial de mamoeiro grupo Solo, o mesmo foi plantado num espaçamento de 1,5 m entre plantas e 3,0 m entre fileiras. Para o método direto foi utilizado parâmetros biométricos das plantas para estimar o IAF. O método indireto utilizado foi o IAF LUX, o qual estima o IAF através de medidas de transmitância de luz através do dossel vegetativo das plantas. As leituras foram realizadas no 9º ao 11º mês após o plantio, verificou-se que as estimativas com o método IAF-LUX subestimaram os valores do IAF, apresentando erros que variaram de 2,98 a 22,44%, com uma média de 13% em relação ao IAF estimado pelo método direto, demonstrando que o método IAF LUX é aplicável à cultura do mamoeiro. No entanto, estudos posteriores são necessários para aperfeiçoá-lo na tentativa de diminuir as fontes de erros.

PALAVRAS-CHAVE: IAF LUX, luxímetro, mamão

ESTIMATION OF LEAF AREA INDEX IN ORCHARD PAPAYA BY METHOD IAF LUX

ABSTRACT: This study aimed to estimate the leaf area index (LAI) of plants of papaya (*Carica papaya*) comparing a direct method is not destructive to the indirect method of estimating the leaf area index LAI LUX. The study was conducted at Embrapa Mandioca e Fruticultura in Cruz das Almas - BA. Readings were made in a commercial orchard papaya

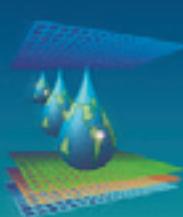
¹ Mestrando em Engenharia Agrícola - Universidade Federal Rural de Pernambuco - DTR, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, PE. Email: mjmguiaraes@hotmail.com.

² Pesquisador Doutor - Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas – BA

³ Mestrando em Engenharia Agrícola – UFRPE, Recife - PE

⁴ Doutorando em Irrigação e Drenagem, UNESP/FCA, Botucatu, SP.

⁵ Graduando em Agronomia – UFRB, Cruz das Almas, BA



solo group, it was planted in a spacing of 1.5 m between plants and 3.0 m between rows. For the direct method was used biometric parameters of plants to estimate LAI. The indirect method was used LUX IAF, which estimates the IAF through measures light transmittance through the canopy of plants. The readings were taken on the 9th to the 11th month after planting, it was found that the estimates with the IAF-LUX method underestimated LAI values, with errors ranging from 2.98 to 22.44%, with an average of 13% compared to LAI estimated by the direct method, showing that the method is applicable to IAF LUX papaya crop. However, further studies are needed to refine it in an attempt to reduce the sources of errors.

KEYWORDS: IAF LUX, luximeter, papaya

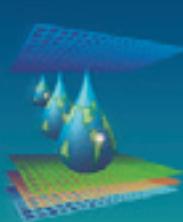
INTRODUÇÃO

A estimativa da área foliar (AF) e do índice de área foliar (IAF) de um cultivo qualquer é fundamental na modelagem de diferentes métodos de estimativa das necessidades de irrigação, nos processos de adubação foliar, podas, entre outros.

O índice área foliar de uma cultura é amplamente conhecida por ser um parâmetro indicativo de produtividade, pois o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e a sua conversão em energia química. Logo, a superfície foliar de uma planta é a base do rendimento potencial da cultura. Além disso, o conhecimento da área foliar da planta permite a estimativa da perda de água, uma vez que as folhas são os principais órgãos que participam no processo transpiratório, responsável pela troca gasosa com o ambiente (PEREIRA, 1997).

Na estimativa do índice de área foliar, podem ser usados métodos diretos e indiretos. Os métodos diretos estão relacionados às medidas tomadas diretamente na planta, sendo muito importante para qualidade da medida uma amostragem representativa, que será maior ou menor em função do tamanho e tipo da cultura (COELHO FILHO et al., 2005a). Os indiretos baseiam-se em medidas tomadas sem contato com as plantas, tendo como exemplo os que utilizam medidas de radiação solar e transmitância de luz no dossel vegetativo das plantas.

Assim, o objetivo deste trabalho foi estimar o índice de área foliar de um pomar comercial de mamoeiro (*Carica papaya*) grupo solo, comparando um método direto não destrutivo com o método indireto de estimativa do índice de área foliar IAF LUX.



MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical, no município de Cruz das Almas, Bahia. Foram efetuadas leituras em um pomar de mamoeiro (*Carica papaya*) grupo solo plantado em espaçamento comercial (1,5 m entre plantas e 3,0 m entre fileiras). Dentro do pomar foi fixada uma parcela útil com 10 plantas, totalizando uma área útil de leitura de 45 m². Foi realizada a determinação direta da área foliar das plantas do pomar através da metodologia proposta por COELHO FILHO et al.(2005b), onde, relacionam-se os parâmetros biométricos das plantas (número de folhas e comprimento da nervura central) com sua superfície foliar, estimando-se o índice de área foliar do pomar através da relação IAF = área foliar média/área útil ocupada.

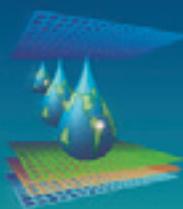
As estimativas indiretas foram realizadas por meio do método IAF LUX com base nos trabalhos realizados e recomendações de COELHO FILHO et al. (2012), usando um luxímetro digital da marca ICEL. Ao luxímetro foi acoplado um filtro azul (COELHO FILHO et al. 2012) que permitia a passagem da radiação solar nos comprimentos de onda de 440 a 490 nm na região do azul, faixa de forte absorção pelas clorofilas e carotenóides das plantas, com intuito que somente esta fração de comprimento de onda difundida fosse medida pelo equipamento. As leituras foram realizadas ao entardecer, sempre com predominância de radiação difusa para atender as hipóteses básicas do modelo.

As medidas de transmitância de luz (I/I_o) foram realizadas em pontos aleatórios no pomar, a uma distância mínima de 0,4 m do caule das plantas para assim diminuir o seu efeito sobre a leitura. Foram tomados de dez a vinte pontos de leitura por repetição em cada data de leitura, sendo calculado o IAF conforme a Equação 2:

$$IAF = -\frac{\ln\left(\frac{1}{n}\sum \frac{I}{I_o}\right)}{1-\frac{1}{n}\sum \frac{I}{I_o}} \quad (1)$$

sendo I_o as medidas realizadas ao ar livre, sem interferência do dossel vegetativo; e I as medidas realizadas abaixo do dossel vegetativo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO



As leituras foram realizadas no 9º ao 11º mês após o plantio. As estimativas com o método IAF-LUX subestimaram os valores do IAF, apresentando erros que variaram de 2,98 a 22,44%, com uma média de 13% em relação ao IAF estimado pelo método direto (Tabela 1). Pode-se verificar na repetição 1 do 10º mês uma superestimativa do IAF, comportamento atípico quando comparado com as outras leituras. Tal observação pode ser reflexo de uma possível variação das condições climáticas no momento da leitura, tendo como exemplo o aumento da radiação direta, o que prejudica diretamente o resultado final das estimativas do método.

Tabela 1. Valores médios do índice de área foliar (IAF Direto), estimativa do índice de área foliar (IAF-LUX) pelo método IAF LUX, e erro médio das leituras entre os métodos em pomares de mamoeiro Tipo Sunrise.

Mês após o plantio (MAP)	IAF Direto	Repetição IAF LUX	IAF-LUX	Erro Relativo (%)
9	1.56	1	1,36	-13,38
		2	1,29	-17,92
		3	1,22	-22,44
10	1.58	1	1,76	11,31
		2	1,45	-8,59
		3	1,39	-12,31
11	1.61	1	1,49	-7,50
		2	1,30	-19,06
		3	1,56	-2,98
Média	1.59	-	1,42	13,0

Durante o período de avaliação, as plantas apresentaram uma projeção de copa média de 2,27 m e uma área de solo coberta de 4,04 m², refletindo assim em uma cobertura de 89% da área útil da planta. Pode-se observar que as áreas que ficam mais próximas ao meio das linhas não sofrem elevada influência do sobreamento ocasionado pela projeção da copa. Esse déficit de 11% de cobertura da área útil da planta pode ter interferido negativamente nas leituras realizadas pelo método IAF-LUX, apresentando assim uma tendência à subestimativa do IAF do pomar conforme a Figura 1.

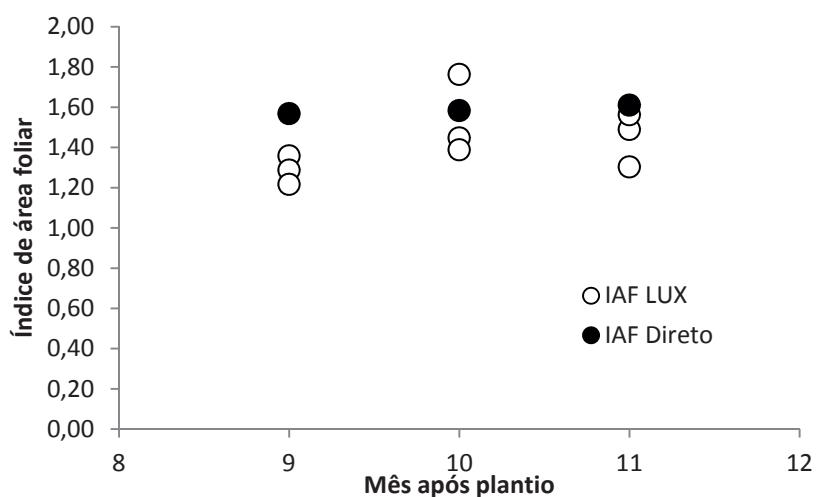
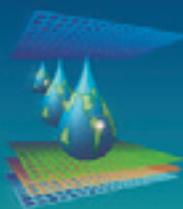


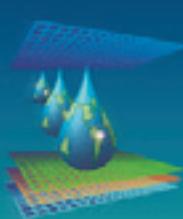
Figura 1. Índice de área foliar (IAF) em pomar de mamoeiro estimado pelo método direto (IAF Direto) e pelo método indireto (IAF LUX).

A formação do dossel vegetativo do pomar está diretamente relacionada com a densidade de plantio. Trabalhos relacionando a densidade de plantio com as características biométricas das plantas (FONTES et al., 2010; SOUZA et al., 2008; FERRAZ, 2003; KIST & MANICA, 1995) demonstram que o mamoeiro responde muito bem à mudança do espaçamento do pomar. Espaçamentos com espaços menores entre linhas irão refletir na formação de um dossel mais fechado, apresentando assim uma maior cobertura do solo. O espaçamento utilizado no experimento é recomendado para pomares comerciais, nos quais há a necessidade de circulação de máquinas agrícolas para facilitar o manejo integrado, o mesmo favoreceu para a formação de falhas no dossel do pomar, apresentando assim menores valores do IAF estimado pelo método IAF-LUX.

CONCLUSÕES

As estimativas pelo método IAF LUX apresentaram resultados satisfatórios, mostrando-se aplicável à cultura do mamoeiro. No entanto, estudos posteriores são necessários para aperfeiçoá-lo na tentativa de diminuir as fontes de erros.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS



COELHO FILHO, M.A.; ANGELOCCI, L.R.; VASCONCELOS, M.R.B.; COELHO, E.F.; Estimativa da área foliar de plantas de lima ácida ‘Tahiti’ usando métodos não-destrutivos. In: Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 1, p. 163-167, Abril 2005a.

COELHO FILHO, M. A.; COELHO, E. F.; ALVES, CUNHA, A. A. Método para estimativa da área foliar de plantas de mamoeiro do grupo solo e formosa. In: Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão, 2005, Vitoria. Anais... 2005b. p. 525-528.

COELHO FILHO, M. A.; ANGELOCCI, L. R.; VILLA NOVA, N. A.; MARIN, F. R.; RIGHI, C. A. Método para estimativa do IAF de árvores isoladas ou de plantações com dossel fechado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental [online]. 2012, vol.16, n.5, pp. 529-538. ISSN 1415-4366.

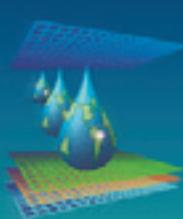
FONTES, R. V.; PEREIRA, M. G.; VIANA, A.P.; OLIVEIRA, J.G.; SILVA, D. M.; BROETTO, S. G.; SILVA, M. M. Diferentes espaçamentos de plantio e níveis de adubação sobre a atividade da redutase do nitrato em folhas do híbrido de mamoeiro UENF/Caliman-01. Revista Brasileira de Fruticultura (Impresso), v. 32, p. 1138-1145, 2010.

FERRAZ, K. K. F. Eficiência do espaçamento nas variedades Sunrise e Golden de Carica papaya L. no município de Aracruz - ES. In: Simpósio do Papaya Brasileiro, 2003, Vitória - ES. Anais do Simpósio do Papaya Brasileiro, 2003.

KIST, H.; MANICA, I. Densidades de plantio e características dos frutos do mamoeiro formosa em clima subtropical. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.30, n.7, p.931-937, 1995.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. Evapotranspiração. Piracicaba: Fealq, 1997. 183 p.

SOUZA, M. F. de; SANTOS, J. G. dos; PEREIRA, E. O.; COELHO, R. I. Influência do espaçamento no desenvolvimento do mamoeiro (Carica papaya L) In: XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação-Universidade do Vale do Paraíba, 2008, São José dos Campos. Anais... São José dos Campos, 2008.



RENDIMENTO DE BRÓCOLIS DE CABEÇA IRRIGADO SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE CULTIVO

L. O. GEISENHOFF¹; F. C. OLIVEIRA²; D. M. FLORES²; A. C. SANCHES²; J. de S. BONIFÁCIO³; F. L. da SILVA.³; V. H. CAVASSINI³; S. L. S. SANTOS³.

RESUMO: O cultivo de brócolis é recente no Brasil, logo, há pouca disponibilidade de informações técnicas para o manejo da cultura do brócolis de cabeça. Visando estabelecer o espaçamento mais adequado para cada segmento de mercado, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de quatro espaçamentos sobre as características produtivas de brócolis de cabeça irrigado por mangueira microperfurada a laser. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 4 tratamentos que correspondem aos espaçamentos entre linha, e 5 repetições. Os espaçamentos foram: 100, 90, 80 e 70 cm. A cultivar utilizada foi brócolis de cabeça (*Brassica oleracea* var. *italica*, híbrido Lord Summer). Os resultados demonstraram que, o espaçamento de 70 cm entre linhas, apresenta-se mais adequado para o cultivo irrigado de brócolis de cabeça, independentemente do segmento de mercado que se destina a produção. A máxima produtividade comercial de florete e produtividade comercial inflorescência foram $14,24 \text{ t ha}^{-1}$ e $18,62 \text{ t ha}^{-1}$, encontrados no espaçamento de 70 cm entre linhas.

PALAVRAS-CHAVE: *Brassica oleracea* var. *italica*, irrigação localizada, espaçamentos de cultivo.

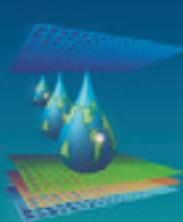
YIELD OF BROCCOLI HEAD RIGATED UNDER DIFFERENT SPACING CULTIVATION

SUMMARY: Broccoli is a recent crop in Brazil, then there is little information about the techniques for the management of broccoli head crop. To establish the better spacing to each market segment, this study aimed to evaluate the effect of four spacings on yield characteristics of broccoli irrigated by hose microperfurated laser. The experimental design was randomized in block design with 4 treatments which correspond the spacing among rows, and 5 replicates. The spacings were: 100, 90, 80 and 70 cm. The cultivar used was broccoli head (*Brassica oleracea* var. *italica*, hybrid Lord Summer). Results showed that the spacing

¹ Prof. Dr. Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) - Engenharia Agrícola, UFGD, Caixa Postal 533, CEP: 79.804-970, Dourados, MS. Fone (67) 3410-2412. e-mail: lucianogeisenhoff@ufgd.edu.br

² Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFGD, Dourados, MS.

³ Graduando Curso de Engenharia Agrícola, UFGD, Dourados, MS.



with 70 cm between rows, appears more suitable for cultivation of broccoli head irrigated, regardless of the market segment of production. The maximum marketable yield inflorescence and marketable yield foil were $14,24 \text{ t ha}^{-1}$ and $18,62 \text{ t ha}^{-1}$, found in the spacing with 70 cm between rows.

KEYWORDS: *Brassica olerácea* var. *italica*, drip irrigation, spacing cultivation.

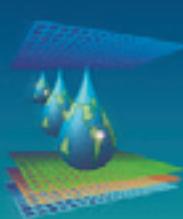
INTRODUÇÃO

O brócolis, pertence ao gênero *Brassica* (KALUŽEWICZ et al., 2012), este gênero, em geral, apresenta em sua constituição varias propriedades benéficas à saúde humana, devido a presença de antioxidantes e altas concentrações de vitaminas (SOEGAS et al., 2011). Existem dois grupos de brócolis, o ramoso e o de cabeça, no Brasil a comercialização, tem sido feita de forma *in natura* ou processada, sendo esta principalmente congelada, que possui vantagens em relação à primeira, dentre elas a de proporcionar a oferta regular do produto ao longo do ano, em quantidade e preço(CECÍLIO FILHO et al., 2012).

O espaçamento de plantio de brócolis é estabelecido, principalmente, em razão do segmento de mercado, ou seja, para consumo *in natura* ou processamento industrial. Sendo que geralmente se utiliza menores populações para o consumo *in naturae* maiores para a produção destinada ao processamento industrial (CECÍLIO FILHO et al., 2012).

Os menores espaçamentos resultam em maior aproveitamento dos recursos do meio, porém, não expressando o potencial genético da planta (LOPES et al., 2011). O elevado número de plantas por área provoca nas mesmas, uma maior pressão de competição, não obstante geram um acumulativo final favorável à produtividade. Enquanto que, a redução da densidade de plantas até determinado limite proporciona maior exposição das folhas à luz difusa, resultando no aumento da área foliar específica, devido ao maior desenvolvimento das folhas (FAVORITO et al., 2011).

Entretanto, por ser um cultivo recente no Brasil, há pouca disponibilidade de informações técnicas para o manejo da cultural do brócolis de cabeça, demandando estudos dentre os fatores de produção, entre eles,a densidade populacional (CECÍLIO FILHO et al., 2012).Visando estabelecer o espaçamento mais adequado para cada segmento de mercado,



este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de quatro espaçamentos sobre a rentabilidade de brócolis de cabeça irrigado por mangueira microperfurada a laser.

MATERIAL E MÉTODOS

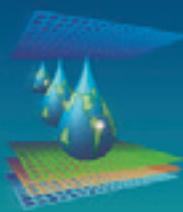
O experimento foi conduzido na área experimental de Irrigação, Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), pertencente à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) unidade II, localizada em Dourados, Mato Grosso do Sul, no primeiro semestre de 2012. A altitude média é de 446 m, e esta situada a 22° 11' 45" de latitude sul e a 54° 55' 18" de longitude norte. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 4 tratamentos que correspondem aos espaçamentos entre linhas, e 5 repetições, totalizando 40 parcelas. Os espaçamentos foram: 100, 90, 80 e 70 cm. A cultura utilizada foi o brócolis de cabeça (*Brassica oleracea* var. *italica*, híbrido Lord Summer).

Cada parcela foi constituída por 20 plantas, com espaçamento entre linhas de acordo com o tratamento realizado e entre plantas de 50 cm, a área útil foi formada pelas duas linhas centrais, desprezando-se duas plantas de cada extremidade, resultando em 6 plantas como unidade experimental.

As mudas foram transplantadas na área previamente preparada no dia 03 de abril de 2012. A irrigação foi realizada utilizando mangueira microperfurada a laser, tipo I, com espaçamento entre emissores de 15 cm e com vazão de 204 L h⁻¹. As linhas da mangueira, tinham 10 m de comprimento e foram instaladas com espaçamento de 3 m, ficando então 3 linhas da cultura entre as linhas da mangueira. A pressão de serviço utilizada foi de 10,1 mca, controlada por meio de uma válvula reguladora de pressão inserida na tubulação de derivação, onde foram conectadas as linhas de mangueira microperfurada a laser. As irrigações foram realizadas diariamente, caso necessário, ao longo do ciclo da cultura, com base na evapotranspiração da cultura.

No dia 18 de junho de 2012, 106 dias após o transplante, realizou-se a colheita das 6 plantas úteis de cada parcela, então estas foram levadas para o laboratório de irrigação da universidade para seguir as devidas avaliações.

A Produtividade Comercial de Inflorescência (PCI) e de florete (PCF) foram obtidas com base nas dimensões das parcelas e considerando o espaço entre elas, de acordo com a população de plantas por hectare a partir da média da massa fresca da inflorescência e de florete individualmente, estimou-se então a produtividade de inflorescência e de florete.



Os resultados foram submetidos à análise de variância com a realização do teste F e quando significativo, foi realizada análise de regressão, por meio do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSÃO

De acordo com a análise de variância, entre os espaçamentos avaliados, houve diferença significativa sobre a Produtividade Comercial de Florete (PCF) e Produtividade Comercial de Inflorescência (PCI), pelo teste F a 1% de probabilidade.

A produtividade foi estimada de acordo com as populações de plantas utilizadas em cada tratamento avaliado, os espaçamentos de 100, 90, 80 e 70 cm, correspondem a populações de 20.000; 22.222; 25.000 e 28.571 plantas ha^{-1} . O comportamento da PCF é apresentado na Figura 1, juntamente com a equação que apresentou o melhor ajuste.

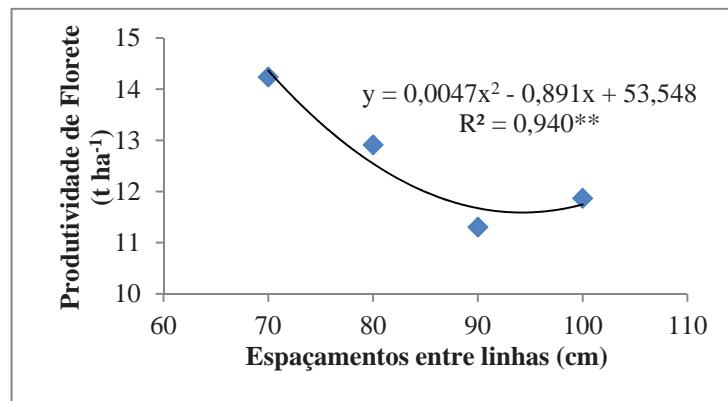


Figura 1. Valores médios, observados e estimados, de Produtividade Comercial de Florete (PCF) de brócolis de cabeça em função de diferentes espaçamentos.

Como se pode observar, a maior PCF foi encontrada utilizando-se espaçamento entre linha de 70 cm, com $14,2 \text{ t ha}^{-1}$, enquanto que a menor PCF encontrada foi $11,31 \text{ t ha}^{-1}$, observada no espaçamento de 90 cm. Com relação a PCI, pode-se observar na Figura 2 que a maior produtividade encontrada, foi observada no espaçamento de 70 cm, com médias de $18,61 \text{ t ha}^{-1}$ e a menor, estimada pela equação, foi observado no espaçamento de 98,04 cm, com médias de $14,85 \text{ t ha}^{-1}$.

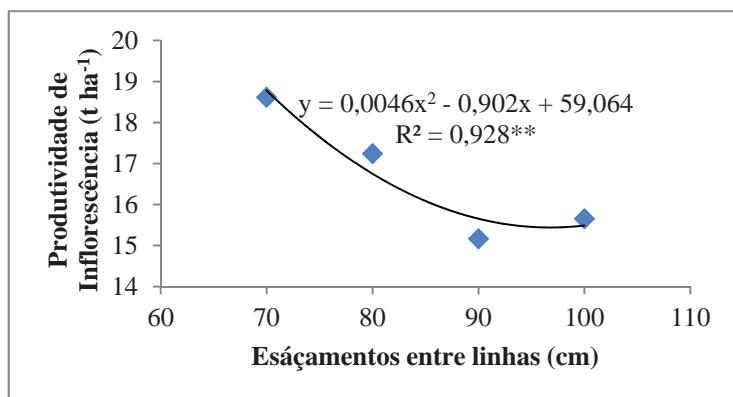
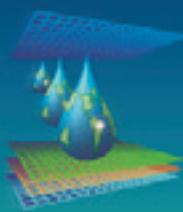


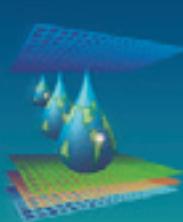
Figura 2. Valores médios, observados e estimados, de Produtividade de Inflorescência (PCI) de brócolis de cabeça em função de diferentes espaçamentos.

As produtividades apresentaram maior rendimento a medida em que se diminuiu os espaçamentos entre linhas. Incrementos de PCF e PCI como resultado do aumento na densidade de plantio também foram observados por CECÍLHO FILHO et al. (2012), que avaliando diferentes espaçamentos entre plantas (20; 30; 40 e 50 cm), encontraram maiores PCF e PCI de 17,09 e 22,08 t ha⁻¹ respectivamente.

O menor espaçamento avaliado (70 cm) apresentou maiores produtividades. Isto se deve a maior população de plantas neste espaçamento, proporcionando maior número de inflorescência, de modo que, com 70 cm entre linhas, a população é superior em 8.571 plantas, quando comparada com o espaçamento de 100 cm.

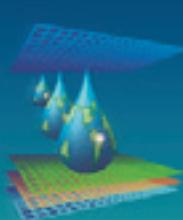
CONCLUSÕES

O presente trabalho avaliou o rendimento de brócolis de cabeça irrigado por mangueira microperfurada a laser, correspondendo à Produtividade Comercial de Florete (PCF) e Produtividade Comercial de Inflorescência (PCI). Os resultados demonstraram que, o espaçamento de 70 cm entre linhas, apresenta-se mais adequado para o cultivo irrigado de brócolis de cabeça, independentemente do segmento de mercado que se destina a produção, devido ao incremento de inflorescências proporcionado pelo aumento da população de plantas. A máxima PCF e PCI foram 14,24 t ha⁻¹ e 18,62 t ha⁻¹, encontrados no espaçamento de 70 cm entre linhas.



REFERÊNCIASBIBLIOGRÁFICAS

- CECÍLIO FILHO, A. B.; SCHIAVON JUNIOR, A. A.; CORTEZ, J. W. M. Produtividade e classificação de brócolis para indústria em função da adubação nitrogenada e potássica e dos espaçamentos entreplantas. Horticultura Brasileira, Brasília, v.30, n.1, p.12-17, 2012.
- FAVORITO, P.A.; ECHER, M. M.; OFFEMANN, L. C.; SCHLINDWEIN, M. D.; COLOMBARE, L. F.; SCHINEIDER, R. P.; HACHMANN, T. L. Características produtivas do manjericão (*Ocimum basilicum L.*) em função do espaçamento entre plantas e entre linhas. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, Botucatu, v.13, n.especial, p.582-556, 2011.
- FERREIRA, D. F.Sisvar: a computerstatisticalanalysis system. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011
- KALUŻEWICZ, A.; KRZESIŃSKI, W.; KNAFLEWSKI, M.; LISIECKA, J.; SPIŻEWSKI, T.; FRĄSZCZAK. B. Broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) head initiation under fieldconditions. Acta Agrobotanica, Lublin v.65, n.2, p.93-98, 2012.
- LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SILVA, M. R.; SAAD, J. C. C.; LOPES, C. F. Esteresse hídrico em plantio de *Eucalyptusgrandis* Vs. *Eucalyptusurophylla*, em função do solo, substrato e manejo hídrico de viveiro. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.35, n.1, p.31-39, 2011.
- SOEGAS, P.; SOTELO, T.; VELASCO, P.; CARTEA, M. E. Antioxidant properties of *Brassica* vegetable. Functional Plant Science and Biotechnology, v.5, n.2, p.43-45, 2011.



DESEMPENHO PRODUTIVO DA COUVE-FLOR IRRIGADA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA

F. C. OLIVEIRA³; L.O. GEISENHOFF¹; D. M. FLORES³; G. A. BISCARO¹; J. de S. BONIFÁCIO⁴; F. L. da SILVA.⁴; G. Q. OLIVEIRA²; D. dos S. MIRANDA⁴.

RESUMO: O fornecimento de nitrogênio às plantas, esta associado com aumento de qualidade e produtividade das mesmas. Objetivou-se, avaliar o efeito da adubação nitrogenada sobre a produção da couve-flor irrigada com mangueira microperfurada a laser. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com 5 repetições e 4 tratamentos. As doses de nitrogênio foram: 0, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹ de N. A cultivar utilizada foi a couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*, híbrido Verona). Foi avaliada a Massa de Inflorescência (MI), o Diâmetro de Florete (DI) e a Produtividade Comercial de Inflorescência (PCI). Para as condições deste trabalho a couve-flor apresentou um comportamento caracterizado por uma equação quadrática para todos os parâmetros avaliados, sendo a máxima PCI de 27,13 t ha⁻¹, utilizando 252,50 t ha⁻¹ de N.

PALAVRAS-CHAVE: *Brassica oleracea* var. *botrytis*, irrigação localizada, resposta à adubação.

PRODUCTIVE PERFORMANCE OF CAULIFLOWER IRRIGATED IN RELATION TO NITROGEN FERTILIZATION

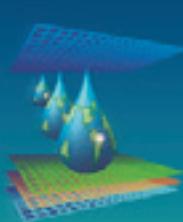
SUMMARY: The supply of nitrogen to plants, is associated with increased of yield sand qualities vegetables. This study aimed to evaluate the effect of nitrogen fertilization on the production and yield of cauliflower irrigated. The experimental design was randomized in block design with 5 replications and 4 treatments. Nitrogen rates were 0, 150, 300 and 450 kg ha⁻¹of N. The cultivar used was the cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*, hybrid Verona). We evaluated the Weight of Inflorescence (WI), Diameter of Inflorecence (DI) and Marketable yield of inflorescence (MYI). In the conditions of this work, the cauliflower

¹Prof. Dr. Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) - Engenharia Agrícola, UFGD, Caixa Postal 533, CEP: 79.804-970, Dourados, MS. Fone (67) 3410-2412. e-mail: lucianogeisenhoff@ufgd.edu.br

²Engenheiro Agrônomo, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, UFGD, Dourados, MS.

³ Engenheiro Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFGD, Dourados, MS.

⁴ Graduando Curso de Engenharia Agrícola, UFGD, Dourados, MS.



showed a behavior characterized by a quadratic equation for all parameters evaluated, and the maximum values to MYI was 27.13 t ha^{-1} , with 252.50 t ha^{-1} of N.

KEYWORDS: *Brassica oleracea var. botrytis*, drip irrigation, fertilization response.

INTRODUÇÃO

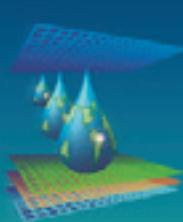
O consumo de couve-flor apresentou um aumento nos últimos anos, provavelmente devido a seu reconhecimento como alimento funcional, agindo principalmente na redução do risco decâncer (TOTUŠEK et al., 2011). A couve-flor, pertence ao gênero *Brassica* (MORAIS JÚNIOR et al., 2012), este gênero, em geral, apresenta em sua constituição várias propriedades benéficas à saúde humana, devido a presença de antioxidantes e altas concentrações de vitaminas (SOEGAS et al., 2011), sendo o nitrogênio precursor dessas substâncias (SCHUMACHER et al., 2012).

Entre os nutrientes essenciais fornecidos por meio da adubação química, destacam-se, nitrogênio, fósforo e potássio, que devem ser aplicados em níveis compatíveis às exigências de cada cultura e ao método de adubação (KANO et al., 2010).

Grande parte das recomendações de adubação nitrogenada para couve-flor são baseadas em boletins que recomendam doses para o Sul e Sudeste do país. Esses boletins são baseados em experiência profissional e pesquisa de forma localizada. Altas produtividades dependem de um programa adequado de reposição de nutrientes extraídos pelas plantas, e as quantidades de nutrientes variam, entre outros fatores, com a cultivar implantada no sistema e com as condições edafoclimáticas da área (RAIJ et al., 1996).

A carência de informações atuais relacionadas à adubação nitrogenada da couve-flor evidencia a necessidade do desenvolvimento de pesquisas relacionadas à determinação da dose de nitrogênio mais adequada, de modo a proporcionar aos produtores de hortaliças melhores condições para escolher a dose que melhor se adeque aos objetivos e destinos da produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação nitrogenada em cobertura sobre a produção da couve-flor irrigada por mangueira microperfurada a laser, nas condições edafoclimáticas do Estado de Mato Grosso do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS



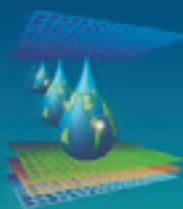
O experimento foi conduzido na área experimental de Irrigação, Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), pertencente à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) unidade II, localizada em Dourados, Mato Grosso do Sul, no primeiro semestre de 2012. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 4 tratamentos que correspondem às doses de nitrogênio, e 5 repetições, totalizando 20 parcelas. As doses de N foram: 0, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹, equivalente aos tratamentos T0, T150, T300, T450. A cultivar utilizada foi a couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*, híbrido Verona).

Cada parcela foi constituída por 20 plantas, com espaçamento entre linhas de 1,0 m e entre plantas de 0,50 m, a área útil foi formada pelas duas linhas centrais, desprezando-se duas plantas de cada extremidade, resultando em 6 planta que correspondem às unidades experimentais. O transplante ocorreu no dia 07 de março de 2012. O nitrogênio foi fornecido através do fertilizante uréia 45%, aplicado em cobertura, parcelado aos 15, 30 e 45 dias após o transplante. Do total em cobertura, foram aplicados 30%, 40% e 30% na primeira, segunda e terceira épocas, respectivamente.

A irrigação foi realizada utilizando mangueira microperfurada a laser, com espaçamento entre emissores de 0,15 m e com vazão de 204 L h⁻¹. As linhas da mangueira microperfurada tinham 10 m de comprimento e foram instaladas com espaçamento de 3 m, ficando então 3 linhas da cultura entre as linhas da mangueira.

O manejo da irrigação foi baseado no balanço hídrico da água no solo, sendo considerado como fluxos de entrada, a precipitação efetiva e a irrigação, e como fluxo de saída, a evapotranspiração da cultura. Os dados metereológicos, assim como a evapotranspiração de referência, foram obtidos da estação metereológica automática da EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA-CPAO), localizada em Dourados-MS. Na EMBRAPA-CPAO, a evapotranspiração de referência é calculada pelo método indicado pela FAO (Penman-Monteith).

A lâmina líquida (LL) consistiu na reposição da lâmina evapotranspirada pela cultura (ETc) em um turno de rega variável. A ETc foi obtida através da multiplicação entre ETc e o coeficiente de cultura (Kc), que para a couve-flor foi de 0,70; 1,05 e 0,95, para a fase inicial, média e final, respectivamente. A lâmina bruta foi obtida pela relação entre a LL e a eficiência de aplicação, que em um ensaio de campo previo correspondeu a 71%. A longo do experimento foram aplicados uma lâmina acumulada de 229,29 mm.



No dia 30 de maio de 2012, 84 dias após o transplante, realizou-se a colheita das 6 plantas úteis de cada parcela, então estas foram levadas para o laboratório de irrigação da universidade para seguir as devidas avaliações.

Para avaliação da Massa de Inflorescência (MI), foram removidas todas as folhas e feito um corte no ponto em que a haste se torna única, restando apenas o florete e talo. Para se obter o Diâmetro de Florete (DI), com o auxílio de uma fita métrica obteve-se a circunferência, então estimou-se o diâmetro de florete. A Produtividade Comercial de Inflorescência (PCI), foi obtida com base nas dimensões das parcelas e considerando o espaço entre elas, de acordo com a população de plantas por hectare a partir da média da massa fresca da inflorescência.

Os resultados foram submetidos à análise de variância com a realização do teste F e quando significativo, foi realizada análise de regressão, por meio do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSÃO

O comportamento da couve-flor em função das doses de nitrogênio, foi melhor caracterizado por equações quadráticas, a 1 % de probabilidade pelo teste F. Com relação a MI, o seu comportamento pode ser observado na Figura 1, onde, a maior MI obtida foi 1,30 kg, utilizando-se 229,50 kg ha⁻¹ de N. O tratamento T0 apresentou a menor MI, com média de 0,71 kg. KANO et al. (2010) utilizando doses de 0, 75, 150, 225 e 300 kg ha⁻¹ de N também obtiveram resultados significativos para a MI em relação às doses de nitrogênio.

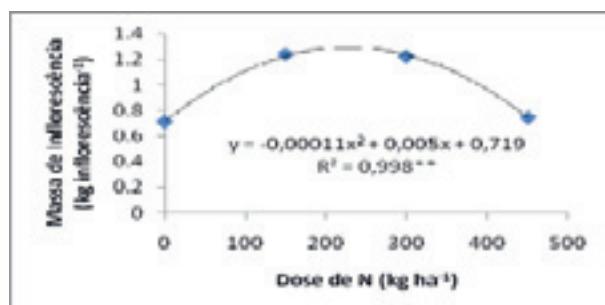
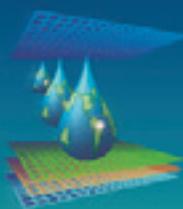


Figura 1. Valores médios, observados e estimados, de Massa de Inflorescência (MI) da couve-flor, em função de doses de nitrogênio.

Em relação ao DI, o maior diâmetro encontrado foi 0,22 m, utilizando 225 kg ha⁻¹ de N. Enquanto que o menor foi 0,12 m, observado no tratamento T0 (Figura 2). Resultados



inferiores foram encontrados por KOUDELA et al. (2011), que, apresentaram médias de DI de 0,17 e 0,16 m.

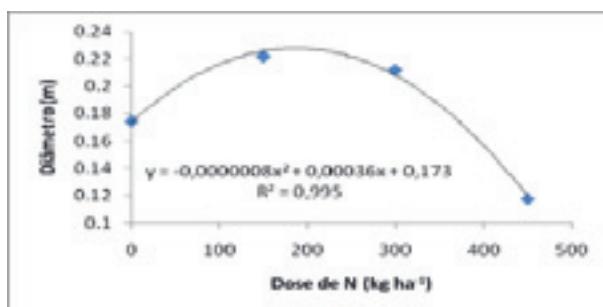


Figura 2. Valores médios, observados e estimados, de Diâmetro de Inflorescência (DI) da couve-flor, em função de doses de nitrogênio.

O comportamento da PCI em relação às doses de nitrogênio pode ser caracterizado através da Figura 3. A maior produtividade foi 27,13 t ha⁻¹, obtida utilizando-se 252,5 kg ha⁻¹ de N. A menor produtividade foi 14,30 t ha⁻¹ encontrada no tratamento T0 (Figura 3). CAMARGO et al. (2009) utilizando 100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹ de N, obtiveram produtividades semelhantes, com médias variando entre 15,71 e 29 t ha⁻¹.

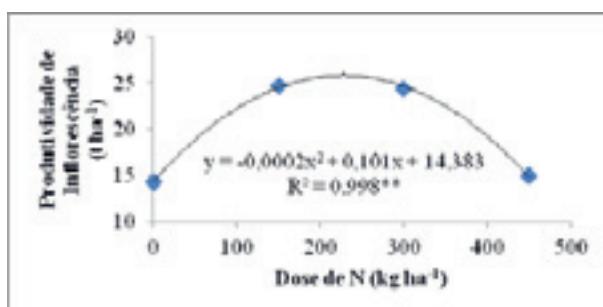
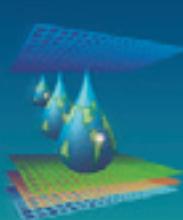


Figura 3. Valores médios, observados e estimados, de Produtividade Comercial de Inflorescência (PCI) da couve-flor, em função de doses de nitrogênio.

Através da equação apresentada na Figura 3, pode-se afirmar que, para cada 1 kg de nitrogênio há um incremento de 12,73 t de produto comercial para cada hectare, ou seja a capacidade do nitrogênio no fertilizante destinada a formação do produto comercial é de 0,078 t de produto comercial por kg de N do fertilizante. Considerando-se que a dose recomendada por Raij et al. (1996) é de 150 kg ha⁻¹ de N, nota-se que a couve-flor pode ter seu potencial produtivo aumentado com a aplicação de doses de nitrogênio superiores ao recomendado para o Estado de São Paulo.



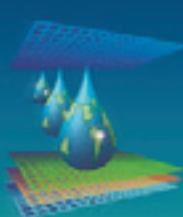
O N apresenta uma estreita relação com a aplicação de água, busca-se o equilíbrio entre os níveis de N e a quantidade ideal de água, como pode-se observar, ocorreu uma redução dos parâmetros produtivos após o ponto de inflexão nas curvas quadráticas apresentadas, implicando no excesso de N fornecido às plantas, proporcionando assim, maiores perdas em relação ao aproveitamento efetivo do nutriente (KANO et al., 2010).

CONCLUSÕES

O presente trabalho avaliou a Massa de Inflorescência (MI), Diâmetro de Inflorescência (DI) e a Produtividade Comercial de Inflorescência (PCI) em diferentes doses de nitrogênio. O comportamento da couve-flor foi caracterizado por equações quadráticas para todos os parâmetros, verificou-se que a aplicação de N até o ponto de inflexão da curva proporcionou um aumento do potencial produtivo da couve-flor, logo, doses de N superiores ao ponto de inflexão, devem ser evitadas, visando a redução das perdas de N, principalmente em sistemas de cultivo irrigado.

REFERÊNCIAS BIBIOGRÁFICAS

- CAMARGO, M. S.; MELLO, S. C. FOLTRAN, D. E.; CARMELLO, Q. A. C. Produtividade e podridão parda em couve-flor ‘Sharon’ influenciadas pela aplicação de nitrogênio e boro. Horticultura Brasileira, Brasília, v.27, n.1, p.137-154, 2009.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computerstatisticalanalysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- KANO, C.; SALATRA, A. C.; CARDOSO, A. I. I.; EVANGELISTA, R. M.; HIGUTI, A. R. O.; GODOY, A. R. Produção e qualidade de couve-flor cultivar Teresópolis Gigante em função de doses de nitrogênio. Horticultura Brasileira, Brasília, v.28, n.4, p.453-457, 2010.
- KOUDELA, M.; HNILČKA, F.; SVOZILOVÁ, J. Cauliflower qualities in two irrigation levels with the using of hydrophilic agent. *Hort. Sci.*, Prague, v.38, n.2, p.81-85, 2011.
- MELLO, S. C.; CAMARGO, M. S.; VIVIAN, R.; NASCIMENTO, T. S.; OLIVEIRA, E. S. BERTANHA, R. Nitrogênio e boro na produção e incidência de haste oca em couve-flor 'Sharon'. *Bragantia*, Campinas, v.68, n.3, p.761-764, 2009.
- MONTEIRO, B. C. B. A.; CHARLO, H. C. O.; BRAZ, L. T. Desempenho de híbridos de couve-flor de verão em Jaboticabal. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.28, n.1, p.115-119, 2010.



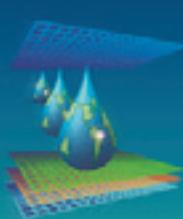
MORAIS JÚNIOR, O. P.; CARDOSO, A. F.; LEÃO, É. F.; PEIXOTO, N. Desempenho de cultivares de couve-flor de verão em Ipameri. Ciência Rural, Santa Maria, v.42, n.11, p.1923-1928, 2012.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. 285p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

SCHUMACHER, R. L.; GARDIN, J. P. P.; COLIMO, A. G. S. C. BETTONI, J. C.; MESSERSCHMIDT, I. Composto nitrogenados do vinho: fatores envolvidos na formação de aminoácidos e aminas biogênicas. Evidência, Joaçaba, v.12, n.2, p.137-154, 2012.

SOEGAS, P.; SOTELO, T.; VELASCO, P.; CARTEA, M. E. Antioxidant properties of *Brassica* vegetable. Functional Plant Science and Biotechnology, v.5, n.2, p.43-45, 2011.

TOTUŠEK, J.; TŘÍSKA, J.; LEFNEROVÁ, D.; STROHALM, J.; VRCHOTOVÁ, N.; ZENDULKA, O.; PRŮCHOVÁ, J.; CHALOUPKOVÁ, J.; NOVOTNÁ, P.; HOUŠKA, M. Contents of sulforaphane and total isothiocyanates, antimutagenic activity, and inhibition of clastogenicity in pulp juice from cruciferos plants. Czech J. Food, Praha, v. 29, n.5, p.548-556, 2011.



EFEITO DO NITROGÊNIO SOBRE O COMPORTAMENTO PRODUTIVO DO BRÓCOLIS DE CABEÇA IRRIGADO

F. C. OLIVEIRA²; L. O. GEISENHOFF¹; D. M. FLORES²; J. de S. BONIFÁCIO; F. L. da SILVA³; C. MISSIO³; H. C. LAMZA³; M. PUSCH³.

RESUMO: O brócolis de cabeça é um cultivo recente no Brasil, logo, há pouca disponibilidade de informações técnicas sobre o seu cultivo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento produtivo do brócolis de cabeça em função de 4 doses de nitrogênio sob irrigação por mangueira microperfurada a laser. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 4 tratamentos que correspondem às doses de nitrogênio, e 5 repetições. As doses de N foram: 0; 150; 300 e 450 kg ha⁻¹. A cultivar utilizada foi o brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*, híbrido Lord Summer). Foram avaliados a Massa de Inflorescência (MI), Diâmetro de Inflorescência (DI) e Produtividade Comercial de Inflorescência (PCI). Para as condições deste trabalho o brócolis de cabeça apresentou um comportamento caracterizado por uma equação quadrática para todos os parâmetros avaliados, sendo a máxima PCI de 11,89 t ha⁻¹, utilizando 208,96 t ha⁻¹ de N.

PALAVRAS-CHAVE: *Brassica oleracea*, irrigação localizada, resposta à adubação.

EFFECT OF NITROGEN ON THE REPRODUCTIVE BEHAVIOR OF BROCCOLI HEAD IRRIGATED

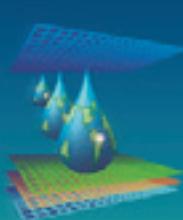
SUMMARY: The broccoli head is a recent crop in Brazil, then there is little technical information about this issue. The aim of this study was to evaluate the production of broccoli head under 4 levels of nitrogen submitted to irrigation by hose microperfurated laser. The experimental design was randomized in block design with 4 treatments which correspond the rates of nitrogen, with 5 repetitions. Nitrogen rates were 0, 150, 300 and 450 kg ha⁻¹. The cultivar used was the broccoli head (*Brassica oleracea* var. *italica*, hybrid Lord Summer). We evaluated the Weight of Inflorescence Inflorescence (WI), Diameter of Inflorescence (DI) and Marketable yield of inflorescence (MYI). In the conditions of this work, the cauliflower showed a behavior characterized by a quadratic equation for all parameters evaluated, and the maximum values to MYI was 11,89 t ha⁻¹, with 208,96 t ha⁻¹ of N.

KEYWORDS: *Brassica oleracea* var.*italica*, drip irrigation, fertilization response.

¹ Prof. Dr. Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) - Engenharia Agrícola, UFGD, Caixa Postal 533, CEP: 79.804-970, Dourados, MS. Fone (67) 3410-2412. e-mail: lucianogeisenhoff@ufgd.edu.br

² Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFGD, Dourados, MS.

³ Graduando Curso de Engenharia Agrícola, UFGD, Dourados, MS.



INTRODUÇÃO

O cultivo de brócolis está mais concentrado na região Centro-Sul do Brasil com destaque para o Distrito Federal, Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo. A comercialização, no Brasil, tem sido feita na forma *in natura* ou processada pela indústria. A comercialização de produtos processados apresenta vantagens em relação ao *in natura*, dentre elas, a de proporcionar a oferta regular do produto ao longo do ano, em quantidade e preço (CECÍLIO FILHO et al., 2012).

Existem dois grupos de brócolis comerciais no Brasil, o ramoso e o de cabeça. Para o congelamento dos floretes o brócolis de cabeça apresenta melhor qualidade e deve ganhar preferência para o cultivo em relação ao brócolis ramoso. Entretanto, por ser um cultivo recente no Brasil, há pouca disponibilidade de informações técnicas para o manejo adequado do brócolis de cabeça, demandando estudos, dentre os fatores de produção, sobretudo a nutrição e adubação (CECÍLIO FILHO et al., 2012).

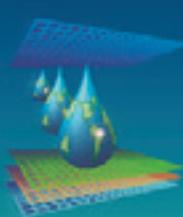
A aplicação de fertilizante inorgânico nitrogenado tem papel essencial na otimização da qualidade e produção de brócolis (YILDIRIM et al., 2007). Contudo se aplicado em excesso pode proporcionar efeitos negativos ao ambiente e a saúde humana (BAKKER et al., 2008).

A quantidade de nitrogênio considerada adequada para otimização da produção e da qualidade é muito variável (FABEK et al., 2012), pois os efeitos do nitrogênio no solo são afetados por muitos fatores, por exemplo, histórico da área, condições climáticas, quantidade de húmus no solo, textura, temperatura, entre outros (TREMBLAY e BELÉC 2006).

Visando proporcionar aos produtores de hortaliças melhores condições para escolher a dose que melhor se adeque ao propósito da produção de brócolis. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação nitrogenada em cobertura sobre a produção e rentabilidade de brócolis de cabeça, irrigado por mangueira microperfurada a laser, nas condições edafoclimáticas do Estado de Mato Grosso do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental de Irrigação, Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), pertencente à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) unidade II, localizada em Dourados, Mato Grosso do Sul, no primeiro semestre de 2012. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 4 tratamentos que correspondem às



doses de nitrogênio, e 5 repetições. As doses de N foram: 0, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹. A cultivar utilizada foi o brócolis de cabeça (*Brassica oleracea* var. *italica*, híbrido Lord Summer).

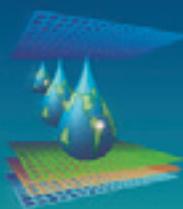
Cada parcela foi constituída por 20 plantas, com espaçamento entre linhas de 1,0 m e entre plantas de 0,50 m, a área útil foi formada pelas duas linhas centrais, desprezando-se duas plantas de cada extremidade, resultando em 6 plantas que correspondiam às unidades experimentais. O transplante das mudas ocorreu no dia 07 de março de 2012. O nitrogênio foi fornecido através do fertilizante uréia 45%, aplicado em cobertura, parcelado aos 15, 30 e 45 dias após o transplante. Do total em cobertura, foram aplicados 30%, 40% e 30% na primeira, segunda e terceira épocas, respectivamente.

A irrigação foi realizada utilizando mangueira microperfurada a laser, com espaçamento entre emissores de 0,15 m e com vazão de 204 L h⁻¹. As linhas da mangueira microperfurada tinham 10 m de comprimento e foram instaladas com espaçamento de 3 m, ficando então 3 linhas da cultura entre as linhas da mangueira.

O manejo da irrigação foi baseado no balanço hídrico da água no solo, sendo considerado como fluxos de entrada, a precipitação efetiva e a irrigação, e como fluxo de saída, a evapotranspiração da cultura. Os dados metereológicos, assim como a evapotranspiração de referência, foram obtidos da estação metereológica automática da EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA-CPAO), localizada em Dourados-MS. Na EMBRAPA-CPAO, a evapotranspiração de referência é calculada pelo método indicado pela FAO (Penman-Monteith).

A lâmina líquida (LL) consistiu na reposição da lâmina evapotranspirada pela cultura (ETc) em um turno de rega variável. A ETc foi obtida através da multiplicação entre ETc e o coeficiente de cultura (Kc), que para o brócolis corresponde a 0,70; 1,05 e 0,95, para a fase inicial, média e final, respectivamente (ALLEN et al., 1998). A lâmina bruta foi obtida pela relação entre a LL e a eficiência de aplicação, que em um ensaio de campo prévio correspondeu a 71%. Ao longo do experimento foram aplicados uma lâmina acumulada de 232,23 mm.

Para avaliação da Massa de Inflorescência (MI), foram removidas todas as folhas e feito um corte no ponto em que a haste se torna única, restando apenas o florete e talo. Para se obter o Diâmetro de Inflorescência (DI), com o auxílio de uma fita métrica obteve-se a circunferência, então estimou-se o diâmetro de florete. A Produtividade Comercial de



Inflorescência (PCI), foi obtida com base nas dimensões das parcelas e considerando o espaço entre elas, de acordo com a população de plantas por hectare a partir da média da massa fresca da inflorescência.

Os resultados foram submetidos à análise de variância com a realização do teste F e quando significativo, foi realizada análise de regressão, por meio do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESUTADOS E DISCUSÕES

Observa-se que o comportamento do brócolis de cabeça em função das doses de nitrogênio, foi melhor caracterizado por equações quadráticas, a 1 % de probabilidade pelo teste F. Com relação a MI, seu comportamento pode ser observado na Figura 1, onde, a maior MI obtida foi $0,62 \text{ kg inflorescência}^{-1}$, utilizando-se $239,50 \text{ kg ha}^{-1}$ de N. O tratamento com 450 kg ha^{-1} de N apresentou a menor MI, com média de $0,42 \text{ kg inflorescência}^{-1}$.

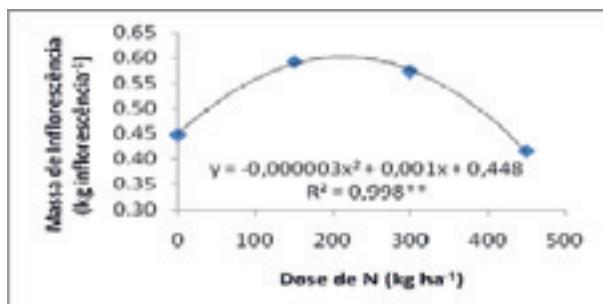


Figura 1. Valores médios, observados e estimados, de Massa de Inflorescência (MI) de brócolis de cabeça, em função de doses de nitrogênio.

O maior DI encontrado foi $0,20 \text{ m}$, utilizando $202,13 \text{ kg ha}^{-1}$ de N. Enquanto que o menor foi $0,17 \text{ m}$, observado no tratamento com 450 kg ha^{-1} de N (Figura 2).

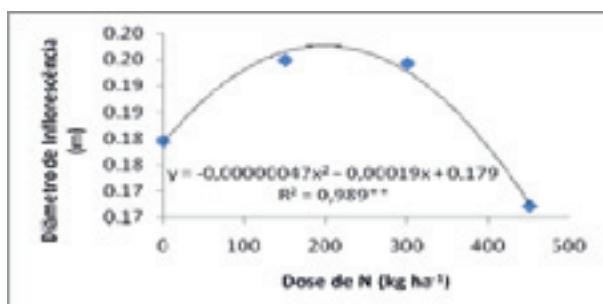
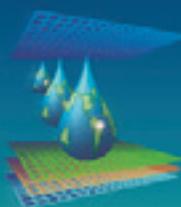


Figura 2. Valores médios, observados e estimados, de Diâmetro de Inflorescência (DI) de brócolis de cabeça, em função de doses de nitrogênio.



Yildirim et al. (2007) trabalhando com diferentes doses de N foliar encontraram valores máximos de massa de inflorescência e diâmetro de 2,17 kg inflorescência⁻¹ e 0,17 m, respectivamente e valores mínimos de 1,60 kg inflorescência⁻¹ e 0,13 m, respectivamente.

Com relação ao DI, Thomas et al. (2002) utilizando doses de nitrogênio de 60, 240, 250 e 500 kg ha⁻¹ e diferentes tensões críticas de irrigação, obtiveram diferença significativa entre às doses, com valores médios de diâmetro variando entre 0,04 e 0,12 m ao longo de três ciclos da cultura.

O comportamento da PCI em relação às doses de nitrogênio pode ser caracterizado através da Figura 3. A maior produtividade foi 11,89 t ha⁻¹, obtida utilizando-se 208,96 kg ha⁻¹ de N. A menor produtividade foi 8,31 t ha⁻¹ encontrada no tratamento com 450 kg ha⁻¹ de N (Figura 3).

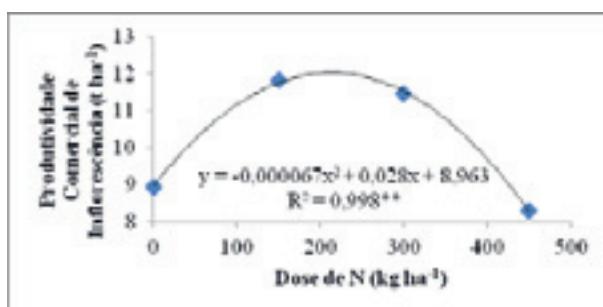
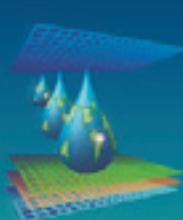


Figura 3. Valores médios, observados e estimados, de Produtividade Comercial de Inflorescência (PCI) de brócolis de cabeça, em função de doses de nitrogênio.

Bakker et al. (2008) utilizando 265 e 243 kg ha⁻¹ de N obtiveram valores médios de produtividade de 16,80 e 16,30 t ha⁻¹ respectivamente, enquanto que Cecílio Filho et al. (2012) obtiveram produtividade máxima de 22,08 t ha⁻¹ e mínima de 13,44 t ha⁻¹ utilizando 315 e 105 kg ha⁻¹ de N respectivamente.

Como pode-se observar nas figuras apresentadas, ocorreu um aumento dos parâmetros produtivos do brócolis de cabeça a medida em que se elevou as doses de N, porém seu comportamento foi descrito por uma equação quadrática, onde seu ponto de inflexão corresponde a dose mais adequado para determinado parâmetro avaliado. Existe uma estreita relação entre a assimilação do N e a irrigação, já que este elemento é solúvel e móvel no solo, com assimilação via fluxo de massa (TREMBLAY e BELÉC 2006).

Busca-se o equilíbrio entre os níveis de N e a quantidade ideal de água, objetivando a redução das perdas por lixiviação com máxima assimilação de N. Como pode-se observar, ocorreu uma redução dos parâmetros produtivos após o ponto de inflexão nas curvas



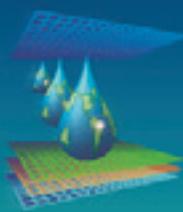
quadráticas apresentadas, implicando no excesso de N fornecido às plantas, proporcionando assim, maiores perdas em relação ao aproveitamento efetivo do nutriente (BAKKER et al., 2008; FABEK et al., 2012; TREMBLAY e BELÉC 2006).

CONCLUSÕES

O comportamento do brócolis de cabeça irrigado em função das doses de N, foi caracterizado por equações quadráticas para todos os parâmetros, verificou-se que a aplicação de N até o ponto de inflexão da curva proporcionou um aumento do potencial produtivo do brócolis de cabeça, logo, doses de N superiores ao ponto de inflexão, devem ser evitadas, tendo em vista a redução das perdas de N, principalmente em sistemas de cultivo irrigado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

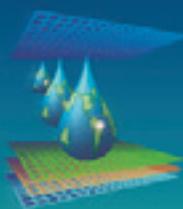
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration- guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. (Irrigation and Drainage, 56).
- BAKKER, C. J.; SWANTON, C. J.; MCKEOWN, A. W. Broccoli growth in response to increasing rates of pre-plant nitrogen. I yield and quality. Canadian Journal of plant science, Ottawa, p.527-537, 2008.
- CECÍLIO FILHO, A. B.; SCHIAVON JUNIOR, A. A.; CORTEZ, J. W. M. Produtividade e classificação de brócolis para indústria em função da adubação nitrogenada e potássica e dos espaçamentos entre plantas. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 30, n.1, p.12-17, 2012.
- FABEK, S.; TOTH, N.; REDOVNIKOVIC, R.; CUSTIC, M. H.; BENKO, B.; ZUTIC, I. The Effect of Nitrogen Fertilization on Nitrate Accumulation, and the Content of Minerals and Glucosinolates in Broccoli Cultivars. Food Technol. Biotechnol, Zagreb v.50, n.2, p.183-191, 2012.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- HOSSAIN, M. F.; ARA, N.; UDDIN, M. R.; DEY, S.; ISLAM, MR. Effect of time of sowing and plant spacing on broccoli production. Tropical Agricultural e Extension, Sri Lanka, v.14, n.4, p.90-92, 2011.



THOMPSON, T. L.; DOERGE, T. A.; GRODIN, R. E. Subsurface drip irrigation and fertigation of broccoli: I. Yield, quality and nitrogen up take. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.66, p.186-192, 2002.

TREMBLAY, N.; BELÉC, C.; Adapting nitrogen fertilization to unpredictable seasonal conditions with the least impact on the environment. *Horttechnology*, v.16, n.3, p.408-112, 2006.

YILDIRIM, E.; GUVENC, I.; TURAN, M.; KARATAS, A. Effect of foliar urea application on quality, growth, mineral uptake and yield of broccoli (*Brassica oleracea* L., var. *italica*). *Plant soil environment*, Praha, v.53, n.3, p.120-128, 2007.



CUSTO DE PRODUÇÃO E RECEITA LÍQUIDA DA CULTURA DO GIRASSOL SOB IRRIGAÇÃO

**E. P. GOMES¹, A. C. SANCHES², F. C. OLIVEIRA², J. R. TENFEN², A. V. A.
MOTOMIYA³, G. A. BISCARO³, L. O. GEISENHOFF³, R. A. JORDAN³**

RESUMO: Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a produtividade de grãos, custo de produção e receita líquida de três genótipos de girassol com e sem irrigação. O experimento foi instalado na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados na safra 2011/2012. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquemas de parcelas subdivididas, com e sem irrigação (parcelas), três genótipos (subparcelas), e quatro repetições, compondo 24 parcelas. A irrigação aumentou o custo operacional de produção da cultura do girassol, porém isto não inviabilizou a atividade, pois o incremento de 62% da produtividade proporcionou receitas líquidas maiores em curto e longo prazo.

PALAVRAS-CHAVE: *Helianthus annuus* L.; custo de produção; genótipos.

COST OF PRODUCTION AND NET REVENUE OF CULTURE SUNFLOWER UNDER IRRIGATION

SUMMARY: This study was conducted to evaluate the yield, production cost and net three sunflower genotypes with and without irrigation. The experiment was conducted at the Experimental Farm of the Faculty of Agricultural Sciences, Federal University of Grande Dorados' 2011/2012 season. The experimental design was a randomized block, split plot in schemes, with and without irrigation (plots), three genotypes (subplots), and four replications, comprising 24 plots. Irrigation increased the operational cost of production of sunflower, but this does not disqualify the activity, since the increase in productivity of 62% provided higher net revenues in the short and long term.

KEYWORDS: *Helianthus annuus* L.; production cost; genotypes

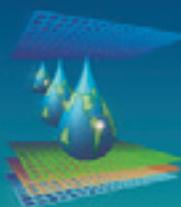
INTRODUÇÃO

Entre as várias tecnologias desenvolvidas para a produção de girassol, a escolha adequada de genótipo com alto rendimento de grãos constitui o principal componente do sistema de produção da cultura (PORTO et al., 2007).

¹Professor Doutor, docente da faculdade de Ciências Agrárias/FCA da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados/MS. Fone: 0(67)99789632, edergomes@ufgd.edu.br

²Engenheiro agrônomo, mestrando em Engenharia Agrícola da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados/MS.

³Docente da Faculdade de Ciências Agrárias/FCA da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados/MS.



Apesar da tolerância ao déficit hídrico quando comparada a outras culturas anuais (TOMICH et al., 2003), o girassol é sensível à disponibilidade de água no solo (SANTOS et al., 2002), aumentando a produtividade de grãos sob irrigação.

A cultura do girassol apresenta produtividade média nacional de 1.500 kg ha⁻¹ (AGRIANUAL, 2008), porém, a produtividade pode se elevar para 1.800 a 2.200 kg ha⁻¹ (PORTO et al., 2007; BACKES et al., 2008). Sob irrigação, a produtividade está geralmente compreendida entre valores de 2.200 a 3.000 kg ha⁻¹ (SILVA et al., 2007; SMIDERLE et al., 2005; BISCARO et al., 2008). No entanto, a produtividade de grãos de girassol sob irrigação pode superar a 4.000 kg ha⁻¹ (KARAM et al., 2007; ANASTASI et al., 2010).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a produtividades de grãos e análise econômica de três genótipos de girassol com e sem irrigação.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias - FCA, da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, em Dourados, localizado nas coordenadas geográficas 22°12' Sul, latitude 54°56' Oeste e altitude média de 452 m.

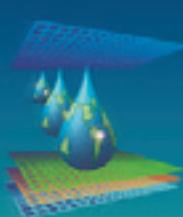
O clima da região de Dourados é classificado como Cwa (Koppen) que significa mesotérmico úmido com verão chuvoso. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroferrico (EMBRAPA, 2006). Os valores da análise química do solo referente à profundidade de 0 – 0,20 m se encontram na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo na camada de 0 – 0,20 m do experimento com girassol irrigado e não irrigado, Dourados – MS, 2011/2012.

pH (CaCl ₂)	P	H ⁺ Al ³⁺	+	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺
	mg dm ⁻³		-----	cmol _c dm ⁻³	-----		
5,00	15,20	5,76		0,08	6,66	2,21	0,53

A área experimental foi preparada com aração e gradagem, 30 dias antes da semeadura, incorporando 1500 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico PRNT 90%. Na adubação de semeadura, realizada no dia 22 de outubro de 2011, aplicou-se 150 kg ha⁻¹ do formulado 8-20-20 e 1 kg ha⁻¹ de boro. Na adubação de cobertura, 40 dias após semeadura (DAS), aplicou-se 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquemas de parcelas subdivididas, com e sem irrigação (parcelas), três genótipos (subparcelas), e quatro



repetições, compondo 24 parcelas. As parcelas foram implantadas com área de 18 m² (10 m x 1,8 m), com quatro fileiras de plantas espaçadas em 0,60 m e com espaçamento entre plantas de 0,2 m. As subparcelas foram implantadas com 9 m² (5 m x 1,8 m). Foram utilizados três genótipos da EMBRAPA: BRS 321, EMBRAPA 122 V2000 e BRS 323.

O sistema de irrigação foi montado instalando-se três linhas de fitas gotejadoras entre as fileiras de plantas, com espaçamento entre emissores de 0,40 m e vazão de 3,65 L h⁻¹ m⁻¹ à 100 kPa de pressão de serviço, obtendo uma intensidade de aplicação de 6,1 mm h⁻¹. A pressão de serviço foi mantida por meio de um registro de gaveta instalado junto a um manômetro com resolução de 5 kPa.

O manejo de irrigação foi feito por tensiometria, instalando-se em dois blocos um tensiômetro por subparcela, com 12 tensiômetros no total, com seis tensiômetros em subparcelas irrigadas e seis tensiômetros em subparcelas não irrigadas. Nas subparcelas irrigadas os tensiômetros serviram para fazer o manejo de irrigação, obtendo leituras duas vezes por semana para calcular a lâmina de irrigação utilizando a equação da curva de retenção de água no solo. Considerou-se como tensão de água no solo na capacidade de campo γ_{cc} o valor de 6 kpa.

Em 10 de fevereiro de 2012, foram retiradas 6 plantas por subparcela com o objetivo de avaliar a produtividade, corrigindo a umidade das sementes a 13%. Os dados de produtividade foram submetidos a análise de variância e teste tukey a 5 % de probabilidade.

O custo operacional de produção total (COT) e o custo operacional efetivo (COE) foram utilizando-se de cotações do mercado. Na composição do COE considerou-se os gastos com insumos, operações agrícolas, mão-de-obra, impostos e despesas administrativas. O COT foi obtido pela soma do COE mais depreciação do capital (DC).

O custo de energia foi estimado da seguinte forma:

$$CE = 1,472 \times PE \times H \quad (1)$$

Onde:

PE - preço da energia (R\$ kWh⁻¹)

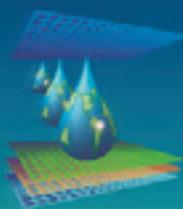
H - horas de irrigação por ciclo de produção

A receita líquida total (RLE), foi obtida pela diferença entre a receita bruta (RB) e o COE:

$$RLE = RB - COE \quad (2)$$

Onde:

RLE – receita líquida efetiva (R\$ ha⁻¹)



RB - receita bruta (R\$ ha⁻¹)

A receita líquida total (RLT), foi obtida pela diferença entre RB e o COT:

$$RLT = RB - COT \quad (3)$$

Onde:

RLT - receita líquida total (R\$ ha⁻¹)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando a lâmina de irrigação de 269,8 mm (Tabela 02) e a intensidade de aplicação de 0,33 mm h⁻¹, obteve-se um tempo de irrigação (H) de 817,6 horas. Aplicando a equação 03, considerando a tarifa de energia (PE) de R\$ 0,27 kWh⁻¹, obtivemos um custo de energia (CE) para irrigação de R\$ 324,95. O custo de manutenção (CM) foi de R\$ 67,50. Na Tabela 03 tem-se o custo dos insumos, comum em todos os tratamentos, com e sem irrigação, igual a R\$ 609,60, deste, o calcário e adubos (uréia e formulado) representam 66% do total.

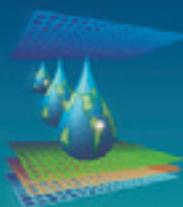
Tabela 03. Custo dos insumos utilizados na cultura do girassol.

	Unidade	Unidade ha ⁻¹	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$ ha ⁻¹)
Formulado 8-20-20	kg	150	1,11	166,50
Calcário dolomítico	kg	1500	0,09	135,00
Uréia	kg	80	1,27	101,60
Bórax	kg	1	4,00	4,00
Óleo diesel	L	60	2,10	126,00
Sementes	kg	4,6	7,50	34,50
Dessecante	L	3	12,00	36,00
Inseticida	L	0,1	60,00	6,00
Total				609,60

Na Tabela 04 tem-se a depreciação de capital das máquinas e implementos, igual a R\$ 63,01. Nos tratamentos que receberam irrigação, considerou-se também a depreciação do sistema do tipo Pivô-Central, igual R\$153,51, obtendo um valor total de depreciação igual a R\$ 216,52.

Tabela 04. Depreciação de capital (DC) das máquinas, implementos e da irrigação.

Máquinas e implementos	Tempo de uso (h ha ⁻¹)	Custo de aquisição (R\$)	Vida útil	DC (R\$ ha ⁻¹)
Pulverizador	0,40	9300	5 anos (240 h ano ⁻¹)	1,74
Arado	2,00	6250	5 anos (400 h ano ⁻¹)	3,58
Grade	0,50	15500	5 anos (400 h ano ⁻¹)	2,18
Semeadora	0,42	24000	5 anos (240 h ano ⁻¹)	4,72
Cultivador	0,54	9800	5 anos (400 h ano ⁻¹)	1,49
Trator 75 cv	3,86	85000	10 anos (1000 h ano ⁻¹)	32,69
Colhedora 140 cv	0,44	380500	10 anos (1000 h ano ⁻¹)	16,68



Irrigação	817,3	4500	20 anos (2000 h ano ⁻¹)	153,51
Total sem irrigação				63,01
Total com irrigação				216,52

Na Tabela 05 estão demonstrados os valores médios de produtividade (PROD), receita bruta (RB) e imposto sobre a receita (ISR) para os genótipos de girassol, com e sem irrigação. A irrigação aumentou a produtividade dos genótipos de girassol em 62%. A RB foi obtida considerando o valor da saca de girassol igual a R\$ 42,55 (AGRIANUAL, 2012). O ISR foi obtido aplicando um percentual de 2,3% sobre a RB.

Tabela 05. Produtividade, receita bruta e imposto sobre a receita para cultura do girassol com e sem irrigação

Genótipos de girassol	PROD (kg ha ⁻¹)	PROD (sc ha ⁻¹)	RB (R\$ ha ⁻¹)	ISR (R\$ ha ⁻¹)
Sob irrigação	2500	42	1787,10	41,10
Sem irrigação	1526	25	1063,75	24,47

Para compor os custos operacionais (Tabela 06), considerou ainda um gasto com despesas administrativas de R\$ 56,83 ha⁻¹ e mão-de-obra de R\$ 143,34 ha⁻¹ (AGRIANUAL, 2012).

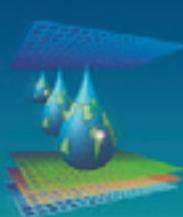
Tabela 06. Custos e receitas líquidas da cultura do girassol.

Genótipos de girassol	COE (R\$ ha ⁻¹)	COT (R\$ ha ⁻¹)	RLE (R\$ ha ⁻¹)	RLT (R\$ ha ⁻¹)
Sob irrigação	1243,32	1459,84	543,78	327,26
Sem irrigação	834,24	897,25	229,50	166,50

A irrigação aumentou o custo operacional de produção em 49% para o efetivo (COE) e 63% para o total (COT), no entanto, em função do aumento significativo de produtividade, estes custos foram compensados com incrementos de 137% e 96% para a receita líquida efetiva (RLE) e receita líquida total (RLT), viabilizando a técnica a curto e longo prazo. SILVA et al. (2007), conduzindo o experimento de girassol em segunda safra sob irrigação, com os genótipos H250 e H251, atingiram produtividade média de 2863 kg ha⁻¹. No entanto, na época, com o valor da saca a R\$ 31,80, observaram viabilidade apenas em curto prazo

CONCLUSÃO

A irrigação aumenta o custo operacional de produção da cultura do girassol, porém isto não inviabiliza a atividade, pois o incremento de 62% da produtividade proporciona receitas líquidas maiores em curto e longo prazo.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2008 - **Anuário da Agricultura Brasileira.** São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008.

AGRIANUAL 2012 - **Anuário da Agricultura Brasileira.** São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2012.

ANASTASI, U.; SANTONOCETO, C.; GIUFFRE, A. M.; SORTINO, O.; ABBATE, V. Yield performance and grain lipid composition of standard and oleic sunflower as affected by water supply. *Field Crops Research*, v.119, p.145–153, 2010.

BACKES, R. L.; SOUZA, A. M.; BALBINOT JÚNIOR, A. A.; GALOTTI, G. J. M.; BAVARESCO, A. Desempenho de cultivares de girassol em duas épocas de plantio safrinha no Planalto Norte Catarinense. *Scientia Agrária*, v.9, p.41-48, 2008.

BISCARO, G. A.; MACHADO, J. R.; TOSTA, M. S.; MENDONÇA, V.; SORATTO, R. P.; CARVALHO, L. A. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia – MS. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, p.1366-1373, 2008.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação dos solos. Brasília: EMBRAPA, 2006.

KARAM, F.; LAHOUD, R.; MASAAD, R.; KABALAN, R.; BREIDI, J.; CHALITA, C.; ROUPHAEL, Y. EVAPOTRANSPIRATION, seed yield and water use efficiency of drip irrigated sunflower under full and deficit irrigation conditions. *Agricultural Water Management*, v.90, p.213–223, 2007.

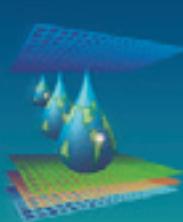
PORTO, W. S.; CARVALHO, C. G. P.; PINTO, R. J. B. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, p.491-499, 2007.

SANTOS, A. C.; ANDRADE, A. P.; LIMA, J. R. S.; SILVA, I. F.; CAVALCANTE, V. R. Variabilidade temporal da precipitação pluvial: nível de nitrogênio e produtividade de cultivares de girassol. *Ciência Rural*, v.32, p.757-764, 2002.

SILVA, M. L. O.; FARIA, M. A.; MORAIS, A. R.; ANDRADE, G. P.; LIMA, E. M. C. Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entrassafra com diferentes lâminas de água. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, p.482-488, 2007.

SMIDERLE, O. J.; MOURÃO JÚNIOR, M.; GIANLUSSI, D. Avaliação de cultivares de girassol em savana de Roraima. *Acta Amazônica*, v.35, p.331-336, 2005.

TOMICH, T. R.; RODRIGUES, J. A. S.; GONÇALVES, L. C.; TOMICH, R. G. P.; CARVALHO, A. U. Potencial forrageiro de cultivares de girassol produzidos na safrinha para ensilagem. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.55, p.756-762, 2003.



CONSUMO HÍDRICO DA MELANCIEIRA MEDIANTE O CONTROLE DE NITRATO E POTÁSSIO NA SOLUÇÃO DO SOLO¹

A. J. O. TARGINO²; M. J. da SILVA JÚNIOR³; P. C. VIANA⁴; F. G. FREITAS JÚNIOR⁵; J. G. A. LIMA⁴; P. S. F. LINHARES⁵

RESUMO: O manejo inadequado da irrigação e a falta de informações necessárias para o uso de fertilizantes no solo tem provocado questionamento sobre vários fatores relacionados a irrigação, como: tempo de aplicação, quantidade a ser aplicada, qualidade de água. Portanto, objetivou-se quantificar o consumo de água na cultura da melancia quando esta é submetida a diferentes concentrações de nitrato e potássio. A irrigação foi feita conforme as leituras dos tensiômetros e as concentrações usadas de N-NO₃ e K, respectivamente, foram T1: 0 e 0; T2: 0 e 120; T3: 0 e 240; T4: 165 e 60; T5: 165 e 180; T6: 330 e 0; T7: 330 e 120; T8: 330 e 240; T9: 495 e 60; T10: 495 e 180; T11: 660 e 0; T12: 660 e 120; T13: 660 e 240 mg L⁻¹ na solução do solo. Constatou-se que o tratamento 8 (N = 330 e K = 240 mg L⁻¹) foi o que apresentou maior consumo hídrico e o tratamento 11 (N = 660 E K = 0 mg L⁻¹) menor.

PALAVRAS-CHAVE: *Citrullus lanatus*, irrigação, adubação.

WATER CONSUMPTION IN WATERMELON CULTURE THROUGH CONTROL OF NITRATE AND POTASSIUM IN SOIL SOLUTION

ABSTRACT: The improper management of irrigation and lack of information necessary for the use of fertilizers in the soil, has caused questioning of several factors related to irrigation, such as time of application, quantity to be applied, water quality. Therefore, this study aimed to quantify the amount of water in the watermelon crop being applied different concentrations of nitrate and potassium. Irrigation was made according to the readings of the tensiometers used and the concentrations of NO₃-N and K were respectively T1, 0 and 0, T2 = 0 and 120; T3: 0 to 240; T4: 165 and 60; T5: 165 and 180, T6: 330 and 0, T7: 330 and 120; T8: 330 and 240, T9: 60 and 495; T10: 495 and 180; T11: 660 and 0; T12: 660 and 120 T13: 660 and 240 mg L⁻¹ in soil solution. It was found that treatment 8 (N = 330 and K = 240 mg L⁻¹) showed the highest water consumption and treatment 11 (N = 660 and K = 0 mg L⁻¹) lower.

KEYWORDS: *Citrullus lanatus*, irrigation, fertilization.

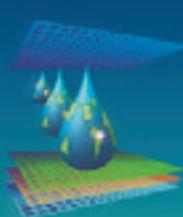
¹ Projeto financiado com recursos do CNPq e do PROAP/CAPES.

² Graduanda em Agronomia, DCAT, UFERSA, Mossoró, RN (84) 9949-7826, e-mail: ana_jacqueline2@hotmail.com.

³ Prof. Adjunto, DCAT, UFERSA, Mossoró, RN.

⁴ Mestrando em Irrigação e Drenagem, DCAT, UFERSA, Mossoró- RN.

⁵ Estudante de graduação, bolsista IC, DCAT, UFERSA, Mossoró, RN.



INTRODUÇÃO

Atualmente a maioria das áreas agrícolas tem sido mantidas sob o uso de irrigação, já que é uma técnica de inúmeras vantagens. A falta de manejo adequado da irrigação e de informações necessárias para o uso de fertilizantes no solo tem provocado questionamentos sobre vários fatores, como: tempo de aplicação, quantidade a ser aplicada e qualidade de água.

A irrigação já é uma técnica bastante difundida no Brasil e em muitos outros países, por se tratar da aplicação artificial da água através de diferentes métodos que se adaptam a diversas culturas, por esse motivo tem sido cada vez mais usada na produção de frutas tropicais no Nordeste brasileiro. A irrigação por gotejamento apresenta um melhor potencial de uso nesta cultura (MIRANDA et al., 2005).

O monitoramento da disponibilidade de água no solo tem sido realizado como ferramenta ao manejo de irrigação em culturas irrigadas. O tensiômetro tem-se destacado como instrumento utilizado para determinação do potencial matricial da água no solo, porém se deve ressaltar que o funcionamento do tensiômetro está restrito ao intervalo de tensão de água no solo entre 0 e 80 kPa (SOARES et al., 2006).

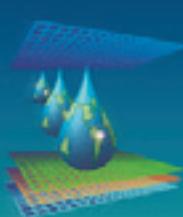
Conforme Gärdenäs et al. (2005), a distribuição do nitrogênio é mais uniforme no perfil do solo quando se utiliza fertirrigação por gotejamento, havendo uma distribuição melhor do nutriente no bulbo úmido e zona radicular, exceto por uma pequena concentração ao redor da frente de molhamento. Gonçalves et al. (2008), e Miranda et al. (2005), verificaram que íons de potássio não acompanham a frente de molhamento do solo, sendo este fato atribuído à adsorção desses íons nos coloides do solo, deixando-o pouco livre em solução.

Portanto, objetivou-se neste trabalho quantificar a demanda hídrica da cultura da melancia mediante diferentes concentrações de nitrato e potássio na fertirrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), no município de Mossoró. Os tratamentos de N-NO₃ e K ficaram assim definidos: T1: 0 e 0; T2: 0 e 120; T3: 0 e 240; T4: 165 e 60; T5: 165 e 180; T6: 330 e 0; T7: 330 e 120; T8: 330 e 240; T9: 495 e 60; T10: 495 e 180; T11: 660 e 0; T12: 660 e 120; T13: 660 e 240 mg L⁻¹ na solução do solo.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente aleatorizado com 4 repetições, totalizando 52 parcelas, sendo que cada parcela foi representada por dois vasos de plástico com 50 litros de capacidade.



O solo utilizado no experimento foi coletado em uma propriedade no município de Baraúna, sendo do tipo Cambissolo Eutrófico com textura argilosa. Para caracterizá-lo foi retirada uma amostra composta. A água utilizada para irrigação foi proveniente de um poço pertencente a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), localizado no campus universitário o qual abastece a universidade e bairros vizinhos.

O estudo foi realizado com melancia (*Citrullus lanatus*) do tipo sem semente, sendo o híbrido “Leopard”, irrigada por gotejamento com emissores do tipo espuague instalado em ambiente protegido.

O sistema de irrigação foi composto de uma caixa d’água elevada a 1 m com capacidade de armazenamento de 500 L, uma linha principal de 5 m de comprimento, e seis linhas laterais 15 m de comprimento, ambas de polietileno com 16 mm de diâmetro nominal. Cada linha lateral tinha 18 microtubos (tipo espuague), instalados com vazão de 1,8 L h⁻¹, espaçados a 50 cm, seguindo o espaçamento entre os vasos.

A umidade do solo foi monitorada com o uso de tensiômetros instalados a 15 cm de profundidade e ajustada utilizando a curva de retenção de água no solo para a faixa úmida ($U(\%) = 0,2913\tau^{-0,0976}$). As irrigações foram realizadas com o intuito de repor a umidade do solo para a umidade da capacidade de campo com frequência diária. Totalizou-se o volume de água que foi aplicado durante o ciclo da cultura em cada tratamento para se avaliar o consumo hídrico.

A fertirrigação foi feita de forma manual utilizando vidrarias graduadas. Ao longo do ciclo, as aplicações dos fertilizantes nitrogenados e potássicos foram realizadas de acordo com a concentração de nitrogênio e potássio na solução solo, e os demais foram aplicados em todos os eventos de fertirrigação nas seguintes concentrações: P - 31; Ca - 160; Mg - 24 e S - 32 mg L⁻¹. As fertirrigações foram realizadas duas vezes por semana em intervalos de 3 a 4 dias baseadas nas análises da solução do solo.

Para auxiliar na tomada de decisões para o manejo da irrigação e a fertirrigação foi desenvolvida uma planilha eletrônica para definição das concentrações corrigidas de íons e da condutividade elétrica, bem como do volume água e de fertilizantes a serem aplicados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1 apresenta o volume de água aplicado às plantas em todos os tratamentos ao longo dos dias após o transplantio. Entre os dias 7 e 35 praticamente não foi verificada diferença no consumo de água pelas plantas, somente a partir dos 42 dias percebe-se variações no volume de água aplicado.

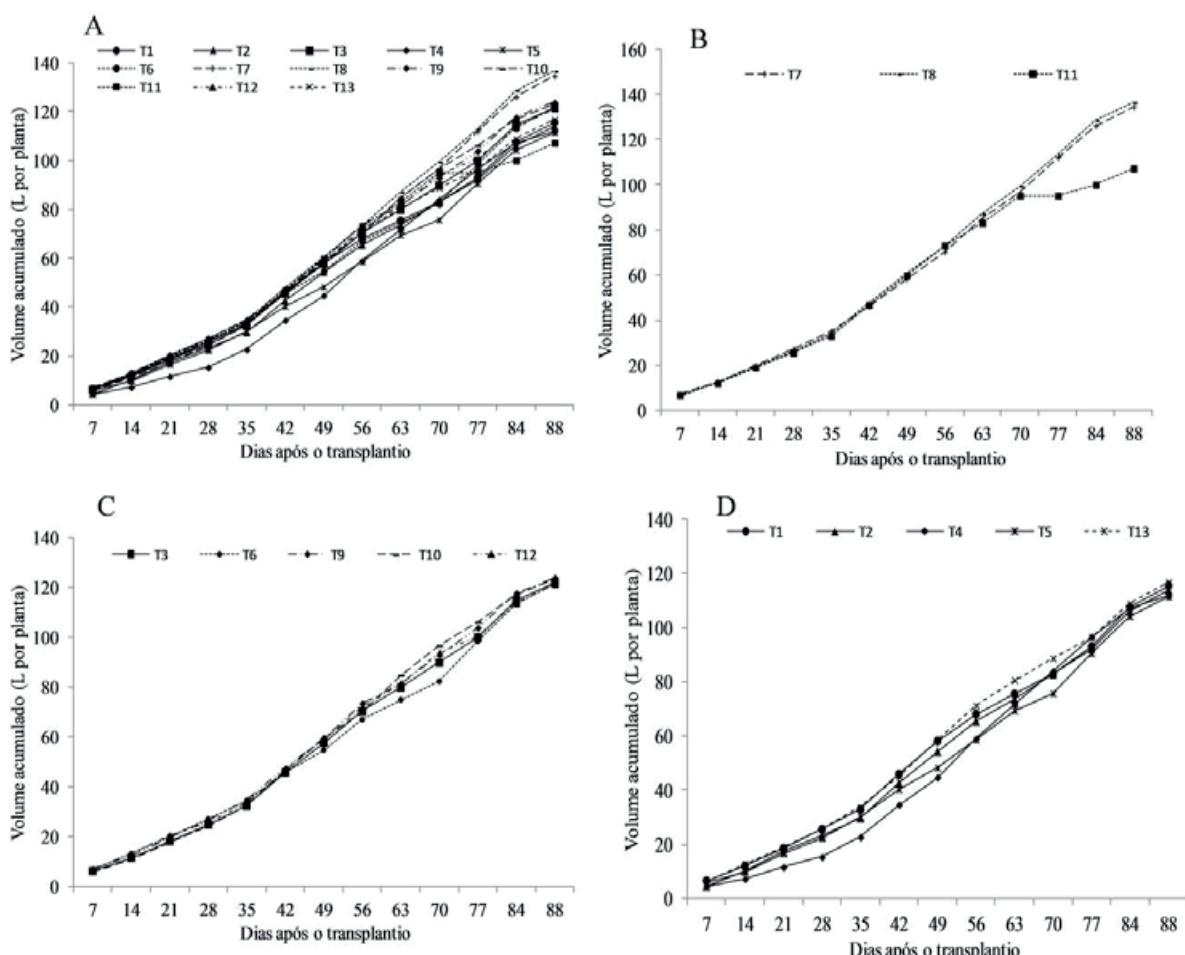
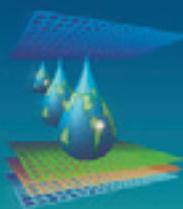
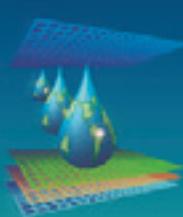


Figura 1. Volume de água aplicado nos tratamentos (T1; T2; T3; T4; T5; T6; T7; T8; T9; T10; T11; T12 e T13) acumulado em função de dia após a semeadura. (A) - Todos os tratamentos; (B) - Tratamentos com maior consumo; (C) - Tratamentos com consumo médio; (D) - Tratamentos com menor consumo.

Fica evidente ao analisar a Figura 1A, que o consumo de água pela cultura não ultrapassou os 140 litros e manteve-se crescente ao longo do ciclo, isso aconteceu devido o início da fase intermediária que inclui o florescimento até o início da maturação, nessa fase há um aumento na evapotranspiração da cultura contribuindo com maior consumo de água pela mesma, o que pode ser comprovado em estudos realizados por Carvalho et al. (2007), que ao determinar a evapotranspiração em melancia sem semente, verificou valores máximos de ETC de $6,7 \text{ mm dia}^{-1}$ entre 33 e 56 dias após o trasplantio e por Miranda et al. (2004), que trabalhando com melancia irrigada por gotejamento, obtiveram valores máximos da ETc na ordem de $7,0 \text{ mm dia}^{-1}$, aos 39 dias após o plantio. Nesse estudo a reposição máxima diária foi de $3,44 \text{ L planta}^{-1}$ ocorrendo aos 74 DAT para o T6 e a reposição diária mínima foi de $0,02 \text{ L planta}^{-1}$ aos 8 DAT para o T5.



Ao observar o comportamento do consumo hídrico pela cultura da melancia, considerando os diversos tratamentos, verificam-se reações diferentes ao longo do ciclo, sendo que ao final dos 88 dias, percebe-se que alguns tratamentos apresentaram um consumo hídrico mais elevado, como é o caso dos tratamentos T7, T8 e T11 (Figura 1B), outros apresentaram um consumo hídrico médio (T3, T6, T9, T10 e T12), (Figura 1C) e por fim os demais apresentaram um menor consumo (T1, T2, T4, T5 e T13) (Figura 1D).

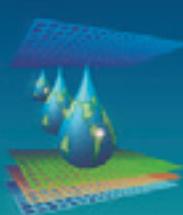
Verifica-se na Figura 1B, que aos 88 dias ocorreu no tratamento 11 ($N=660$ e $K=0$ mg L⁻¹) uma queda no consumo hídrico com valor acumulado de 107,25 litros, isso aconteceu devido a morte de plantas ao longo do ciclo nesse tratamento onde apenas uma planta resistiu até os dias finais, com isso o solo manteve-se muitas vezes na umidade de capacidade de campo a 30%, não sendo necessário aplicar água ao solo via irrigação.

O consumo máximo se deu no T8 com 136,48 litros, o qual recebeu os maiores níveis de N-NO₃ e K na fertirrigação, isso ocorreu provavelmente devido um maior desenvolvimento vegetativo da cultura nesse tratamento em relação aos demais. Oliveira (2008), estudando o manejo da irrigação no meloeiro, também obteve maior consumo de água em plantas que foram aplicadas aproximadamente a mesma quantidade de N que foi usada no T8 deste experimento (336 mg L⁻¹), evidenciando que há uma relação direta entre a fertilização nitrogenada e o consumo de água pelas plantas, devido a um provável maior crescimento das plantas, e, consequentemente maior evapotranspiração.

Para os tratamentos T3, T6, T9, T10 e T12, que apresentaram um consumo médio, praticamente não há diferença entre os tratamentos ao longo dos dias, sendo que o tratamento T6 teve uma queda aos 63 dias começando a reagir a partir dos 84 dias após o transplantio completando o final do ciclo com acúmulo igual a 121,88 litros (Figura 1C). O T4 foi o que apresentou menor consumo de água até os 49 DAT comparado com os demais tratamentos, não conseguindo superar os tratamentos 1, 2 e 3 que não receberam níveis de nitrogênio (Figura 1D), tais resultados diferem dos encontrados por Oliveira (2008), que verificou menor consumo de água nas plantas que não receberam fertilização nitrogenada.

Aos 63 dias após o transplantio se constata maior diferenciação de necessidade hídrica pelas plantas, sendo que os maiores consumos de água pelas plantas foi verificado nos tratamentos que receberam os maiores níveis de nitrogênio (495 e 660 mg L⁻¹), sendo: T7, T8, T9, T10, T11, T12 e T13.

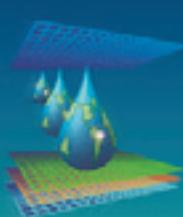
CONCLUSÕES



Os maiores volumes de água aplicada nas plantas foram nas concentrações de N = 330 e K = 240 mg L⁻¹ e o menor consumo se deu no tratamento em que a concentração de N e K foram 660 e 0 mg L⁻¹, respectivamente. A diferença entre o maior e o menor consumo acumulado foi de 21,42%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO de, L.C.C.; BEZERRA, F.M.L.; CARVALHO de, M.A.R. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo da melancia sem sementes. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 39, n. 1, p. 53-59, 2007.
- FELTRIM, A.L. Produtividade de melancia em função da adubação nitrogenada, potássica e população de plantas. Jaboticabal, 2010. 75 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual paulista “Júlio de mesquita filho” - Faculdade de ciências Agrárias e Veterinárias.
- GÄRDENÄS, A.I.; HOPMANS, J.W.; HANSON, B.R.; SIMUNEK, J. Two-dimensional modeling of nitrate leaching for various fertigation scenarios under micro-irrigation. Agricultural Water Management, v.74, p.219-242, 2005.
- HOLANDA FILHO, R.S.F.; SOUSA, V.F.; AZEVEDO, B.M.; ALCANTARA, R.M.C.M.; RIBEIRO, V.Q.; ELOI, W.M. Efeitos da fertirrigação de N e K₂O na absorção de macronutrientes pela gravioleira. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, p.43–49, 2006.
- MIRANDA, F.R.; MONTENEGRO, A.A.T.; OLIVEIRA, J.J.G. Produtividade da melancia irrigada por gotejamento em diferentes espaçamentos de plantio. Revista Ciência Agronômica, v.36, n.2, p.158-162, 2005.
- MIRANDA, F.R. de; OLIVEIRA, J.J.G.; SOUZA, F. de. Evapotranspiração máxima e coeficientes de cultivo para a cultura da melancia irrigada por gotejamento. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v.35, n.01, p.36-43, 2004.
- OLIVEIRA, F.A. Manejo da Fertirrigação para a cultura do melão utilizando extratores de solução do solo. Mossoró, 2008. 108f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal Rural do Semi-árido..
- SILVA JÚNIOR, M.J. Manejo da fertirrigação na cultura do meloeiro mediante o controle de íons da solução do solo. Piracicaba, 2008. 115f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Universidade de São Paulo, Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- SOARES, J.M.; COSTA, F.F. da; NASCIMENTO, T. Recomendações básicas para o manejo de água em fruteiras. Petrolina: Embrapa semiárido, 2006. <http://www.cpatsa.embrapa.br>. 03 Mai. 2013 (Circular Técnica, 82).



ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR DE VARIEDADES DE SORGO FORRAGEIRO IRRIGADO COM ÁGUA BIOSSALINA

M. J. M. GUIMARÃES¹; W. L. SIMÕES²; L. G. WILLADINO³; M. P. M. A. PINHEIRO⁴;
D. C. SIQUEIRA⁵ J. A. LIMA⁶; M. A. SOUZA⁶

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho determinar o índice de área foliar de variedades de sorgo forrageiro no semiárido nordestino irrigado com água salina provinda da piscicultura, utilizando a técnica de Fração de lixiviação. O experimento foi conduzido no Campo Experimental Caatinga, pertencente a EMBRAPA Semiárido. Foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três blocos, em arranjo fatorial 3 x 4, composto por três genótipos de sorgo forrageiro e quatro frações de lixiviação (0; 5; 10 e 15%) com uso de água salina provenientes dos rejeitos da piscicultura. A estimativa do índice de área foliar foi realizada aos 58 dias, quando a floração atingiu 60% do pomar com o aparelho analisador de dossel – AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer, Model PAR – 80 (DECAGON Devices). A fração de lixiviação de 15% obteve maiores valores de IAF para o sorgo forrageiro, sendo que a variedade F305 foi a que apresentou maior valor de IAF.

PALAVRAS-CHAVE: fração de lixiviação; *Sorghum bicolor*, salinidade.

LEAF AREA INDEX OF VARIETY OF FORAGE SORGHUM IRRIGATED WITH BIOSSALINA

ABSTRACT: The objective of this work was to determine the leaf area index of varieties of sorghum in semi-arid northeast stemmed irrigated with saline water fish farming, using the technique of leaching fraction. The experiment was conducted at the Experimental Caatinga, belonging to Embrapa Semi-Arid. We adopted the experimental design in randomized blocks with three blocks, arranged in a 3 x 4 factorial, consisting of three genotypes of sorghum and four leaching fractions (0, 5, 10 and 15%) with use of saline water from the tailings from farming. The estimation of leaf area index was performed at 58 days, when flowering reached

¹ Mestrando em Engenharia Agrícola - Universidade Federal Rural de Pernambuco - DTR, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, PE. Email: mjmpguimaraes@hotmail.com.

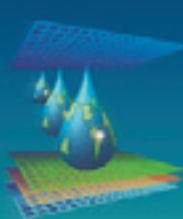
² Pesquisador, Embrapa Semiárido, Petrolina - PE.

³ Professora, Departamento de Biologia da UFRPE, Recife – PE.

⁴ Mestranda em Irrigação e Drenagem, Departamento de Engenharia Rural, UNESP, Botucatu, SP.

⁵ Engenheira Agrícola, Mestre em Engenharia Agrícola – UNIVASF, Petrolina – PE.

⁶ Biólogo, Bolsista Embrapa - UPE



60% of the orchard with the canopy analyzer equipment - AccuPAR Linear PAR / LAI ceptometer, Model PAR - 80 (DECAGON Devices). The leaching fraction of 15% showed higher values of LAI for sorghum, and the variety F305 showed the highest LAI.

KEYWORDS: leaching fraction, *Sorghum bicolor*, salinity.

INTRODUÇÃO

A estimativa do índice de área foliar (IAF) e da área foliar (AF) de um cultivo é importante para o manejo adequado da cultura, principalmente nos sistemas onde a irrigação é localizada, nos quais há predominância da transpiração sobre a evaporação da água de irrigação. O conhecimento de métodos para determinação direta ou estimativa do índice de área foliar tem grande importância em estudos que envolvem análise de crescimento em plantas, fotossíntese, propagação vegetativa, ataque de pragas e doenças (Lucchesi, 1984; Benincasa, 1988).

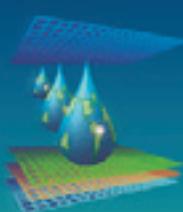
O semiárido brasileiro apresenta uma alta variabilidade climática e grande escassez hídrica. Algumas ações são necessárias para mitigar a problemática da água no semiárido. Tais ações devem buscar o aumento da disponibilidade pelo aumento da eficiência do uso da água, principalmente no que se refere à irrigação (Souza Filho, 2011).

A reutilização da água é um desafio para agricultura, por ser o setor que tem maior consumo. A utilização da água salina proveniente do rejeito da piscicultura é uma alternativa para a produção de forragem para alimentação animal em locais em que a disponibilidade de água é pequena.

Com este trabalho, objetiva-se determinar o índice de área foliar de variedades de sorgo forrageiro no semiárido nordestino irrigado com água salina provinda da piscicultura, utilizando a técnica de Fração de lixiviação.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Campo Experimental Caatinga, pertencente à EMBRAPA Semiárido, localizada no município de Petrolina – PE. A classificação climática segundo Köppen é do tipo BSWh, as chuvas concentraram-se entre os meses de novembro e abril, com precipitação média anual em torno de 400 mm, irregularmente distribuídas. A



temperatura média anual é de 26,5°C, variando entre 21 e 32°C, com uma evaporação média anual em torno de 2000 mm, umidade relativa do ar média anual em torno de 67,8%, 3000 horas de brilho solar e velocidade do vento de 2,3 m/s.

Foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três blocos, em arranjo fatorial 3 x 4, composto por três genótipos de sorgo forrageiro tolerantes à salinidade e quatro frações de lixiviação (0; 5; 10 e 15%) com uso de água salina provenientes dos rejeitos da piscicultura. Cada parcela experimental foi composta de 15 linhas de cultivo, sendo dividida em subparcelas com 5 linhas de cada variedade de sorgo forrageiro com 5 m de comprimento por fração de lixiviação.

Durante o experimento amostras da água de irrigação foram coletadas e levadas ao laboratório para análise química. A Tabela 1 apresenta as características da água de irrigação resíduária da piscicultura.

Tabela 1. Análise química da água de irrigação resíduária da piscicultura.

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	pH	C.E. - 25°C	Dureza CaCO ₃	Rel. de adsorção de sódio
mmol _c /L								dS/m	mg/L		
12,6	7,7	7,2	0,34	0,4	3,2	3,84	35,2	8,19	2,87	50,75	2,26

A estimativa do índice de área foliar foi realizada aos 58 dias, quando a floração atingiu 60% do pomar, a partir da medição da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA) com o aparelho analisador de dossel – AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer, Model PAR – 80 (DECAGON Devices). Em cada subparcela foi realizada quatro leituras acima do dossel e doze no nível do solo, sempre no sentido da linha de cultivo.

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente através de análise de variância, e havendo significância ($P < 0,05$) as médias foram submetidas ao teste de média Tukey (5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância mostrou que tanto as frações de lixiviação quanto as variedades apresentaram efeitos significativos para o índice de área foliar a 1% de probabilidade. Pode-se verificar que não houve interação significativa entre as variedades e as frações de lixiviação utilizadas (Tabela 2).

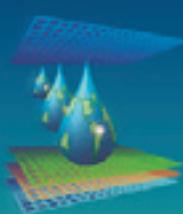


Tabela 2. Resumo da análise de variância para o índice de área foliar de variedades de sorgo forrageiro.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Quadrados médio
Bloco	2	0,351013 ^{ns}
Fração de lixiviação	3	1,962078**
Variedade	2	1,182638**
Fração*Variedade	6	0,217183 ^{ns}
Resíduo	22	0,169537
Total	35	-
CV (%)	9,25	-

ns - não significativo; ** - significativo a 1%.

O estudo demonstrou que os tratamentos irrigados com as maiores frações obtiveram maiores valores de IAF, destacando-se a fração de 15% com 4,91 (Figura 1). Quando se aplica uma lâmina de água superior à que as plantas necessitam há a lixiviação dos sais presentes na zona radicular, proporcionando assim uma zona de conforto para as raízes das plantas. Com isso, a salinidade do solo se mantém dentro dos limites exigidos pela cultura, não ocorrendo redução do crescimento e desenvolvimento da cultura.

Na medida em que houve uma redução da fração aplicada aos tratamentos pode-se verificar uma redução do IAF, no entanto, o tratamento 5% foi inferior ao tratamento sem fração de lixiviação (0%). Tal comportamento pode ser reflexo do material genético utilizado, o qual é fruto de uma pré-seleção quanto à tolerância a salinidade em ambiente controlado.

Quando comparadas as variedades, verificou-se que a variedade F305 foi a que obteve maior IAF com 4,75, seguida da Volumax com 4,48 e Sudão com 4,12. Resultados que corroboram com Spohr et al. (2005) que, ao avaliar épocas de semeadura para maximizar a produção de sorgo irrigado, obteve valores de IAF variando entre 4,2 a 5,8 na época do florescimento.

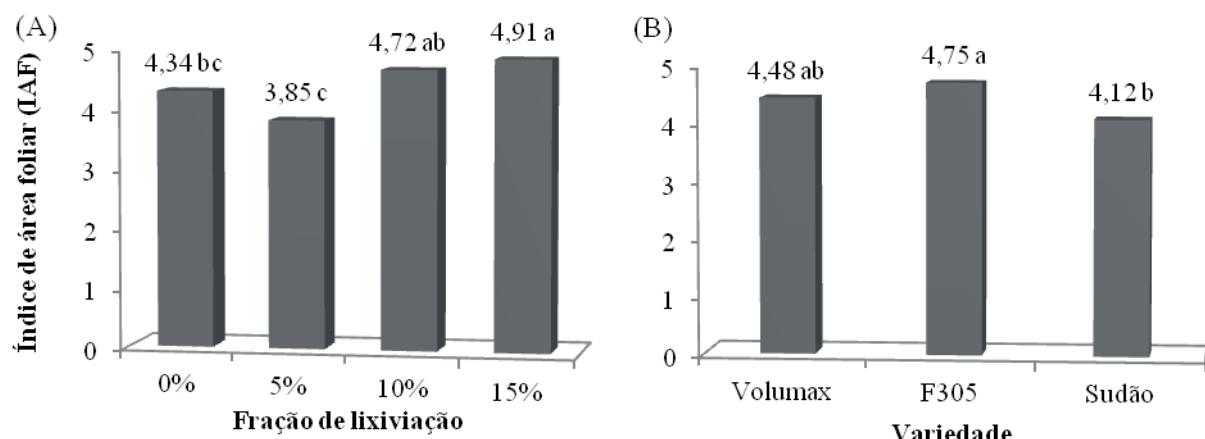
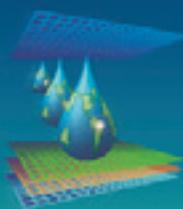


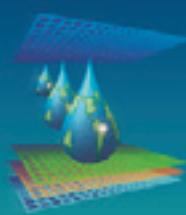
Figura 1. Índice de área foliar de variedades de sorgo forrageiro, onde (A) – frações de lixiviação; (B) – Variedades.

CONCLUSÕES

A fração de lixiviação de 15% obteve maiores valores de IAF para o sorgo forrageiro, sendo que a variedade F305 foi a que apresentou maior valor de IAF.

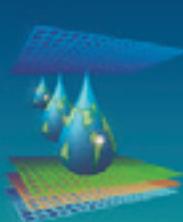
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENINCASA, M. M. P. Análise do crescimento de plantas: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.
- DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. HANS RAJ GHEYI, NILDO DA SILVA DIAS, CLAUDIVAN FEITOSA DE LACERDA (Editores). Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicados Fortaleza, INCT Sal, 2010. P. 129-140.
- LUCCHESI, A. A. Utilização prática da análise quantitativa do crescimento vegetal. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Anais... Piracicaba. 1984. v. XLII. p. 401-428.
- SOUZA FILHO, F. A. A política nacional de recursos hídricos: Desafios para sua implantação no semiárido brasileiro. In: SALOMÃO DE SOUZA MEDEIROS, HANS RAJ GHEYI, CARLOS DE OLIVEIRA GALVÃO, VITAL PEDRO DA SILVA PAZ (Editores).



Recursos Hídricos em Regiões Áridas e Semiáridas. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2011. p. 1-25.

SPOHR, R. B.; MAGGI, M. F.; CARLESSO, R. KUNZ, J. H.; FIORIN, T. Irrigação na produção de silagem de milho e sorgo, em sucessão ao arroz de terras altas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 9, n. 4, p. 469-474, 2005.



EFEITO DE DIFERENTES NÍVEIS DE FERTIRRIGAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS DE MUDAS DE MARACUJÁ¹

M. R. M. MELO², M. R. VIEIRA³, R. L. M. REIS⁴, R. A. LAMBERT⁵

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi avaliar as principais características morfológicas de mudas de maracujá em diferentes níveis de fertirrigação, utilizando-se fertilizante líquido. A pesquisa foi conduzida entre 13 de maio a 1 de julho de 2013, no Campus Experimental do Curso de Agronomia do Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara-GO ILES/ULBRA. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizado (DBC), com cinco doses do fertilizante líquido na água de irrigação (T1: 0; T2: 10; T3: 20; T4: 30 e T5: 40 mL L⁻¹), com quatro repetições. A melhor dose de fertilizante líquido para o desenvolvimento de mudas de maracujá foi de 20 mL de fertilizante por litro de água.

PALAVRAS-CHAVE: doses, irrigação, fertilizante

EFFECT OF DIFFERENT LEVELS IN FERTIRRIGATION MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS PASSION FRUIT

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the main morphological characteristics of seedlings of passion fruit in different levels of fertigation using liquid fertilizer. The survey was conducted between May 13 to July 1, 2013, on the campus of the Experimental Course Agronomy Institute of Lutheran Higher Education Itumbiara-GO-ILES / ULBRA. We used a randomized block experimental design (RBD) with five doses of liquid fertilizer in the irrigation water (T1: 0; T2: 10; T3: 20; T4: 30 e T5: 40 mL L⁻¹), with four replications. The best dose of liquid fertilizer to the development of passion fruit seedlings was 20 mL of fertilizer per liter of water.

KEYWORDS: doses, irrigation, fertilizer

INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se no mercado internacional de produção de maracujá, com uma área plantada de 34.000 ha, gerando aproximadamente 478.000 toneladas de frutos (AGRIANUAL, 2005). O maracujazeiro azedo ou amarelo, *Passiflora edulis f. Flavicarpa* é a principal Passiflorácea cultivada no Brasil, mas existem em menor escala plantios com o

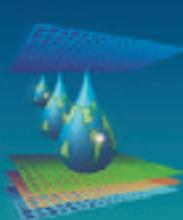
¹ Trabalho com apoio da FAPEG para participação no evento.

² Graduanda em Agronomia - ILES/ULBRA. Av. Beira Rio 1001. CEP 75522-330, Itumbiara -GO. mara_mendesmelo@hotmail.com

³ Graduanda em Agronomia - ILES/ULBRA, Itumbiara -GO. monikca_mariano@yahoo.com.br

⁴ Graduanda em Agronomia - ILES/ULBRA, Itumbiara -GO. raquel_luiza_moura@hotmail.com

⁵ Prof. Doutor, Irrigação e Drenagem, ILES/ULBRA, Itumbiara -GO. ricardolambert1981@hotmail.com



maracujá-roxo *Passiflora edulis f. edulis sims* e com maracujá-doce *Passiflora alata Curtis*. Possuem como atrativo principal a grande rusticidade, sendo provavelmente materiais genéticos resistentes tanto às intempéries do ambiente (estresse hídrico e salino), assim como às doenças ocasionadas por fungos, bactérias e vírus (NASCIMENTO; JUNQUEIRA, 2002).

A fertirrigação é o mais econômico e eficiente método de aplicação de fertilizantes, especialmente quando utilizado através de sistemas de irrigação localizada (BISCARO et al., 2008). Estes mesmos autores afirmam que a fertirrigação assegura que os fertilizantes sejam aplicados diretamente na região de maior concentração de raízes das plantas, permitindo o fracionamento das doses e o aumento na eficiência da adubação.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar as principais características morfológicas de mudas de maracujá em diferentes níveis de fertirrigação, utilizando-se fertilizante líquido.

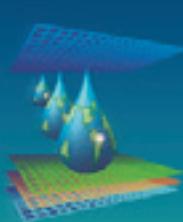
MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação, entre 13 de maio a 1 de julho de 2013, no Campus Experimental do Curso de Agronomia do ILES/ULBRA, Itumbiara-GO. Segundo INMET (2013) o clima dessa região é caracterizado como quente e seco, com temperatura oscilando de 19° até 42°C. A precipitação varia de 1400 mm a 1800 mm, com chuvas regulares nos meses de outubro a março e uma estação seca de abril a novembro.

Foi avaliada a cultivar de maracujá redondo amarelo, com pureza de 100% e índice de germinação de 84%. A semeadura foi realizada em sacos feitos em polietileno virgem, de alta resistência, contendo dimensões 15 x 25cm x 0,15mm de espessura, com volume interno de aproximadamente 1 litro, foi realizada no dia 13/5/2013, colocando-se quatro sementes por saco. Utilizou-se substrato, composto de areia, terra e esterco bovino na proporção de 1:1:1.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), com cinco doses de fertilizante líquido aplicado via água de irrigação (T1: 0; T2: 10; T3: 20; T4: 30 e T5: 40 mL L⁻¹), com quatro repetições, onde cada parcela foi constituída por 4 plantas, avaliando-se as 4 plantas. As doses propostas neste experimento são derivadas da recomendada pelo fabricante, que é de 10 mL L⁻¹. Realizaram-se duas fertirrigações, aos 10 e 20 dias após a germinação (DAG).

As irrigações foram realizadas diariamente, na forma de microaspersão, com base na evapotranspiração diária obtida através de um mini tanque evaporímetro instalado no interior da casa de vegetação. E as fertirrigações eram realizadas com o auxílio de uma seringa graduada de 10 mL. O fertilizante líquido utilizado foi da marca BEMAX AGROQUIMICA®



Bemax sempre verde, que possui a seguinte concentração de nutrientes: N 9% p/p - 117 g/L p/v, P₂O₅ 8% p/p - 104 g/L p/v e K₂O 8% p/p - 104 g/L p/v.

O início da germinação ocorreu aos 13 dias após a semeadura (DAS), e o desbaste foi feito aos 8 dias após a germinação, deixando apenas uma planta por saco. Durante o período de realização do experimento não houve a aplicação de nenhum outro tipo de produto complementar. As avaliações foram realizadas aos 47 DAS, quando foram determinadas as seguintes características morfológicas das plantas: número de folhas - NF, comprimento (cm) da parte aérea - CPA, comprimento (cm) das raízes - CR, massa fresca (g) da parte aérea - MFPA, massa fresca (g) das raízes - MFR, massa seca (g) da parte aérea – MSPA e massa seca (g) das raízes – MSR.

Para a altura das plantas e comprimento do sistema radicular mediu-se do colo até o ápice da parte aérea e, do colo ao extremo da raiz, respectivamente, com o auxílio de régua graduada. As raízes e folhas foram acondicionadas em sacos de papel etiquetados e pesadas para determinar o peso fresco. Posteriormente, foram colocados para secar em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 65°C por 72h, até que atingissem massas constantes. Com o auxílio de uma balança analítica de precisão (0,001 g) foram determinadas as suas massas e o resultado foi expresso em gramas por planta.

A avaliação estatística do experimento foi realizada pelo programa computacional SISVAR. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias submetidas à análise de regressão a 1 e 5% de probabilidade (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram significativos pelo teste F ($p < 0,01$) para as características número de folhas, comprimento da parte aérea, massa fresca da parte aérea, massa fresca das raízes e massa seca da parte aérea, e para massa seca de raiz ao nível de ($p < 0,05$) de significância (Tabela 1). O que reforça o encontrado por Biscaro et al., 2011 afirmando que o uso de fertilizante na água de irrigação proporciona um aumento nas principais características morfológicas do espinafre, resultando em mudas maiores, mostrando-se realmente eficaz no aumento da qualidade e vigor.

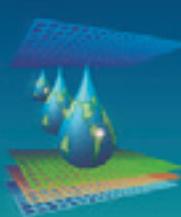


Tabela 1. Resumo da análise de variância número de folhas, comprimento (cm) da parte aérea, comprimento (cm) das raízes, massa fresca (g) da parte aérea, massa fresca (g) das raízes, massa seca (g) da parte aérea e massa seca (g) das raízes. ULBRA, Itumbiara – GO, 2013.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios						
		NF	CPA (cm)	CR (cm)	MFPA (g)	MFR (g)	MSPA (g)	MSR (g)
Doses	4	1,175000**	5,337109**	10,262500ns	1,744929**	0,097122**	0,035045**	0,001030*
Reg. Linear	1	1,225000*	9,751563**	16,097266ns	2,057530**	0,172397**	0,030692**	0,000632ns
Reg. Quad.	1	2,571429**	10,718750**	22,031529*	4,172532**	0,179898**	0,100133**	0,003410**
Desvio Reg.	1	0,339509	0,221484	0,032143	0,400151	0,004440	0,008079	0,000009
Blocos	3	0,112500	0,336198	1,040365	0,341918	0,006777	0,002003	0,000214
Resíduo	12	0,206250	0,491797	4,028646	0,177019	0,007096	0,002602	0,000290
CV %		9,22	9,10	11,31	21,27	22,55	17,70	34,02

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade; *Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns não significativo

O comprimento da parte aérea (CPA) apresentou uma resposta quadrática significativa com o aumento da concentração do fertilizante na água de irrigação (Figura 1), sugerindo que, na maior dosagem (40 mL L^{-1}), as mudas apresentavam decréscimo no crescimento. Gordin et al., (2010) também observaram maior comprimento de parte aérea com aumento da dose de fertilizantes via fertirrigação em mudas de couve chinesa (*Brassica pekinensis*). Quanto ao número de folhas (NF) também houve um crescimento e um decréscimo nas dosagens maiores (Figura 2).

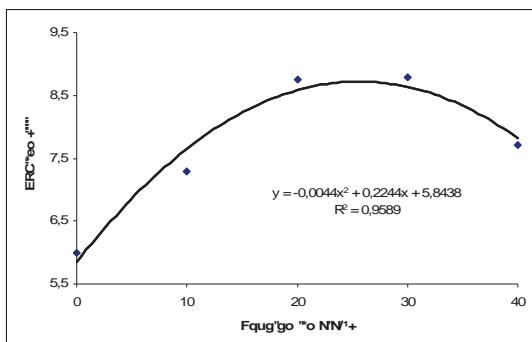


Figura 1. Comprimento de parte aérea (CPA) de mudas de maracujá em função de doses de fertilizantes. ULBRA ITUMBIARA-GO, 2013.

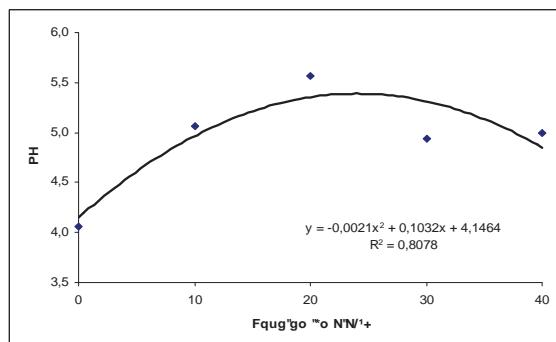


Figura 2. Número de folhas (NF) de mudas de maracujá em função de doses de fertilizantes. ULBRA ITUMBIARA-GO, 2013.

A Figura 3 mostra a tendência quadrática para massa fresca da parte aérea (MFPA). Biscaro et al., (2011) observaram que houve aumento da massa fresca de parte aérea de mudas de espinafre com o aumento da dosagem de fertilizante líquido, resultado semelhante ao encontrado no presente trabalho. Na Figura 4 se observa a tendência quadrática para massa seca da parte aérea, onde a dosagem de 20 mL L^{-1} foi a mais eficiente. Mota et al., (2001) observaram que houve diminuição de massa de parte aérea seca de alface (*Lactuca sativa*) com o aumento de doses de fertilizantes via fertirrigação diferente ao do encontrado no presente trabalho.

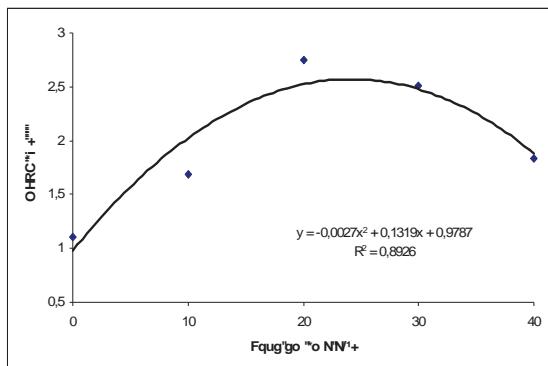
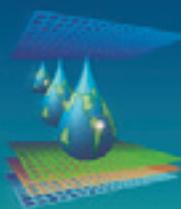


Figura 3. Massa fresca de parte aérea (MFPA) de mudas de maracujá em função de doses de fertilizantes. ULBRA ITUMBIARA-GO, 2013.

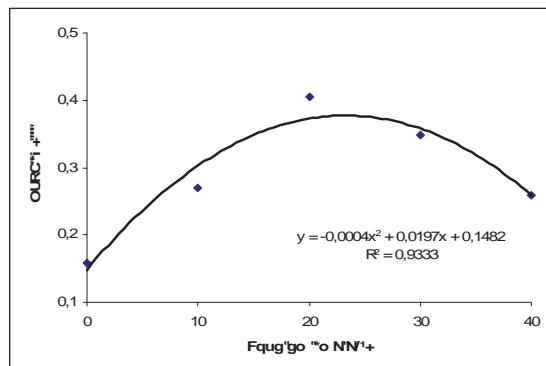


Figura 4. Massa seca de parte aérea (MSPA) de mudas de maracujá em função de doses de fertilizantes. ULBRA ITUMBIARA-GO, 2013.

Em relação à massa fresca de raiz (MFR) observa-se tendência quadrática crescente Figura 5, sendo que com o aumento da dosagem de fertilizante houve diminuição na MFR nas dosagens maiores. Ensinas et al., (2009) observaram incremento na massa seca de raiz em mudas de rúcula, os autores afirmaram que o aumento das doses do fertilizante elevou-se as concentrações de todos os nutrientes que são importantes para o desenvolvimento das plantas, em especial do fósforo.

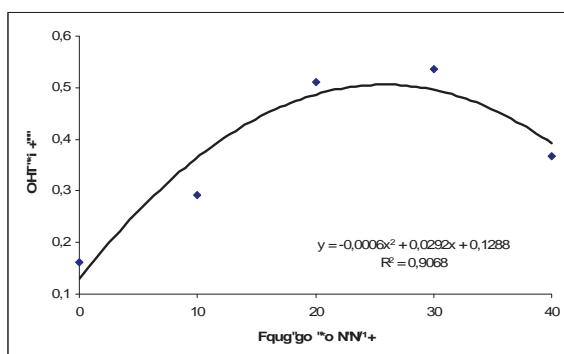


Figura 5. Massa fresca de raiz (MFR) de mudas de maracujá em função de doses de fertilizantes. ULBRA ITUMBIARA-GO, 2013.

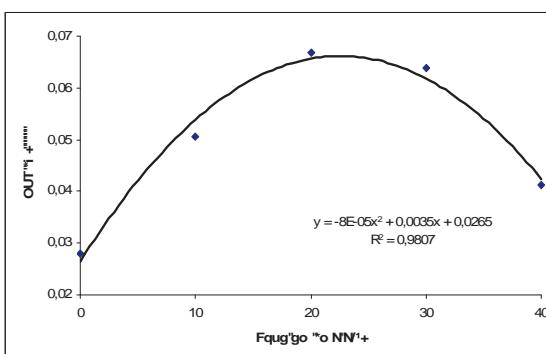
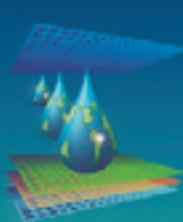


Figura 6. Massa seca de raiz (MSR) de mudas de maracujá em função de doses de fertilizantes. ULBRA ITUMBIARA-GO, 2013.

Em relação à massa seca de raiz (MSR), observa-se tendência quadrática sendo que o aumento das doses também proporcionou aumento nas dosagens menores e diminuição nas maiores dosagens de massa seca de raiz (Figura 6). Ludwig et al., (2008) observaram que o aumento das doses de fertilizantes incrementaram a massa seca de raiz de duas cultivares de gérberas (*Gérbera jamesonii*).

No presente trabalho pode-se observar que em todas as características observadas que foram significativas, houve um decréscimo nas dosagens de 30 e 40 mL L⁻¹. Provavelmente por elas terem acarretado sintomas de fitotoxicidade.



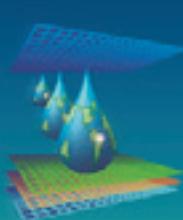
CONCLUSÃO

A melhor dose de fertilizante líquido para o desenvolvimento de mudas de maracujá foi de 20 mL de fertilizante por litro de água.

Foi observado decréscimo para todas as variáveis analisadas em função das dosagens mais elevadas, 30 e 40 mL L⁻¹.

BIBLIOGRAFIA

- BISCARO, G.A.; TRIGUEIRO, R. de M.; CRUZ, R.L.; LOPES, M.D.C. Germination and development of american lettuce seedlings (*Lactuca sativa* L.) irrigated with home and industrial effluent-receiving waters. *Irriga. Botucatu*, v. 9, n. 3, p. 207-216, 2008.
- BISCARO, G.A.; MARQUES, R.J.R.; BATISTA, C.M.; MONACO, K. de A.; ENSINAS, S.C.; REZENDE, R.K.S. Efeito de diferentes níveis de fertirrigação nas características morfofisiológicas de espinafre. *Acta Scientiarum, Maringá*, v. 33, n. 3, 2011.
- ENSINAS, S.C; BISCARO, G.A., BORELLI, A.B.; MÔNACO, K.A.; MARQUES, R.J.R.; ROSA, Y.B.C.J. Níveis de fertirrigação nas características morfofisiológicas de mudas de rúcula. *Revista Agrarian*, v.2, n.3, p.7-17, 2009.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA RBRAS, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: RBRAS/UFCar, p. 255-258, 2000.
- GORDIN, C. R. B.; BISCARO, G. A.; SANTOS, A. D. dos; PAGLIARINI, M. K.; PEIXOTO, P. P. P. Níveis de fertirrigação nas características morfofisiológicas de mudas de couve chinesa. *Agrarian, Dourados*, v. 3, n. 10, p. 253-260, 2010.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. 2013. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em 11/05/2013 às 19h25min.
- LUDWIG, F.; FERNANDES, D.M.; MOTA, P.R.D.; VILLAS BÔAS, R.L. Macronutrientes em cultivares de gérbera sob dois níveis de fertirrigação. *Horticultura Brasileira*, v. 26, n. 1, p. 68-73, 2008.
- MOTA, J.H.; SOUZA, R.J. de; SILVA, E.C. da; CARVALHO, J.G. de; YURI, J.E. Efeito do cloreto de potássio via fertirrigação na produção de alface-americana em cultivo protegido. *Ciência Agrotécnica, Lavras*, v. 25, n. 3, p. 542-549, 2001.
- NASCIMENTO, A. C. DO; JUNQUEIRA, N. T. V. Avaliação da Resistência de Genótipos de Maracujazeiro Azedo ao Vírus do Endurecimento do Fruto (“Passionfruit woodiness vírus” –PWV). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém, Abstracts... Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura. CD/ROOM.
- NEHMI, I.M.D. (Coord.). AGRIANUAL 2001: anuário estatístico do Brasil. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2000.



**AVALIAÇÃO FISIOLÓGICA DO MILHO (*Zea mays*) SOB DIFERENTES LÂMINAS
DE IRRIGAÇÃO, NO MUNICÍPIO DE ITUMBIARA – GO.¹**

D. B. OLIVEIRA²; M. R. M. MELO³; R. A. LAMBERT⁴

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito das diferentes lâminas de irrigação na cultura do milho, no município de Itumbiara-GO. Utilizou-se para o experimento a variedade Agroceres® AG1051, sendo o mesmo conduzido na casa de vegetação do Campus Experimental do Curso de Agronomia do Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara. O delineamento de blocos inteiramente casualizados, envolveu 5 tratamentos e 5 repetições, sendo os tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5 correspondentes a 60%, 90%, 120%, 150% e 180% da evaporação do mini tanque respectivamente. Observando todos os parâmetros agronômicos avaliados, a lâmina de água mais eficiente para os mesmo, foi a que representou 150% da evaporação diária do mini tanque evaporímetro.

PALAVRAS-CHAVE: irrigação, lâmina de água, mini tanque evaporímetro.

**PHYSIOLOGICAL EVALUATION OF CORN (*Zea mays*) UNDER DIFFERENT
IRRIGATION LEVELS IN THE MUNICIPALITY OF ITUMBIARA - GO.**

SUMMARY: This study aimed to evaluate the effect of different irrigation in corn, in the municipality of Itumbiara-GO. Was used for the experiment variety Agroceres ® AG1051, being conducted in the same greenhouse Campus Course of Experimental Agronomy Institute of Lutheran Higher Education Itumbiara. The design of randomized blocks involved five treatments and five replications and treatments 1, 2, 3, 4 e 5 corresponding the 60%, 90%, 120%, 150% e 180% evaporation of the mini tank. Observing all agronomic traits, the water slide for even more efficient, was representing 150% of the daily evaporation of mini tank evaporimeter.

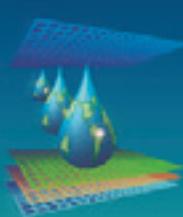
KEYWORDS: irrigation, water slide, mini tank evaporimeter.

¹ Trabalho com apoio da FAPEG para participação no evento.

² Graduado em Agronomia - ILES/ULBRA. Av. Beira Rio 1001. CEP 75522-330, Itumbiara -GO. diego.braga.oliveira@gmail.com

³ Graduanda em Agronomia - ILES/ULBRA, Itumbiara -GO. mara_mendesmelo@hotmail.com

⁴ Prof. Doutor, Irrigação e Drenagem, ILES/ULBRA, Itumbiara -GO. ricardolambert1981@hotmail.com



INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) representa um dos principais cereais cultivados em todo o mundo, fornecendo produtos largamente utilizados para a alimentação humana, animal e matérias-primas para a indústria, principalmente em função da quantidade da natureza das reservas acumuladas nos grãos (MARCOS FILHO, 2000).

O potencial produtivo do milho pode ser melhor explorado pela adoção e implementação criteriosa de aspectos técnicos como: escolha de genótipo melhor adaptado às condições de cultivo, época de semeadura preferencial para a região, emprego de espaçamento e densidade de semeadura que proporcionem populações de plantas compatíveis com a tecnologia empregada, controle de plantas daninhas, pragas e manejo adequado do solo bem como a necessidade de irrigação (PALHARES, 2003).

Segundo Bernardo, Soares e Mantovani (2009) é de suma importância que no projeto de irrigação não seja considerada apenas a captação e a condução de água, ou somente a sua aplicação dentro da parcela, mas sim uma operação integrada, incluindo, também, a equidade na distribuição da água, as práticas culturais, a retirada do excesso de água da área irrigada e a relação solo-água-planta e clima.

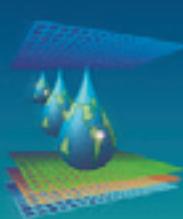
O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação na cultura do milho, em função da evaporação da água de um mini tanque evaporímetro alternativo, no município de Itumbiara-GO.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do Campus Experimental do Curso de Agronomia do Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara-GO ILES/ULBRA.

Segundo INMET (2013) o clima dessa região é caracterizado como quente e seco, com temperatura oscilando de 19° até 42°C. A precipitação varia de 1400 mm a 1800 mm, com chuvas regulares nos meses de Outubro a março e uma estação seca de abril a novembro.

O período de realização foi de 11 de janeiro à 11 de março de 2013. Foi utilizada a variedade de milho AG1051, da empresa AGROCERES®. Realizou-se o plantio em vaso com capacidade para 25 L de solo, utilizando uma planta por vaso, com espaçamento entre os vasos de 22 cm.



O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, envolvendo 5 tratamentos com 5 repetições, sendo os tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5 correspondentes a 60%, 90%, 120%, 150% e 180% da evaporação do mini tanque respectivamente.

A irrigação foi realizada diariamente com o auxílio de uma proveta graduada em mL, de acordo com a medida da evaporação diária, sendo feita a partir de um mini tanque evaporímetro alternativo, confeccionado com tambor metálico reutilizável de ferro (com altura de 52 cm e diâmetro de 24 cm), fixados sobre um estrado de madeira a 15 cm do chão. O tanque continha água até o nível de 40 cm abaixo da borda livre do tanque, onde o mesmo apresentava uma régua de 50 cm para a leitura da evaporação diária, que foi realizada diariamente às 9:00 horas, foi utilizada apenas a evaporação do mini tanque, para facilitar futuros manejos realizados pelo produtor. Depois de observada a evaporação do mini tanque em cm, pode-se calcular a lâmina de irrigação total, obtendo assim a quantidade de água necessária para cada tratamento, conforme equação abaixo:

$$Lt = Emt \times Tr \times Av$$

Em que:

Lt = Lâmina de irrigação total utilizada (mL);

Emt = Evaporação no mini tanque (cm);

Tr = Tratamento utilizado em decimal;

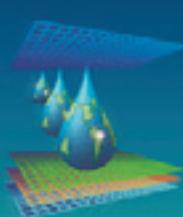
Av = Área do vaso (cm^2).

As avaliações de desempenho agronômico foram realizadas aos 60 dias após o plantio, onde avaliou-se o diâmetro dos colmos, altura de plantas e quantidade de folhas.

Todos os dados quantificados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), em seqüência, realizada a análise de regressão linear e cúbica, através do software SISVAR e posteriormente elaborado os gráficos de regressão linear e polinomial de grau três, estimando-se, então, a lâmina ótima para cada característica avaliada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância estão apresentados na Tabela 1. Os resultados da referida Tabela, mostram que as lâminas de irrigação, correspondentes a evaporação do mini tanque evaporímetro, apresentaram significância, ao nível de 1% de probabilidade, nas avaliações de desempenho agronômico quanto ao diâmetro de colmo e altura de plantas, em relação à avaliação de quantidade de folhas, não se obteve significância estatisticamente. A



precisão experimental representada pelo coeficiente de variação variou-se entre as características agronômicas observadas, com valores inferiores a 10%. Desta forma, foi considerada baixa, de acordo com a classificação de Pimentel-Gomes (1990), ao analisar os coeficientes de variação de ensaios agrícolas.

Tabela 1: Resumo da análise de variância do diâmetro de colmo (mm), altura de plantas (cm) e número de folhas do milho, variedade AG1051. ULBRA, Itumbiara – GO, 2013.

Causas de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Diâm. Colmo	Alt. Plantas	Nº Folhas
Lâminas	4	0,0002 **	0,0012 **	0,1062 ns
Reg. Linear	1	3,6612 ns	9800,0000 **	0,3200 ns
Reg. Quadrática	1	124,0092 **	403,2000 ns	6,9142 ns
Desvio de Reg.	2	28,8098	212,0000	0,6628
Resíduo	16	4,4010	347,1750	0,9400
Coef. De Variação (%)		9,31	9,64	5,85

** Significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste de F

* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F

ns - Não significativo

De acordo com a significância da influência da lâmina de irrigação no crescimento e diâmetro de colmo, realizou-se a análise de regressão a qual indicou que a equação de 3º grau (modelo polinomial de grau três) é a que explica com maior confiabilidade o comportamento do diâmetro de colmo do milho, em função das lâminas de irrigação aplicadas (Figura 1).

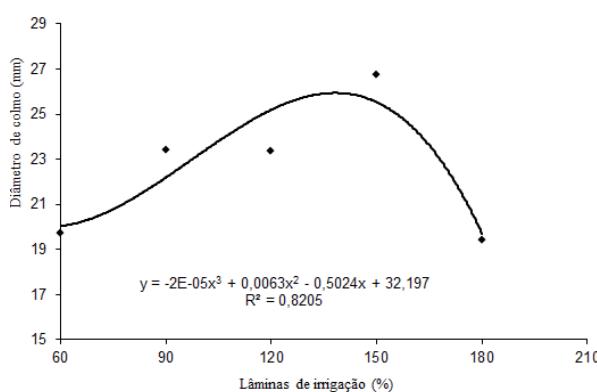


FIGURA 1 – Representação gráfica, equação de regressão do diâmetro de colmo (mm) do milho, em função das lâminas de irrigação (%).

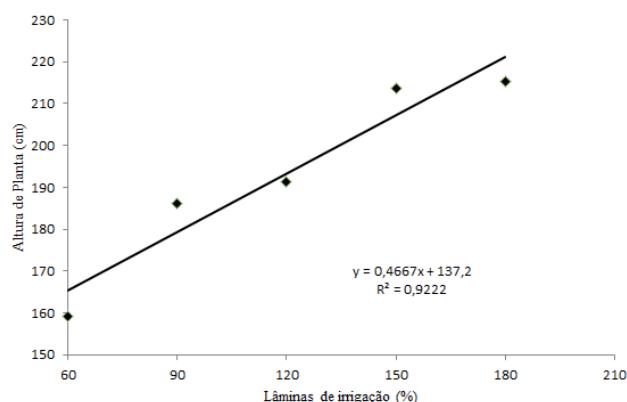
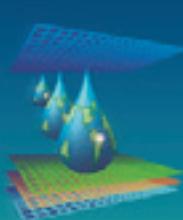


FIGURA 2 - Representação gráfica, equação de regressão da altura de planta (cm) do milho, em função das lâminas de irrigação (%).

Observa-se que, para a avaliação de diâmetro de colmo, a melhor lâmina de água foi equivalente a 150% da evaporação diária do mini tanque evaporímetro. A maior lâmina de



água utilizada representou um decréscimo do diâmetro avaliado respectivamente. O valor máximo de diâmetro de caule, encontrado 26,76 mm. Nota-se que ao aplicar lâminas de irrigação equivalentes a 60% e 90% ocorre uma incrementação no diâmetro e ao se comparar as lâminas de 90% e 120%, observa-se uma estabilidade no diâmetro das plantas de milho. Quando aumenta-se a lâmina de irrigação de 150% à 180%, observa-se uma diminuição do diâmetro do caule, destas plantas.

Este resultado está de acordo com o encontrado por Vidal (2012), onde trabalhando com características vegetativas do milho, submetido a diferentes lâminas de irrigação, constatou que as lâminas de água abaixo de 150% obtiveram o menor diâmetro de colmo, da mesma forma que lâminas de valores superiores, apresentaram um decréscimo na variável agronômica observada, semelhante às obtidas no presente trabalho.

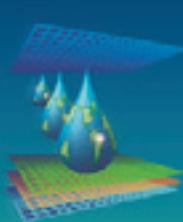
Segundo Fancelli e Dourado Neto (2004), o desenvolvimento das plantas de milho, se dá principalmente pela emissão da oitava folha, prolongando-se até o florescimento, sendo que o colmo não atua somente como suporte de folhas e inflorescências, mas também, como uma estrutura destinada ao armazenamento de sólidos solúveis. Deste modo, o diâmetro de colmo é também importante para se obter um maior rendimento de espiguetas, pois quanto maior seu diâmetro, maior a capacidade de armazenamento de fotoassimilados pela planta, onde os mesmos irão contribuir para o desenvolvimento e produção das espiguetas.

Quanto à altura de plantas, realizou-se a análise de regressão a qual indicou que a equação de 1º grau (modelo linear) é a que explica com maior ênfase o comportamento da altura de planta do milho, em função das lâminas de irrigação aplicadas (Figura 2).

Observou-se que, com o aumento da lâmina de água aplicada, houve um aumento progressivo quanto ao tamanho da planta de milho, onde a utilização da lâmina de água de 180% proporcionou a maior altura dentre as demais, sendo essa de 215,4 cm.

Santos Neto (2012), trabalhando com cultivares de milho e lâminas de irrigação em Vitória da Conquista-BA, detectou um acréscimo na altura das plantas com o aumento da lâmina de irrigação, a partir da lâmina 0% para os cultivares avaliados até a lâmina 114,29% da evapotranspiração, comportamento semelhante observado no presente trabalho.

De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2004), a deficiência hídrica pode fazer com que o crescimento vegetativo seja diminuído, podendo até haver a paralisação do mesmo. À medida que o teor de umidade no solo diminui, a absorção de água pelas raízes é reduzida, afetando de forma geral, os diversos processos fisiológicos da planta. Desta forma, graças ao



fechamento dos estômatos em resposta do estresse hídrico, o processo de fotossíntese é afetado, provocando alterações na planta, ocasionando redução no índice de área foliar e ocorrendo decréscimo da taxa de crescimento da planta, principalmente nos períodos iniciais onde obtém-se menor absorção da radiação solar.

CONCLUSÃO

Para os parâmetros de altura de plantas e diâmetro de colmo, a lâmina de irrigação que apresentou os melhores resultados foi correspondente a 150% da evaporação diária do mini tanque evaporímetro.

BIBLIOGRAFIA

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de Irrigação. 8ª. Ed. Viçosa: Ed. UFV, 2009. 625p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de Milho. 2.ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360p.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. 2013. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em 10/02/2013 às 19h25min.

MARCOS FILHO, J. Prefácio. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de Milho. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

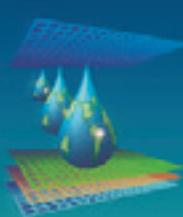
PALHARES, M. Distribuição e população de plantas e produtividade de grão de milho. 2003. 107 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

PIMENTEL-GOMES, F. Curso de estatística experimental. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.

SANTOS NETO, I. J. dos. Cultivares de milho e lâminas de irrigação para produção de minimilho em Vitória da Conquista-BA. 2012. 66f: il. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2012.

SANTOS NETO, I. J. dos. Cultivares de milho e lâminas de irrigação para produção de minimilho em Vitória da Conquista-BA. 2012. 66f: il. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2012.

VIDAL, V. M. et al. Características vegetativas do milho (*Zea mays* L.) submetido a diferentes lâminas de irrigação. I Congresso de Pesquisa e Pós-Graduação do Câmpus Rio Verde do IFGoiano, novembro, 2012.



NÍVEIS DE FERTIRRIGAÇÃO NA AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS EM MUDAS DE TOMATE¹

M. R. M. MELO², M. R. VIEIRA³, R. L. M. REIS⁴, R. A. LAMBERT⁵

RESUMO: Objetivou-se no presente trabalho avaliar as características morfológicas de mudas de tomate em diferentes níveis de fertirrigação utilizando-se fertilizantes líquidos. A pesquisa foi conduzida entre 11 de maio a 14 de junho de 2013, no Campus Experimental do Curso de Agronomia do ILES/ULBRA de Itumbiara-GO. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizado (DBC), com cinco doses do fertilizante líquido Pepita® soloflex na água de irrigação (T1: 0; T2: 5; T3: 10; T4: 20 e T5: 30 mL L⁻¹), com quatro repetições. As dosagens na água de irrigação interferiram no desenvolvimento das mudas de Tomate, proporcionando incremento no número de folhas, comprimento da parte aérea, massa fresca da parte aérea, massa fresca das raízes e massa seca da parte aérea.

PALAVRAS-CHAVE: fertirrigação, incremento, desenvolvimento

FERTIRRIGATION LEVELS IN THE EVALUATION OF FEATURES MORPHOPHYSIOLOGICAL IN TOMATO PLANTS

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the morphological characteristics of tomato seedlings at different levels of fertigation using liquid fertilizers. The survey was conducted from May 11 to June 14, 2013, on the campus of the Experimental Course Agronomy Institute of Lutheran Higher Education Itumbiara-GO-ILES / ULBRA. We used a randomized block experimental design (RBD) with five doses of liquid fertilizer Pepita ® Soloflex in irrigation water (T1: 0; T2: 5; T3: 10; T4: 20 e T5: 30 mL L⁻¹), with four replications. Dosages in irrigation water affected the development of seedlings of tomato, providing an increase in the number of leaves, shoot length, fresh weight of shoot, fresh root and shoot dry mass.

KEYWORDS: fertigation, growth, development

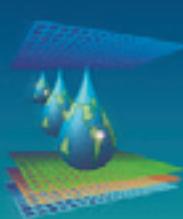
¹ Trabalho com apoio da FAPEG para participação no evento.

² Graduanda em Agronomia - ILES/ULBRA. Av. Beira Rio 1001. CEP 75522-330, Itumbiara -GO. mara_mendesmelo@hotmail.com

³ Graduanda em Agronomia - ILES/ULBRA, Itumbiara -GO. monikca_mariano@yahoo.com.br

⁴ Graduanda em Agronomia - ILES/ULBRA, Itumbiara -GO. raquel_luiza_moura@hotmail.com

⁵ Prof. Doutor, Irrigação e Drenagem, ILES/ULBRA, Itumbiara -GO. ricardolambert1981@hotmail.com



INTRODUÇÃO

O tomate é uma das olerícolas mais difundidas no mundo, sendo plantado praticamente em todas as regiões geográficas do planeta sob diferentes sistemas de cultivo e diferentes níveis de manejo cultural, ocupando no Brasil uma área de 779 mil hectares e a produção de 17 milhões de toneladas, sendo observando crescimento 110%, entre 1999 e 2009, enquanto a população brasileira cresceu 25%, um aumento de oferta per capita de hortaliças de 85% (GUTIERREZ, 2010).

O cultivo de mudas constitui-se numa das etapas mais importantes do sistema produtivo de hortaliças, influenciando diretamente o desempenho nutricional e produtivo das plantas (SILVEIRA et al., 2002).

Atualmente, uma das técnicas predominantes é o uso da fertirrigação, sendo econômico e um eficiente método, e especialmente quando utilizado através de sistemas de irrigação localizada. Contudo, assegura que os fertilizantes sejam aplicados diretamente na região de maior concentração de raízes das plantas, permitindo o fracionamento das doses e o aumento na eficiência da adubação (BISCARO et al., 2004).

Objetivou-se no presente trabalho avaliar as características morfológicas de mudas de tomate em diferentes níveis de fertirrigação utilizando-se fertilizantes líquidos.

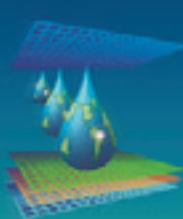
MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação entre 11 de maio a 14 de junho de 2013, no Campus Experimental do Curso de Agronomia do ILES/ULBRA de Itumbiara-GO. Segundo INMET (2013) o clima dessa região é caracterizado como quente e seco, com temperatura oscilando de 19° até 42°C. A precipitação varia de 1400 mm a 1800 mm, com chuvas regulares nos meses de Outubro a março e uma estação seca de abril a novembro.

Foi avaliada a cultivar de Tomate ‘Santa cruz Kada Gigante’. A semeadura foi realizada no dia 11/5/2013, colocando-se quatro sementes em cada célula, em bandejas de plástico com 60 células. Utilizou-se o substrato comercial Bioplant® Prata hortaliças.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizado (DBC), com cinco doses do fertilizante líquido na água de irrigação (T1: 0; T2: 5; T3: 10; T4: 20 e T5: 30 mL L⁻¹), com quatro repetições, cada parcela foi constituída por 12 plantas, avaliando-se as 12 plantas.

Realizaram-se duas fertirrigações, aos 10 e 17 dias após a germinação (DAG). As irrigações foram realizadas diariamente, na forma de microaspersão. E as fertirrigações eram realizadas com o auxílio de uma seringa graduada de 10 mL.



O fertilizante líquido utilizado foi da marca Pepita® soloflex, que possui a seguinte concentração de nutrientes: Nitrogênio 1% p/p - 12 g/L p/v, K₂O 4% p/p - 48 g/L p/v, P₂O₅ 4% p/p - 48 g/L p/v e Carbono Orgânico Total 6% p/p. O início da germinação ocorreu aos seis dias após a semeadura (DAS), e o desbaste foi feito aos 12 DAS, deixando apenas uma planta por célula. Durante o período de realização do experimento não houve a aplicação de nenhum outro tipo de produto complementar nas parcelas.

As avaliações foram realizadas aos 31 DAS, quando foram determinadas as seguintes características morfológicas das plantas: número de folhas - NF, comprimento (cm) da parte aérea - CPA, comprimento (cm) das raízes - CR, massa fresca (g) da parte aérea - MFPA, massa fresca (g) das raízes - MFR, massa seca (g) da parte aérea – MSPA e massa seca (g) das raízes – MSR.

A avaliação estatística do experimento foi realizada pelo programa computacional SISVAR. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias submetidas à análise de regressão a 1 e 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

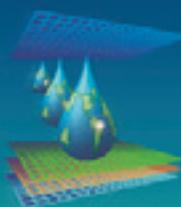
Os resultados foram significativos pelo teste F ($p < 0,01$) para as seguintes características, número de folhas, comprimento da parte aérea, massa fresca da parte aérea, massa fresca das raízes e massa seca da parte aérea. (Tabela 1). O uso do fertilizante na água de irrigação proporciona um aumento nas principais características morfológica do tomate, resultando em mudas maiores, com maior número de folhas e maior massa fresca e seca, mostrando-se realmente eficaz no aumento da qualidade e vigor.

Tabela 1: Resumo da análise de variância número de folhas, comprimento (cm) da parte aérea, comprimento (cm) das raízes, massa fresca (g) da parte aérea, massa fresca (g) das raízes, massa seca (g) da parte aérea e massa seca (g) das raízes. ULBRA, Itumbiara – GO, 2013.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios					
		NF	CPA (cm)	CR (cm)	MFPA (g)	MFR (g)	MSPA (g)
Doses	4	1,29281**	2,87749**	1,98645 ns	0,15265**	0,00045**	0,00038**
Reg. Linear	1	2,067021**	11,262410**	0,292410ns	0,537034**	0,001702**	0,001467**
Reg. Quad.	1	2,907594**	0,154508ns	0,204007ns	0,070290ns	0,000023ns	0,000031ns
Desvio Reg.	1	0,187972	0,091391	4,500893	0,003236	0,000001	0,000049
Blocos	3	0,008696	0,966893	5,757360	0,005461	0,000122	0,000007
Resíduo	12	0,068012	0,167495	0,838943	0,016258	0,000077	0,000026
CV %		4,08	4,49	6,28	14,19	12,23	6,44
** Significativo ao nível de 1% de probabilidade; *Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns não significativo							

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade; *Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns não significativo

Apenas as características massa seca e comprimento de raízes não apresentaram diferença significativa nos resultados. Ensinas et al. (2009), estudando níveis de fertirrigação com NPK na produção de mudas de rúcula, também não obtiveram resposta significativa para



comprimento de raízes. Segundo esses autores é provável que o tamanho restrito das células das bandejas, não permitiu um maior desenvolvimento das raízes.

Biscaro et al. (2011), obteve resultado semelhante quanto a massa seca de raiz em mudas de espinafre com o aumento da dosagem de fertilizante líquido. E neste mesmo trabalho os autores contaram no parâmetro comprimento da parte aérea o mesmo resultado encontrado no presente trabalho, ou seja, houve um aumento significativo que pode ser observado na (Figura 1).

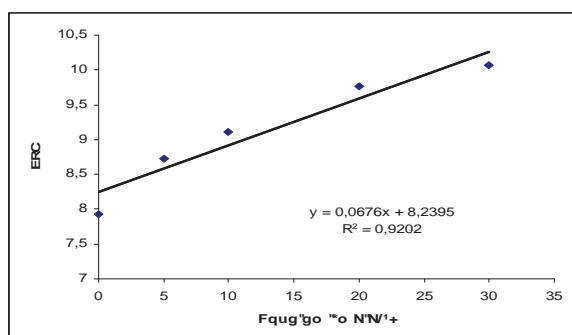


Figura 1. Comprimento de parte aérea (CPA) de mudas de tomate em função de doses de fertilizantes. ULBRA ITUMBIARA-GO, 2013.

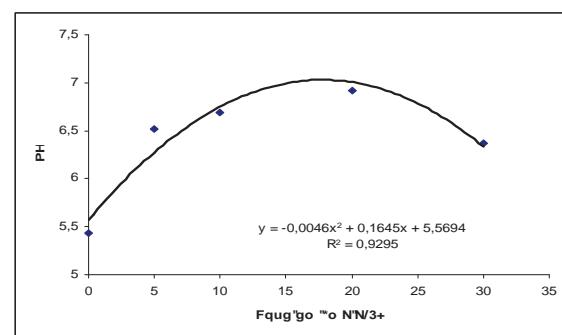


Figura 2. Número de folhas (NF) de mudas de tomate em função de doses de fertilizantes. ULBRA ITUMBIARA-GO, 2013.

Aumentando-se a dose do fertilizante (Figura 2), obteve-se uma equação quadrática para a característica número de folhas (NF), sendo encontrado o valor máximo de 6,9 folhas na dosagem de 20 mL L^{-1} do fertilizante líquido, proporcionando diferença estatística da dose 10 mL L^{-1} do produto (que é a dose recomendada pelo fabricante) e das demais doses.

A Figura 3 mostra a tendência linear na análise de regressão entre as doses de fertilizante líquido para a massa fresca de parte aérea (MFPA), sendo que a maior dose do fertilizante Pepita® Soloflex na água de irrigação proporcionou, nas condições deste experimento, os maiores valores de massa fresca da parte área das plantas.

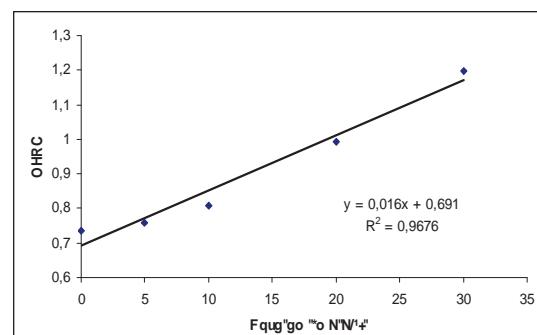


Figura 3. Massa fresca de parte aérea (MFPA) de mudas de tomate em função de doses de fertilizantes. ULBRA ITUMBIARA-GO, 2013.

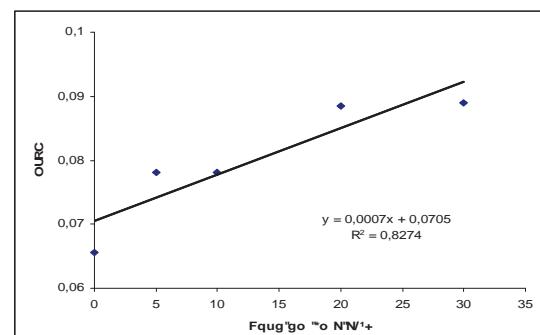
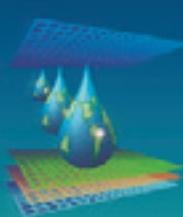


Figura 4. Massa seca de parte aérea (MSPA) de mudas de tomate em função de doses de fertilizantes. ULBRA ITUMBIARA-GO, 2013.



Conforme Taiz e Zeiger (2004), a melhor forma de se avaliar o crescimento de uma planta seria a massa seca, pois a massa fresca é um parâmetro muito sensível às oscilações hídricas, uma vez que a maior parte dos vegetais é formada por água.

Com relação à massa seca da parte aérea das plantas de tomate (MSPA), observa-se uma tendência linear para as dosagens do fertilizante, sendo os maiores valores de massa seca obtidos pelas duas maiores dosagens (Figura 5). Mota et al. (2001) observaram que houve diminuição de MSPA de alface (*Lactuca sativa*) com o aumento de doses de fertilizantes via fertirrigação e também resultado diferente do encontrado no presente trabalho.

Filgueira (2000) afirma que um bom enraizamento e o reinício do desenvolvimento da planta, após o choque do processo de transplante, são favorecidos por tecidos ricos em massa seca. Neste experimento, o crescente aumento das doses do fertilizante promoveu o aumento da massa seca da parte aérea das plantas de tomate em todas as doses utilizadas.

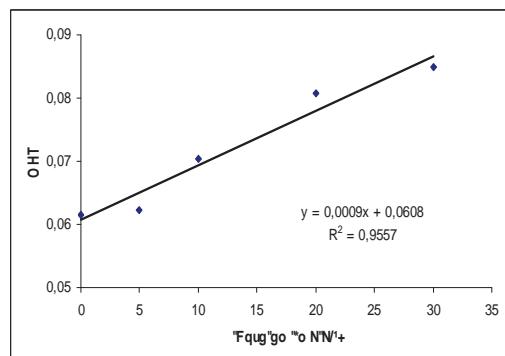
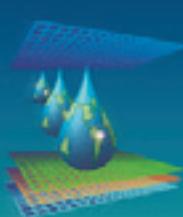


Figura 5. Massa fresca de raiz (MFR) de mudas de tomate em função de doses de fertilizantes. ULBRA ITUMBIARA-GO, 2013.

Em relação à massa fresca de raiz (MFR) observa-se tendência linear crescente como mostra a Figura 5. Pagliarini et al. (2011), trabalhando com Adubação química via fertirrigação em mudas de Celosia argentea obteve uma tendência linear decrescente, sendo que com o aumento da dosagem de fertilizante houve diminuição na MFR.

A utilização da fertirrigação na produção de mudas do tomate, neste experimento, promoveu o incremento das principais características morfofisiológicas. Provavelmente, ao serem transplantadas para o campo, essas mudas não terão problemas de aclimatização, tendo o seu desenvolvimento normal.

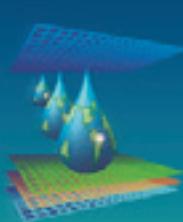


CONCLUSÃO

A utilização do fertilizante líquido Pepita® soloflex na água de irrigação interferiu no desenvolvimento das mudas de Tomate, proporcionando incremento no número de folhas, comprimento da parte aérea, massa fresca da parte aérea, massa fresca das raízes e massa seca da parte aérea.

BIBLIOGRAFIA

- BISCARO, G. A.; TRIGUEIRO, R. DE M.; CRUZ, R. L.; LOPES, M. D. C. Germination and development of american lettuce seedlings (*Lactuca sativa* L.) irrigated with home and industrial effluent-receiving waters. *Irriga*, Botucatu, v.9, n.3, p. 207-216, 2004.
- BISCARO, G.A.; MARQUES, R.J.R.; BATISTA, C.M.; MONACO, K. A.; ENSINAS, S.C.; REZENDE, R.K.S. Efeito de diferentes níveis de fertirrigação nas características morfofisiológicas de espinafre. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 33, n. 3, 2011.
- ENSINAS, S.C, BISCARO, G.A., BORELLI, A.B.; MÔNACO, K.A.; MARQUES, R.J.R.; ROSA, Y.B.C.J. Níveis de fertirrigação nas características morfofisiológicas de mudas de rúcula. *Revista Agrarian*, v.2, n.3, p.7-17, 2009.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA RBRAS, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: RBRAS/UFCar, p. 255-258, 2000.
- FILGUEIRA, F.A.R. Novo Manual de Oleicultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliça. 2 ed. Viçosa: UFV, 2003. 412p.
- GUTIERREZ, A.S.D. INSTITUTO BRASILEIRO DE QUALIDADE EM HORTICULTURA. Hortaliças em números. São Paulo – SP, 2010.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. 2013. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em 11/05/2013 às 19h25min.
- MOTA, J.H.; SOUZA, R.J, de; SILVA, E.C. da; CARVALHO, J.G. de; YURI, J.E. Efeito do cloreto de potássio via fertirrigação na produção de alface-americana em cultivo protegido. *Ciência Agrotécnica*, Lavras, v. 25, n. 3, p. 542-549, 2001.
- PAGLIARINI, M. K.; SANTOS, A. M. D. dos; GORDIN, C. R. B.; BISCARO, G. A. Adubação química via fertirrigação em mudas de *Celosia argentea*. *Tecnol. & Ciênc. Agropec*, João Pessoa, v.5, n.4, p.1-5, 2011.
- SILVEIRA, E. B. et al. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 2, p. 211-216, 2002.
- TAIZ, E.; ZEIGER, L. *Fisiologia vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.



EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA: TIPO MICROASPERÇÃO DO PERIMETRO IRRIGADO BAIXO ACARAÚ

Kaline C. Roseira¹; Francisco J. R. da Paixão²; José A. P. Carlos¹, João Vianey F. Pimentel³; Fca Natália. B. Rocha⁴;

1 - Tecnólogo em Agronegócio Bolsista da Funcap/CNPq. 2 - Prof. DSc. Eixo Tecnológico de Rec. Naturais, Fatec Sertão Central, Quixeramobim-CE, Jardel.paixao@gmail.com; Eng. Agron. DSc. Em Eng. Agrícola, Irrigação e Drenagem; 4 – Discente de Tecnologia em Agronegócio, Eixo Tecnológico de Rec. Naturais, Fatec Sertão Central/Bolsistas de Iniciação Científica e Extensão Tecnológica/Fundação Cearence de Amparo a Pesquisa - FUNCAP, Quixeramobim-CE;

Escrito para apresentação no XXIII CONIRD - Congressos Nacionais de Irrigação e Drenagem, de 13 a 18 de outubro de 2013, em Barreiras e Luiz Eduardo Magalhães – BA.

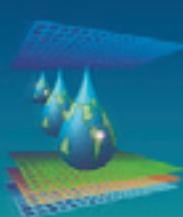
RESUMO: Objetivando Conhecer a eficiência do sistema de irrigação por microaspersão, de diferentes lotes irrigados do Distrito de Irrigação Baixo Acaraú – DIBAU; Verificação da eficiência do sistema de irrigação dos lotes assistidos pelo projeto SAI ao longo do tempo. A pesquisa foi realizadas pelo o projeto base Serviço de Assessoramento ao Irrigante - SAI instalado no Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, localizado no município de Marco, região Norte do Estado do Ceará. Iniciou-se no dia 01/10/2012 e finalizou no dia 25/01/2013, com uma carga horária de 6 horas dia, totalizando 360 horas. Os dados foram coletados em 9 lotes distribuídos por todo o perímetro. Conclui-se que existe uma variabilidade espacial e temporal da eficiência do sistema de irrigação por microaspersão, nos diferentes lotes estudados; Observa-se que a eficiência de 50% dos lotes estudados decrescem entre primeira e a segunda avaliação.

Palavras-chaves: Irrigação, manejo, eficiência, uso racional da agua de irrigação.

ABSTRACT: Aiming Knowing the efficiency of irrigation spray, lots of different irrigated District Irrigation Low Acaraú - DIBAU; Checking the efficiency of the irrigation system of lots SAI assisted by the project over time. The research was conducted by the project based Advisory Service to the irrigator - SAI installed on Irrigated Low Acaraú, located in the municipality of Marco, northern state of Ceará. Began on 01/10/2012 and ended on 25/01/2013, with a workload of six hours daily, totaling 360 hours. Data were collected in 9 batches spread over the entire perimeter. We conclude that there is a spatial and temporal variability of the efficiency of the irrigation spray in different batches studied, observed that the efficiency of 50% of the plots studied decrease between first and second assessment.

Key-words: Irrigation management, efficiency, rational use of irrigation water.

INTRODUÇÃO

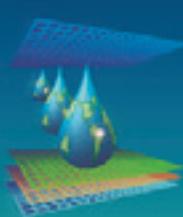


A água é um fator de primordial importância no desenvolvimento das culturas, porém, nem sempre está disponível em condições naturais. O regime pluviométrico de certas regiões e em determinadas épocas do ano torna difícil atender essas necessidades hídricas, devido ao baixo teor de umidade do solo, daí, a necessidade de se aplicar água artificialmente para que os cultivos não sofram problemas de redução e alteração em seu desenvolvimento. A finalidade da irrigação é, portanto, proporcionar água às culturas de maneira a atender às exigências hídricas durante todo seu ciclo, possibilitando altas produtividades e produtos de boa qualidade. Sendo que a quantidade de água necessária às culturas é em função da espécie cultivada, da produtividade desejada, do local de cultivo, do estádio de desenvolvimento da cultura, do tipo de solo e da época de plantio (BERNARDO, SOARES, MANTOVANI, 2006).

A irrigação localizada é um método para aplicar a água diretamente na área do sistema radicular das plantas. As doses de aplicação são pequenas e de alta frequência, turno de rega de 1 a 4 dias. A umidade do solo se mantém então bem próximo à capacidade de campo. Todo este procedimento concorre para uma eficiência de irrigação elevada. Este método permite também a aplicação de fertilizantes e alguns defensivos. A irrigação localizada permite uma visão nova da exploração hidroagrícola no sentido de uma produção vegetal melhorada tanto na produtividade quanto na qualidade do produto e como também no gerenciamento de épocas de plantio e colheita. Por outro lado devemos entender que o alto custo de implantação da infraestrutura hidráulica exige um alto padrão de práticas agronômico e seleção de culturas de alto valor comercial (KELLER, BLIESNER, 1990).

De acordo com Keller & Karmelli (1975), torna-se necessária a realização periódica de avaliações do sistema de irrigação, pois apesar das inúmeras vantagens, existem problemas na irrigação localizada, dentre os quais destaca-se a obstrução dos emissores. Esta obstrução é causada por material orgânico em suspensão, por deposição química e por partículas minerais, características hidráulicas, topografia do terreno, pressão de operação, tamanho dos tubos, espaçamento entre emissores, variabilidade de vazão dos emissores e filtragem da água não adequada. Uma das consequências diretas de uma baixa uniformidade de aplicação de água, em um sistema de irrigação, é o aumento do volume de água aplicado. Para que as plantas que recebem menor lâmina recebam quantidade suficiente para seu desenvolvimento, deve-se aumentar a lâmina aplicada. Isto faz com que as demais plantas recebam excesso de água, que se perderá por percolação profunda (López et al., 1992).

BERNARDO (1996) ressalta que, mesmo na microaspersão, para a qual se tem melhor controle da lâmina aplicada, é recomendado após a instalação e durante a vida útil do sistema, verificar a uniformidade de irrigação, particularmente nos sistemas sem aplicadores compensados, como, por exemplo, naqueles utilizados na agricultura familiar. BARRETO FILHO et al. (2000) recomendam os métodos de MERRIAN & KELLER (1978), para a avaliação do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) na irrigação localizada. Conforme ABREU et al. (1987), a desuniformidade de aplicação pode ser resultado de diferenças de pressão na rede, de perdas de carga excessivas, de irregularidades topográficas, bem como de insatisfatória uniformidade de fabricação dos emissores. O objetivo deste trabalho foi realizar as avaliações no sistema de irrigação, a fim de estimar a eficiência de aplicação junto com o consumo de energia dos lotes, probabilizando uma eficiência eficaz e a economia de água e energia do Perímetro Irrigado. Os dados concebido foram de 9 lotes



distribuídos em todo o Perímetro Irrigado Baixo Acaraú - DIBAU, no período de 5 (cinco) meses. Conhecer a eficiência do sistema de irrigação por microaspersão, de diferentes lotes irrigados do Distrito de Irrigação Baixo Acaraú – DIBAU; Verificação da eficiência do sistema de irrigação dos lotes assistidos pelo projeto SAI ao longo do tempo.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizadas pelo projeto base Serviço de Assessoramento ao Irrigante - SAI instalado no Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, localizado no município de Marco, região Norte do Estado do Ceará. Iniciou-se no dia 01/10/2012 e finalizou no dia 25/01/2013, com uma carga horária de 6 horas dia, totalizando 360 horas. Os dados foram coletados em 9 lotes distribuídos por todo o perímetro. As avaliações foram realizadas em duas etapas em área de fruticultura irrigada por sistema de microaspersão, utilizando um intervalo de 5 meses para o irrigante fazer os reparos no sistema de irrigação de acordo com as recomendações estabelecidas através dos resultados da primeira eficiência e pela a situação que o sistema de irrigação apresentava no momento da avaliação, consequentemente melhorarem a funcionalidade do sistema em questão.

Para a avaliação de sistema foi utilizado à metodologia proposta por Keller e Karmeli (1975), a qual recomenda a obtenção das vazões em quatro pontos ao longo da linha lateral: do primeiro emissor, dos emissores situados a $\frac{1}{3}$ e $\frac{2}{3}$ do comprimento e do último emissor. Na linha de derivação são selecionadas da mesma forma: a primeira, a $\frac{1}{3}$, a $\frac{2}{3}$ e a última totalizando 16 pontos no sistema. Foram feitas três repetições de coletas de vazão, em cada emissor amostrado (Figura 01).

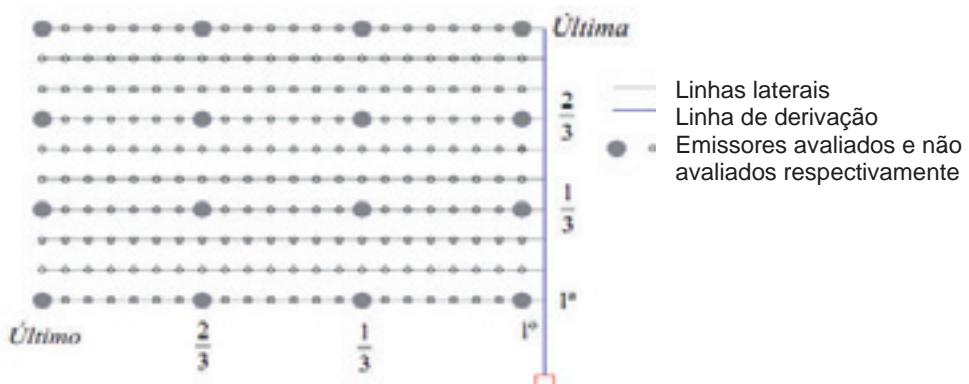
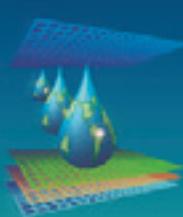


Figura 01– Esquema de amostragem dos emissores para a determinação dos coeficientes. (Keller e Karmeli 1975).

Os equipamentos utilizados para coleta dos dados foram: um cronômetro, uma proveta graduada em 1000 ml, um manômetro com unidade em kgf/cm² para medir a pressão no final da linha. O volume dos emissores foi coletado em um intervalo de 30 segundos, com três repetições, utilizou-se formulário para anotações das vazões. Com os dados coletados em campo, calculou-se a média aritmética de cada parcela, para posterior determinação dos principais coeficientes utilizados em avaliação de sistemas: coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), seguindo a metodologia proposta por MANTOVANI, (2002) e BRALTS, (1986).



A uniformidade está associada à variabilidade da lâmina de irrigação ao longo da área molhada (FRIZZONE, 1992).

Para a quantificação da uniformidade de aplicação do sistema de irrigação foi utilizada a seguinte equação:

$$CUC = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n \cdot \bar{X}} \quad (1)$$

Onde: CUC - coeficiente de uniformidade de Christiansen, %; X_i - lâmina de água aplicada i, Lh^{-1} ; \bar{X} - lâmina média aplicada, Lh^{-1} ; N - número de coletores.

A interpretação dos valores do coeficiente de uniformidade baseou-se na metodologia proposta por Bralts (1986).

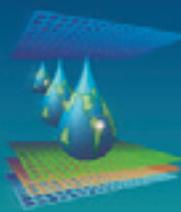
4.1 RESULTADOS DAS ATIVIDADES ACOMPANHADAS

Verifica-se diferença significativa com base no teste “F” ao nível de 1% de probabilidade ($p \leq 0,001$) para os diferentes lotes assistidos pelo projeto de Serviço de Assessoramento ao Irrigante (SAI), e baixo coeficiente de variação, embora seja crescente entre a primeira e segunda avaliação. A respeito do desempenho do sistema de irrigação nas duas avaliações (01 e 02), conforme descrito na tabela 03, todos os lotes, obtiveram os seguintes resultados: na 1ª avaliação a eficiência dos lotes com resultados Excelente obtiveram 11% obtendo aumento para 33% na 2ª avaliação, os lotes Bons obtiveram 89% reduzindo para 33%, Regular não obteve valores na primeira avaliação, na segunda obteve 22%, sendo obtido valores inaceitáveis unicamente na segunda avaliação, estando os demais dentro da classificação aceitável (BERNARDO, SOARES, MANTOVANI, 2006, BRALTS, 1989).

Tabela 01: Classificação da eficiência do sistema de irrigação para as duas avaliações do sistema de irrigação, Marco-CE, 2013

Classificação	Lote	
	1º avaliação	2º avaliação
Excelente	B	B, C, H
Bom	A, C, D, E, F, G, H I	F, G, I
Regular	-	A, D
Ruim	-	-
Inaceitável	-	E

Observa-se que na segunda avaliação houve uma distribuição dos lotes, segundo a classificação. Os lotes A e D na primeira avaliação foram classificados como Bom, havendo na segunda avaliação uma perda na eficiência passando a ser classificado com Regular. O lote B foi classificado como Excelente na primeira avaliação e permaneceu com a mesma classificação na segunda avaliação. Os lotes C e H foram classificados como Bom na primeira avaliação tiveram um ganho de eficiência do sistema de irrigação, passando a ser classificado como Excelente (Tabela 03 e figura 02). O lote E estava classificado como Bom na primeira avaliação, obtendo uma classificação Inaceitável na segunda avaliação ouve uma perda muito significativa na eficiência (figura 02). Os lotes F, G e I obtiveram uma classificação Boa na primeira e na segunda avaliação. Essas mudanças ocorreram em decorrência da adoção das



recomendações ou não dos produtores. Os irrigantes que fizeram as recomendações técnicas prescritas após a primeira avaliação obtiveram um melhor rendimento no funcionamento do sistema de irrigação. Os produtores que optaram pela não realização das recomendações técnicas tiveram um perca na eficiência de funcionamento do sistema de irrigação.

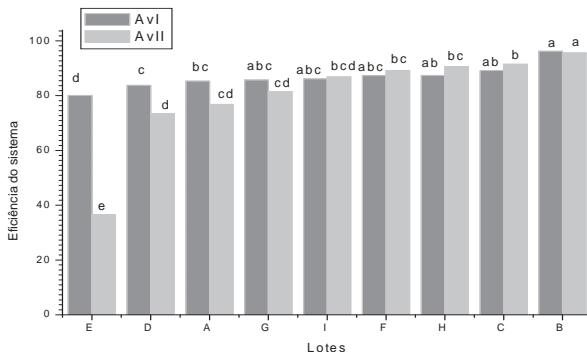


Figura 02: Comparação das medias da eficiência do sistema de irrigação por microaspersão por cada lote nas duas avaliações realizadas, Marco-CE, 2013.

Observa-se que a maior variabilidade Espacial e Temporal ocorreu os lotes E e D. A variabilidade temporal está relacionada entre a 1^a e a 2^a avaliação. A variabilidade espacial está relacionada entre um lote e outro. Os lotes A, D, E, G obtiveram uma variabilidade negativa devido a perda de eficiência na segunda avaliação. Os lotes B, C, F, H, I obtiveram a variabilidade positiva pois ganhou eficiência da 1^a avaliação para a 2^a avaliação.

Após a primeira avaliação os produtores receberam um relatório de recomendação para melhoria da uniformidade do sistema, de acordo como se encontrava o sistema no momento da avaliação algumas recomendações foram: desobstrução de emissores com a abertura dos finais de linha; limpeza do sistema de filtragem; padronização dos emissores que estavam com a vazão diferenciada; substituição ou reparo de mangueiras cortadas. Os produtores que adotaram as recomendações resultaram em uma melhoria da uniformização de distribuição de água pelo sistema de irrigação, e à redução do uso de energia constatada nos valores obtidos na segunda avaliação. A uniformidade é um parâmetro que irá afetar diretamente a lâmina bruta de irrigação, pois esta é a parte da eficiência. Assim, quanto maior a uniformidade, menor será a lâmina necessária para se atingir a mesma produtividade.

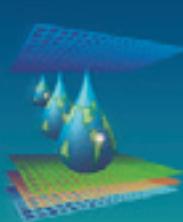
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que existe uma variabilidade espacial e temporal da eficiência do sistema de irrigação por microaspersão, nos diferentes lotes estudados;

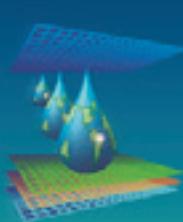
Observa-se que a eficiência de 50% dos lotes estudados decrescem entre a primeira e a segunda avaliação.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, J.M.H.; LOPES, J.R.; REGALADO, A. P.; HERNANDEZ, J.F.G. *El riego localizado*. Madrid: Instituto Nacional de Investigações Agrárias, 1987. 317



- BARRETO FILHO, A.A.; DANTAS NETO, J; MATOS, J.A.; GOMES, E.M. **Desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão, instalado a nível de campo.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.4, n.3, p. 309-14, 2000.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação.** 6. ed. Viçosa - MG: UFV, 1996. 596 p.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação.** 8a ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 625 p.
- BRALTS, V.F. Field performance and evaluation. In: NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A.(Ed.) **Trickle irrigation for crop production.** Amsterdam: Elsevier, 1986. p.216-240. (Development in Agricultural Engineering, 9).
- FRIZZONE, J. A. **Irrigação por aspersão:** uniformidade e eficiência. Piracicaba: ESALQ, 1992, 53 p. (Série Didática).
- KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design.** Glendora: Rain Bird Sprinkler. 1975. 133 p.
- KELLER, J; BLIESNER, R.D. **Sprinkle and trickle irrigation.** New York: Avibook, 1990. 649 p.
- LOPEZ, J.R.; ABREU, J.M.H.; REGALADO, A.P.; HERNADEZ, J.F.G. **Riego localizado.** 2 ed. Madrid: Centro Nacional de Tecnología de Regadios, 1992. p.217-229.
- MANTOVANI, E. C. **Avalia: manual do usuário.** Viçosa: DEA/UFV-PNP&D/café Embrapa, 2002.
- MERRIAN, J. L.; KELLER, J. **Farm irrigation systems evaluation: A guide for management.** Logan: Agricultural and Irrigation Engineering Department, Utah State University, 1978. 271 p. Piracicaba: ESALQ, 1992, 53 p. (Série Didática).
- SOARES, A. A., RAMOS, M. M., LUCATO JÚNIOR, J. **Uso racional de energia elétrica em sistemas de irrigação tipo pivô-central** no estado de Minas Gerais. In: Congresso Brasileiro de engenharia agrícola, 22, 1993.



ADEQUAÇÃO DE MODELOS PARA ESTIMATIVA DE NÚMERO DE FOLHAS E ÁREA FOLIAR DA BANANEIRA ‘GRAND NAINE’

**T. K. S. BORGES¹; N. T. SANTOS²; E. F. COELHO³; M. G. SILVA²; K. S. SANTOS¹;
E. A. SOUZA¹**

RESUMO: Objetivou-se com o trabalho avaliar o ajuste de modelos não lineares para o crescimento da cultura da bananeira Grand Naine, no Norte de Minas Gerais. Ajustaram-se os modelos de Schumacher, Johnson-Schumacher, Logístico, Gompertz e Richards às variáveis biométricas de número de folhas (NF) e a área foliar (AF). O ajuste dos modelos foi avaliado pelo erro absoluto médio (EAM), raiz do erro do quadrático médio (REQM), eficiência (EF), índice “d” de concordância ou exatidão e coeficiente de determinação ajustado (R^2_a). Recomenda-se para estimar a variável de crescimento área foliar (AF) da bananeira Grand Naine os modelos: Logístico, Richards e Johnson-Schumacher.

PALAVRAS-CHAVE: Cultivar ‘Grand Naine’, irrigação, modelos não lineares.

ADEQUACY MODEL TO ESTIMATE THE NUMBER OF LEAVES AND LEAF AREA OF BANANA ‘GRAND NAINE’

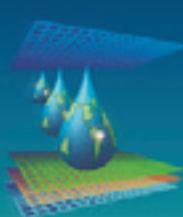
ABSTRACT: The objective of the study was to evaluate the fit of nonlinear models for the growth of the banana crop Grand Naine in northern Minas Gerais. Set models Schumacher, Johnson-Schumacher, Logistic, Gompertz variables biometric leaf number (NF) and leaf area (AF). The model fitting was evaluated by the mean absolute error (MAE), root mean square error (RMSE), efficiency (EF), index “d” of agreement or accuracy and adjusted coefficient of determination (R^2_a). The models were adjusted to values (R^2_a). It is recommended to estimate the growth variable leaf area (AF) of banana Grand Naine models: Logistic, Richards and Johnson-Schumacher.

KEY WORDS: Cultivar ‘Grand Naine’, irrigation, nonlinear models.

¹ Doutorandos em Engenharia Agrícola na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Núcleo de Engenharia de Água e Solos - NEAS. e-mail: tatyana_kayty@yahoo.com.br, karlasilvasantos@yahoo.com.br, elvis_eas@hotmail.com

² Mestrando em Engenharia Agrícola na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Núcleo de Engenharia de Água e Solos - NEAS. e-mail: narinhatosta_@hotmail.com, mairtong@hotmail.com

³ Engenheiro Agrônomo, Dr. Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, 44380-000, Cruz das Almas, Bahia. e-mail: eugenio@cnpmf.embrapa.br



INTRODUÇÃO

A cultura da banana (*Musa sp.*) é considerada uma das mais exploradas e consumidas em todo o mundo (COSTA et al., 2009). Em regiões com longos períodos de estiagem, é necessária a reposição contínua da água pela irrigação.

A irrigação é considerada uma das tecnologias mais relevantes para suprir a demanda hídrica da cultura, uma vez que a bananeira é muito sensível à falta de água e seu potencial produtivo pode ser comprometido por depender de uma apreciável taxa de transpiração e uma boa uniformidade de distribuição de água durante o seu ciclo produtivo, não sendo fácil encontrar condições ecológicas naturais que satisfaçam todas as suas exigências (FIGUEIREDO et al., 2006). A resposta da bananeira à diferentes níveis de irrigação dependem das condições meteorológicas locais, que resultam em diferentes condições de evapotranspiração (COELHO et al., 2006).

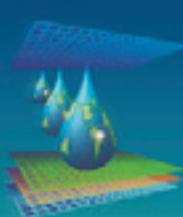
Nesse sentido, modelos de simulação de crescimento de plantas que permitam avaliar a resposta das plantas a diferentes sistemas de cultivo são de suma importância para facilitar a interpretação dos processos envolvidos no sistema de produção vegetal. Desse modo, estes modelos podem fornecer também informações e estimativas úteis, particularmente se forem baseados em parâmetros que permitem interpretação biológica. Sendo assim, o trabalho objetivou-se avaliar o ajuste de modelos não lineares para as variáveis de crescimento número de folhas (NF) e área foliar (AF) da bananeira Grand Naine, no Norte de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda Experimental do Gorutuba, da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais (Epamig), no município de Nova Porteirinha. A região se encontra inserida no semiárido brasileiro, apresentando clima Aw, segundo a classificação de Köppen. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, de textura média.

A cultivar de bananeira plantada foi a Grand Naine no espaçamento de 2,0 x 2,5 m, sendo irrigada por microaspersão. A lâmina de irrigação aplicada foi estabelecida a partir da evapotranspiração da cultura (ETc), corrigida pelo coeficiente de cultivo ($K_c = 1,1$) durante todo ciclo, recomendado por COELHO et al. (2006), e evapotranspiração de referência estimada a partir da evaporação do tanque Classe “A”, corrigida pelo coeficiente do tanque.

Foram avaliadas as variáveis biométricas no período de 26/08/2010 à 03/03/2011 momento em que 85% das plantas da área total haviam emitido a inflorescência, avaliou-se: número de folhas (NF, unidades) e a área foliar (AF, m^2). O NF foi realizado por contagem



visual das folhas que apresentavam mais de 50% da área foliar fotossinteticamente ativa, determinada por meios visuais (área foliar verde, túrgida e com brilho), sendo o material coletado aos 149, 171, 192, 220, 240, 260, 290, 310 e 338 dias após o plantio (DAP), totalizando nove observações. A AF total foi determinada por métodos não destrutíveis, utilizando-se dos parâmetros número de folhas e comprimento e largura máxima da 3^a folha (KUMAR et al., 2002), sendo o material coletado aos 149, 171, 192, 220, 240 e 338 dias após o plantio (DAP), totalizando seis observações.

Foram ajustados os modelos Schumacher (Equação 1), Johnson-Schumacher (Equação 2), Logístico (Equação 3), Gompertz (Equação 4) e Richards (Equação 5).

$$Y = Ae^{-\frac{k}{t}} \quad (1)$$

$$Y = Ae^{-\frac{k}{t+a}} \quad (2)$$

$$Y = \frac{A}{(1 + ce^{-kt})} \quad (3)$$

$$Y = Ae^{-ce^{-kt}} \quad (4)$$

$$Y = A(1 - ce^{-kt})^{-\frac{1}{t-m}} \quad (5)$$

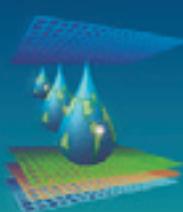
em que,

Y – é a variável de crescimento dependente (NF, AF); t – é a variável independente de dias após o plantio; A, k, a, c e m – parâmetros dos modelos testados.

O ajuste dos modelos aos dados foi feito com uso do Solver do Excel, isto é, pela minimização dos quadrados dos erros. O ajuste foi avaliado pelo erro absoluto médio (EAM) (Equação 6), raiz do erro do quadrático médio (REQM) (Equação 7), eficiência (EF) (Equação 8), coeficiente de determinação ajustado (R^2_a) (Equação 9), índice “d” de concordância ou exatidão (WILLMOTT et al., 1985), onde seus valores variam de “0” (não existe concordância) a “1” (concordância perfeita), equação 10.

$$EAM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i| \quad (6)$$

$$REQM = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (7)$$



$$EF = \frac{\left[\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2 - \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y}_i)^2 \right]}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2} \quad (8)$$

$$R_a^2 = 1 - \left[\frac{(n-1)(1-R^2)}{(n-p)} \right] \quad (9)$$

$$d = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}{\sum_{i=1}^n [(\hat{y}_i - \bar{y}_i) + (y_i - \bar{y}_i)]^2} \right] \quad (10)$$

em que,

\hat{y}_i - valores estimados pelos respectivos modelos; y_i - valores observados; \bar{y}_i - média dos valores observados; R^2 – coeficiente de determinação; p – número de parâmetros do modelo; n - número de observações.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 são apresentados os indicadores estatísticos da avaliação dos modelos matemáticos não lineares, em que o EAM para variável NF, os valores variaram de 1,48 (Logístico e Gompertz) a 1,53 (Schumacher). A REQM, os valores variaram de 1,68 (Logístico e Gompertz) a 1,77 (Schumacher). Verificou-se baixa EF dos modelos, com maior valor de 0,23 (Logístico e Gompertz).

Na análise do índice “d”, se verifica valores de 0,60 (Logístico e Gompertz) e de apenas 0,48 (Schumacher). Na avaliação do coeficiente de determinação ajustado (R^2_a), todos os modelos utilizados para estimar a variável de crescimento NF da bananeira não se ajustaram aos valores observados, com R^2_a de 0,31 (Logístico e Gompertz), R^2_a de 0,30 (Richards), R^2_a de 0,27 (Johnson-Schumacher) e R^2_a de 0,23 (Schumacher).

RODRIGUES et al. (2011) compararam modelos de crescimento para o meloeiro irrigado e encontraram o maior coeficiente de determinação (R^2) com o modelo Richards para as variáveis NF e AF, cujos valores foram de 0,9997 para o NF e 0,9777 para a AF, respectivamente. Ainda de acordo com os autores, pode-se recomendá-lo como o melhor modelo para estimar o NF e a AF.

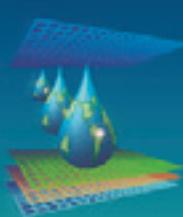


Tabela 1 – Indicadores estatísticos do ajuste de modelos de crescimento para a bananeira Grand Naine, para as variáveis número de folhas (NF) e área foliar (AF).

Modelos	EAM	REQM	EF	d	R ² _a
Número de folhas (NF)					
Schumacher	1,53	1,77	0,14	0,48	0,23
Johnson-Schumacher	1,52	1,73	0,18	0,54	0,27
Logístico	1,48	1,68	0,23	0,60	0,31
Gompertz	1,48	1,68	0,23	0,60	0,31
Richards	1,49	1,69	0,22	0,58	0,30
Área foliar (AF), m ²					
Schumacher	1,73	2,09	0,76	0,92	0,79
Johnson-Schumacher	1,29	1,60	0,86	0,96	0,88
Logístico	0,98	1,03	0,94	0,99	0,95
Gompertz	1,96	2,31	0,71	0,90	0,75
Richards	1,24	1,30	0,91	0,98	0,92

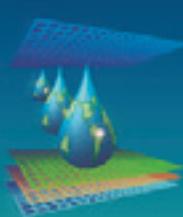
Ainda na Tabela 1, para a AF os valores de EAM variaram de 0,98 m² (Logístico) a 1,96 m² (Gompertz). A REQM variou de 1,03 m² (Logístico) a 2,31 m² (Gompertz). O modelo Logístico apresenta o maior valor de EF em relação aos demais modelos, de 0,94 e seguido pelo modelo de Richards, com EF de 0,91, e menor eficiência entre os modelos, Gompertz (EF=0,71). Quanto à exatidão “d” dos valores observados aos estimados pelos modelos, o Logístico apresenta valor próximo de “1” (exatidão perfeita), de 0,99, seguido do modelo de Richards, “d” de 0,98 e pelo modelo de Johnson-Schumacher, “d” de 0,96. O menor valor de “d” é verificado com o modelo Gompertz, de 0,90.

Os melhores modelos para estimar a AF da bananeira quanto ao R²_a foram o modelo Logístico, com R²_a de 0,95, seguido do modelo de Richards, R²_a de 0,92. Os modelos de Schumacher e Gompertz apresentaram valores de R²_a de 0,79 e 0,75, respectivamente.

Na Tabela 2 são apresentados os parâmetros ajustados dos modelos utilizados, em que no modelo de Schumacher é requerido apenas dois parâmetros e o modelo de Richards com maior número de parâmetros, são necessários quatro para seu ajuste. Os modelos com menor número de parâmetros facilitam os cálculos computacionais, pois quanto maior o número de parâmetros, mais ainda forçará o modelo a chegar ao valor desejado.

Tabela 2 - Valores dos parâmetros dos modelos ajustados para o crescimento da bananeira Grand Naine, para as variáveis número de folhas (NF) e área foliar (AF).

Modelos	Parâmetros				
	A	k	a	c	m
Número de folhas (NF, unidades)					
Schumacher	16,2702	44,5097	-	-	-



Johnson-Schumacher	14,7947	10,2505	-108,468	-	-
Logístico	14,1483	0,0269	-	14,5909	-
Gompertz	14,1404	0,0251	-	9,7639	-
Richards	15,0731	0,0238	-	7,0604	2,0247
Área foliar, m ² (AF)					
Schumacher	45,0122	411,0119	-	-	-
Johnson-Schumacher	18,6638	77,0520	-129,239	-	-
Logístico	12,5274	0,0486	-	20908,8	-
Gompertz	26,3433	0,2492	-	6399,581	-
Richards	1,05345	0,0329	-	11,5267	1,0205

CONCLUSÕES

Não se recomenda a utilização dos modelos empregados no estudo para estimar o número de folhas (NF) da bananeira Grand Naine. Entretanto, para área foliar (AF) ajustaram-se os modelos: Logístico, Richards e Johnson-Schumacher, porém são indicados os modelos que apresentem maior simplicidade computacional e menor número de parâmetros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COELHO, E. F.; COSTA, E. L.; LEDO, C. A. S.; SILVA, S. O. Produtividade e eficiência de uso de água das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘Grand Naine’ sob irrigação no terceiro ciclo no Norte de Minas Gerais. *Irriga*, Botucatu, v. 11, n. 4, 2006.

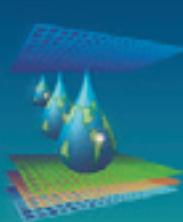
COSTA, S. C.; SOARES, A. A.; SEDIYAMA, G. C.; VIANA, T. V. A.; MOREIRA, F. V. O. Comportamento dos parâmetros indicativos de produção da bananeira Pacovan submetida a diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio na Chapada do Apodi – Limoeiro do Norte-CE. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 46-52, 2009.

FIGUEIREDO, F. P. et al. Produtividade e qualidade da banana prata anã, influenciada por lâminas de água, cultivada no Norte de Minas Gerais. Campina Grande, PB. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 798-803, 2006.

KUMAR, N.; KRISHNAMOORTHY, V.; NALINA, L.; SOORIANATHASUNDARAM, K. Nuevo fator para estimar el área foliar total en banano. *Infomusa*, v. 11, n. 2, p. 42-43, 2002.

RODRIGUES, K. K. R. P.; MAIA, C. E.; LACERDA, V. S. Comparação de modelos de crescimento para o meloeiro irrigado. In: *Anais do XXI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem*, Petrolina-PE, 2011.

WILLMOTT, C. J. et al. Statistics for the evaluation and comparison of models. *Journal of Geophysical Research*, v. 10, n. C5, p. 8995-9005, 1985.



MODELOS NÃO LINEARES PARA ESTIMATIVA DO CRESCIMENTO DA BANANEIRA ‘GRAND NAINE’

K. S. SANTOS¹; E. F. COELHO²; M. G. SILVA³; N. T. SANTOS³; T. K. S. BORGES¹;
A. S. CRUZ

RESUMO: Modelos de simulação de crescimento de plantas são usados para avaliar a resposta das plantas a diferentes sistemas de cultivo. Neste contexto, objetivou-se com o trabalho avaliar o ajuste de modelos não lineares para o crescimento da cultura da bananeira Grand Naine, no Norte de Minas Gerais. Ajustaram-se os modelos matemáticos não lineares de Schumacher, Johnson-Schumacher, Logístico, Gompertz e Richards as variáveis biométricas da altura da planta (AP) e diâmetro do pseudocaule (DP). O ajuste dos modelos foi avaliado pelo erro absoluto médio (EAM), raiz quadrática do erro médio (REQM), eficiência (EF), o índice “d” de concordância ou exatidão e coeficiente de determinação ajustado (R^2_a). Os melhores modelos para simular a altura de planta (AP) e diâmetro do pseudocaule (DP) da bananeira são o Logístico, Richards, Johnson-Schumacher e Schumacher.

PALAVRAS-CHAVE: Cultivar ‘Grand Naine’, irrigação, modelos não lineares.

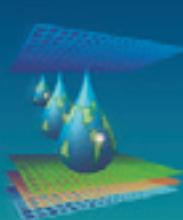
NONLINEAR MODELS TO ESTIMATE THE GROWTH OF BANANA ‘GRAND NAINE’

ABSTRACT: Simulation models of plant growth are used to evaluate the response of plants to different cropping systems. In this context, the aim of this work was to evaluate the fit of nonlinear models for the growth of the Grand Naine banana in Northern Minas Gerais. Nonlinear mathematical models such as Schumacher, Johnson-Schumacher, Logistics, Gompertz were fit to the biometric variables: plant height (AP) and pseudostem diameter (DP). The model fit was evaluated by the mean absolute error (EAM) and root mean square error (RMSE), efficiency (EF), the index “d” of agreement or accuracy and adjusted coefficient of determination (R^2_a). The best models to simulate plant height (AP) and

¹ Doutorandas em Engenharia Agrícola na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Núcleo de Engenharia de Água e Solos - NEAS. e-mail: karlasilvasantos@yahoo.com.br, tatyana_kayty@yahoo.com.br

² Engenheiro Agrônomo, Dr. Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, 44380-000, Cruz das Almas, Bahia. e-mail: eugenio@cnpmf.embrapa.br

³ Mestrando em Engenharia Agrícola na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Núcleo de Engenharia de Água e Solos - NEAS. e-mail: mairtong@hotmail.com, narinhatosta_@hotmail.com



pseudostem diameter (DP) of banana are the Logistic, Richards, Johnson-Schumacher and Schumacher.

KEY WORDS: Cultivar ‘Grand Naine’, irrigation, nonlinear models.

INTRODUÇÃO

A banana faz parte da dieta do brasileiro, sendo de importância econômica e de função social, podendo ser encontrada desde em plantios comerciais até no cultivo doméstico (BRAGA FILHO et al., 2011), sendo de grande importância na fixação do homem no campo, gerando empregos no meio rural.

A bananeira é uma planta exigente em água, sendo que sua produtividade tende a aumentar linearmente com a transpiração, que depende da disponibilidade de água no solo, podendo ser controlada pela irrigação (COELHO et al., 2006). No semiárido brasileiro são observadas limitações ao cultivo da bananeira, devido aos baixos índices pluviométricos e concentrando-se em poucos meses do ano (COSTA et al., 2012).

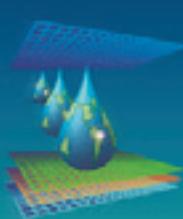
Mesmo a bananeira com grande importância econômica, necessita-se de informações mais precisas para obter produções elevadas associadas à redução nos custos de sua produção. Nesse sentido, modelos de simulação de crescimento de plantas são usados para avaliar a resposta das plantas a diferentes sistemas de cultivo, de acordo com suas habilidades, para facilitar a interpretação dos processos envolvidos no sistema de produção vegetal. Esses modelos podem fornecer também informações e estimativas úteis, particularmente se forem baseados em parâmetros que permitem interpretação biológica.

Diante do contexto, objetivou-se avaliar o ajuste de modelos não lineares aos dados de crescimento (altura de planta e diâmetro do pseudocaule) da bananeira Grand Naine, no Norte de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda Experimental do Gorutuba, da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais (Epamig), no município de Nova Porteirinha. A região se encontra inserida no semiárido brasileiro, apresentando clima Aw, segundo a classificação de Köppen. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, de textura média.

A cultivar de bananeira plantada foi a Grand Naine no espaçamento de 2,0 X 2,5 m, sendo irrigada por microaspersão. A lâmina de irrigação aplicada foi estabelecida a partir da evapotranspiração da cultura (ETc), corrigida pelo coeficiente de cultivo ($K_c = 1,1$) durante



todo ciclo, recomendado por COELHO et al. (2006), e evapotranspiração de referência estimada a partir da evaporação do tanque Classe “A”, corrigida pelo coeficiente do tanque.

Foram avaliadas as variáveis biométricas no período de 26/08/2010 à 03/03/2011 momento em que 85% das plantas da área total haviam emitido a inflorescência, avaliou-se: altura da planta (AP, em metros) e diâmetro do pseudocaule (DP, em metros). As avaliações foram feitas com intervalos de, aproximadamente, 20 dias sendo iniciadas a partir dos 150 dias após o plantio.

Foram ajustados os modelos Schumacher (Equação 1), Johnson-Schumacher (Equação 2), Logístico (Equação 3), Gompertz (Equação 4) e Richards (Equação 5).

$$Y = Ae^{-\frac{k}{t}} \quad (1)$$

$$Y = Ae^{-\frac{k}{t+a}} \quad (2)$$

$$Y = \frac{A}{(1 + ce^{-kt})} \quad (3)$$

$$Y = Ae^{-ce^{-kt}} \quad (4)$$

$$Y = A(1 - ce^{-kt})^{-\frac{1}{t-m}} \quad (5)$$

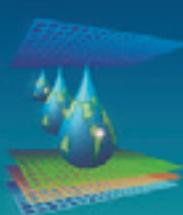
em que,

Y – é a variável de crescimento dependente (AP, DP); t – é a variável independente de dias após o plantio; A, k, a, c e m – parâmetros dos modelos testados.

O ajuste dos modelos aos dados foi feito com uso do Solver do Excel, isto é, pela minimização dos quadrados dos erros. Os modelos foram avaliados pelo erro absoluto médio (EAM) (Equação 6), raiz do erro quadrático médio (REQM) (Equação 7), eficiência (EF) (Equação 8), coeficiente de determinação ajustado (R^2_a) (Equação 9), índice “d” de concordância ou exatidão proposto por WILLMOTT et al. (1985), onde seus valores variam de “0” (não existe concordância) a “1” (concordância perfeita), equação 10.

$$EAM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i| \quad (6)$$

$$REQM = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (7)$$



$$EF = \frac{\left[\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2 - \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y}_i)^2 \right]}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2} \quad (8)$$

$$R_a^2 = 1 - \left[\frac{(n-1)(1-R^2)}{(n-p)} \right] \quad (9)$$

$$d = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}{\sum_{i=1}^n [(\hat{y}_i - \bar{y}_i) + (y_i - \bar{y}_i)]^2} \right] \quad (10)$$

em que,

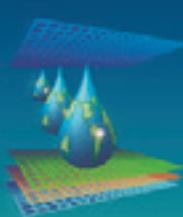
\hat{y}_i - valores estimados pelos respectivos modelos, m; y_i - valores observados, m; \bar{y}_i - média dos valores observados, m; R^2 – coeficiente de determinação; p – número de parâmetros do modelo; n - número de observações.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Avaliando-se os modelos pelos valores estimados em função dos valores observados com relação ao erro absoluto médio (EAM), para a variável altura de planta (AP) observa-se que estes valores variaram, com os menores valores de EAM encontrado com os modelos Logístico, Richards e Johnson-Schumacher, de 0,03; 0,04 e 0,06 m, respectivamente e o maior valor de 0,19 m, com o modelo Gompertz (Tabela 1). A raiz do erro do quadrado médio (REQM) segue o mesmo comportamento do EAM para os menores valores de AP e o maior valor da REQM de 0,22 m, encontrado com o modelo Gompertz. A eficiência (EF) dos modelos encontrou-se maiores valores variando de 0,99 (Johnson-Schumacher, Logístico e Richards) a 0,86 (Gompertz).

A aproximação dos dados estimados aos observados foram verificados pelo índice “d” de concordância ou exatidão proposto por WILLMOTT et al. (1985), com valores de 0,99 (Johnson-Schumacher, Logístico e Richards), próximos de “1” (concordância perfeita) e menor valor de “d”, de 0,86 com o modelo Gompertz.

Com base no coeficiente de determinação ajustado (R_a^2), os melhores modelos para simular o crescimento de altura da planta (AP) da bananeira são o Logístico, Richards e Johnson-Schumacher, com R_a^2 de 0,99; 0,99 e 0,98 respectivamente e com valor de R_a^2 um pouco menor, o modelo de Schumacher, de 0,95. Com R_a^2 de 0,83, o modelo Gompertz



apresenta-se inferior aos outros modelos. O modelo Logístico pode ser utilizado para estimar a altura da cana-de-açúcar submetida a diferentes vazões e lâminas de irrigação por gotejamento (SILVA et al., 2011), baseado no R^2 e “d”, de 0,99.

Tabela 1 – Indicadores estatísticos do ajuste de modelos de crescimento para a bananeira Grand Naine, para as variáveis altura da planta (AP) e diâmetro do pseudocaule (DP).

Modelos	EAM	REQM	EF	d	R^2_a
Altura da planta (AP), m					
Schumacher	0,12	0,13	0,95	0,95	0,95
Johnson-Schumacher	0,06	0,06	0,99	0,99	0,98
Logístico	0,03	0,03	0,99	0,99	0,99
Gompertz	0,19	0,22	0,86	0,86	0,83
Richards	0,04	0,04	0,99	0,99	0,99
Diâmetro do pseudocaule (DP), m					
Schumacher	0,01	0,01	0,93	0,99	0,94
Johnson-Schumacher	0,01	0,01	0,96	0,99	0,95
Logístico	0,01	0,01	0,98	0,99	0,97
Gompertz	0,40	0,02	0,88	0,99	0,89
Richards	0,01	0,01	0,97	0,99	0,96

Ainda de acordo com a Tabela 1, para o diâmetro do pseudocaule (DP) os menores valores de EAM foram de apenas 0,01 m, para os modelos de Schumacher, Johnson-Schumacher, Logístico e Richards, respectivamente e o maior valor de 0,40 m, com o modelo Gompertz. A REQM variou de apenas 0,01 m (Schumacher, Johnson-Schumacher, Logístico e Richards) a 0,02 m (Gompertz). O modelo Logístico, Richards e Johnson-Schumacher apresentaram os maiores valores de eficiência (EF), de 0,98; 0,97 e 0,96, respectivamente. Quanto à exatidão “d” dos modelos, todos presentam valores de 0,99, ou seja, valores próximos de “1” (exatidão perfeita).

No ajuste dos modelos Logístico e Gompertz aos dados de crescimento de frutos da Tamareira-Anã, TERRA et al. (2010) concluíram que o modelo Logístico apresentou melhor ajuste aos dados de comprimento e diâmetro dos frutos, e o Gompertz subestimou a taxa de crescimento em comprimento e diâmetro do fruto de Tamareira-Anã.

Na Tabela 2 são apresentados os parâmetros ajustados aos modelos, em que o menor número de parâmetros é requerido pelo modelo de Schumacher e de Richards com maior número de parâmetros. Os modelos com menor número de parâmetros facilitam os cálculos computacionais, pois quanto maior o número de parâmetros, mais ainda forçará o modelo a chegar ao valor desejado.

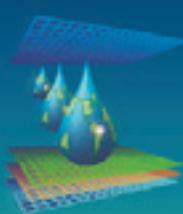


Tabela 2 - Valores dos parâmetros dos modelos ajustados para o crescimento da bananeira Grand Naine, para as variáveis altura da planta (AP) e diâmetro do pseudocaule (DP).

Modelos	Parâmetros				
	A	k	a	c	m
Altura da planta (AP), m					
Schumacher	6,1632	310,3231	-	-	-
Johnson-Schumacher	3,4857	94,2915	-98,2492	-	-
Logístico	2,3130	0,0268	-	157,9784	-
Gompertz	36,3829	0,0017	-	4,6724	-
Richards	1,0547	0,0175	-	1,1449	1,0602
Diâmetro do pseudocaule (DP), m					
Schumacher	0,5377	245,118	-	-	-
Johnson-Schumacher	0,3819	108,2376	-73,3262	-	-
Logístico	0,2533	0,0222	-	49,2149	-
Gompertz	17,7654	0,1004	-	5295,094	-
Richards	0,9198	0,0143	-	0,5546	1,0635

CONCLUSÕES

Os modelos para estimar a altura de planta (AP) e diâmetro do pseudocaule (DP) da bananeira Grand Naine, Logístico, Richards, Johnson-Schumacher e Schumacher se ajustam satisfatoriamente aos dados observados, porém recomenda-se que os modelos escolhidos sejam os que apresentem maior simplicidade computacional e menor número de parâmetros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

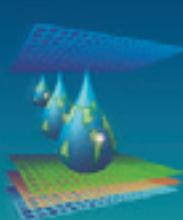
BRAGA FILHO, J. R.; NASCIMENTO, J. L.; NAVES, R. V.; TORRES, M. C. L.; GERALDINE, R. M.; SOUZA, E. R. B.; BARROSO, F. V. Lâminas de irrigação e genótipos na produção e qualidade de frutos de bananeira. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 155-162, abr./jun. 2011.

COELHO, E. F.; COSTA, E. L.; LEDO, C. A. S.; SILVA, S. O. Produtividade e eficiência de uso de água das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘Grand Naine’ sob irrigação no terceiro ciclo no Norte de Minas Gerais. Irriga, Botucatu, v. 11, n. 4, out/dez., 2006.

COSTA, F. S.; SUASSUNA, J. F.; MELO, A. S.; BRITO, M. E. B.; MESQUITA, E. F. Crescimento, produtividade e eficiência no uso da água em bananeira irrigada no semiárido paraibano. Revista Caatinga, Mossoró, v. 25, n. 4, p. 26-33, out-dez., 2012.

SILVA, S.; ROCHA, A. E. Q.; LYRA, G. B.; TEODORO, I.; SOUZA, J. L. Modelagem logística para o crescimento e produtividade da cana-de-açúcar submetida a diferentes vazões e lâminas de irrigação por gotejamento. In: Anais do XXI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, Petrolina-PE, 2011.

TERRA, M. F.; MUNIZ, J. A.; SAVIAN, T. V. Ajuste dos modelos Logístico e Gompertz aos dados de crescimento de frutos da tamareira-anã (*Phoenix roebelenii* O'Brien). Magistra, Cruz das Almas - BA, v. 22, n. 1, p. 01-07, jan./mar., 2010.



CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES DA SOLUÇÃO NUTRITIVA PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PIMENTA ‘CHEIRO LUNA’ EM SISTEMA HIDROPÔNICO

R. C. ALVES¹, N. K. C. SILVA¹, F. A. OLIVEIRA², A. M. A. MEDEIROS¹, P. S. F.
LINHARES¹, J. F. MEDEIROS², L. A. LIMA¹

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi testar diferentes concentrações de solução nutritiva para a produção de mudas de pimenta, produzidas em ambiente protegido. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), no município de Mossoró, RN. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 4 repetições, sendo cada parcela formada de 16 plantas, cultivadas em bandejas. Os tratamentos foram preparados pela mistura de água de abastecimento e solução padrão (P), (T1- 0% P; T2- 50% P; T3- 75% P e T4- 100% P). Avaliou-se: número de folhas, área foliar, diâmetro do coleto, comprimento da raiz, altura da planta e massa seca total. Foi observada resposta significativa para todas as variáveis ao nível de 1% de significância, sendo recomendada a solução nutritiva correspondente a 75% da solução padrão recomendada para o cultivo em sistema hidropônico.

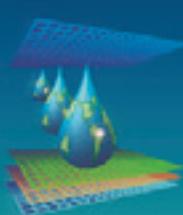
PALAVRAS-CHAVE: *Capsicum frutescens*, Nutrição mineral, Olericultura

CONCENTRATION OF NUTRIENTS IN SEEDLING PRODUCTION OF PEPPER ‘CHEIRO LUNA’

ABSTRACT – The aim of this study was to test different concentrations of nutrient solution for the production of pepper seedlings, grown in a protected environment. The experiment was conducted in a greenhouse at the Department of Environmental Sciences and Technology, Federal Rural University of the Semi-Arid (UFERSA) in the town of Mossoró, RN. The experimental design was completely randomized with four treatments and four replications, each plot consists of 16 plants, grown in trays. Treatments were prepared by

¹ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Av. Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, CEP: 59.625-90. Mossoró-RN, Fone: (84) 9990-5578, e-mail: cassiaagro-23@hotmail.com

², Prof. Dr. Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró-RN.



mixing water and supply solution (P) (T1-0% P, T2-50% T3-75% P and T4-100% P). Evaluated: number of leaves, leaf area, stem diameter, root length, plant height and total dry mass. Significant response was observed for all variables, with the recommended nutrient solution corresponding to 75% of the standard solution recommended for growing hydroponically.

KEY WORDS: *Capsicum frutescens*, Mineral nutrition, Vegetable crops

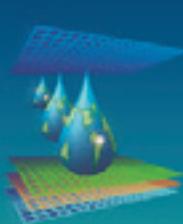
INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva de hortaliças de qualidade começa com os cuidados que vão desde a formação das mudas até os tratamentos de pós-colheita. SEABRA JÚNIOR et al. (2004) comentam que a base da horticultura moderna é a produção de mudas de alta qualidade, e mudas bem formadas dão origem a plantas com alto potencial produtivo.

O plantio através de mudas obtidas sob cultivo protegido, em bandejas, reduz o ciclo da cultura no campo, permitindo maior número de cultivos no mesmo local. A obtenção de mudas em bandejas traz vantagens como ótima germinação, manejo facilitado, uniformidade das mudas, economia de água, e menor dano às raízes no momento do transplante (MINAMI, 1995).

Uma alternativa é o cultivo de mudas por meio da hidroponia, que é uma técnica conduzida em casa de vegetação, onde as mudas são produzidas em recipientes (bandejas multicelulares) sem uso do solo, em meio líquido ou em meio sólido (com substrato) (EMBRAPA, 2011).

A qualidade do substrato é de suma importância para a produção de mudas de hortaliças. Deve ser leve, absorver e reter adequadamente a umidade e conter macro e micronutrientes em níveis suficientes, pois as espécies olerícolas, regra geral, crescem rapidamente, sendo bastante exigentes (SILVA JUNIOR & VISCONTI, 1991). Além disso deve oferecer um ambiente favorável para o desenvolvimento das raízes, como porosidade, capacidade de retenção uso está dependente ao fornecimento de nutrientes via água de irrigação (OLIVEIRA et al., 2008). No entanto, ainda são escassos estudos sobre a concentração de nutrientes na solução nutritiva a ser aplicada na produção de mudas. Por tanto o objetivo deste trabalho foi avaliar qual a melhor concentração de nutrientes para produzir mudas de pimenta de qualidade.



MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), no município de Mossoró, RN, que está a 18 metros de altitude, a 5°11" de latitude Sul e 37°20" de longitude Oeste. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 4 repetições, sendo cada parcela formada de 16 plantas, cultivadas em bandejas de poliestireno expandido com capacidade para 128 células.

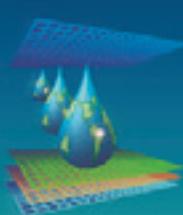
Os tratamentos consistiram de quatro soluções nutritivas (S), sendo a primeira representada por água do sistema de abastecimento do Campus da UFERSA, e os demais formados por diferentes concentrações de nutrientes tornando como base a solução nutritiva recomendada por CASTELLANE & ARAUJO (1995) para o cultivo do pimentão no sistema hidropônico NFT, que apresenta a seguinte concentração de nutrientes: N=152; P=39; K=245; Ca=110; Mg=43; S=32; B=0,3; Cu=0,03; Fe=3,7; Mn=0,4; Mo=0,05; Zn=0,3 mg L⁻¹. Os tratamentos definidos da seguinte maneira: (T₁-0% P; T₂-50% P; T₃-75% P, T₄-100% P). Misturados com água de abastecimento, a irrigação foi feita diariamente através do método de "floating" adaptado.

O sistema consistiu em uma armação de madeira de dimensões de 0,80 x 1,00 colocadas sobre uma bancada de um metro de altura e cobertas com uma lona plástica sobre a armação, com capacidade de duas bandejas de 128 células colocando-se dois litros d'água formando piscinas individualizadas. As bandejas permaneceram em lâmina de água de 1 cm até a retirada das mudas.

Foram utilizadas sementes de pimenta, cv. 'Cheiro Luna' (*Capsicum frutescens*). Esta cultivar apresenta frutos de com formato triangular, muito aromáticos e picantes. Quando imaturos são verdes, tornando-se de coloração amarela quando maduros.

A semeadura foi feita em bandejas de poliestireno de 128 células, utilizando substrato de fibra de coco (Goldmix®), colocando-se duas sementes por célula, e nove dias após a germinação realizou-se o desbaste deixando-se em cada célula a plântula mais vigorosa.

Aos 36 dias após a semeadura foram coletadas 16 plantas de cada parcela, em seguida foram transportadas para o Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFRSA para serem analisadas quanto às seguintes características: número de folhas - determinado através de contagem; área foliar - obtida utilizando-se o integrador de área, marca LI-COR, modelo LI-3100; diâmetro do caule - determinado utilizando um paquímetro digital; altura e



comprimento da raiz - medindo-se com uma régua graduada em centímetros. O material fresco foi levado para secar em estufa com circulação de ar forçado a uma temperatura de 65° até atingir massa constante, e em seguida determinada a massa seca em balança de precisão (0,0001g). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as analisadas estatisticamente através da análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados obtidos (figura 1), verificou-se que para as variáveis, número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro do coleto (DC), comprimento da raiz (CR), altura da planta (ALT) e massa seca total (MST), a solução nutritiva mostrou efeito significativo de forma em que se foi aumentando a sua concentração, mostrando decréscimo quando a solução nutritiva foi usada na concentração máxima.

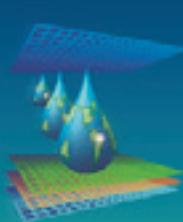
Para a variável CR, ouve efeito decrescente ao nível que se foi aumentando as concentrações da solução. Este fato deve-se pela busca das plantas por nutrientes, pois como se sabe quanto menos nutrientes na solução, menor também sua disponibilidade para as plantas.

Para todas variáveis foi observado um efeito quadrático, exceto para o CR que foi observado um efeito linear. Onde a resposta máxima para o numero de folhas aconteceu com a concentração de 65,2% da solução nutritiva produzindo o máximo de 6 folhas por planta (figura 1A).

A área foliar mostrou resposta máxima na concentração 59,5% da solução nutritiva, onde obteve-se 32,71 cm² por parcela (figura 1B). O valor máximo para o diâmetro do coleto foi obtido na concentração de 95, 9% da solução nutritiva com 1,17 mm por planta (figura 1C). A altura máxima da planta foi na concentração 65,4% da solução nutritiva com valor de 2,90 cm por planta (figura 1E) e a massa seca total máxima foi obtida na concentração de 72,25% da solução nutritiva, com valor de 0,148 g por parcela (figura 1F).

Já para o comprimento da raiz o valor máximo foi para as mudas produzidas sem a adição de solução nutritiva com o valor máximo de 11 cm por planta (figura 1D).

Estes resultados evidenciam a necessidade de nutrientes em quantidades adequadas para o bom desenvolvimento das plantas, e em se tratando da produção de mudas que é na fase inicial onde as plantas requerem uma quantidade de nutrientes suficiente para germinarem de forma vigorosa para que assim tenham seu crescimento e desenvolvimento de forma satisfatória para o produtor.



Br tanto ver-se com estes resultados que a concentração da solução nutritiva recomendada para a produção de mudas de pimenta é a de 70% da solução concentração esta recomendada para o pimentão em cultivo hidropônico. Resultados semelhantes foram obtidos por Cañizares et al. (2002) em mudas de pepino e Rodrigues et al. (2010) em mudas de tomateiro.

CONCLUSÕES

As mudas de pimenta ‘Cheiro Luna’ cultivadas em sistema “floating” adaptado apresentaram melhores resultados na concentração de 75% de solução nutritiva.

REFERÊNCIAS

- CASTELLANE, P.D.; ARAÚJO, J.A.C. **Cultivo sem solo:** hidroponia. Jaboticabal: FUNEP, 43p, 1994.
- EMBRAPA. Produção de Mudas de Alface em Sistema Hidropônico. Fortaleza/CE. Empresa Brasileira de Agropecuária. 2011, (Comunicado técnico 183).
- MELETTI, L.M.M. Propagação de frutíferas tropicais: **Agropecuária**. Guaíba, 28p, 2000.
- MINAMI, K. (Ed.) **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura.** São Paulo: T.A. Queiroz, 1995,128p.
- OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; ASSIS JR., R. N. Pó de coco verde, uma alternativa de substrato na produção de mudas de berinjela. **Revista Ciência Agronômica**, 39: 39-44, 2008.
- SEABRA JÚNIOR, S.; GADUM, J.; CARDOSO, A.I.I. Produção de pepino em função da idade das mudas produzidas em recipientes com diferentes volumes de substrato. **Horticultura Brasileira**, 22: 610-613, 2004.
- SILVA JUNIOR, A.A.; Visconti, A. Recipientes e substratos para produção de mudas de tomate. **Agropecuária Catarinense**. 4: 20-23, 1991.

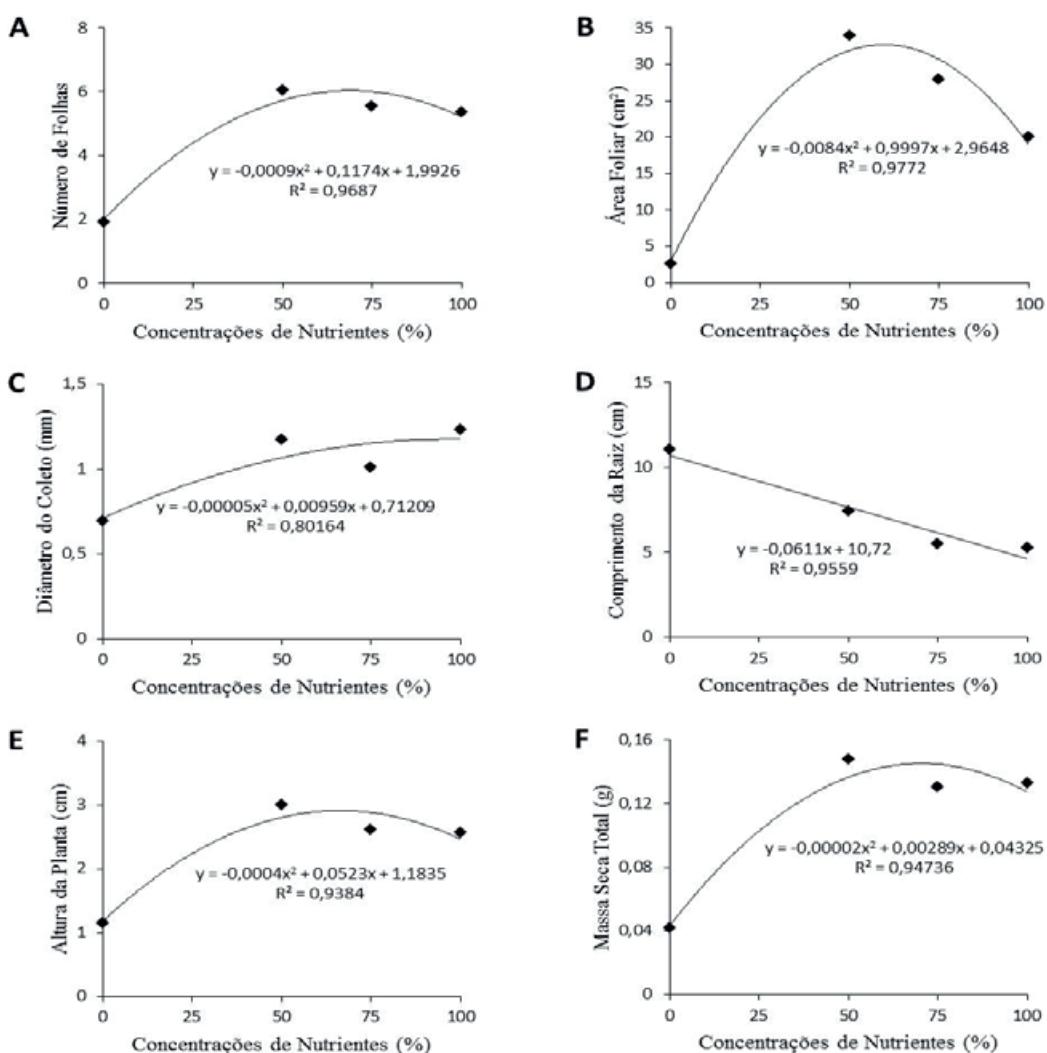
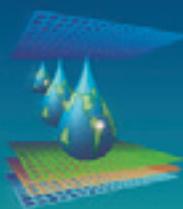
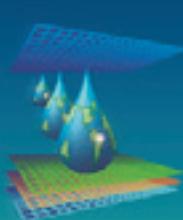


Figura 1. Número de folhas (A), área foliar(B), diâmetro do caule (C), comprimento da raiz principal (D), altura da planta (E) e massa seca total (F) em mudas de pimenta em função de diferentes concentrações de nutrientes na solução nutritiva.



MANEJO DA FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA E USO DO HIDROGEL PARA A CULTURA DA ALFACE

G. Q. OLIVEIRA¹, F. SCHWERZ², P. S. VIEIRA FILHO³, P. A. SILVA², G. A. BISCARO⁴,
F. C. OLIVEIRA⁵, L. O. GEISENHOFF⁶

RESUMO: A alface é a mais popular das hortaliças folhosas e, em termos de mercado brasileiro é a sexta hortaliça em importância econômica. O objetivo foi avaliar a cultura da alface, tipo "mimosa", sobre influência de doses de nitrogênio e uso do hidrogel em Latossolo Vermelho distroférrico. O trabalho foi realizado na Universidade Federal da Grande Dourados, em Dourados, MS. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizado com parcelas subdivididas com três repetições. As parcelas foram compostas por seis doses de nitrogênio aplicadas na água de irrigação (zero, 40, 80, 120, 160 e 200 kg de N ha⁻¹) e, as subparcelas foram compostas por cinco doses de hidrogel (zero, 50, 100, 150 e 200 g m⁻²). O transplante das mudas para o canteiro ocorreu no dia 21 de julho de 2012 e a colheita foi realizada aos 45 dias após o transplante. Foram avaliados o número de folhas, diâmetro do caule, massa fresca e massa seca. Para a análise de dados foi realizado a análise de variância e de regressão. O hidrogel não influencia os parâmetros da alface. A massa fresca e a massa seca obtêm seu máximo valor com as doses de nitrogênio de 122,35 e 118,51 kg ha⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: *Lactuca sativa*, produtividade, nitrogênio.

NITROGEN FERTIGATION MANAGEMENT AND USE OF HYDROGEL FOR LETTUCE

SUMMARY: Lettuce is the most popular leafy vegetables and in terms of market is the sixth vegetable in economic importance. The objective was to evaluate the lettuce crop, type "mimosa", under the influence of nitrogen and use of hydrogel in Oxisol. The study was conducted at the Universidade Federal da Grande Dourados, in Dourados, MS. We used a

¹Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Faculdade de Ciências Agrárias/Universidade Federal da Grande Dourados (FCA/UFGD), Caixa Postal 533, CEP 79.804-970, Dourados, MS, Fone (67) 34113905. E-mail: gabrielqo@hotmail.com.

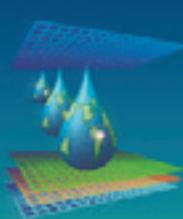
²Engenheira Agrônoma, Mestranda em Engenharia Agrícola, FCA/UFGD, Dourados, MS.

³Estudante de Engenharia Agrícola, FCA/UFGD, Dourados, MS.

⁴Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr., FCA/UFGD, Dourados, MS.

⁵Engenheira Agrônomo, Mestrando em Engenharia Agrícola, FCA/UFGD, Dourados, MS.

⁶Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr., FCA/UFGD, Dourados, MS.



randomized block design in split plot with three replications. Each plot consisted of six rates of nitrogen applied in the irrigation (zero, 40, 80, 120, 160 and 200 kg of N ha⁻¹) and the subplots consisted of five rates of gel hidroretentor (zero, 50, 100, 150 and 200 g m⁻²). Transplant seedlings to the building took place on July 21, 2012 and the crop was harvested 45 days after transplantation. We evaluated the number of leaves, stem diameter, fresh and dry mass. For the data analysis was carried out the analysis of variance and regression. The hydrogel did not influence the lettuce. The fresh and dry weight obtained its maximum value with the nitrogen levels of 122.35 and 118.51 kg ha⁻¹.

KEYWORDS: *Lactuca sativa*, yield, nitrogen.

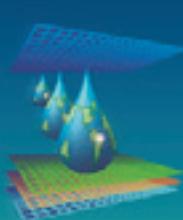
INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.), planta herbácea, pertencente à família Asteraceae, é utilizada na alimentação humana desde 500 a.C. e dentre as folhosas, é a mais apreciada pelos brasileiros, sendo a sexta hortaliça em importância econômica (SANTANA et al., 2009).

A participação de Mato Grosso do Sul na produção de alface obteve uma produção de 1.935 toneladas, ou seja, 1,3% do total das hortaliças (CEASA, 2013).

De acordo com LOPES (1989), o nitrogênio é um nutriente essencial à vida vegetal, pois se constitui de varias estruturas da planta, além de influenciar as reações metabólicas das plantas; proporciona aumento do desenvolvimento vegetativo e do rendimento da cultura. BASTOS et al. (2008) destacam que pesquisas regionais visando determinar as doses de nitrogênio são de grande importância para o agricultor racionalizar os custos de produção e aumentar a rentabilidade.

O uso de condicionadores sintéticos (hidrogel) tem contribuído para aumentar a capacidade de retenção de água, reduzindo a freqüência de irrigação e permitindo a utilização mais efetiva dos recursos solo e água, contribuindo para melhorar o rendimento das culturas (WANG & BOOGER, 1987). Segundo OLIVEIRA et al. (2004), o uso do hidrogel contribui para aumentar a retenção de água nos solos de texturas franco-argilo-arenosa e argilosa, até a tensão de 100 kPa. Dessa forma o objetivo deste trabalho foi avaliar a influencia de doses de nitrogênio aplicadas via fertirrigação em Latossolo Vermelho Distroférrico com doses de hidrogel na cultura da alface Mimosa.



MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área Experimental de Irrigação e Drenagem da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) em Dourados – MS, situada nas coordenadas de 22° 11' 45" S e 54° 55' 18" W, com altitude de 446 m, no período de julho a setembro de 2012. O clima é do tipo Cwa mesotérmico úmido e a precipitação média anual é de 1500 mm e a temperatura média de 22°C. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférreo (EMBRAPA, 2009), de textura média e argilosa. Foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-20 cm para análises químicas, onde apresentaram as seguintes características (Tabela 1).

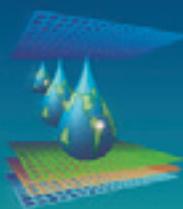
TABELA 1. Valores da análise química do solo na profundidade de 0-20 cm, realizada antes do transplante. Dourados – MS, 2011.

pH CaCl ₂	P mg dm ⁻³	K	Al	Ca	Mg cmol _c dm ⁻³	H+Al	SB	T	V(%)
4,90	39,60	0,45	0,09	6,08	1,73	5,76	8,26	14,02	58,92

Com base nos resultados da análise de solo e de acordo com ALVAREZ et al. (1999), foi efetuado a calagem e adubação de base.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de seis doses de nitrogênio (zero, 40, 80, 120, 160 e 200 kg ha⁻¹), cuja fonte de nitrogênio foi à uréia. Nas subparcelas os tratamentos foram cinco doses de hidrogel (zero, 50, 100, 150 e 200 g m⁻²). Para a injeção do nitrogênio no sistema de irrigação, foi utilizado um injetor por indução diferencial de pressão, tipo “Vaquejinha” (BRITO & PINTO, 2009). O hidrogel foi adicionado no canteiro através de enxada e incorporado até a profundidade de 0,2 m. As doses referentes ao tratamento de nitrogênio foram aplicadas em quatro períodos: 30, 35, 40 e 45 dias após o transplante (DAT).

A alface “Mimosa Roxa” (Salad Bowl) foi transplantada no dia 21 de julho de 2012. O sistema de irrigação por gotejamento utilizado possuía espaçamento de 0,2 m entre emissores, vazão de 1,5 L h⁻¹, com pressão de serviço de 10 m c.a., sendo instalada uma linha de irrigação para cada linha de cultivo. O manejo da irrigação foi baseado na evapotranspiração de referência através do método do tanque Classe “A” e do coeficiente de cultura recomendado por ALLEN et al. (1998).



A colheita foi realizada 45 dias após o transplante. Foi avaliado o número de folhas, diâmetro do caule, massa fresca e seca da parte aérea. As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância e estudos de regressão no nível de 5 % de probabilidade, utilizando-se o programa SAS 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O hidrogel não influenciou os parâmetros avaliados da alface mimosa. Não houve interação entre os fatores nitrogênio e hidrogel. Com exceção da variável número de folhas, ocorreram diferenças significativas para todas as variáveis analisadas em função das doses de nitrogênio (Figura 1A, 1B, 1C).

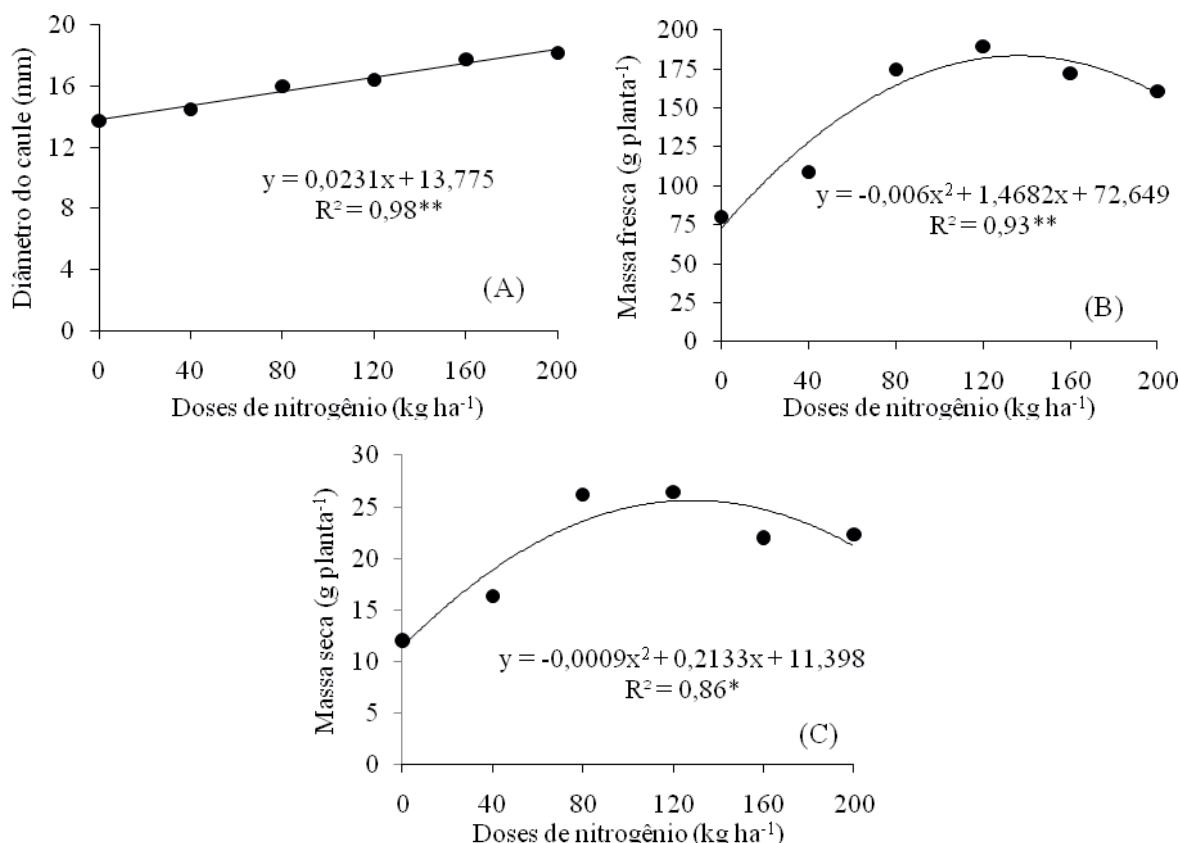
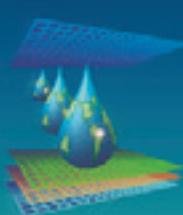


FIGURA 1. Diâmetro do caule (A), massa fresca (B) e massa seca (C) da cultura da alface “Mimosa Roxa” em função de doses de nitrogênio.

O diâmetro de caule respondeu linearmente as doses de nitrogênio, com modelo apresentando precisão de 98%. Aplicando a dose de 200 kg ha⁻¹ houve um amento de 4,42



mm de diâmetro em relação à ausência de nitrogênio (Figura 1A). Em estudo realizado por ARAUJO et al. (2011), as doses de nitrogênio afetaram negativamente todas as variáveis estudadas da alface, cv. "Verônica" para as condições experimentais em Boa Vista, RR, relatando também que supostamente a adubação orgânica de plantio possa ter suprido a necessidade da cultura em relação ao nitrogênio, prescindindo ao uso do adubo químico nitrogenado. Além disso, o nitrogênio adicionado via fertirrigação pode ter reduzido a absorção de outros elementos essenciais, levando à deficiência ou desequilíbrio nutricional (FAQUIN, 1994), com reflexos sobre a produção.

Tanto a massa fresca como a massa seca apresentaram comportamento quadrático. Observou-se que a massa fresca foi significativo a 1% de probabilidade e modelo matemático com 93% de precisão, sendo que a maior massa fresca ($162,5 \text{ g planta}^{-1}$) foi alcançado com dose estimada em $122,35 \text{ kg ha}^{-1}$ de nitrogênio.

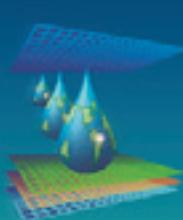
A maior massa seca foi alcançado com aplicação da dose nitrogênio de $118,51 \text{ kg ha}^{-1}$, obtendo massa seca de $24,0 \text{ g}$ por planta (Figura 1C). Conforme relataram RESENDE et al. (2005), as doses de nitrogênio em cobertura influenciaram positivamente a massa fresca total, comercial e a circunferência da cabeça comercial, não sendo observado efeito significativo sobre o comprimento do caule.

CONCLUSÕES

O hidrogel não influencia os parâmetros da alface Mimosa Roxa em Latossolo Vermelho distroférrico. A massa fresca e a massa seca obtêm seu máximo valor com as doses de nitrogênio de $122,35$ e $118,51 \text{ kg ha}^{-1}$ respectivamente.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements.** Roma: FAO, 1998. 301 p.
- ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B. & LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solo. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H., eds. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5^a Aproximação.** Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1999. p.21-25.



ARAÚJO, W.F.; SOUSA, K.T.S.; VIANA, T.V.A.; AZEVEDO, B.M.; BARROS, M.M.; MARCOLINO, E. Resposta da alface a adubação nitrogenada. **Revista Agro@mbiente**, Boa Vista, v. 5, n. 1, p. 12-17, 2011.

BASTOS, E.A.; CARDOSO, M.J.; MELO, F.B.; RIBEIRO V.Q.; ANDRADE JÚNIOR, A.S. Doses e formas de parcelamento de nitrogênio para a produção de milho sob plantio direto. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 275-280, 2008.

BRITO, R.A.L.; PINTO, J. M. Aplicação de produtos químicos via irrigação (quimigação). In: ALBUQUERQUE, P. E.P; DURÃES F. O M. (Org.). **Uso e manejo de irrigação**. 1ed. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2009. v. p. 423-447.

CEASA-MS. **BOLETIM ANUAL 2010**. Disponível em: www.ceasa.ms.gov.br. Acesso em 15 fevereiro de 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos/Embrapa Solos, 2009. 412 p.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESALFAEPE, 1994. 227 p.

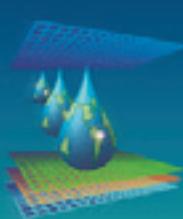
LOPES, A.S. **Manual de fertilidade do solo**. Tradução: Soil fertility manual. São Paulo: ANDA/PATAFOS, 1989. 153p.

OLIVEIRA, R. A. DE; REZENDE, L. S.; MARTINEZ, M. A.; MIRANDA, G.V. Influência de um polímero hidroabsorvente sobre a retenção de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.1, p.160-163, 2004.

RESENDE, G.M.; ALVARENGA, M.A.R.; YURI, J.E.; MOTA, J. H.; SOUZA, R.J.; RODRIGUES JÚNIOR, J.C. Produtividade e qualidade pós-colheita da alface americana em função de doses de nitrogênio e molibdênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.976-981, 2005.

SANTANA, C. V. S.; ALMEIDA, A.C.; TURCO, S.H.N. Desempenho de cultivares de alface americana em ambientes sombreados na região do submédio São Francisco-BA. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 60-64, 2009.

WANG, Y.T.; BOOGHER, C.A. Effect of a medium-incorporated hydrogel on plant growth and water use of two foliage species. **Journal of Environment Horticulture**, Washington, v.5, n.3, p.125-127, 1987.



PRODUÇÃO DA AVEIA PRETA (*Avena strigosa* Schreb) COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO DA SUINOCULTURA, UTILIZANDO IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

A. L. de Paula¹, F. L.M. DE Paula², M. A.V. Boas³, R. L. Teixeira⁴, A. L. Sant'ana⁴; D. Paulus⁵

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos das diferentes doses de água resíduária da suinocultura na produção da Aveia preta (*Avena strigosa* Schreb). O experimento foi instalado em ambiente protegido na área experimental do Departamento de Horticultura da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos em estufa agrícola de 500 m², equipada com sistema de irrigação por gotejamento. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos aplicados foram quatro doses de dejeto líquido da suinocultura: 0 (T1), 80 (T2); 160 (T3) e 240 (T4) m³ ha⁻¹. As doses de água resíduária da suinocultura foram aplicadas por irrigação, a frequência de aplicação foi de quatro aplicações durante o ciclo da aveia preta, iniciando 15 dias após a semeadura e as outras aplicações sete dias após cada colheita. As variáveis analisadas foram: massa de matéria verde e seca. A aplicação de dejeto líquido da suinocultura proporcionou um aumento na produtividade da aveia preta de 19% quando comparado ao tratamento sem aplicação do dejeto líquido da suinocultura. As doses aplicadas não influenciaram na produção de massa seca foliar.

PALAVRAS-CHAVE: fertirrigação, dejeto líquido da suinocultura, produção

PRODUCTION OF BLACK OATS (*Avena strigosa* Schreb) APPLYING PIGGERY WASTEWATER, USING DRIP IRRIGATION

ABSTRACT: The objective of the present work was to evaluate the effects of different doses of piggery wastewater in the production of black Oats (*Avena strigosa* Schreb). The experiment was conducted in a greenhouse at the experimental area of the Department of Horticulture at Federal Technological University of Paraná, campus Dois Vizinhos in a

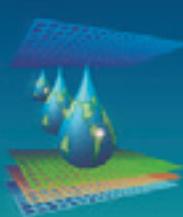
¹Prof. Doutor, UTFPR-DV, Estrada para Boa esperança Km 4; Bairro São Cristovão; Fone (46) 3536-8406. e-mail: adalbertolpaula@utfpr.edu.br

² Aluna de Pós Doutorado, Departamento Zootecnia, UTFPR, Dois Vizinhos, PR

³ Prof. Dr., Associado Departamento Engenharia Agrícola, UNIOESTE, Cascavel, PR

⁴ Estudantes do curso de agronomia, UTFPR, Dois Vizinhos, PR

⁵ Profª. Doutora; Departamento de Horticultura. UTFPR, Dois Vizinhos, PR.



greenhouse of 500 m², equipped with drip irrigation system. The experimental design was randomized blocks with four treatments and four repetitions. The treatments were four doses of piggery wastewater : 0 (T1), 80 (T2), 160 (T3) and 240 (T4) m³ ha⁻¹. The doses of piggery wastewater for irrigation were applied, the application frequency was for applications during the cycle of black oats, beginning 15 days after sowing and other applications seven days after each harvest. The variables analyzed were: mass of green and dry matter. The application of piggery wastewater resulted in an increased the production of black oats 19% when compared to treatment without application piggery wastewater. The doses did not influence the production of leaf dry mass.

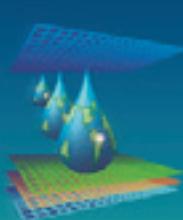
KEYWORDS: fertirrigation, piggery wastewater, Production

INTRODUÇÃO

A irrigação e a fertirrigação em pastagem são técnicas cujas aplicações vêm crescendo no Brasil, possibilitando obter forrageiras de melhor valor nutricional, além de favorecer o manejo racional do sistema de produção animal. Tem sido crescente o interesse de técnicos e produtores sobre novas espécies forrageiras de alto potencial de produção para serem implantadas em sistemas intensivos de pastagem sob irrigação (AGUIAR & DRUMOND, 2002). Porém, são poucas as informações sobre crescimento e produção da Aveia, com aplicação de dejetos de suínos em irrigação por gotejamento.

A inserção das indústrias no processo produtivo contribuiu para o melhoramento das raças de suínos e em consequência a tecnificação do sistema de manejo, com emprego de alta tecnologia nas áreas de nutrição, sanidade e tratamento dos dejetos. Mas a realidade econômica dos produtores nem sempre possibilita a adoção das tecnologias impostas pelas indústrias e pelas leis de proteção ambiental, principalmente no que diz respeito ao tratamento adequado dos dejetos provenientes do sistema de produção confinado de suínos.

Além do deíeto suíno torna-se um problema na suinocultura, sem saber o que fazer com essa água residuária, muitos agricultores dão um destino a esse resíduo de forma inadequada, podendo causar contaminação do lençol freático, sem informações de sua utilização na agricultura irrigada, por não terem informações dos manejos adequados de utilização do sistema. Por este motivo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos das



diferentes doses de água residuária da suinocultura na produção da Aveia preta (*Avena strigosa* Schreb).

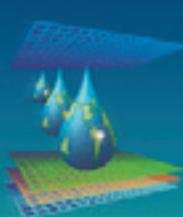
MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido na área experimental do Departamento de horticultura da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos (latitude 25° 44'57" S e longitude 53° 03'41" W), a uma altitude de 534 m. O clima é de transição, subtropical úmido, mesotérmico entre Cfb e Cfa, segundo a classificação de Köepen (MAAK, 1968) verões quentes e invernos frios (geadas freqüentes).

O plantio foi realizado em 04 de maio de 2012, ocorrendo a germinação 06 dias após a semeadura (10/05/2012). O ciclo da cultura varia de 120 a 200 dias, em função da cultivar e da época de plantio (AGROLINK, 2012). Para o plantio foram utilizadas sementes de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), na quantidade de 80 kg ha⁻¹, utilizando o sistema de semeadura direta. O controle fitossanitário foi realizado seguindo as recomendações técnicas para a cultura da aveia (EMBRAPA, 2000). O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com quatro tratamentos e quatro repetições. Cada bloco foi composto por 36 vasos de 18 litros, totalizando 144 vasos nos quatro blocos. A área útil do experimento foi considerada os quatro vasos centrais de cada tratamento em cada bloco, totalizando 64 vasos, onde foram realizadas as análises do experimento.

Os tratamentos foram constituídos de quatro doses de águas residuárias da suinocultura: 0 (T1), 80 (T2); 160 (T3) e 240 (T4) m³ ha⁻¹. A água residuária foi adquirida no Departamento de Suinocultura da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos. O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento, composto de fitas gotejadoras com diâmetro de 16,4 mm e vazão de 1,6 L h⁻¹, com gotejadores espaçados em 0,40m, sendo a água fornecida a partir de um reservatório de 1000 L.

O sistema de bombeamento foi composto por bomba centrifuga monoestágio (BC-98 Schneider), com potência de ½ CV, vazão de 1 a 5,5 m³ h⁻¹ e pressão manométrica de 2 a 20 m.c.a. Parâmetro avaliado: Massa matéria verde e seca: correspondente as colheitas e pesagem de massa verde na altura de pastejo de 30 cm (PRIMAVESI, et al., 2000) realizadas durante o ciclo da aveia. As amostras foram submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada de ar a uma temperatura de 55°C por 72 horas.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, encontra-se a análise de variância para a produção de massa verde (MV) e massa seca (MS). Verificou-se efeito linear significativo ($Pr<0,05$) das doses de dejeto de suinocultura sobre a produção de massa verde da aveia preta. Não verificou-se efeito significativo ($Pr<0,05$) das doses de dejeto de suinocultura sobre a produção de massa seca da aveia preta. Pode-se observar que o T3 foi o tratamento que proporcionou a maior produção (35,18 g) entre as doses aplicadas, seguindo por T4 (34,45 g); T2 (30,62g) e T1 (28,77g). Com a utilização de dejeto da suinocultura via irrigação, obteve-se um aumento na produção de aveia de 19% para o tratamento T3 para a produção total, quando comparada à do tratamento sem a aplicação do dejeto líquido de suíno (Figura 1). O efeito linear observado indica que as doses utilizadas não foram suficientes para obter a máxima produção da aveia com a utilização de dejeto de suinocultura.

TABELA 1 - Resultado da análise da variância (quadrados médios) referente à produção média

Causas de variação	GL	Produção MV (g)	Produção de MS (g)
Doses de água residiária	3	124.55 ^{ns}	1.33 ^{ns}
Efeito linear	1	365.51*	3.77 ^{ns}
Efeito quadrático	1	7.95 ^{ns}	0.16 ^{ns}
Desvio	1	15,65 ^{ns}	15,65 ^{ns}
Bloco	3	235.97*	4.59 ^{**}
Resíduo	9	76.65	90.27
Cv (%)	—	27.45	9.36
Média produção (g)	—	31.89	12.80

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F;
ns=não significativo

AITA et al. (2006) avaliaram quatro doses de dejetos de suínos (0; 20; 40 e 80 m³ ha⁻¹) sobre a produção de forragem da aveia preta solteira e consorciada com ervilhaca, obtiveram aumento da produção de forragem em resposta a aplicação de dejetos. Comparado com os resultados obtido neste trabalho, observa-se que a resposta foi linear em função das doses aplicadas, sem a obtenção de uma dose de máxima produção técnica e econômica. Os valores de massa seca não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos aplicados (Tabela 1).

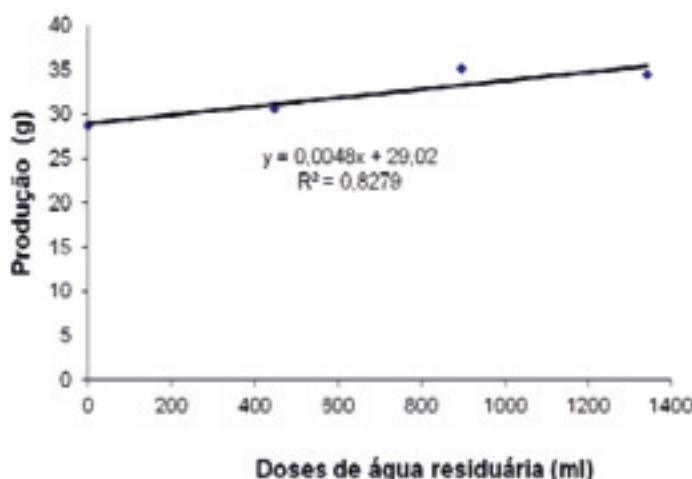
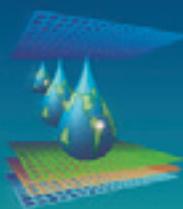


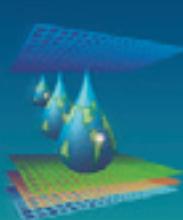
FIGURA 1 - Produção média em função das doses de água residiária da suinocultura na cultura da aveia preta.

Os valores médios de cada tratamento foram de 12,3; 12,7; 13,0 e 13,0 para T1, T2, T3 e T4, respectivamente. Em experimento com aplicação de esterco líquido de suíno nas culturas da aveia-preta e azévem, com tratamentos de 0, 20, 40, 80m³ h⁻¹ aplicados aos 48 e aos 116 dias após a emergência, ASSMANN et al. (2007) observaram que a aplicação de 80m³ ha⁻¹ resultou em aumento de 34% de matéria seca acumulada da cultura em relação a testemunha. Esses autores observaram a máxima eficiência técnica de 64,8 m³ ha⁻¹ de ELS, atingindo produção de 2.208 kg ha⁻¹ de MS. Resultados esses não observados neste experimento, uma vez que não houve diferenças significativas entre as massas secas obtidas em função dos tratamentos.

Em média, a eficiência no uso da água (kg m⁻³) apresentou valores de 0,72; 0,77; 0,88 e 0,86 kg m⁻³ para T1, T2, T3 e T4, respectivamente, com aumento crescente até T3, com redução em T4. A eficiência no uso da água foi maior em T3 em decorrência da maior produtividade de massa verde observada neste tratamento com a aplicação do dejeto líquido.

CONCLUSÕES

A aplicação de dejeto líquido da suinocultura proporcionou um aumento na produtividade da aveia preta de 19% quando comparado ao tratamento sem aplicação do dejeto líquido da suinocultura, porém devem ser realizadas mais pesquisas para se chegar a uma dosagem de máxima eficiência econômica e produtiva.



AGRADECIMENTO

À Fundação Araucária pela concessão da Bolsa de iniciação científica para desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

AGROLINK, 2012 Disponível em:

<<http://www.agrolink.com.br/cereaisdeinverno/InformacoesTecnicasAveia.aspx>>. Acesso em: 15 outubro. 2012.

AGUIAR, A.P.A.; DRUMOND, L.C.D. **Pastagem irrigada**. In: Curso de Especialização em Manejo da Pastagem, 2002, Uberava: FAZU, 86p.

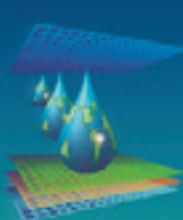
AITA, C.; PORTO, O. & GIACOMINI, S.J. Dinâmica do nitrogênio no solo e produção de fitomassa por plantas de cobertura no outono/inverno com o uso de dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 30:901-910, 2006.

ASSMANN, T.S., ASSMANN, J.M., CASSOL, L.C., DIEHL, R.C., MANTELI, C., MAGIERO, E.M. Desempenho da mistura forrageira de aveia-preta mais azevém e atributos químicos do solo em função da aplicação de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.3, p.1515-1523, 2007.

EMBRAPA GADO DE CORTE. **Uso da aveia como planta forrageira**. Brasília, 2000.

MAAK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná, 1968. 350p.

PRIMAVESI, A. C.; RODRIGUES, A. A.; GODOY, R. **Recomendações técnicas para o cultivo da aveia**. São Carlos-SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2000.



DETERMINAÇÃO DA NECESSIDADE HIDRICA DA PIMENTEIRA BRS MARI

(*Capsicum anuum* var. *pendulum*) **EM LISÍMETROS DE DRENAGEM**

A. L. de Paula¹; I. C. Zorzzi², R. L. Teixeira³; F. L.M. de Paula⁴; D. Paulus⁵;

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estimar a necessidade hídrica da cultura da pimenta BRS Mary nos diferentes estágios de desenvolvimento na Região Sudoeste do Paraná. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus de Dois Vizinhos. Os lisímetros de drenagem, com capacidade física de 18L, foram preenchidos com uma camada de 5 cm de brita e com solo peneirado. O transplantio para os lisímetros foi realizado no dia 30 de novembro de 2012. A irrigação foi realizada diariamente mantendo a capacidade de campo do solo sem restrição hídrica da cultura. A coleta da água excedente de irrigação foi realizada com garrafa de dois litros acoplada a uma mangueira de PVC. A água foi quantificada diariamente até 123 dias após a semeadura. As variáveis analisadas foram: evapotranspiração de referência (ET₀), evapotranspiração da cultura (ET_c) e coeficiente de cultura (K_c). Os resultados permitiram concluir que a evapotranspiração de referência média da pimenteira foi de 5,67 mm dia⁻¹, com um consumo hídrico médio diário de 8,44mm e um coeficiente de cultura médio de 1,64.

PALAVRAS CHAVES: Evapotranspiração, *Capsicum anuum*, lisímetros

SUMMARY: The objective of this study was to estimate the need hidric of the culture piper BRS Mary in different stages of development in the Southwest Region of Paraná. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal Technological University of Paraná - Campus of Dois Vizinhos-PR. The drainage lysimeters, with physical capacity of 18L, were filled with a layer of 5 cm of gravel and with sieved soil. The transplanting of the lysimeters was realized on November 30, 2012. The irrigation was realized daily, keeping the capacity of field of the soil without restriction hidric of the culture. The collect of excess water of

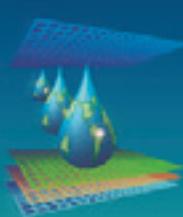
¹ Prof. Doutor, Departamento de Física do solo; UTFPR; Dois Vizinhos -PR. Estrada para Boa Esperança, Km 04 CEP 85660 (46) 9975-4723, adalbertolpaula@utfpr.edu.br

² Aluno de Graduação em Agronomia, UTFPR/Dois Vizinhos-PR,

³ Aluno de Graduação em Agronomia, UTFPR; Dois Vizinhos -PR

⁴ Aluna de Pós-Doutorado, UTFPR; Dois Vizinhos – PR

⁵ Profª. Doutora.,Departamento Horticultura, UTFPR, Dois Vizinhos, PR



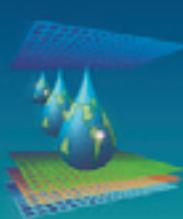
irrigation was realized with two-liter bottle coupled to a PVC hose. The water was quantified daily, up to 123 days after transplanting. The variables analyzed were: reference evapotranspiration (ET₀), cultivation evapotranspiration (ET_c) and the cultivation coefficient (K_c). The results allowed to conclude that the evapotranspiration of reference average of pepper was of 5.67 mm day⁻¹, with an average consumption hidric daily of 8.44 mm and an cultivation coefficient average of 1.64.

KEYWORDS: evapotranspiration, *Capsicum annuum*, lysimeter

INTRODUÇÃO:

Um dos fatores que mais influenciam no desenvolvimento de uma cultura é a disponibilidade de água, sendo que sua falta causa restrições no crescimento e desenvolvimento da espécie. Para atender a demanda crescente de alimentos os agricultores vêm utilizando a técnica da irrigação, com a finalidade de evitar perdas e aumentar a produtividade por área utilizada. Portanto, para tornar possível o máximo aproveitamento dessa tecnologia, torna-se necessário a observação de determinados aspectos entre eles a evapotranspiração da cultura (ET_c) e o coeficiente da cultura (K_c), porém essas são proporcionais a cultura em questão. A evapotranspiração é uma das principais informações utilizadas para o planejamento do uso da água, é um processo simultâneo de transferência da água para a atmosfera por evaporação da água do solo e por transpiração das plantas, dividida em evapotranspiração da cultura (ET_c) e evapotranspiração de referência (ET₀). A razão entre evapotranspiração da cultura e a de referência resulta no coeficiente de cultura (K_c). Esse pode ser relacionado com fatores ambientais e fisiológicos das plantas envolvidas (MEDEIROS et al. 2004).

Do ponto de vista social, a pimenta tem grande importância devido à exigência de mão-de-obra, principalmente na colheita. A área anual cultivada com pimenta é cerca de 2 mil ha⁻¹ e os principais estados produtores são: Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Ceará e Rio Grande do Sul. A produtividade média depende do tipo de pimenteira cultivada, variando de 10 a 30 t ha⁻¹ (EPAMIG, 2006). O presente trabalho teve como objetivo estimar a necessidade hídrica da cultura da pimenteira BRS Mary nos diferentes estágios de desenvolvimento na Região Sudoeste do Paraná.



MATERIAL E MÉTODOS:

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus de Dois Vizinhos, localizada nas coordenadas 25°44' latitude Sul e 53°04' longitude Oeste, com clima subtropical úmido mesotérmico (Cfa), segundo a classificação de Koppen (MAAK, 1968).

Os lisímetros, com capacidade física de 18 L, foram preenchidos com solo, classificado como Latossolo vermelho distroférrico de textura argilosa (EMBRAPA, 1999), no fundo desses foi colocada uma fina camada de pedra brita, com a finalidade de facilitar a drenagem da água e diminuir perdas de solo, através dos orifícios de drenagem. As mudas da pimenteira BRS Mary utilizadas na pesquisa foram transplantadas aos 20 dias após semeadura, para os lisímetros dia 30 de novembro de 2012.

A irrigação foi realizada diariamente de acordo com o consumo hídrico das plantas, mantendo-se o solo permanentemente na capacidade de campo. Para a coleta da água excedente de irrigação foi realizada por uma mangueira de PVC até um recipiente de armazenagem constituída por uma garrafa pet com capacidade de dois litros, posteriormente, foi quantificada diariamente, durante 123 dias para a avaliação do consumo e necessidade hídrica da cultura.

A evapotranspiração de referência (ET_o) foi calculada pelo método de PRIESTLEY-TAYLOR (1972):

$$ET_o = \frac{1,26W(Rn - G)}{\lambda} \quad (1)$$

em que,

Rn - radiação líquida total diária, MJ m⁻²d⁻¹;

γ = constante psicrométrica (kPa/°C) ;

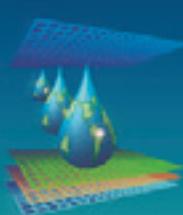
W - fator de ponderação dependente da temperatura e do coeficiente psicrométrico;

G - fluxo total diário de calor no solo em MJ m⁻²d⁻¹ foi calculado pelo método proposto por WRIGHT & JENSEN (1972).

Com os valores de evapotranspiração da cultura (ET_c) e os valores de evapotranspiração de referência (ET_o) foi calculado o coeficiente de cultura (K_c), durante todo o ciclo do pimenteira, pela formula proposta por DOORENBOS & KASSAM (1979):

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \quad (2)$$

em que,



ETc - evapotranspiração da cultura, mm dia⁻¹;

ETo - evapotranspiração de referência, mm dia⁻¹.

A duração do ciclo de desenvolvimento da cultura foi de 123 dias, sendo que do transplante até a colheita foram 31 dias, do inicio da floração até o inicio de da colheita foram 41 dias e essa teve a duração de 51 dias (Figura 1).



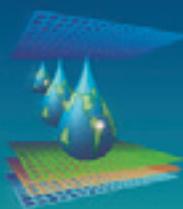
Figura 1 – Ciclo de desenvolvimento do pimenteira na Região Sudoeste do Paraná.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A Evapotranspiração de referência obtida a partir dos dados da estação meteorológica, a evapotranspiração da cultura obtidos através dos lisímetros de drenagem e o Coeficiente da cultura estão apresentados na Figura 2. Observa-se que os valores de ETo variaram de 0,478 a 10,21 mm dia⁻¹, sendo a ETo média durante o ciclo foi de 5,676 mm dia⁻¹. A ETc média durante do ciclo da cultura foi de 8,44 mm dia⁻¹, variando de 1,39 a 20,51 mm dia⁻¹. A. PAULINO CHAVES et al., (2005) avaliaram a cultura da pimenta Tabasco na Região de Pentecostes-CE, obtiveram uma ETo média durante o ciclo da cultura de 6,63 mm.dia⁻¹, valor esse superior ao observado neste trabalho, mas as diferentes condições ambientais e a variedade diferente de pimenta avaliada contribuiu para essa variação.

Os valores encontrados para os coeficientes de cultura (Kc) da pimenteira variaram em função das fases fenológicas da cultura (Figura 3). O Kc médio durante o ciclo da cultura foi de 1,64 sendo diferente para cada fase fenológica da cultura. Considerando a fase inicial até o florescimento pleno o valor de Kc foi de 1,04, do florescimento a primeira colheita 1,92 e durante a fase de colheita de 1,76. Observa-se um aumento dos valores de Kc até a frutificação e após essa fase um declínio, nas fases de maturação e colheita fases estas com um menor valor de consumo hídrico.

A temperatura e a umidade relativa (UR) média foram de 22,93°C e 72,52% respectivamente, durante o ciclo de desenvolvimento da pimenteira. Observou-se uma redução no consumo hídrico quando a UR permaneceu alta e as temperaturas mais baixas. Isso



ocorre, pois a evapotranspiração é altamente influenciada por vários elementos, como: variações na UR, velocidade do vento e temperatura, estádio fenológico, área foliar, duração do ciclo, morfologia da planta, condições de solo e cultivo (MEDEIROS, 2004).

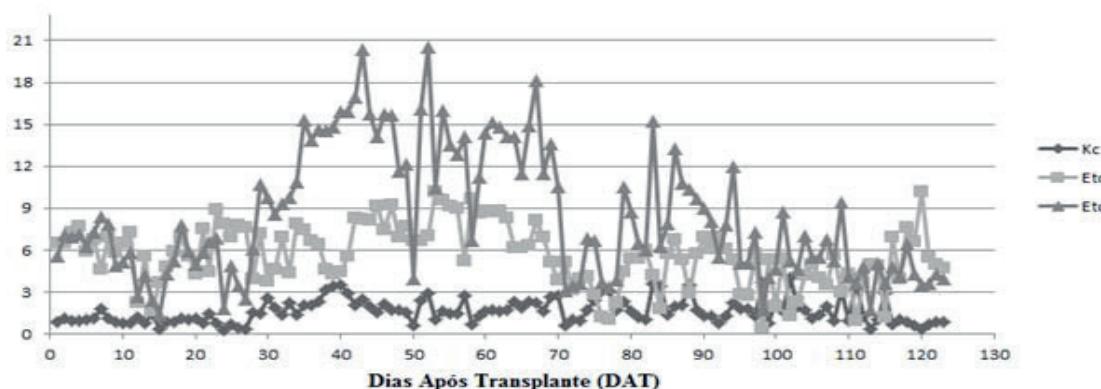


Figura 2 – Valores da evapotranspiração de referencia, evapotranpiração da cultura e coeficiente de cultura, Dois Vizinhos-PR, 2012.

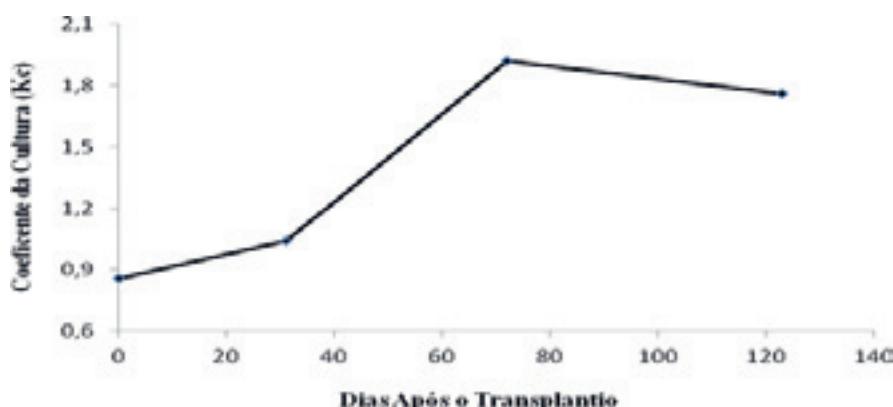
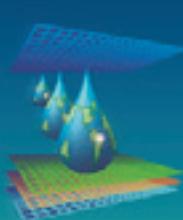


Figura 3 – Variação do Coeficiente de Cultura da pimenteira nas diferentes fases de desenvolvimento, Dois Vizinhos-PR, 2012.

CONCLUSÕES:

Conclui-se que o Kc médio durante o ciclo da cultura foi de 1,64 sendo diferente para cada fase fenológica da cultura. Considerando a fase inicial até o florescimento pleno o valor de Kc foi de 1,04, do florescimento a primeira colheita 1,92 e durante a fase de colheita de 1,76 deixando evidente a necessidade na mudança do manejo da irrigação durante o ciclo da cultura.



AGRADECIMENTOS:

À Fundação Araucária pela concessão da Bolsa de Iniciação Científica para desenvolvimento do trabalho e pelo auxílio para participação ao evento com recursos oriundos da chamada pública 25/2012.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yields response to water**. Rome: FAO, 1979. 306p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECÚARIA DE MINAS GERAIS (EPAMIG).
Cultivo da Pimenta. Informe agropecuário. Belo Horizonte v.27, n. 235, p. 7-15, 2006.

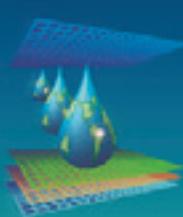
MAAK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná, 1968. 350p.

MEDEIROS, G. A.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E. Relações entre o coeficiente de cultura e cobertura vegetal do feijoeiro: erros envolvidos e análises para diferentes intervalos de tempo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.26, n.4, p.513-519, 2004.

PAULINO CHAVES, S.W.; AZEVEDO, B.M.; MEDEIROS, J.F.; BEZERRA, F.M.L.; MORAIS, N.B. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo da pimenteira em lisímetro de drenagem. **Revista Ciência Agronômica**, v.36, n.3, p. 262-267, 2005.

PRIESTLEY, C.H.B.; TAYLOR, R.J. On the assessment of surface heat flux evaporation, using large scale parameters. **Monthly Weather Review**, Madison, v.100, n.2, p.81-92, 1972.

WRIGHT, J.L.; JENSEN, M.E. Peak water requirements in Southern Idaho. **Drainage Division**, v.98, n. 2, p. 193-201, 1972.



ADAPTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PROCEDIMENTO SIMPLIFICADO PARA DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DO SOLO PARA FINS DE IRRIGAÇÃO DE HORTALIÇAS

M. B. BRAGA¹; W. A. MAROUELLI¹; M. CALGARO²

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo adequar uma metodologia de baixo custo e manuseio para estimativa da umidade do solo em cultivo irrigado com hortaliças. Para tanto, foram coletadas amostras de solo na área experimental da Embrapa Hortaliças que foram levadas ao laboratório de irrigação onde forma realizados os testes e adaptações da metodologia. Os resultados mostraram que a metodologia adaptada obteve boa precisão e mostrou-se de fácil manuseio.

PALAVRAS-CHAVE: água no solo, método pesagens.

ADAPTATION AND EVALUATION OF SIMPLIFIED PROCEDURE FOR DETERMINATION OF SOIL MOISTURE FOR IRRIGATION OF VEGETABLES

M. B. BRAGA¹; W. A. MAROUELLI¹; M. CALGARO²

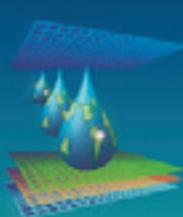
SAMMURY: This study aimed to adapt a methodology for low-cost and handling to estimate soil moisture in irrigated with greenery. Therefore, soil samples were collected in the experimental area of Embrapa Vegetables that were taken to the laboratory where irrigation so the tests performed and adaptations of the methodology. The results show that the methodology adapted obtained good accuracy and is easy to handle.

KEYWORDS: Water content in soil; irrigation management; weighing method

INTRODUÇÃO

O monitoramento contínuo da umidade do solo é fator primordial para o manejo racional da água de irrigação, tanto se estabelecer o momento de irrigar quanto para determinar a lâmina de água a ser aplicada. Ao longo do tempo foram desenvolvidas diversas metodologias e equipamentos para a determinação da umidade do solo, que define o teor de água existente no solo. Entre eles, existe grande variação de precisão, de custo e praticidade.

¹Pesquisador, Embrapa Hortaliças, Rodovia Brasília/Anápolis BR 060 Km 09 Gama - DF Caixa Postal 218 CEP 70359-970. Fone (61) 3385-9055. E-mail: marcos.braga@embrapa.br; waldir.maroueli@embrapa.br ²Pesquisador, Embrapa Semiárido, Petrolina-PE. E-mail: marcelo.calgaro@embrapa.br



Dentre os métodos para determinação da umidade do solo, o gravimétrico direto (padrão de estufa) é o mais preciso e utilizado como padrão para a calibração de outros métodos (Bernardo et al., 2006). Pelo método gravimétrico padrão de estufa, o teor de água no solo é determinado de forma direta e seu valor expresso em percentagem de umidade em massa (base seca). Porém, MAROUELLI et al. (2011) relatam que o principal fator limitante do método gravimétrico direto para fins de manejo da água de irrigação é não permitir que a umidade do solo seja determinada de forma rápida. Além de requerer uma balança de precisão e estufa, são necessários de 24 horas a 72 horas, a depender do tipo de solo, para a obtenção do resultado final. Esse intervalo é, em geral, demasiadamente longo para a tomada de decisão sobre quanto e quando irrigar.

Por acreditar que tecnologias para o manejo da água de irrigação são dispendiosas, complexas e trabalhosas, e que os equipamentos para a medição da umidade do solo são de difícil adoção pela maioria dos produtores (MAROUELLI et al., 2011). Sendo que estes equipamentos não estão prontamente acessíveis para a grande maioria dos produtores de hortaliças. Em 1984, KLAR cita trabalho desenvolvido por KLAR et al. (1966) que propõe uma metodologia que permite estimar a umidade do solo usando o conceito de que quanto mais água tem um solo menos água seria necessária para preencher um determinado volume de controle. Ressalta também que a metodologia possui boa precisão.

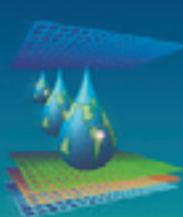
O objetivo do presente trabalho foi adaptar o método das pesagens e desenvolver metodologia para a determinação da umidade do solo, visando o manejo da água de irrigação, que possibilite determinações rápidas, tenha baixo custo, seja de fácil utilização pelo produtor e que tenha precisão minimamente aceitável.

MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram realizados no Laboratório de Irrigação da Embrapa Horticárias, Distrito Federal, Brasil, no ano de 2012. O solo utilizado no estudo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico, fase cerrado (EMBRAPA, 2006), apresenta classe textural variando entre argila e muito argilosa (Tabela 1) e capacidade de retenção de água da ordem de $1,2 \text{ mm cm}^{-1}$.

Foram coletadas seis amostras compostas de solo nas profundidades de 10 cm, 20 cm, 30 cm e 40 cm, num total de 24 amostras, em uma área de cultivo de repolho de

¹Pesquisador, Embrapa Horticárias, Rodovia Brasília/Anápolis BR 060 Km 09 Gama - DF Caixa Postal 218 CEP 70359-970. Fone (61) 3385-9055. E-mail: marcos.braga@embrapa.br; waldir.maroueli@embrapa.br ²Pesquisador, Embrapa Semiárido, Petrolina-PE. E-mail: marcelo.calgaro@embrapa.br



aproximadamente um meio hectare. As amostras foram retiradas com auxílio de cavadeira, homogeneizadas no próprio campo e cada amostra composta acondicionada em saco plástico de aproximadamente 2,0 kg. Cada amostra composta foi resultante da mistura de cinco amostras simples retiradas em pontos distintos da área. As amostras foram levadas ao Laboratório, colocadas em latas de alumínio e levadas a estufa entre 105 °C a 110 °C por 48 horas, também formam colhidas amostras para determinação da densidade do solo (Ds) conforme metodologia descrita em EMBRAPA (1997).

Após este tempo foi utilizado a adaptação da metodologia das “Pesagens” para determinar os padrões de peso para cada profundidade do solo estudada, conforme descrito em KLAR (1984), e usando para tanto: balança de precisão (0,01g), garrafa de vidro de 250 ml, do tipo “long neck”, e água da torneira.

Para validação do modelo adaptado foram coletadas doze amostras de solo de maneira aleatória, na mesma área da coletada anterior, sendo que, desta vez, não foram feitas amostras compostas e sim independentes, com um total de três amostras simples em cada uma das quatro profundidades. Para efeito de comparação, partes das amostras foram acondicionadas em latas de alumínio, pesadas e em seguida levadas a estufa para determinação da umidade gravimétrica padrão (Ubg). A umidade volumétrica (Ubv) foi determinada pelo produto Ubg e Ds, na referida profundidade. Posteriormente, com auxílio de planilhas eletrônicas foram gerados coeficientes de ajustes e as equações que possibilitam a estimativa da umidade do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

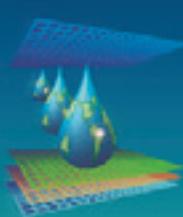
As figuras de 1 a 4 mostram os ajuste dos pontos com as equações de explicação.

Ressalta-se que, para as profundidades de 10 cm e 20 cm a densidade do solo (Ds) foi igual a 1,0 g/cm², e por isso uma mesma equação explica tanto a umidade em base de peso (umidade gravimétrica) como a em base de volume (Ubv).

A Ds para as profundidades de 30 cm e 40 cm foram iguais a 1,1 e 1,15 g/cm², respectivamente, por isso, as curvas de ajustes para umidade em base de volume e em base de peso foram diferentes (Figura 4 e 5).

De maneira geral para todos as profundidades foi obtido um bom ajuste das equações, mostrado pelos valores de coeficientes de determinação (R) próximos a 1. Vindo demonstrar que com o auxílio da equação pode-se estimar, com uma boa precisão, a umidade do solo, tanto em base volume (Ubv) como em base de peso (Ubg).

¹Pesquisador, Embrapa Hortaliças, Rodovia Brasília/Anápolis BR 060 Km 09 Gama - DF Caixa Postal 218 CEP 70359-970. Fone (61) 3385-9055. E-mail: marcos.braga@embrapa.br; waldir.maroueli@embrapa.br ²Pesquisador, Embrapa Semiárido, Petrolina-PE. E-mail: marcelo.calgaro@embrapa.br



O quadro 1 mostra os resultados das amostras de solo coletadas para validação da metodologia proposta, usando as tabelas (2 a 5) e as equações propostas. Nota-se que os valores das percentagens dos erros, dada relação da umidade gravimétrica estimada com auxílio das tabelas e das equações, foram todos inferiores a 5% (0,05) mostrando que o método usado possui boa precisão na estimativa da umidade do solo.

CONCLUSÕES

O método das pesagens mostrou-se adequado para estimativa da umidade do solo, para as condições do estudo.

O método proposto é de baixo custo, fácil utilização e não requer treinamento específico para seu manejo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

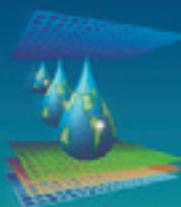
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8 ed. Viçosa, UFV, 2006. 625 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).
- KLAR, A. E. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. Livraria Nobel, 408p. 1984.
- KLAR, A. E.; VILLA NOVA, N.A.; MARCOS, Z. Z.; CERVELLINI, A. Determinação da umidade do solo pelo método das pesagens. Anais Esc. Sup. Agric. "LUIZ DE Queiroz". 15-30. 1966.
- MARQUELLI, W. A.; OLIVEIRA, Á. S.; COELHO, E. F.; NOGUEIRA, L. C.; SOUSA, V. F. Manejo da água de irrigação. In: SOUSA, V. F.; MARQUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Irrigação por aspersão em hortaliças**: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 150p. PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 157-232.

Tabela 1. Composição granulométrica e classe textural do solo nas diferentes profundidades amostradas. CNPH, Brasília-DF.

Granulometria	Profundidade (cm)			
	10	20	30	40
Argila (%)	68,2	59,9	66,3	58,8
Silte (%)	18,9	27,1	21,1	28,7
Areia fina (%)	5,2	5,4	5,3	5,1
Areia grossa (%)	7,7	7,6	7,3	7,4
Classe textural	Muito argiloso	Argila	Muito argiloso	Argila

¹Pesquisador, Embrapa Hortaliças, Rodovia Brasília/Anápolis BR 060 Km 09 Gama - DF Caixa Postal 218 CEP 70359-970. Fone (61) 3385-9055. E-mail: marcos.braga@embrapa.br; waldir.maroueli@embrapa.br

²Pesquisador, Embrapa Semiárido, Petrolina-PE. E-mail: marcelo.calgaro@embrapa.br



Densidade solo (g/cm ³)	1,0	1,0	1,1	1,15
-------------------------------------	-----	-----	-----	------

Quadro 1. Relação entre umidade gravimétrica (Ubg) obtida usando o método padrão de estufa (MPE) e o método das pesagens proposto.

Profundidade (cm)	Ubg ¹ (MPE) (%)	Peso (G+Solo+água) (g)	Ubg ² Tab. (Mpes) (%)	Ubg ³ Eq. (Mpes) (%)	% Erro Tabelas	% Erro Equações
10	34,42	467,59	34,25	34,36	0,49	0,06
10	34,56	467,85	33,56	33,66	2,89	0,90
10	34,47	468,02	33,11	33,21	3,95	1,26
Média	34,48	467,82	33,64	33,74	2,44	0,74
20	34,56	467,69	34,00	34,10	1,62	0,46
20	34,12	467,88	33,48	33,59	1,88	0,53
20	34,20	467,35	34,90	35,02	-2,05	-0,82
Média	34,29	467,64	34,13	34,23	0,47	0,06
30	35,73	468,07	33,95	34,04	4,98	1,69
30	35,38	468,01	34,12	34,21	3,56	1,17
30	35,45	468,00	34,14	34,23	3,70	1,22
Média	35,52	468,03	34,07	34,15	4,08	1,37
40	36,06	467,55	36,30	36,42	-0,67	-0,36
40	36,06	467,45	36,57	36,69	-1,41	-0,63
40	35,95	467,53	36,35	36,47	-1,11	-0,52
Média	36,02	467,51	36,41	36,53	-1,08	-0,51

¹Ubg (MPE) é a umidade gravimétrica, método das padronização estufa;

²Ubg Tab. (Mpes) é a umidade gravimétrica estimada pelo método da pesagem, dada pelas tabelas geradas;

³Ubg Eq. (Mpes) é a umidade gravimétrica estimada pelo método da pesagem, estimada pelas equações geradas.

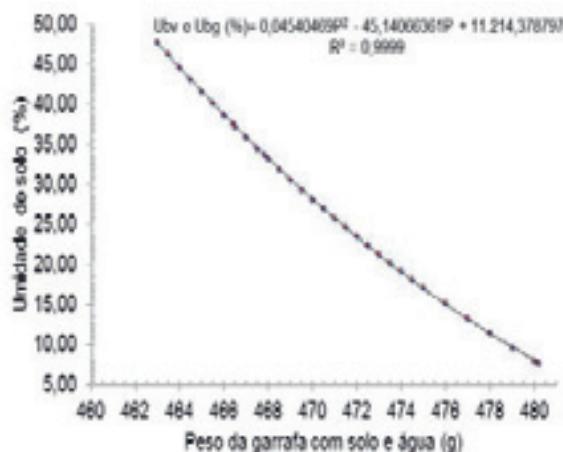


Figura 2. Relação umidade do solo versus peso da garrafa com solo e água, a profundidade de 10 cm.

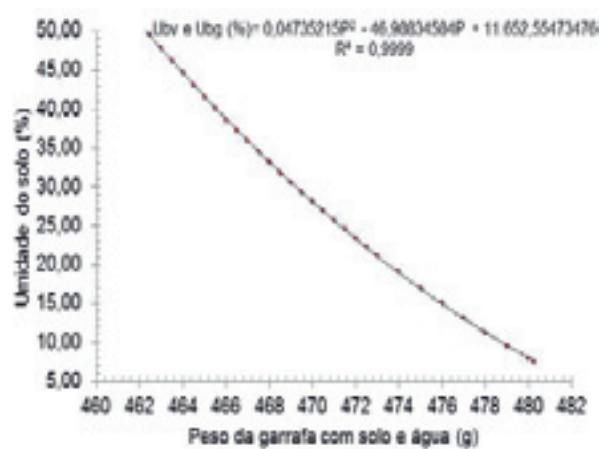


Figura 3. Relação umidade do solo versus peso da garrafa com solo e água, a profundidade de 20 cm.

¹Pesquisador, Embrapa Horticárias, Rodovia Brasília/Anápolis BR 060 Km 09 Gama - DF Caixa Postal 218 CEP 70359-970. Fone (61) 3385-9055. E-mail: marcos.braga@embrapa.br; waldir.maroueli@embrapa.br ²Pesquisador, Embrapa Semiárido, Petrolina-PE. E-mail: marcelo.calgaro@embrapa.br

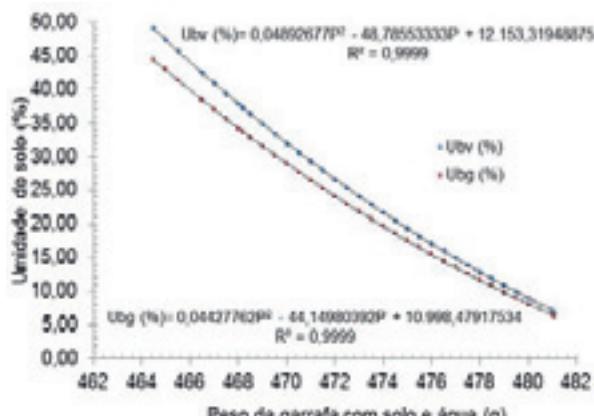
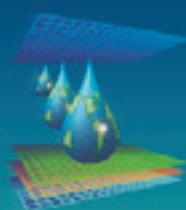


Figura 4. Relação umidade do solo versus peso da garrafa com solo e água, a profundidade de 30 cm.

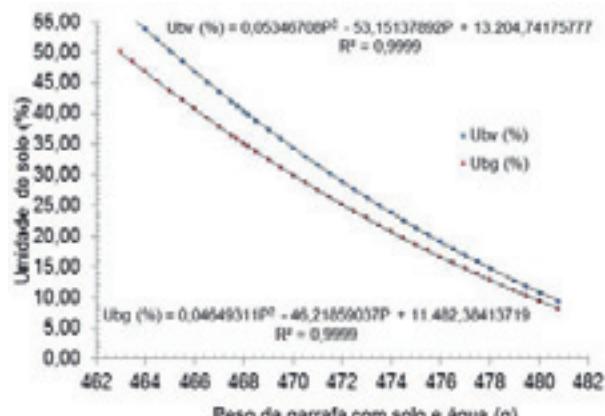
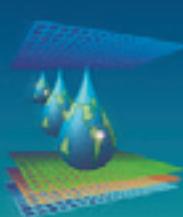


Figura 5. Relação umidade do solo versus peso da garrafa com solo e água, a profundidade de 40 cm.

¹Pesquisador, Embrapa Horticárias, Rodovia Brasília/Anápolis BR 060 Km 09 Gama - DF Caixa Postal 218 CEP 70359-970. Fone (61) 3385-9055. E-mail: marcos.braga@embrapa.br; waldir.maroueli@embrapa.br ²Pesquisador, Embrapa Semiárido, Petrolina-PE. E-mail: marcelo.calgaro@embrapa.br



AVALIAÇÃO DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO DE PIMENTÃO CULTIVADO EM AMBIENTE PROTEGIDO

M. B. BRAGA¹; W.A. MAROUELLI¹; I. M. R. GUEDES¹; M. CALGARO²

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo determinar o efeito de diferentes lâminas de irrigação na produção de pimentão cultivado em ambiente protegido, no Planalto Central do Brasil. O experimento foi conduzido na estação experimental da Embrapa Hortaliças, Distrito Federal, com plantio realizado em fevereiro de 2012. Foram avaliadas quatro lâminas de irrigação determinadas em função da evapotranspiração da cultura (60, 80, 100 e 120% da ETc). O delineamento foi em blocos ao acaso com cinco repetições. A produtividade no tratamento irrigado com lâmina equivalente a 120% ETc foi 37% maior que a do tratamento 100% ETc, embora não tenha havido diferença significativa entre ambos os tratamentos.

PALAVRAS-CHAVE: *Capsicum annuum* L., Ambiente protegido; Produtividade.

"
"
"

EFFECT OF MANAGEMENT WITH DIFFERENT IRRIGATION LEVELS IN THE PRODUCTION OF PEPPER GROWN IN PLASTIC TUNNEL

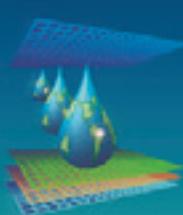
M. B. BRAGA¹; W. A. MAROUELLI¹, I. M. R. GUEDES¹, M. CALGARO²

SUMMARY: This study aimed to determine the effect of different irrigation in the production of pepper plants in a greenhouse, in the Central Plateau of Brazil. The experiment was conducted at the experimental station of Embrapa Vegetables, Distrito Federal, with planting carried out in February 2012. Were evaluated four irrigation levels depths determined based on crop evapotranspiration (60, 80, 100 and 120% of ETc). The experimental design was a randomized block with five replications. The productivity in the irrigated treatment equivalent to 120% ETc was 37% greater than the 100% ETc treatment, although there was no significant difference between both treatments.

KEYWORDS: *Capsicum annuum* L., Protected environment; Productivity.

¹Pesquisador, Embrapa Hortaliças, Rodovia Brasília/Anápolis BR 060 Km 09 Gama - DF Caixa Postal 218 CEP 70359-970. Fone (61) 2251141. E-mail: marcos.braga@embrapa.br

²Pesquisador, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.



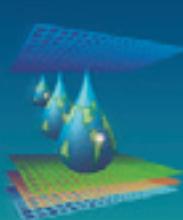
INTRODUÇÃO

O pimentão é uma hortaliça amplamente consumida no Brasil, sendo seu cultivo realizado tradicionalmente em campo aberto com o uso da irrigação por sulco, com produtividades variando entre 25 t ha^{-1} e 50 t ha^{-1} . A área de pimentão cultivada anualmente no Brasil é em torno de 13 mil hectares, com produção próxima a 290 mil toneladas de frutos. São Paulo, Minas Gerais, Bahia e Rio de Janeiro são os principais estados produtores (MAROUELLI & SILVA, 2012). Nas últimas décadas, o sistema de cultivo em ambiente protegido, com irrigação por gotejamento e uso da aplicação de fertilizantes via água, se tornou, em várias regiões, uma alternativa viável, em termos econômicos. Nessas condições, alguns produtores têm alcançado produtividades acima de 200 t ha^{-1} (SANTOS et al., 1999; MAROUELLI & SILVA, 2012). O cultivo de pimentão em estufas com cobertura plástica de polietileno e fertigação por gotejamento tem se expandido em todo o país, sobretudo no Distrito Federal, que conta com área de aproximadamente 40 hectares, com produtividade média de 185 t ha^{-1} . BRAGA (2000), estudando a irrigação na produção de pimentão Magali em estufa, em Botucatu-SP, concluiu que as maiores produtividades foram obtidas quando as plantas foram irrigadas com menores tensões de água no solo, ou seja, quando o solo foi mantido próximo à condição de capacidade de campo. DALMAGO et al. (2003) trabalhando com cultivo de pimentão no Rio Grande do Sul, em ambiente protegido, encontraram evapotranspiração, por meio de lisímetros, de 136 mm, e esse baixo valor de ETc registrado foi explicado pelo curto período de duração do experimento e pela condução em estufa. Lima et al. (2006), estudando a cultivar de pimentão Yolo em casa-de-vegetação, verificaram um consumo total de água de 1.232,8 mm para um ciclo de 115 dias, sendo a ETc média diária 10,72 mm/dia, na região de Recife-PE. Não existe, no entanto, informações confiáveis para manejo adequado da irrigação em cultivos protegidos de pimentão em estufa plástica (polietileno) na região de Cerrado do Brasil Central.

O objetivo do presente trabalho foi ajustar a lâmina de irrigação que propicie maiores produtividade de pimentão em lavouras cultivadas em estufas plásticas de polietileno e irrigadas por gotejamento na região do Distrito Federal.

¹Pesquisador, Embrapa Horticárias, Rodovia Brasília/Anápolis BR 060 Km 09 Gama - DF Caixa Postal 218 CEP 70359-970. Fone (61) 2251141. E-mail: marcos.braga@embrapa.br

²Pesquisador, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.



MATERIAL E MÉTODOS

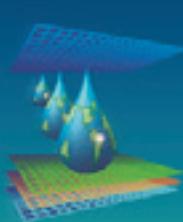
O experimento foi realizado no campo experimental da Embrapa Hortaliças, Distrito Federal, em solo do tipo Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, tendo sido utilizado o híbrido Magali R. Os tratamentos foram representados por quatro lâminas de água determinadas com base na evapotranspiração da cultura (ETc): 120%, 100%, 80% e 60% da ETc. A lâmina de água aplicada a cada irrigação foi data pelo somatório da ETc entre duas irrigações consecutivas, levando-se em consideração as diferentes percentagens de ETc avaliadas e a eficiência de irrigação do sistema (85%). A determinação da ETc foi realizada a partir da medição da evaporação de água medida em um tanque classe "A" instalado dentro da estufa. Para tal, foi utilizado um coeficiente de tanque (K_t) com valor fixo de 0,75 e coeficientes de cultura (K_c) propostos por DOORENBOS & KASSAM(1994) para a cultura do pimentão, haja visto não existir valores de K_c específicos para as condições específicas de cultivo em que o estudo foi conduzido. As irrigações forma feitas em turno de rega fixo (segunda, quarta e sexta feiras) com a soma da ETc dos dias. As mudas foram transplantadas no espaçamento de 1,0 m x 0,3 m, em 27/02/2012, e a área de cada parcela experimental foi de 9 m². O cultivo foi realizado em uma estufa com 50 m de comprimento e 8 m de largura, com coberta com plástico transparente (polietileno) de 150 µm de espessura. A adubação via solo em pré-plantio e fertigação foi realizada conforme CARRIJO et al. (2004) e MARQUELLI & SILVA (2012). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco repetições. Foi avaliada a produção apenas das primeiras cinco primeiras colheitas, tendo sido analisados o número total de frutos por planta (NFPP), o número de frutos comerciais por planta (NFCPP), a massa de frutos comerciais (MMF), a produção comercial por planta (PCP) e a produtividade frutos comerciais (PROD).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As produtividades de pimentão obtidas no presente trabalho (Tabela 1) são similares àquelas relatadas por BRAGA (2000) em cultivo protegido, com a cultivar Magali, nas

¹Pesquisador, Embrapa Hortaliças, Rodovia Brasília/Anápolis BR 060 Km 09 Gama - DF Caixa Postal 218 CEP 70359-970. Fone (61) 2251141. E-mail: marcos.braga@embrapa.br

²Pesquisador, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.



condições edafoclimáticas de Botucatu-SP. Foi avaliada a produção apenas das primeiras cinco primeiras colheitas. Pelos resultados apresentados na Tabela 1 verifica-se que não houve diferenças significativas ($p>0,05$) entre os tratamentos para número de frutos por planta e massa média de frutos comerciais. Houve, no entanto, efeito significativo das lâminas de irrigação aplicadas sobre o número de frutos comerciais por planta, a produção comercial por planta e a produtividade comercial de pimentão por unidade de área. Para o número de frutos comerciais por planta, destacou-se o tratamento 120% ETc, embora não diferiu significativamente do tratamento 100% ETc. Para produção comercial por planta houve novamente destaque para o tratamento 120% ETc, embora não diferiu significativamente dos tratamentos 100% ETc e 80% ETc. Comportamento semelhante foi verificado para a produtividade comercial de pimentão por unidade de área, que foi máxima para o tratamento 120%, mas que não diferiu estatisticamente de 100% ETc. Tais resultados sugerem que os valores de Kc propostos para a cultura de pimentão pela FAO (DOORENBOS & RASSAM, 1994) possam ter subestimado a ETc real da cultura do pimentão para as condições de cultivo em ambiente protegido no Planalto Central do Brasil.

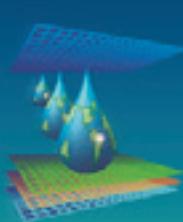
Tabela 1. Número de frutos por planta (NFPP), número de frutos comerciais por planta (NFCPP), massa média de frutos comerciais (MMF), produção comercial por planta (PCP) e produtividade comercial (PROD) de pimentão, conforme a lâmina de irrigação aplicada em função da percentagem da evapotranspiração da cultura (ETc). Brasília, DF, 2012.

Tratamento	NFPP	NFCPP	MMF (g)	PCP (kg/pl)	PROD (kg/m ²)
120% ETc	21 a	18 a	97,4 a	1,77 a	5,44 a
100% ETc	18 a	14 a b	95,0 a	1,24 a	3,96 a b
80% ETc	18 a	11 b	87,9 a	0,99 a b	3,04 b
60% ETc	17 a	11 b	84,3 a	0,79 b	2,43 b
CV (%)	12,49	12,50	11,11	14,19	12,90

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

¹Pesquisador, Embrapa Hortalícias, Rodovia Brasília/Anápolis BR 060 Km 09 Gama - DF Caixa Postal 218 CEP 70359-970. Fone (61) 2251141. E-mail: marcos.braga@embrapa.br

²Pesquisador, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.



CONCLUSÕES

Para as condições em que o estudo foi realizado, conclui-se que:

- A irrigação com reposição de 120% da ETc propiciou maior produtividade de pimentão, embora não tenha diferido estatisticamente da 100% da ETc;
- Os valores de Kc para pimentão propostos pela FAO podem necessitar de ajustes para uma estimativa mais precisa da ETc, utilizando tanque classe “A”, em condições de cultivo em estufa com cobertura de polietileno no Planalto Central do Brasil

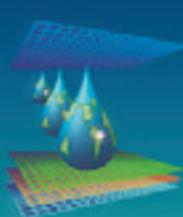
"

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS"

- BRAGA, M.B. (2000). Manejo de irrigação e orientação geográfica de estufas na produção do pimentão (*Capsicum annuum L.*) Botucatu, 2000, 89p. Tese de Doutorado, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista. Júlio de Mesquita Filho.
- BRAGA, M. B.; KLAR, A. E.; SANTOS, R. F. Efeito de diferentes potenciais de água no solo e orientação de estufas de polietileno na produção do pimentão (*Capsicum annuum L.*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA, 27, 1998, Poços de Caldas, MG. *Anais...* Poços de Caldas: [s.n.], 1998. p. 268-270.
- CARRIJO, O.A.; SOUZA, R.B.; MARQUELLI, W. A.; ANDRADE, R.J. **Fertirrigação de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2004. 13p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 32).
- DALMAGO, G. A.; HEELWEIN, A. B.; BURIOL, G. A.; LUZZA, J.; TAZZO, I. F.; TRENTIN, G. Evapotranspiração máxima e coeficiente da cultura do pimentão em estufa plástica. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 11, n. 1, p. 33-41, 2003.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande: UFPB, 1994. (FAO, Estudos de irrigação e drenagem, 33).
- LIMA, P. A.; MONTENEGRO, A. A. A.; LIRA JUNIOR, M. A.; SANTOS, F. X.; PEDROSA, E. M. R. Efeito do manejo da irrigação com água moderadamente salina na produção de pimentão. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 1, n. 1, p. 73-80, 2006.
- MARQUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C. Irrigação na cultura do pimentão. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2012. 20p. (Circular Técnica, 101).
- SANTOS, R.F.; BRAGA, M.B.; KLAR, A.E. Comparação da produção de pimentão (*Capsicum annuum L.*) no interior e exterior de uma estufa de polietileno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRICOLA, 28., 1999, Pelotas, RS.

¹Pesquisador, Embrapa Hortaliças, Rodovia Brasília/Anápolis BR 060 Km 09 Gama - DF Caixa Postal 218 CEP 70359-970. Fone (61) 2251141. E-mail: marcos.braga@embrapa.br

²Pesquisador, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.



PRODUTIVIDADE DE DIFERENTES CULTIVARES DE CENOURA SOB DISTINTAS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

MAGALHÃES, F. F.¹; CUNHA, F. F.²; SILVA, T. R.¹; SOUZA, E. J.³; GODOY, A. R.⁴

RESUMO: O objetivo da pesquisa foi avaliar a influência de lâminas de irrigação em diferentes cultivares de cenoura no nordeste Sul-Mato-Grossense. O experimento foi conduzido na Horta Municipal de Chapadão do Sul-MS, no período de 7 de março a 8 de junho de 2013, e montado no esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas as lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 125% da ETc) e nas subparcelas as variedades (Brasília Irecê, Nantes e Nantes Milena) no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento. Foram avaliadas as massas de raiz comerciais, não comerciais e totais. O aumento da lâmina de irrigação não proporcionou aumento na produtividade da cenoura, na época chuvosa, em Chapadão do Sul-MS. A cultivar Brasília Irecê deverá ser preferida para o cultivo de cenoura na região.

PALAVRAS-CHAVE: *Daucus carota* L., hortaliças, irrigação por gotejamento.

PRODUCTIVITY OF DIFFERENT CULTIVARS OF CARROT UNDER DIFFERENT IRRIGATION BLADES

SUMMARY: The research aimed was to evaluate the influence of different blades of irrigation in different carrot cultivars in northeastern Mato Grosso do Sul state. The experiment was conducted in the horta hall of Chapadão do Sul city, during from March 7 to June 8, 2013, and mounted in a split-plot, having on the plots the blades of irrigation (50, 75, 100 and 125% ETc) and on the subplots, the varieties (Brasilia Irecê, Nantes and Nantes Milena) on the randomized block design with four replications. The irrigation system was used drip. We evaluated the root masses commercial, noncommercial and totals. The Increasing of the blade of irrigation rate did not increase in the productivity of carrot in the rainy season in Chapadão do Sul city. The cultivar Brasilia Irecê should be the preferred to the cultivation of carrot on the region.

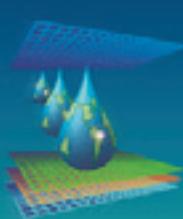
KEYWORDS: *Daucus carota* L., vegetables, drip irrigation.

¹ Graduando em Agronomia, UFMS, Caixa Postal 112, CEP 79560-000, Chapadão do Sul, MS. Fone (67)3562-6318. E-mail: magalhaesfernandof@gmail.com

² Professor Adjunto, UFMS, Chapadão do Sul, MS

³ Mestrando Agronomia, UFMS, Chapadão do Sul-MS

⁴ Professora Adjunta, UEPG, Ponta Grossa-PR



INTRODUÇÃO

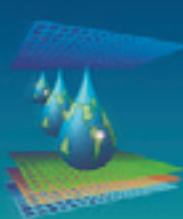
A cenoura (*Daucus carota L.*) caracteriza-se como uma das mais importantes olerícolas, pelo seu consumo mundial, pela extensão de área plantada e pelo desenvolvimento socioeconômico dos produtores rurais (FREITAS et al., 2009). É cultivada em larga escala nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul do Brasil, com área plantada estimada de 28 mil hectares e produção de 800 mil toneladas de raízes (LUZ et al., 2009).

A literatura existente sobre o desempenho agronômico e econômico da cultura da cenoura na região nordeste do Estado de Mato Grosso do Sul ainda é escassa, e o seu uso ainda é fundamentado em experiências empíricas de produtores, desprovidos de referências de resultados de pesquisas científicas. Portanto, há a necessidade de estudar a adaptação das cultivares ao clima da região, ao tipo de solo da região, a suscetibilidade às pragas e doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematóides e aos distúrbios fisiológicos. Muitos agricultores, não sabendo deste fato, insistem em utilizar o mesmo material de plantio que já usavam seus antepassados, tornando o cultivo pouco produtivo.

A condução da cultura da cenoura apresenta características diferenciadas e necessita de irrigação para aumentar sua produtividade e possibilitar a oferta em diferentes épocas do ano. A irregularidade do regime pluvial torna-se restritiva ao desenvolvimento agrícola, pois mesmo dentro de estações chuvosas, observam-se períodos de déficit hídrico. A evapotranspiração da cenoura geralmente excede a precipitação pluvial, sendo assim, a distribuição de água de maneira artificial por meio de irrigação é a garantia para se produzir como planejado, sem que a falta de chuvas altere os índices de produtividade e de rentabilidade previamente estabelecidos.

No Brasil, a agricultura irrigada é a maior consumidora de água, dentre as diversas atividades humanas. Na maioria das áreas irrigadas, a ausência de manejo racional da água resulta em aplicação excessiva, com desperdício de água e energia. O controle da irrigação e pesquisas para determinação de lâmina ótima de irrigação contribuirá para aumentar a produtividade e qualidade de raiz de cenoura, otimizar o uso da água, e consequentemente, preservarem os recursos hídricos.

Diante do exposto, objetiva-se na presente pesquisa avaliar a influência de lâminas de irrigação em diferentes cultivares de cenoura no nordeste Sul-Mato-Grossense.



MATERIAS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Horta Municipal de Chapadão do Sul-MS, com coordenadas geográficas de 18° 41' 33" de latitude sul e 52° 40' 45" de longitude oeste, com altitude de 800 m. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.

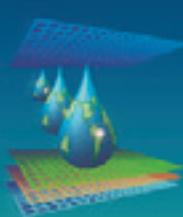
O experimento foi conduzido entre 7 de março a 8 de junho de 2013, e montando no esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas as lâminas de irrigação e nas subparcelas as cultivares de cenoura, no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. As lâminas de irrigação foram de 50, 75, 100 e 125% da evapotranspiração da cultura. As variedades de cenoura foram: Brasília Irecê, Nantes e Nantes Milena, todas da empresa Feltrin. As unidades experimentais apresentavam com 40 plantas.

O preparo do solo constou de uma gradagem, seguida do levantamento dos canteiros. A semeadura foi realizada diretamente no campo, tendo o espaçamento de 20 cm entre linhas e 2 cm entre sementes. Após as plantas apresentarem 5 folhas definitivas, foi realizado o desbaste deixando-se um espaçamento de 5 cm entre plantas. Durante o período experimental foram realizadas capinas manuais.

A cultura foi irrigada por sistema de gotejamento, por meio de fita gotejadora (mangueira gotejadora Petroisa) com vazão de aproximadamente de 3 L h⁻¹. Os emissores (gotejadores) foram espaçados de 20 cm e as fitas espaçadas entre si de 40 cm, ou seja, existia uma linha lateral para duas linhas de plantas.

A irrigação real necessária foi determinada em função de parâmetros das características do clima, planta e solo (BERNARDO et al., 2006), que representa a real necessidade de água do sistema. A equação utilizada para estimar a evapotranspiração de referência foi a de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998). Os dados meteorológicos diários utilizados no cálculo da evapotranspiração de referência foram retirados do Instituto Nacional de Meteorologia, estação de Chapadão do Sul. A precipitação pluviométrica foi obtida por meio de um pluviômetro instalado na área experimental. Os coeficientes de cultivo (K_C), de umidade do solo (K_S) e de localização (K_L) foram de acordo com BERNARDO et al. (2006).

Foram avaliadas as seguintes características: massas de raízes comerciais, não comerciais e totais. Os dados foram submetidos às análises de variância e regressão. A comparação de médias foi realizada usando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para os fatores quantitativos, os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t a 10% de probabilidade, no coeficiente de determinação (R^2) e no fenômeno biológico. Para execução das análises estatísticas foram utilizados os programas estatísticos "Assistat 7.6" e "SigmaPlot 11.0".



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão apresentadas as variações dos elementos meteorológicos durante o período experimental. Houve 21 eventos de precipitação pluviométrica totalizando em 349,5 mm. Do total precipitado, e analisando a precipitação efetiva (Tabela 1), apenas 18,0% foi consumido pela cultura nos tratamentos com lâminas de irrigação de 100 e 125% da ETc. Nos demais tratamento, 50 e 75% da ETc, a precipitação efetiva foi de 29,4 e 27,8%, respectivamente.

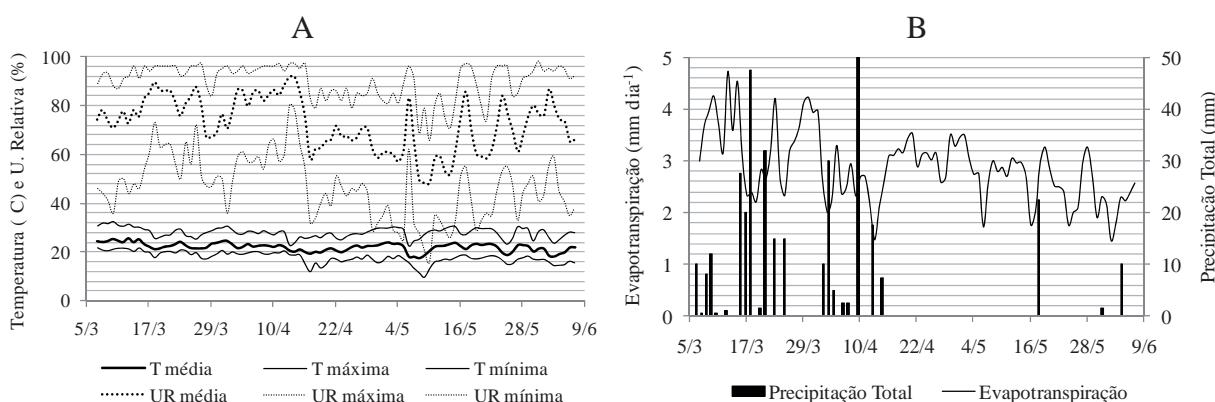


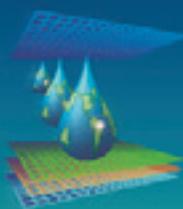
Figura 1. Valores médios, máximos e mínimos de temperatura e umidade relativa do ar (A) e precipitação total e evapotranspiração de referência (B), registrados no período experimental. Chapadão do Sul - MS, UFMS-CPCS, 2013.

Observa-se também na Tabela 1 que a lâmina de água total consumida nos diferentes tratamentos apresentaram pouca diferença, o que pode ser creditado na grande distribuição e altura de chuva ocorrida durante o período experimental (Figura 1 e Tabela 2).

Tabela 1. Precipitação efetiva, irrigação real necessária e lâmina de água total aplicada em cada tratamento. Chapadão do Sul-MS, 2013

Evento	Lâminas de Irrigação			
	50% ETc	75% ETc	100% ETc	125% ETc
Precipitação Efetiva (mm)	102,7	97,1	62,9	62,9
Irrigação Real Necessária (mm)	76,3	114,4	152,6	190,7
Lâmina de Água Total (mm)	179,0	211,5	215,4	253,6

Observa-se na Figura 2 que o aumento da lâmina de irrigação proporcionou aumento linear da massa de raiz comercial da cultivar Nantes Milena, mostrando que essa cultivar é responsiva à irrigação para esse parâmetro. Verificou-se também redução linear na massa de raiz não comercial da cultivar Nantes, em função do aumento da lâmina de irrigação. Para as demais variáveis e cultivares, as lâminas de irrigação não provocaram efeito. Esse resultado



também pode ser atribuído pela precipitação pluviométrica ocorrida na primeira metade do ciclo da cenoura. Na segunda metade do ciclo, apesar de apenas duas precipitações, o sistema radicular já havia aprofundado diminuindo o estresse hídrico. SILVA et al. (2011) avaliando diferentes lâminas de irrigação, em Itumbiara-GO, observaram aumento das características agronômicas da cenoura. Entretanto, essa pesquisa foi realizada na época seca, apresentando pouca contribuição de água pela chuva.

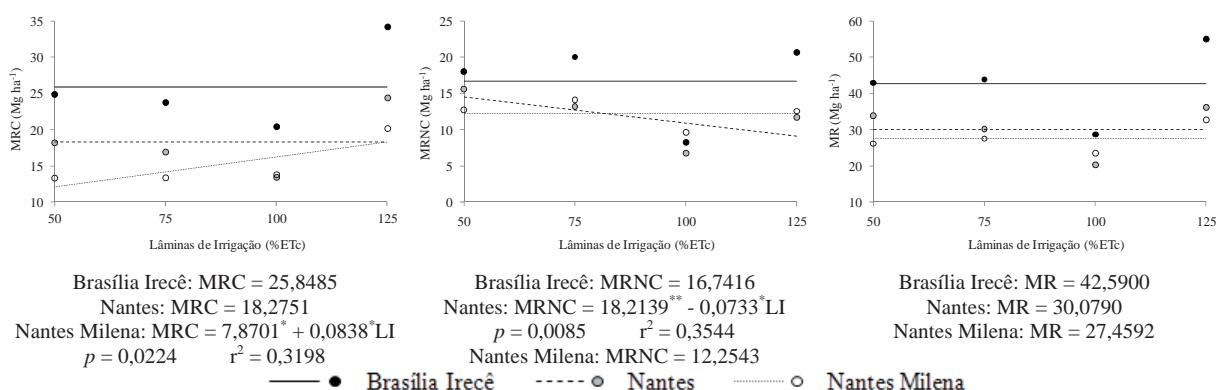
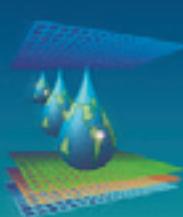


Figura 2. Valores médios de massa de raiz comercial (MRC), massa de raiz não comercial (MRNC) e massa de raiz total (MR) da cenoura em função das lâminas de irrigação. Chapadão do Sul-MS, 2013.

Quanto às variedades, verificou-se no geral, melhor desempenho da Brasília Irecê (Tabela 2), com produtividade máxima de $34,23\ Mg\ ha^{-1}$, corroborando com resultados obtidos por VILELA & BORGES (2008), em pesquisa realizada em Rio Paranaíba-MG. É oportuno ressaltar, que na lâmina de irrigação de 100% da ETc, as cultivares não apresentaram diferença significativa em nenhuma característica avaliadas.

Tabela 2. Valores médios de massa de raiz comercial (MRC), massa de raiz não comercial (MRNC) e massa de raiz total (MR) da cenoura em função das lâminas de irrigação. Chapadão do Sul-MS, 2013

Parâmetro	Variedades	Lâminas de Irrigação (% ETc)			
		50%	75%	100%	125%
MRC ($Mg\ ha^{-1}$)	Brasília Irecê	24,92 A	23,79 A	20,45 A	34,23 A
	Nantes	18,24 AB	16,96 AB	13,47 A	24,43 B
	Nantes Milena	13,36 B	13,41 B	13,84 A	20,21 B
MRNC ($Mg\ ha^{-1}$)	Brasília Irecê	18,00 A	20,04 A	8,25 A	20,69 A
	Nantes	15,61 A	13,20 A	6,75 A	11,66 B
	Nantes Milena	12,75 A	14,11 A	9,61 A	12,56 B
MR ($Mg\ ha^{-1}$)	Brasília Irecê	42,91 A	43,83 A	28,70 A	54,92 A
	Nantes	33,84 AB	30,16 B	20,22 A	36,09 B
	Nantes Milena	26,11 B	27,52 B	23,45 A	32,76 B



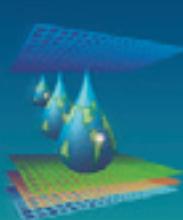
CONCLUSÃO

O aumento da lâmina de irrigação não proporciona aumento na produtividade da cenoura, na época chuvosa, em Chapadão do Sul-MS.

A cultivar Brasília Irecê dentre as cultivares avaliadas deverá ser preferida para o cultivo de cenoura na região nordeste Sul-Mato-Grossense.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 6.ed. Viçosa: Editora UFV, 2002. 656p.
- FREITAS, F.C.L.; ALMEIDA, M.E.L.; NEGREIROS, M.Z.; HONORATO, A.R.F.; MESQUITA, H.C.; SILVA, S.V.O.F. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da cenoura em função do espaçamento entre fileiras. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 473-480, 2009.
- LUZ, J.M.Q.; ZORZAL FILHO, A.; RODRIGUES, W.L.; RODRIGUES, C.R.; QUEIROZ, A.A. Adubação de cobertura com nitrogênio, potássio e cálcio na produção comercial de cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, p. 543-548, 2009.
- SILVA, V.J.; TEODORO, R.E.F.; CARVALHO, H.P.; MARTINS, A.D.; LUZ, J.M.Q. Resposta da cenoura à aplicação de diferentes lâminas de irrigação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 954-963, 2011.
- VILELA, N.J.; BORGES, I.O. Retrospectiva e situação atual da cenoura no Brasil. **Embrapa Hotaliças**, Brasília, Circular técnica 59, 10 p, 2008.



PRODUTIVIDADE DE DIFERENTES HÍBRIDOS DE TOMATEIRO IRRIGADO E EM SEQUEIRO

SOUZA, D. N.¹; CUNHA, F. F.²; SANTOS, O. F.¹; SOUZA, E. J.³; GODOY, A. R.⁴

RESUMO: Objetivou-se avaliar a produtividade comercial, não-comercial e total de híbridos de tomate em diferentes sistemas de cultivo. O experimento foi conduzido no esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os sistemas de cultivo (irrigado e sequeiro) e nas subparcelas três híbridos de tomate (Siluet, Silvetty e Lumi), no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. O período experimental foi de 4 de novembro de 2012 a 30 de janeiro de 2013. A semeadura do tomate foi realizada em bandejas de poliestireno e as mudas foram transplantadas em covas com profundidade de 30 cm e adubadas. A cultura foi conduzida por tutoramento. O tratamento irrigado foi via sistema por gotejamento e manejado por meio de reposição da água evapotranspirada. A irrigação proporcionou maior produtividade comercial de fruto do tomate Siluet e Lumi, mesmo na época chuvosa, em Chapadão do Sul-MS. Os híbridos Lumi e Silvetty devem ser preferidos pelos produtores de tomate do nordeste Sul-Mato-Grossense.

PALAVRAS-CHAVE: Irrigação por gotejamento, olericultura, *Solanum lycopersicum*.

YIELD OF DIFFERENTS TOMATO HYBRIDS IRRIGATED AND IN RAINFED

SUMMARY: This study aimed to evaluate commercial yield, non-commercial and total tomato hybrids in different cropping systems. The experiment was conducted in a scheme of split plot, having on the plots the farming systems (irrigated and rainfed) and on the subplots three tomato hybrids (Siluet, Silvetty and Lumi), with four replications on the randomized block design. The experimental period was 4 November 2012 to 30 January 2013. The sowing of the tomato was realized in polystyrene trays and seedlings were transplanted in pits with a depth of 30 cm and fertilized. The culture was conducted by staking. The treatment irrigated was via drip system and handled through replacement of water evapotranspired. The irrigation provided greater productivity commercial of fruit of tomato Siluet and Lumi, even in the rainy season in Chapadão do Sul city. The hybrids and Lumi Silvetty should be preferred by tomato growers of northeastern Mato Grosso do Sul state.

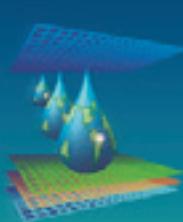
KEYWORDS: Drip irrigation, horticulture, *Solanum lycopersicum*.

¹ Graduando em Agronomia, UFMS, Caixa Postal 112, CEP 79560-000, Chapadão do Sul, MS. Fone (67)3562-6318. E-mail: d1000_daniel@hotmail.com

² Professor Adjunto, UFMS, Chapadão do Sul, MS

³ Mestrando Agronomia, UFMS, Chapadão do Sul-MS

⁴ Professora Adjunta, UEPG, Ponta Grossa-PR



INTRODUÇÃO

No Estado de Mato Grosso do Sul, o tomate ainda é um fruto pouco cultivado, mesmo com o seu alto consumo diário pela população. A Ceasa de Campo Grande-MS, “importa” de outros Estados 82,04% do total de tomate comercializado. O plantio de tomate na safra de 2010 no Estado de Mato Grosso do Sul, segundo o IBGE, foi de apenas 61 hectares, cuja produção foi de 660 Mg (FARIA, 2011). Diante disso, os preços praticados no Mato Grosso do Sul, quando comparados a outros Estados, são muito elevados. A solução lógica para esse problema seria a produção de tomate mais próximo do mercado consumidor, mas para isso, é necessário primeiramente pesquisas para identificação de cultivares mais adaptadas ao clima e melhores formas de manejos culturais para adoção maciça da atividade.

A literatura existente sobre o desempenho agronômico e econômico da cultura do tomate na região nordeste do Estado de Mato Grosso do Sul ainda é escassa, e o seu uso ainda é fundamentada em experiências empíricas de produtores, desprovidos de referências de resultados de pesquisas científicas. Portanto, há necessidade de se determinar o desempenho de materiais de tomate de mesa, que apresentem adequadas características agronômicas.

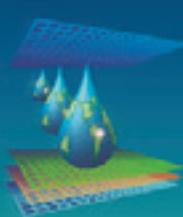
O aperfeiçoamento do sistema de produção e o uso de novas tecnologias em cultivos de tomate podem tornar-se uma realidade e melhorar o desempenho dos sistemas produtivos. Dentre essas tecnologias, o uso da irrigação é necessário, pois a irregularidade do regime pluvial torna-se restritiva ao desenvolvimento agrícola. A evapotranspiração do tomate geralmente excede a precipitação pluvial, sendo assim, a distribuição de água de maneira artificial por meio de irrigação tem sido a garantia para se produzir como planejado.

Diante do exposto, objetivou-se com a pesquisa selecionar o híbrido de tomate de mesa mais adaptado a região nordeste do Estado de Mato Grosso do Sul e comparar dois sistemas de cultivo, irrigado e sequeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Chapadão do Sul, Município de Chapadão do Sul-MS, com latitude de 18° 47' 39" Sul, longitude 52° 37' 22" Oeste e altitude de 820 m.

O experimento foi conduzido no esquema de parcela subdivididas, tendo nas parcelas dois sistemas de cultivo (irrigado e sequeiro) e nas subparcelas três híbridos de tomate, com



quatro repetições, no delineamento em blocos casualizados. Os híbridos de tomate utilizados foram: Siluet (Syngenta Seeds), Silvetty (Syngenta Seeds) e Lumi (Sakata). As unidades amostrais foram constituídas de nove plantas, espaçadas de 0,5 e 1,0 m entre planta e fileiras, respectivamente. A área total de cada parcela foi de 4,5 m².

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. O preparo do solo foi efetuado por meio de uma aração e gradagem em outubro de 2012, em seguida foi efetuada a distribuição do calcário e realizada uma segunda gradagem. Foi realizada a análise química do solo nas camadas 0-20 e 20-40 cm, e a adubação foi realizada de forma manual e de acordo com recomendações da CFSEMG (1999).

A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, utilizando-se substrato comercial, com uma semente por célula. Após 30 dias as mudas foram transplantadas em covas com profundidade de 30 cm e adubadas. O plantio ocorreu no dia 4 de novembro de 2012. A cultura foi conduzida por tutoramento.

O tratamento com manejo irrigado, foi por via sistema de gotejamento, com fita gotejadora (mangueira gotejadora Petroisa) com vazão de aproximadamente de 3 L h⁻¹. Os emissores (gotejadores) foram espaçados de 30 cm e as fitas espaçadas entre si de 40 cm.

A irrigação real necessária foi determinada em função de parâmetros das características do clima, planta e solo (Equação 1), que representa a real necessidade de água do sistema.

$$IRN_{LOC} = \sum_{dia=1}^i ET_0 K_C K_S K_L - P_E \quad (1)$$

em que, IRN_{LOC} = irrigação real necessária em sistemas localizados (mm); ET_0 = evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹); K_C = coeficiente da cultura (adimensional); K_S = coeficiente de umidade do solo (adimensional); K_L = coeficiente de localização (adimensional); e P_E = precipitação efetiva no período (mm).

Na Figura 1 estão apresentados os valores dos elementos climáticos durante o período experimental.

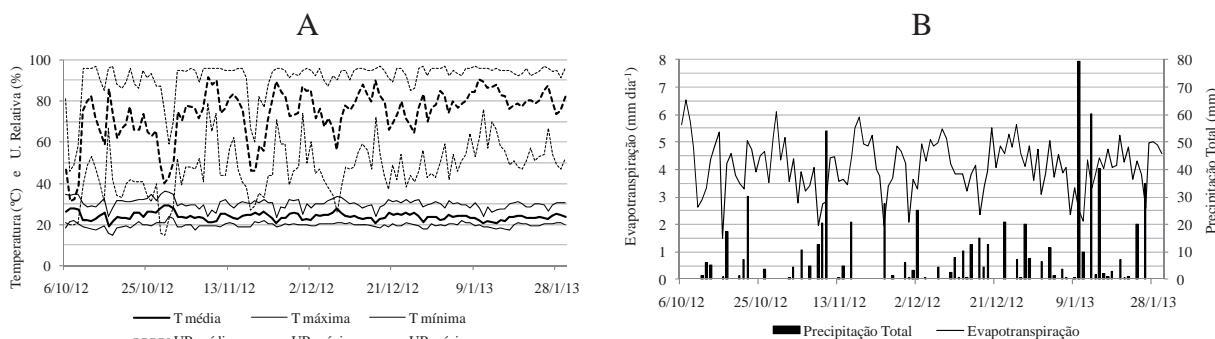
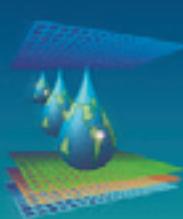


Figura 1. Valores (A) médios, máximos e mínimos de temperatura do ar e umidade relativa do ar; e (B) precipitação total e evapotranspiração de referência registrados no período experimental. Chapadão do Sul - MS, UFMS-CPCS, 2012-2013.



Foram avaliadas as produtividades comercial, não-comercial e total de frutos do tomate. A colheita dos frutos foi feita de forma manual, a partir dos 75 dias após o plantio, conforme a maturação fisiológica verde-rosado. Foram realizadas quatro colheitas em intervalos de 15 dias. Após cada colheita, os frutos eram acondicionados em caixas plásticas de 23 kg e transportados ao laboratório para análises. Os frutos foram pesados e classificados em comercial e não-comercial. Com isso foi retirada as produtividades comercial e não-comercial. A produtividade total foi a soma das produtividades comercial e não-comercial.

Os dados foram submetidos à análise de variância. A comparação de médias foi realizada usando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para execução das análises estatísticas foi utilizado o programa estatístico “ASSISTAT 7.6”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentadas as formas e quantidades de água consumida pela cultura do tomateiro, nos diferentes manejos, durante o período experimental. A lâmina total de irrigação utilizada durante o período experimental foi de 105,53 mm, inferior a outras pesquisas utilizando irrigação por gotejamento no tomateiro (KOETZ et al., 2010; SILVA et al., 2013). Essa baixa lâmina total de irrigação foi devido a grande altura e distribuição de chuvas ocorrida durante o período experimental (Figura 1).

Tabela 1. Precipitação efetiva, irrigação real necessária e lâmina de água total aplicada em cada manejo. Chapadão do Sul - MS, UFMS-CPCS, 2012-2013

Manejo	Precipitação Efetiva	Irrigação Real (mm)	Lâmina de Água Total
Sequeiro	350,12	0,00	350,12
Irrigado	256,93	105,53	362,46

No tratamento irrigado, o híbrido Lumi apresentou maior produtividade comercial de frutos de tomate em relação aos demais (Tabela 2), e seu valor é semelhante a resultados de alguns trabalhos na literatura (MOREIRA et al., 2012; OTONI et al., 2012). HEINE (2012) encontrou produtividade de 87 Mg ha^{-1} para o mesmo híbrido em Vitória da Conquista-BA, entretanto, o autor conduziu a planta do tomate em duas hastes e adensada com o espaçamento de 1,4 x 0,25 m. Outra possível explicação da maior produtividade, foi o número de colheitas realizadas, enquanto no trabalho de HEINE (2012) foram no total de onze, na presente pesquisa foram apenas quatro, por optar pela colheita dos frutos em início de maturação e coloração verde-rosado.

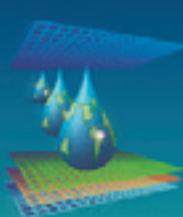


Tabela 2. Valores médios de produtividades comercial, não-comercial e total, em função do sistema de cultivo e híbrido de tomate. Chapadão do Sul - MS, UFMS-CPCS, 2012-2013

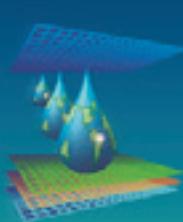
Parâmetro	Sistema de Cultivo	Híbrido de Tomateiro		
		Siluet F1	Lumi S1	Silvetty S2
Produtividade Comercial ($Mg\ ha^{-1}$)	Irrigado	37,67 aB	53,59 aA	43,56 aB
	Sequeiro	29,87 bB	46,52 bA	47,13 aA
Produtividade Não-Comercial ($Mg\ ha^{-1}$)	Irrigado	17,53 aB	27,42 aAB	36,65 aA
	Sequeiro	15,04 aA	26,61 aA	23,85 bA
Produtividade Total ($Mg\ ha^{-1}$)	Irrigado	55,20 aB	81,02 aA	80,21 aA
	Sequeiro	44,92 aB	73,13 aA	70,99 aA

Médias seguidas de letras maiúsculas diferenciam os híbridos de tomate, e seguidas de letras minúsculas diferenciam os sistemas de cultivo, de acordo com o teste de Tukey ($p<0,05$).

A irrigação proporcionou maiores produtividades comercial, em relação ao manejo da cultura no sequeiro, nos tratamentos que utilizaram os híbridos Siluet e Lumi. Esse resultado corrobora com os obtidos na literatura (KOETZ et al., 2010; MOREIRA et al., 2012; SILVA et al., 2013). SANTANA et al. (2010) trabalhando com o híbrido Andréa, em Uberaba-MG, e avaliando lâminas de irrigação entre 70 e 190% da ETc, encontraram produtividade ótima de $72,63\ Mg\ ha^{-1}$, na lâmina de irrigação de 128% da ETc. O híbrido Silvetty é menos sensível ao déficit hídrico e não apresentou diferença quando submetido aos diferentes manejos hídricos.

Quanto ao parâmetro produtividade não-comercial, o híbrido Silvetty irrigado apresentou valor superior ao Siluet irrigado. No manejo em sequeiro, os diferentes híbridos não diferiram entre si. Apenas o híbrido Silvetty foi afetado pelo manejo hídrico da cultura, em que o tratamento irrigado proporcionou maior produtividade não-comercial em relação ao manejo em sequeiro. KOETZ et al. (2008) testando diferentes lâminas de irrigação no tomateiro “Heinz 9498” em Jataí-GO, observaram aumento linear na produtividade não-comercial de frutos.

Independente do manejo hídrico do tomate, os híbridos Lumi e Silvetty apresentaram maiores produtividades totais em relação ao Siluet. Verifica-se também para esse parâmetro, que a irrigação não proporcionou efeito, não corroborando com alguns trabalhos na literatura. KOETZ et al. (2008) aplicando lâminas de irrigação entre 50 e 125% da ETc no tomate, observaram comportamento quadrático da produtividade total, alcançado valor máximo na lâmina de irrigação de 93,4% da ETc. Igualmente para outros parâmetros discutidos anteriormente, o não efeito da irrigação do tomateiro, na presente pesquisa, pode ser creditada a grande distribuição e altura de precipitação pluvial ocorrida durante o período experimental.



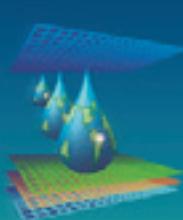
CONCLUSÃO

A irrigação proporciona maior produtividade comercial de fruto do tomate Siluet e Lumi, mesmo na época chuvosa, em Chapadão do Sul-MS.

Os híbridos Lumi e Silvety devem ser preferidos pelos produtores de tomate do nordeste de Mato Grosso do Sul para cultivo na época chuvosa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5^a aproximação.** 20.ed. Viçosa: Editora UFV, 1999. 359p.
- FARIA, C. **Somente 13 municípios de MS plantam tomate.** Campo Grande: Correio do Estado. 22 de novembro de 2010.
- HEINE, A.J.M. **Produção e qualidade do tomateiro híbrido Lumi sob adensamento e condução de hastes.** Vitória da Conquista, 2012. 77p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Sudoeste da Bahia.
- KOETZ, M.; MASCA, M.G.C.C.; CARNEIRO, L.C.; RAGAGNIN, V.A.; SENA Jr., D.G.; GOMES FILHO, R.R. Produção de tomate industrial sob irrigação por gotejamento no sudoeste de Goiás. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 2, n. 1, p. 9-15, 2008.
- KOETZ, M.; MASCA, M.G.C.C.; CARNEIRO, L.C.; RAGAGNIN, V.A.; SENA Jr., D.G.; GOMES FILHO, R.R. Caracterização agronômica e °brix em frutos de tomate industrial sob irrigação por gotejamento no sudoeste de Goiás. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 4, n. 1, p. 14-22, 2010.
- MOREIRA, J.A.A.; CARDOSO, A.F.; COSTA, L.L.; RODRIGUES, M.S.; PEIXOTO, N.; BRAZ, L.T. Manejo da irrigação para otimização da produtividade e qualidade de frutos de tomateiro em sistema de plantio direto. **Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 4, p. 408-417, 2012.
- OTONI, B.S.; MOTA, W.F.; BELFORT, G.R.; SILVA, A.R.S.; VIEIRA, J.C.B.; ROCHA, L.S. Produção de híbridos de tomateiro cultivados sob diferentes porcentagens de sombreamento. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 6, p. 816-825, 2012.
- SANTANA, M.J.; VIEIRA, T.A.; BARRETO, A.C.; CRUZ, O.C. Resposta do tomateiro irrigado a níveis de reposição de água no solo. **Irriga**, Botucatu, v. 15, n. 4, p. 443-454, 2010.
- SILVA, J.M.; FERREIRA, R.S.; MELO, A.S.; SUASSUNA, J.F.; DUTRA, A.F.; GOMES, J.P. Cultivo do tomateiro em ambiente protegido sob diferentes taxas de reposição da evapotranspiração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 40-46, 2013.



**SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO E SEUS EFEITOS NA UMIDADE DO SOLO EM
CONDIÇÕES DE SISTEMAS PRODUTIVOS IRRIGADOS DE AGRICULTURA
FAMILIAR DO SEMIÁRIDO**

R. Túlio Monção Araújo¹, E. Ferreira Coelho², T. Santos Martins Silva³, I. Parizotto³, T. Pereira de Andrade⁴, J. Carvalho Teixeira⁵, R. Cotrim de Oliveira⁵,

RESUMO

O trabalho objetivou avaliar a umidade do solo na zona radicular de diferentes culturas em sistemas de produção orgânico e convencional pelo uso de diferentes sistemas de irrigação do tipo localizada em assentamentos do Semiárido da Bahia. A avaliação dos sistemas de produção e dos sistemas de irrigação foi feita por meio de um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas com o sistema de produção na parcela e o sistema de irrigação na subparcela. As cultivares de bananeira 94-01, Pacovan e Grande Naine e a cultura da melancia foram avaliadas nos sistemas produtivos. Os resultados mostraram que o sistema orgânico quando corretamente usado favoreceu as condições físicas do solo para umidade mais adequada as culturas comparado ao sistema convencional. A umidade média do solo no entorno das plantas não diferiu para os sistemas bubbler e gotejamento regulável ou difusor e foram superiores as médias para a microaspersão.

Palavras Chave :microaspersão, bubbler,gotejamento

**IRRIGATION SYSTEMS AND THEIR EFFECS ON SOIL WATER CONTENT UNDER
CONDITIONS OF IRRIGATES PRODUCTIVE SYSTEMS FOR FAMILY
AGRICULTURE OF SEMI ARID**

SUMMARY: The work aimed to evaluate soil water content at root zone of different crops under organic and conventional production systems by using different trickle irrigation systems in settlements of semi arid ob Bahia State. The evaluation of the production and irrigation systems was accomplished by using a completely randomized design in a scheme of splitplot with the production system in the plot and the irrigation system in the subplot. The banana cultivars FHIA 18, Pacovan and Grande Naine as well water melon crop were evaluated in the production systems. Results showed that the organic system when correctly used provided better soil physical conditions for crops compared to the conventional system. The average soil water content around the plants did not differ among bubbler, adjustable drip or diffuser and were larger than the averages for microsprinkler.

Keywords: microsprinkler, bubbler, drip

INTRODUÇÃO

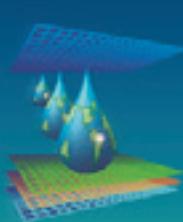
Várias recomendações de sistemas para pequena agricultura estão disponíveis, entre estes se pode citar as de Daniel Hillel (FAO, 1997) que são basicamente o uso de irrigação por potes, irrigação

¹Graduando em Agronomia, UFRB, CEP 44380000, Cruz das Almas, BA. Fone (77) 91457344. e-mail: ruanultimo@hotmail.com.

² Pesquisador, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

³ Analista, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

⁴ Técnico, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA



tipo xique-xique, low-headbubbler e algumas adaptações como uso de garrafas pets perfuradas em lugar de potes dentro do solo. No Nordeste brasileiro têm sido encontrados vários sistemas de irrigação concebidos para agricultura familiar de baixa renda, tais como a irrigação por potes, o xique-xique , irrigação de borbulhamento de baixa carga hidráulica (bubbler) , além de outros.

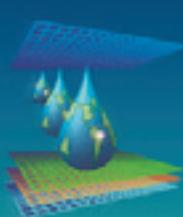
Os sistemas de irrigação comumente usados têm preços que variam de R\$ 800,00 a R\$ 1.500,00 na irrigação por sulcos a R\$ 3.000,00 a R\$ 6.000,00 para irrigação localizada (Marouelli&Siva, 2000), sendo que a irrigação por aspersão convencional varia de R\$ 1.000,00 a R\$ 5.000,00 ,inteiramente portátil a completamente fixa, respectivamente. Várias recomendações de sistemas para pequena agricultura estão disponíveis, entre estes pode-se citar as de Daniel Hillel (FAO,1997) que são basicamente o uso de irrigação por potes, irrigação tipo xique-xique, low-headbubbler e algumas adaptações como uso de garrafas pets perfuradas em lugar de potes dentro do solo. Há também citações de uso de tubos perfurados enterrados e uso de sistemas localizados com funcionamento portátil, isto é, limita-se o número de linhas laterais, que são movidas de um setor para outro após o tempo de irrigação reduzindo significativamente o custo da irrigação.

De acordo com Miranda et al.,(2001) determinar a umidade do solo e ter em mãos uma ferramenta muito importante relacionado a movimentação de água no solo podendo assim ter condições de proporcionar um manejo adequado de irrigação. Oliveira et al., (2000) abordaram que tendo-se um controle de irrigação juntamente com sistemas de manejo mais eficientes no uso da agua levaram a resultados de produção com maior economia de recursos. Portanto o conhecimento da umidade do solo é muito importante para que se obtenha um bom manejo de irrigação, com ela saberemos em que condições hídricas o solo se encontra.

O trabalho tem por objetivo avaliar a umidade do solo na zona radicular de diferentes culturas em sistemas de produção orgânico e convencional pelo uso de diferentes sistemas de irrigação do tipo localizada em assentamentos do Semiárido da Bahia.

METODOLOGIA

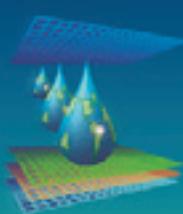
O trabalho foi desenvolvido em dois assentamentos, um localizado no território do Velho Chico (Assentamento Santo Expedito) no município de Barra-BA Latitude: 11° 5' 23" de latitude Sul, 43° 8' 30" de longitude Oeste e altitude de 398 m e o outro assentamento



localizado no território da Chapada Diamantina (Assentamento Antônio Conselheiro), no Semiárido da Bahia no município de Marcionílio Souza-Ba o qual está localizado na região de planejamento do Paraguaçu. A sede municipal tem altitude de 280 metros e coordenadas geográficas $13^{\circ}00'00''$ de latitude sul e $40^{\circ}32'00''$ de longitude oeste. Em cada assentamento foi selecionada uma área de 0,4 ha que foi dividida em duas subáreas, uma com um sistema de produção convencional e uma com sistema de produção orgânica onde o sistema convencional recebeu somente adubos minerais e o orgânico teve como fonte de nutrientes os estercos curtidos de bovinos e caprinos.. Em cada sistema de produção foram instalados os sistemas de irrigação: bubbler, gotejador regulável e gotejador difusor no Assentamento Santo Expedito. No Assentamento Antônio Conselheiro usou-se microaspersão, gotejador difusor verde, bubbler e gotejamento regulável o espaçamento de todas as bananeiras foram de 3 x 2,5 m. As características dos emissores são apresentadas na Tabela 1. As cultivares plantadas na unidade do Assentamento Santo Expedito foram cultivar Pacovan com o sistema de irrigação bubbler dentro do sistema de produção orgânico e convencional. A mesma cultivar foi plantada dentro do sistema produtivo orgânico com microaspersão. A cultivar 94-01 e Grande Naine foi plantada nos dois sistemas de produção convencional e orgânico, nos quais utilizou-se sistemas de irrigação localizada com gotejador difusor, gotejador preto rosqueável e bubbler. No assentamento do Antônio Conselheiro plantou-se melancia e a bananeira Pacovan no espaçamento 3 x 1m e 3 x 2,5 m respectivamente sabendo que nesse assentamento também se encontra os sistemas convencionais e orgânicos. Na melancia utilizou-se bubbler, gotejador regulável e gotejador difusor em ambos os sistemas, na cultivar de bananeira Pacovan utilizou-se microaspersão, gotejador preto rosqueável e gotejador difusor. As irrigações nos dois assentamentos foi orientada pela umidade no entorno da planta a 0,15 m de profundidade, com uso do método do tato (Marouillet al., 2012), uma vez que não há equipamentos para qualquer método convencional de determinação da evapotranspiração de referência.

A avaliação dos sistemas de produção e dos sistemas de irrigação foi feita por meio de um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas com o sistema de produção na parcela e o sistema de irrigação na subparcela. A variável dependente foi à umidade do solo lida com sondas de TDR100 antes de uma irrigação a uma profundidade de 15 cm consistiu na variável de interesse para análise dos sistemas de produção e dos sistemas de irrigação.

Tabela 1. Vazão dos emissores (Lh^{-1}), gotejador, Bubler e microaspersores sob duas pressões de serviço



	0,6kg/cm ²	1,2kg/cm ²
Emissor difusor verde	44,52	71,50
Emissor difusor azul	44,68	72,18
Gotregulável	16,19	26,37
Bubler	...	24,00
Microaspensor	...	60 l/h

RESULTADOS DE DISCUSSÃO

Não houve efeito dos sistemas de irrigação na variável dependente, sendo que apenas o sistema de produção teve efeito na mesma (Tabela 2). As médias de umidade foram maiores no sistema orgânico em relação ao sistema convencional para as cultivares 94-01 e GrandeNaine, indicando que a aplicação mais acentuada de esterco para suprir as necessidades nutricionais atua positivamente na estrutura do solo e em sua retenção de água, porém não houve do sistema de cultivo bananeira para a cultivar Pacovan, o que se deve ao fato de as quantidades de esterco utilizadas terem sido menores que nas outras cultivares, devido o assentamento não ter conseguido esterco suficiente para toda a área.

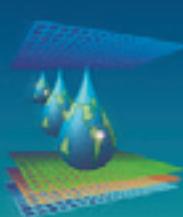
Tabela 2. Valores médios de umidade ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$) para as cultivares de bananeira 94-01 e GrandeNaine, sob diferentes sistemas de irrigação em cultivos convencional e orgânico, no Assentamento Santo Expedito, Barra-Bahia.

Cultivar de Bananeira	Sistema de Irrigação	Umidade ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$)	Sistema de Cultivo	Umidade ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$)
94-01	Bubbler	0,2125	Orgânico	0,2270 a
	Difusor	0,2205	Convencional	0,2040 b
	Gotej. regul	0,2270		
CV		9,04 %		
GrandNaine	Bubbler	0,2130	Orgânico	0,2313 a
	Difusor	0,2225	Convencional	0,2073 b
	Gotej. regul	0,2225		
CV		8,60 %		
Pacovan	Bubbler	0,2128	Orgânico	0,2040a
			Convencional	0,1960a
CV		8.23 %		

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade.

Estudos constataram a estreita relação entre o teor de umidade do solo e o crescimento e rendimento da cultura, enfatizando a importância da manutenção de um teor de umidade do solo, alto e uniforme, por todo o ciclo vegetativo (HAMADA; TESTEZLAF, 1995). Sabendo disso os experimentos locados na parte orgânica obterá maiores produtividades.

No Assentamento Antônio Conselheiro (Tabela 3) não houve efeito do sistema de produção,



orgânico e convencional na umidade do solo, isto é não houve diferença entre as médias de umidade, o que se deveu ao atraso de aplicação de esterco no sistema orgânico por parte dos produtores e ao fato de ser o solo local de maior retenção de água comparado ao do Assentamento Santo Expedito. Houve efeito dos sistemas de irrigação na umidade do solo, sendo que não houve diferenças significativas entre as médias de umidade na cultura da melancia entre os sistemas bubbler, difusor e gotejador regulável. Esse comportamento se repete para a bananeira, mas com diferença significativa da umidade média com difusor e gotejador regulável e a microaspersão. Esta pelo uso de menores pressões de serviço (80 a 120 kPa) não resultou em uma distribuição de água adequada com menor raio de ação e menor vazão. A menor pressão de serviço é comum de uso por agricultores desses assentamentos, devido ao fato de desejarem irrigar uma maior área a um só tempo.

Tabela 3. Valores médios de umidade ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$) para as culturas da melancia, abóbora e banana (GrandNaine), sob diferentes sistemas de irrigação em cultivos convencional e orgânico, no Assentamento Antônio Conselheiro, Marcionílio de Souza-Bahia.

Cultura	Sistema de Irrigação	Umidade ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$)	Sistema de Cultivo	Umidade ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$)
Melancia	Gotej. regul	0,1793 a	Convencional	0,1745
	Bubbler	0,1709 a	Orgânico	0,1735
	Difusor	0,1719 a		
Banana	Gotej. regul	0,1730 a	Convencional	0,1671
	Difusor	0,1739 a	Orgânico	0,1699
	Microaspersão	0,1585 b		

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade.

A microaspersão, em condições de pressão de serviço acima de 160 kPa resulta em distribuição de umidade do solo adequada as culturas, dependendo do tempo de irrigação, mas os sistemas de irrigação localizada gotejamento favorecem a umidade do solo próximo das raízes nos primeiros meses de desenvolvimento da bananeira em relação a microaspersão (Silva et al., 2009).

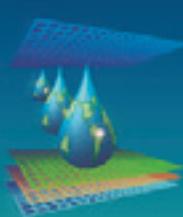
CONCLUSÕES:

O sistema orgânico quando corretamente usado favoreceu as condições físicas do solo para umidade mais adequada as culturas comparado ao sistema convencional. A umidade média do solo no entorno das plantas não diferiu para os sistemas bubbler e gotejamento regulável ou difusor e foram superior as média para a microaspersão.

REFERÊNCIAS:

FAO. A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura: Irrigationis a key tool for agricultural intensification. Disponível em <<http://www.fao.org/NEWS/1997/970704-e.htm>> Acesso em Junho de 2013.

HAMADA, E.; TESTEZLAF, R. Desenvolvimento e produtividade da alface submetida a



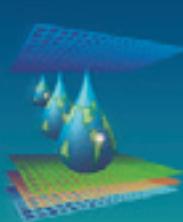
diferentes l, minas de ·guaatravÈs da irrigaÁ,o por gotejamento. Pesquisa Agropecu·ria Brasileira, Brasília, DF, v. 30, n. 9, p. 1201-1209, 1995.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. Irrigação. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. (Ed.) Tomate para processamento industrial. Brasília: Embrapa Hortalícias, 2000. p. 60-71.

MIRANDA, L.N.; AZEVEDO, J.A.; MIRANDA, J.C.C.; GOMES, A.C. Produtividade do feijoeiro em resposta a adubação fosfatada e a regimes de irrigação em solos do cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.4, p. 703-10, 2001.

OLIVEIRA, L.F.C.; NASCIMENTO, J.L.; STONE, L.F. Demanda total de água do feijoeiro nos sistemas de plantio convencional e direto. In: CONGRESOBRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2000, Fortaleza. Anais... Fortaleza: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 200.p.12-16.

SILVA, A.J.P., Variáveis de eficiência, manejo de irrigação e de produção da bananeira cultivar BRS tropical sob diferentes sistemas de microaspersão e gotejamento, 2009. Dissertação (Mestrado)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2009.



INFLUÊNCIA DO INTERVALO DE IRRIGAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DO CAFEEIRO CONILON, VARIEDADE ROBUSTA TROPICAL

Rogério Rangel Rodrigues¹, Samuel Cola Pizetta², Wilian Rodrigues Ribeiro³, Edvaldo Fialho dos Reis⁴

RESUMO: A disponibilidade de água no solo influencia direta e indiretamente o desenvolvimento da cultura. Desta forma, com o objetivo de avaliar a influência do déficit hídrico no desenvolvimento inicial do cafeiro conilon, variedade Robusta Tropical, foi elaborado um experimento em casa de vegetação no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre, ES. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, tendo como tratamento 4 intervalos de irrigação, com 4 repetições. Os 4 intervalos de irrigação foram: 1 – as plantas foram irrigadas diariamente; 3 – as plantas foram irrigadas de 3 em 3 dias; 5 – as plantas foram irrigadas de 5 em 5 dias; e 7 – as plantas foram irrigadas de 7 em 7 dias, sendo os tratamentos iniciado aos 30 dias após plantio. A época de avaliação foi aos 120 dias após início do déficit. As variáveis que foram avaliadas foram: relação altura/diâmetro e matéria total fresca da planta. Observou-se que não houve diferença estatística entre os intervalos de irrigação de 1 e 3 dias, diferindo para os demais. Somente a variável matéria total fresca decresceu linearmente com o aumento do intervalo de irrigação.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea canephora*, déficit hídrico, disponibilidade de água.

INFLUENCE OF INTERVAL OF IRRIGATION DEVELOPMENT IN INITIAL CONILON COFFEE, ROBUST TROPICAL VARIETY

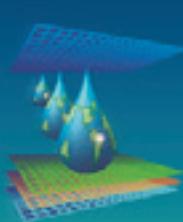
SUMMARY: The availability of water in the soil directly and indirectly influence the development of culture. Thus, in order to evaluate the influence of water deficit on initial

¹ Mestrando em Produção Vegetal. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), CEP: 29500-000, Alegre-ES, Brasil, celular: (28) 98827158, email: rogeriorr7@hotmail.com.

² Graduando em Agronomia pelo CCA-UFES, Alegre-ES.

³ Graduando em Agronomia pelo CCA-UFES, Alegre-ES.

⁴ Prof. Dr. Associado II da Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Engenharia Rural, CCA-UFES, Alegre-ES.



conilon coffee, Robusta variety Tropical, an experiment was designed in a greenhouse at the Center for Agricultural Sciences, Federal University of Espírito Santo, Alegre, ES. The experiment was conducted in a completely randomized design with 4 treatment as irrigation intervals, with 4 repetitions. The four irrigation intervals were: 1 - the plants were irrigated daily, 3 - the plants were irrigated in 3 days 3, 5 - the plants were irrigated 5 in 5 days, and 7 - the plants were irrigated 7 on 7 days, the treatments started 30 days after planting. The evaluation time was 120 days after the beginning of the deficit. The variables that were evaluated were: height / diameter ratio and total matter fresh plant. It was observed that there was no statistical difference between the irrigation intervals of 1 and 3 days, differing for others. Only the variable Total Fresh raw decreased linearly with increasing interval irrigation.

KEYWORDS: *Coffea canephora*, water deficit, water availability.

INTRODUÇÃO

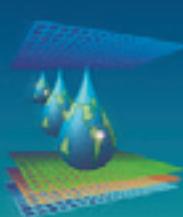
O Espírito Santo destaca-se no cenário brasileiro como o maior produtor de café Conilon. No entanto, apesar da rusticidade e adaptação do Conilon às condições edafoclimáticas do Espírito Santo, a seca tem influenciado significativamente na produtividade e na qualidade do café (FERRÃO et al., 2007).

Segundo Pinto et al. (2008), nessas regiões de estresse hídrico, as plantas cultivadas estão expostas constantemente a estresses abióticos que comprometem seu desenvolvimento inicial e consequentemente sua produção. Entender o efeito do déficit hídrico sobre os processos morfofisiológicos do cafeeiro torna-se primordial para subsidiar as pesquisas voltadas ao uso racional da água na agricultura irrigada.

Portanto, objetivou-se com esse trabalho o uso racional da água na irrigação, avaliando a resposta do desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon, variedade Robusta Tropical, em diferentes intervalos de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação instalada na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), localizada no município de Alegre-ES, latitude 20°45'48" Sul, longitude 41°29' 27" Oeste e altitude de 123 m.



Foram utilizadas mudas de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, conhecida popularmente como café Conilon, variedade Robusta Tropical (EMCAPER 8151 – Robusta Tropical).

O solo utilizado é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico. O solo foi destorradado, passado em peneira de 2 mm e homogeneizado. A aplicação de adubos químicos nos vasos foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Novais et al. (1991) para ambiente controlado.

No laboratório de Recursos Hídricos do CCA-UFES foram determinadas a umidade do solo na capacidade de campo (CC) na tensão de 0,01 MPa e a umidade do solo no ponto de murcha permanente (PMP) na tensão de 1,5 MPa, bem como a densidade do solo, de acordo com EMBRAPA (1997).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, tendo como tratamento 4 intervalos de irrigação, com 4 repetições. Os 4 intervalos de irrigação foram: 1 – as plantas foram irrigadas diariamente; 3 – as plantas foram irrigadas de 3 em 3 dias; 5 – as plantas foram irrigadas de 5 em 5 dias; e 7 – as plantas foram irrigadas de 7 em 7 dias. O déficit hídrico foi iniciado após um período de estabelecimento das plantas após plantio, esse período foi de 30 dias, durante este período as parcelas experimentais foram mantidas na capacidade de campo. O déficit foi aplicado por 120 dias após estabelecimento das plantas.

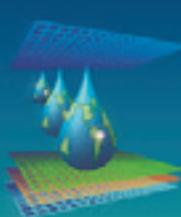
Para a realização das irrigações foi necessário determinar o peso de cada parcela experimental na capacidade de campo, sendo o peso na capacidade de campo inicial (Pcc). Após o plantio, todos os vasos foram saturados com água e deixados em drenagem livre até atingirem a umidade na capacidade de campo. Para tanto, foi feito o monitoramento da umidade do solo e pesagem dos vasos a cada 12 horas, até que fosse obtido o teor de umidade na capacidade de campo, onde foi obtido o peso inicial de cada parcela experimental, sendo este o valor do Pcc.

Ao final de cada intervalo de irrigação, todas as parcelas foram pesadas em balança eletrônica, repondo a água de forma que cada parcela retornasse ao seu devido valor de Pcc.

Cada vaso foi revestido com papel branco para reduzir a absorção de radiação solar para minimizar o aquecimento do solo, a fim de reduzir o erro experimental.

Foi avaliada a relação altura/diâmetro do caule e a matéria total fresca da planta. A biomassa fresca foi determinada em balança de precisão de 0,0001g.

Os tratamentos foram estudados mediante análises de variância, aplicando-se regressão para os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas com



o auxílio do software estatístico SAEG (Sistema para Análises Estatísticas da Universidade de Federal de Viçosa – UFV), versão 9.0 (EUCLYDES, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os valores do resumo da análise de variância (ANOVA) dos tratamentos realizados.

Tabela 1. Resumo da ANOVA e valores médios da relação altura/diâmetro do caule (RAD) e da matéria total fresca (MTF) do cafeiro conilon, variedade Robusta Tropical

QM			
FV	GL	RAD	MTF
TR	3	0,062 ns	11161,22**
Resíduo	12	0,187	173,10
Total	15		
Média Geral		5,18	177,93
CV (%)		8,35	7,39

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F.

Observa-se na Tabela 1 que apenas a matéria total fresca (MTF) foi significativa estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade. Na Figura 1 é apresentada a análise de regressão para a matéria total fresca (MTF) em função dos intervalos de irrigação.

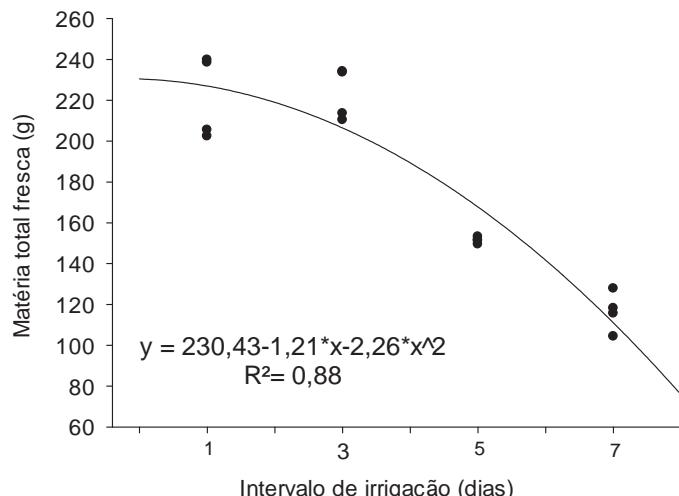
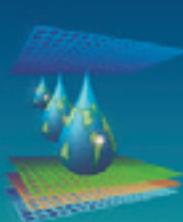


Figura 1: Análise de regressão para a matéria total fresca (MTF) em resposta aos intervalos de irrigação, aos 120 dias de avaliação.



Na Figura 1 pode-se observar que a matéria total fresca (MTF) do cafeeiro conilon decresceu linearmente com o aumento do intervalo entre irrigações. Porém, os intervalos de irrigação 1 e 3 não apresentaram diferença estatística ao nível de 1% de probabilidade, assim o intervalo de 3 dias apresenta uma maior eficiência no uso da água. No entanto, os intervalos 5 e 7 diferiram dos demais, sendo o intervalo de 7 dias o pior resultado, apresentando uma diferença de matéria total fresca de, aproximadamente, 47,43% em relação ao intervalo 1.

Alguns autores, como Camara et al. (2010a), Camara et al. (2010b), Oliveira et al. (2012) e Araujo et al. (2008), também encontraram respostas lineares decrescentes para a matéria fresca do cafeeiro conilon, quando submetido ao déficit hídrico no solo.

Diante desses resultados, torna-se primordial o conhecimento dos reais efeitos do déficit hídrico sobre o desenvolvimento do cafeeiro conilon, bem como para melhor uso racional da água na agricultura irrigada.

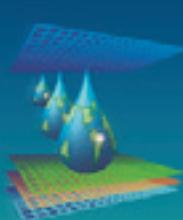
CONCLUSÕES

A relação altura/diâmetro não apresentou resultado significativo, porém, a matéria total fresca apresentou redução com o aumento do intervalo de irrigação, apresentando o intervalo de irrigação de três dias satisfatório para o uso racional da água, sem comprometer, significativamente, o desenvolvimento da cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, G. L.; MORAES, W. G.; NAZARIO, A. A.; REIS, E. F dos. Comportamento do cafeeiro conilon variedade robusta tropical Submetido a déficit hídrico nos 30 primeiros dias de desenvolvimento Inicial. In: XIV Encontro Latina Americano de Iniciação Científica, 2008, São José dos Campos, SP. Anais...São José dos Campos-SP: XII INIC, 2008. CD-ROM.

CAMARA, G. R.; CAZOTTI, M. M.; ARAÚJO, G. L.; DONATELLI JÚNIOR, E. J.; RODRIGUES, R. R.; MARTINS, C. A. S.; FIALHO, REIS, E. F. dos. Avaliação da matéria fresca e seca do sistema radicular do Cafeeiro conilon robusta tropical submetido a diferentes doses de um hidroretentor e diferentes intervalos de irrigação, em seu desenvolvimento inicial. In: XIV Encontro Latina Americano de Iniciação Científica, 2010, São José dos Campos, SP. Anais...São José dos Campos-SP: XIV INIC, 2010b. CD-ROM.



CAMARA, G. R.; CAZOTTI, M. M.; ARAÚJO, G. L.; PAES, P. P.; RODRIGUES, R. R.; MARTINS, C. A. S.; FIALHO, REIS, E. F. dos. Avaliação da matéria fresca e seca da parte aérea do cafeiro conilon robusta tropical submetido a diferentes doses de um hidroretentor e diferentes intervalos de irrigação, em seu desenvolvimento inicial. In: XIV Encontro Latina Americano de Iniciação Científica, 2010, São José dos Campos, SP. Anais...São José dos Campos-SP: XIV INIC, 2010a. CD-ROM.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997.

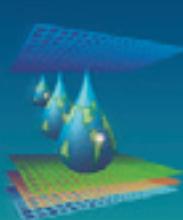
EUCLIDES, R.F. Sistema para análises estatísticas (SAEG 9.0). Viçosa: FUNARBE/ UFV. 2004.

FERRÃO, R.G.; FONSECA, A. F.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. Café Conilon. Vitória, INCAPER, 2007. 702p.

NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A.J.; GARRIDO, W.E.; ARAÚJO, J.D.; LOURENÇO, S. (Coord.). Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília : Embrapa-SEA, p.189-253, 1991.

OLIVEIRA, A. C. R.; PIZETTA, S. C.; REIS, E. F. dos. Análise do desenvolvimento inicial do cafeiro conilon Cultivar robusta tropical submetido a déficit hídrico. Encyclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15, 2012. 90p.

PINTO, C. M. et al. Crescimento, distribuição do sistema radicular em amendoim, gergelim e mamona a ciclos de deficiência hídrica. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 39, n. 03, p. 429-436, 2008.



DESENVOLVIMENTO INICIAL DO CAFEEIRO CONILON SOB DIFERENTES INTERVALOS DE IRRIGAÇÃO

Rogério Rangel Rodrigues¹, Samuel Cola Pizetta², Wilian Rodrigues Ribeiro³, Edvaldo Fialho dos Reis⁴

RESUMO: Objetivando avaliar a influência do déficit hídrico no desenvolvimento inicial do cafeiro conilon, variedade Robusta Tropical, foi elaborado um experimento em casa de vegetação no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre, ES. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, tendo como tratamento 4 intervalos de irrigação, com 4 repetições. Os 4 intervalos de irrigação foram: 1 – as plantas foram irrigadas diariamente; 3 – as plantas foram irrigadas de 3 em 3 dias; 5 – as plantas foram irrigadas de 5 em 5 dias; e 7 – as plantas foram irrigadas de 7 em 7 dias, sendo os tratamentos iniciado aos 30 dias após plantio. A época de avaliação foi aos 120 dias após início do déficit. As variáveis que foram avaliadas foram: relação parte aérea/raiz e matéria total seca da planta. Observou-se que não houve diferença estatística entre os intervalos de irrigação de 1 e 3 dias, diferindo para os demais. Somente a variável matéria total seca decresceu linearmente com o aumento do intervalo de irrigação.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea canephora*, déficit hídrico.

INITIAL DEVELOPMENT CONILON COFFEE UNDER DIFFERENT INTERVALS OF IRRIGATION

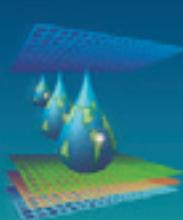
SUMMARY: To evaluate the influence of water deficit on initial conilon coffee, Robusta variety Tropical, an experiment was designed in a greenhouse at the Center for Agricultural Sciences, Federal University of Espírito Santo, Alegre, ES. The experiment was conducted in a completely randomized design with 4 treatment as irrigation intervals, with 4 repetitions.

¹ Mestrando em Produção Vegetal. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), CEP: 29500-000, Alegre-ES, Brasil, celular: (28) 98827158, email: rogeriorr7@hotmail.com.

² Graduando em Agronomia pelo CCA-UFES, Alegre-ES.

³ Graduando em Agronomia pelo CCA-UFES, Alegre-ES.

⁴ Prof. Dr. Associado II da Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Engenharia Rural, CCA-UFES, Alegre-ES.



The four irrigation intervals were: 1 - the plants were irrigated daily, 3 - the plants were irrigated in 3 days 3, 5 - the plants were irrigated 5 in 5 days, and 7 - the plants were irrigated 7 on 7 days, the treatments started 30 days after planting. The evaluation time was 120 days after the beginning of the deficit. The variables that were evaluated were: relative shoot / root and overall plant dry matter. It was observed that there was no statistical difference between the irrigation intervals of 1 and 3 days, differing for others. Only the variable Total dry matter decreased linearly with increasing interval irrigation.

KEYWORDS: *Coffea canephora*, water deficit.

INTRODUÇÃO

Entre os vários fatores limitantes da produção vegetal, o déficit hídrico ocupa posição de destaque, pois é considerado um dos principais fatores limitantes da produtividade do cafeiro, uma vez que a maior parte das áreas cultivadas com café está localizada em regiões que apresentam restrição hídrica.

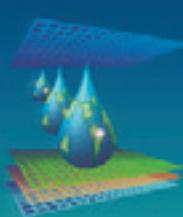
O Espírito Santo destaca-se no cenário brasileiro como o maior produtor de café Conilon. No entanto, apesar da rusticidade e adaptação do Conilon às condições edafoclimáticas capixabas, a seca tem influenciado significativamente na produtividade e na qualidade do café (FERRÃO et al., 2007). Segundo DaMatta (2004) não apenas no Brasil, mas também em diversas outras regiões do mundo, a seca é considerada o principal fator ambiental capaz de afetar a produção do cafeiro.

Em regiões de baixa precipitação pluviométrica, a agricultura irrigada tem sido uma estratégia importante para o setor agrícola, diante da grande demanda por alimentos. Porém, para Carvalho & Oliveira (2012), sistemas de irrigação capazes de aumentar a eficiência do uso da água pelas plantas, com base nas reais necessidades hídricas da cultura irrigada, contribuem para a utilização racional dos escassos recursos hídricos do planeta.

Portanto, objetivou-se com esse trabalho avaliar o desenvolvimento inicial do cafeiro conilon, variedade Robusta Tropical, à diferentes intervalos de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação instalada na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), localizada no município de Alegre-ES, latitude 20°45'48" Sul, longitude 41°29' 27" Oeste e



altitude de 123 m. O clima da região é do tipo “Aw” com estação seca no inverno, de acordo com a classificação de Köeppen. A temperatura anual média é de 23°C e a precipitação anual em torno de 1200 mm.

Foram utilizadas mudas de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, conhecida popularmente como café Conilon, variedade Robusta Tropical (EMCAPER 8151 – Robusta Tropical).

O solo utilizado é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico. O solo foi destorrado, passado em peneira de 2 mm e homogeneizado. A aplicação de adubos químicos nos vasos foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Novais et al. (1991) para ambiente controlado.

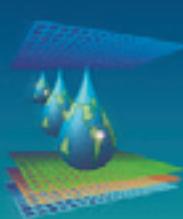
No laboratório de Recursos Hídricos do CCA-UFES foram determinadas a umidade do solo na capacidade de campo (CC) na tensão de 0,01 MPa e a umidade do solo no ponto de murcha permanente (PMP) na tensão de 1,5 MPa, bem como a densidade do solo, de acordo com EMBRAPA (1997).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, tendo como tratamento 4 intervalos de irrigação, com 4 repetições. Os 4 intervalos de irrigação foram: 1 – as plantas foram irrigadas diariamente; 3 – as plantas foram irrigadas de 3 em 3 dias; 5 – as plantas foram irrigadas de 5 em 5 dias; e 7 – as plantas foram irrigadas de 7 em 7 dias. O déficit hídrico foi iniciado após um período de estabelecimento das plantas após plantio, esse período foi de 30 dias, durante este período as parcelas experimentais foram mantidas na capacidade de campo. O déficit foi aplicado por 120 dias após estabelecimento das plantas.

Para a realização das irrigações foi necessário determinar o peso de cada parcela experimental na capacidade de campo, sendo o peso na capacidade de campo inicial (Pcc). Após o plantio, todos os vasos foram saturados com água e deixados em drenagem livre até atingirem a umidade na capacidade de campo. Para tanto, foi feito o monitoramento da umidade do solo e pesagem dos vasos a cada 12 horas, até que fosse obtido o teor de umidade na capacidade de campo, onde foi obtido o peso inicial de cada parcela experimental, sendo este o valor do Pcc.

Ao final de cada intervalo de irrigação, todas as parcelas foram pesadas em balança eletrônica, repondo a água de forma que cada parcela retornasse ao seu devido valor de Pcc.

Cada vaso foi revestido com papel branco para reduzir a absorção de radiação solar para minimizar o aquecimento do solo, a fim de reduzir o erro experimental.



Foi avaliada a relação parte aérea/raiz e a matéria total seca da planta. A biomassa seca foi determinada em estufa a 65 ~ 70°C por 72 horas ou até atingirem peso constante, em balança de precisão de 0,0001g.

Os tratamentos foram estudados mediante análises de variância, aplicando-se regressão para os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software estatístico SAEG (Sistema para Análises Estatísticas da Universidade de Federal de Viçosa – UFV), versão 9.0 (EUCLYDES, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os valores do resumo da análise de variância (ANOVA) dos tratamentos realizados.

Tabela 1. Resumo da ANOVA e valores médios da relação parte aérea/raiz (RPAR) e da matéria total seca (MTS) do cafeeiro conilon, variedade Robusta Tropical.

QM			
FV	GL	RPAR	MTS
TR	3	0,56 ns	673,89**
Resíduo	12	0,27	23,56
Total	15		
Média Geral		4,06	62,18
CV (%)		12,81	7,81

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F.

Observa-se na Tabela 1 que apenas a matéria total seca (MTS) foi significativa estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade.

Na Figura 1 é apresentada a análise de regressão para a matéria total seca (MTS) em função dos intervalos de irrigação.

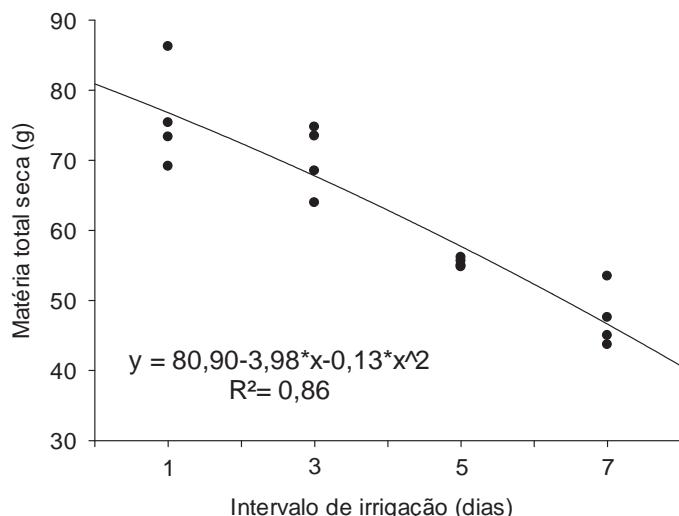
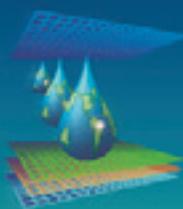


Figura 1: Análise de regressão para a matéria total seca (MTS) em resposta aos intervalos de irrigação, aos 120 dias de avaliação.

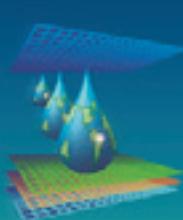
Na Figura 1 pode-se observar que a matéria total seca (MTS) do cafeiro conilon decresceu linearmente com o aumento do intervalo entre irrigações. Porém, os intervalos de irrigação 1 e 3 não apresentaram diferença estatística ao nível de 1% de probabilidade, logo o intervalo de irrigação de 3 dias utiliza a água com mais eficiência, pois produz matéria total seca próximo do intervalo 1. No entanto, os intervalos 5 e 7 diferiram dos demais, apresentando o intervalo de 7 dias o pior resultado, apresentando uma diferença de matéria total seca de, aproximadamente, 37,64% em relação ao intervalo 1.

Diversos trabalhos tem demonstrado a influência do déficit hídrico no solo sobre o desenvolvimento inicial do cafeiro conilon, como Oliveira et al. (2012) estudando o efeito do déficit hídrico sobre o desenvolvimento inicial do cafeiro conilon, variedade Robusta Tropical, Dardengo et al. (2009), Martins et al. (2006) e Araújo et al. (2011), estudando o efeito do déficit hídrico no solo sobre a matéria da parte aérea seca do cafeiro conilon.

Nesse contexto, é evidente que o manejo da irrigação é fundamental para o uso racional dos recursos hídricos, pois determina quando e quanto de água aplicar para o desenvolvimento satisfatório de uma determinada cultura.

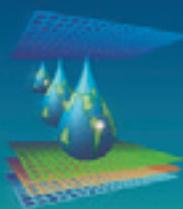
CONCLUSÕES

A relação parte aérea/raiz não apresentou resultado significativo, porém, a matéria total seca apresentou redução com o aumento do intervalo de irrigação, apresentando o intervalo de três dias como o mais eficiente no uso racional da água para a agricultura irrigada.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, G. L.; REIS, E. F. dos.; MORAES, W. B.; GARCIA, G. de O.; NAZÁRIO, A. A. Influência do déficit hídrico no desenvolvimento inicial de duas cultivares de café conilon. *Irriga*, Botucatu, v.16, n.2, p.115-124. 2011.
- CARVALHO, D. F. de.; OLIVEIRA, L. F. C. de. Planejamento e manejo da água na agricultura irrigada. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012. 240p.
- DaMATTI, F. M. Exploring drought tolerance in coffee: a physiological approach with some insights for plant breeding. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, Londrina, v.16, n.1, 2004. p.1- 6.
- DARDENGO, M. C. J. D.; REIS, E. F.; PASSOS, R. R. Influência da Disponibilidade Hídrica no Crescimento Inicial do Cafeiro Conilon. *Bioseci. J.*, Uberlândia, v. 25, n. 6, p. 1-14. 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997.
- EUCLIDES, R.F. Sistema para análises estatísticas (SAEG 9.0). Viçosa: FUNARBE/ UFV. 2004.
- MARTINS, C. C. et al. Crescimento inicial do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) Sob diferentes lâminas de irrigação. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v. 14, n. 3, p. 193-201, 2006.
- NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A.J.; GARRIDO, W.E.; ARAÚJO, J.D.; LOURENÇO, S. (Coord.). *Métodos de pesquisa em fertilidade do solo*. Brasília : Embrapa-SEA, p.189-253, 1991.
- OLIVEIRA, A. C. R.; PIZETTA, S. C.; REIS, E. F. dos. Análise do desenvolvimento inicial do cafeiro conilon Cultivar robusta tropical submetido a déficit hídrico. *Enciclopédia biosfera*, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15, 2012. 90p.



TRANSPираÇÃO RELATIVA DO CRAMBE EM RESPOSTA À FRAÇÃO DE ÁGUA TRANSPIRÁVEL NO SOLO

Rogério Rangel Rodrigues¹, Tafarel Victor Colodetti², Marcelo Antonio Tomaz³, Edvaldo Fialho dos Reis⁴

RESUMO: O conceito de fração de água transpirável no solo (FATS) tem sido bastante utilizado na avaliação das respostas das plantas cultivadas ao déficit hídrico. Objetivando avaliar o efeito da FATS sobre a transpiração relativa do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) na fase de florescimento, foi montado um experimento em casa de vegetação na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, localizada no município de Alegre-ES. Para quantificar a transpiração relativa do crambe, foram aplicados dois tratamentos, sendo dois níveis de déficit hídrico, T0 (sem déficit hídrico) e Td (déficit hídrico até as plantas atingirem 10% da transpiração relativa do T0), com quatro repetições. A transpiração relativa do crambe começou a reduzir em valor de FATS de aproximadamente de 0,5.

PALAVRAS-CHAVE: *Crambe abyssinica* Hochst, déficit hídrico.

RELATIVE TRANSPIRABLE OF CRAMBE AS A FUNCTION OF FRACTION OF TRANSPIRABLE SOIL WATER

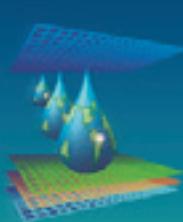
SUMMARY: The concept of fraction of transpirable soil water (FTSW) has been widely used in the evaluation of the responses of crop plants to drought. To evaluate the effect of FTSW on the relative transpiration of crambe in the flowering stage, an experiment was installed in a greenhouse in the area of the Center of Agricultural Sciences of the Federal University of Espírito Santo, in the municipality of Alegre-ES. To quantify the relative transpiration of crambe was applied two treatments, two levels of water deficit, T0 (no drought) and Td (water deficit until the plants reach 10% perspiration relative T0), with four

¹ Mestrando em Produção Vegetal. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), CEP: 29500-000, Alegre-ES, Brasil, celular: (28) 98827158, email: rogeriorr7@hotmail.com.

² Graduando em Agronomia pelo CCA-UFES, Alegre-ES.

³ Prof. Dr. do Departamento de Produção Vegetal, CCA-UFES, Alegre-ES.

⁴ Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Rural, CCA-UFES, Alegre-ES.



replications. The relative transpiration of crambe started reducing in value from approximately 0.5 FTSW.

KEYWORDS: *Crambe abyssinica* Hochst, water deficit.

INTRODUÇÃO

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) é uma espécie vegetal da família das Brassicaceae e, segundo Souza et al. (2009), tem demonstrado boa adaptação às diferentes condições climáticas.

De acordo com Katepa Mupondwa et al. (1999), essa cultura é considerada potencial para a produção industrial de biocombustíveis, pelo teor de óleo em sua composição, com valores entre 30 e 45% da semente.

Além do uso potencial do crambe na produção de biodiesel, seu óleo também pode ser utilizado como lubrificante industrial, inibidor de corrosão, como ingrediente na fabricação de borracha sintética, na fabricação e filmes plásticos, plastificantes, nylon, adesivos, antiestático e isolamento elétrico (OPLINGER et al., 2000). Segundo Carlson et al. (1996), o crambe ainda tem utilidades farmacológicas e também na alimentação de pescado.

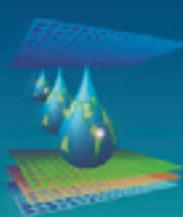
Pouco se sabe sobre as reais necessidades hídricas do crambe, o que torna essencial o estudo dos níveis adequados de água para esta cultura.

Com isso, objetivou-se avaliar a resposta da transpiração relativa do crambe sobre a disponibilidade de água no solo, utilizando-se o conceito de fração de água transpirável no solo (FATS).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, localizada no município de Alegre-ES, latitude 20°42'51,61" Sul, longitude 41°27' 24,51" Oeste e altitude de 136,82 m.

O crambe (*Crambe abyssinica* hochst) foi semeado em vasos de 8 litros preenchidos com latossolo vermelho-amarelo, sendo cada parcela experimental constituída por um vaso com uma planta. As plantas foram irrigadas diariamente até a fase de florescimento, mantendo a umidade do solo em torno de 70% da água disponível.



Os tratamentos foram instituídos quando as plantas começaram a florescer, e para quantificar a transpiração relativa do crambe, foram aplicados dois tratamentos, sendo dois níveis de déficit hídrico, T0 (sem déficit hídrico) e Td (déficit hídrico até as plantas atingirem 10% da transpiração relativa do T0), com quatro repetições. Com isso, o experimento foi conduzido em um período de sete dias.

Foi adotado o limite de 10% da transpiração relativa por assumir-se que abaixo desta taxa de transpiração os estômatos estão fechados e a perda de água é devida apenas a condutância epidérmica. Sendo assim, a transpiração relativa (TR) foi calculada pela equação 1 (SIMCLAIR & LUDLOW, 1991).

$$TR = \frac{TDT_{\text{déficit}}}{TDT_0} \quad (1)$$

em que:

TR – Transpiração relativa;

TDT déficit – Transpiração diária dos tratamentos que sofrem déficit; e

TDT₀ – Média da transpiração diária do tratamento T0.

A fração de água transpirável no solo foi calculada pela equação 2 (SIMCLAIR & LUDLOW, 1991).

$$FATS = \frac{Ppe_{\text{diário}} - Pf}{Pi - Pf} \quad (2)$$

em que:

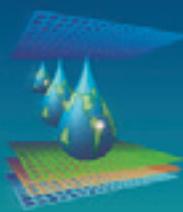
FATS – Fração de água transpirável no solo;

Ppe diário – Peso da parcela experimental em cada dia;

Pi – Peso inicial de cada parcela experimental; e

Pf – Peso final.

O solo do vaso foi coberto com isopor branco, de 2 cm de espessura, para minimizar a perda de água pela evaporação do solo. Esse procedimento visa garantir que a água perdida do



solo seja apenas pela transpiração das plantas. A transpiração relativa foi determinada diariamente.

Para ajustar as equações logísticas foi utilizado o procedimento Regression Wizard do software SigmaPlot 12.0. As equações foram utilizadas para determinar o valor de FATS em que inicia a redução da transpiração relativa. O critério utilizado para definir o valor da FATS em que iniciou a redução da transpiração relativa foi o momento em que a variável normalizada (TR) começou a decrescer na curva logística (SIMCLAIR & LUDLOW, 1991; SIMCLAIR & MUCHOW, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relação entre a variável transpiração relativa com a FATS se encontra na Figura 1.

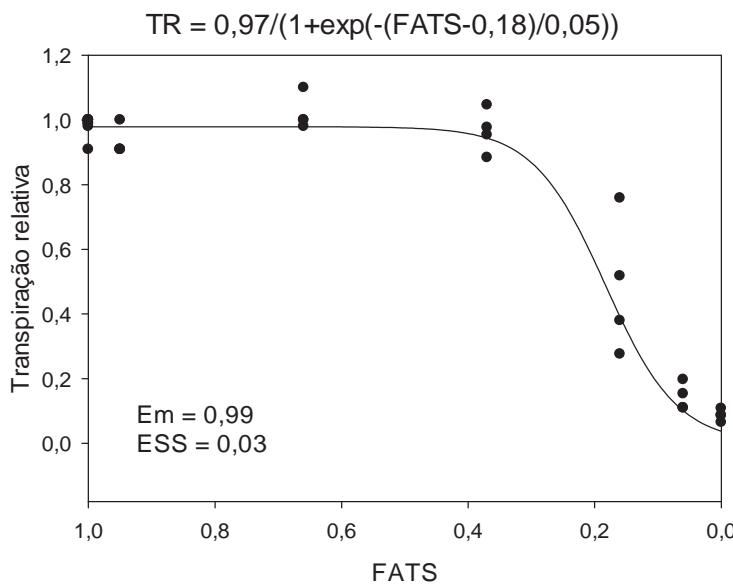
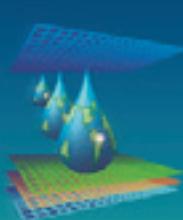


Figura 1. Regressão não linear da taxa de transpiração relativa do crambe, em função da fração de água transpirável no solo (FATS), no período de florescimento, cultivadas em casa de vegetação. Em: Eficiência do modelo, ESS: Erro-padrão da estimativa.

O valor de FATS, para o crambe na fase de florescimento, em que se iniciou a redução da transpiração relativa foi de aproximadamente 0,5.

Segundo Ray & Sinclair (1997), pequenas diferenças no valor de FATS, em que as plantas começam a reduzir a TR podem ter importantes impactos nas condições de campo, porque o fechamento prematuro de estômatos (fechamento a um maior valor de FATS)



durante um ciclo temporário de secagem do solo (déficit de curta duração) será traduzido em perda de produtividade. No entanto em condições de monocultura (sem competição com outras espécies), a espécie que fecha os estômatos em maior FATS irá poupar água e aumentar suas chances de sobrevivência durante as secas de longo prazo (déficit hídrico de duração prolongada).

O valor de FATS no qual se iniciou a redução da TR do crambe foi superior ao de culturas agrícolas anuais, como da soja (FATS = 0,40) e feijão mungo (FATS = 0,40) (SIMCLAIR & LUDLOW, 1991), milho (FATS = 0,36) (SCHIMIT & BLANKENSHIP, 2011), e superior a algumas espécies perenes como a videira (FATS = 0,35) (BINDI et al., 2005) e a tuia (*Thuja plicata* FATS = 0,35) (SINCLAIR & HOLBROOK, 2005).

O valor de FATS em que ocorreu o início do fechamento estomático foi próximo dos encontrados para a maioria das culturas anuais. Quando, aproximadamente, 50% da água disponível foi utilizada no processo de transpiração do crambe (FATS de 0,5), os estômatos começaram a fechar, comprometendo todo processo fisiológico da cultura, consequentemente o seu desenvolvimento.

CONCLUSÕES

O valor de FATS no qual se iniciou a redução da transpiração relativa do crambe foi próximo aos valores encontrados por diversos autores para cultura anual, sendo esse valor de aproximadamente 0,5.

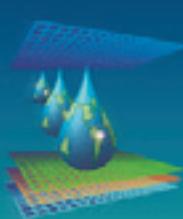
AGRADECIMENTO

Agradecimento à fundação MS por fornecer as sementes de crambe, cultivar FMS brilhante, safra 2012.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BINDI, M.; BELLESI, S.; ORLANDINI, S.; FIBBI, F.; MORIONDO, M.; SINCLAIR, T. Influence of water deficit stress on leaf area development and transpiration of Sangiovese Grapevines grown in pots. American Journal of Enology Viticulture, v. 56: p. 68-72, 2005.

CARLSON, K. D.; GARDNER, J. C.; ANDERSON, V. L.; HANZEL, J. J. Crambe: new crop success. In: JANICK, J. (ed.). Progress in new crops. Alexandria: ASHS Press, p. 306-322, 1996.



KATEPA-MUPONDWA, F. et al. Developing oilseed yellow mustard (*Sinapis alba* L.) in Western Canada. In: INTERNATIONAL RAPESEED CONGRESS, 10., 1999, Canberra, Australia. Proceedings... Canberra, Australia: The Regional Institute, 1999. 6p.

OPLINGER, E.S.; OELKE, E.A.; KAMINSKI, A. R.; PUTNAM, D. H.; TEYNOR, T. M.; DOLL, J. D.; KELLING, K. A.; DURGAN, B. R.; NOETZEL, D. M. Crambe: alternative field crops manual. St. Paul: University of Wisconsin and University of Minnesota, 2000. Disponível em: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/crambe.html>>. Acesso em: 13 de maio de 2013.

RAY, J. D.; SINCLAIR, T. R. Stomatal conductance of maize hybrids in response to drying soil. *Crop Science*, v. 37, p. 803-807, 1997.

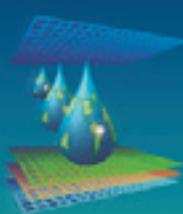
SCHIMIT, J. J.; BLANKENSHIP, E. E.; Lindquist, J. L. Corn and Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) Transpiration in Response to Drying Soil. *Weed Science*, v. 54, n. 1, p. 59-50, 2011.

SIMCLAIR, T. R.; LUDLOW, M. M. Influence of soil water supply on the plant water balance of four tropical grain legumes. *Australian Journal Plant Physiology*, v. 13, 1986. p. 319-340. Amir, J. & Sinclair, T.R. A model of water limitation on spring wheat growth and yield. *Field Crops Res.*, 29:59- 96, 1991.

SINCLAIR, T. R.; HOLBROOK, N. M.; ZWIENIECKI, M. A. Daily transpiration rates of woody species on drying soil. *Tree physiology*, v. 25, p. 1469-1472, 2005.

SINCLAIR, T. R.; MUCHOW, R. C. System analysis of plant traits to increase grain yield on limited water supplies. *Agronomy Journal*, v. 93, p. 263-270, 2001.

SOUZA, A. D. V.; FÁVARO, S. P., ÍTAVO, L. C.; ROSCOE, R. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão-manso, nabo-forrageiro e crambe. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 44, n. 10, p. 1328-1335, 2009.



INFLUÊNCIA DA COBERTURA MORTA E IRRIGAÇÃO NO POTENCIAL DE ÁGUA NO SOLO NA CULTURA DO MILHO

L. G. FARINASSI¹, L. S. VANZELA²; C. F. FERREIRA³

RESUMO: Dentre os fatores do manejo das culturas que podem influenciar no potencial matricial de água no solo, estreitamente relacionada com a umidade do solo, pode-se destacar a cobertura morta ou palhada na superfície do solo e a irrigação. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da cobertura morta na superfície do solo e da irrigação e sobre o potencial matricial de água no solo na cultura do milho. Para isto, implantou-se no município de Fernandópolis - SP, um experimento em delineamento experimental no esquema fatorial com 2 níveis de irrigação e 5 níveis de cobertura do solo por palhada. De acordo com os resultados, a cobertura morta do solo influenciou o potencial matricial médio somente na camada de 0 a 15 cm, mas com pequenas diferenças. Já os níveis de irrigação influenciaram o potencial matricial médio somente para a camada de 15 a 30 cm.

PALAVRAS-CHAVE: plantio direto, água no solo, aspersão convencional

INFLUENCE OF DEAD COVERAGE AND IRRIGATION IN POTENTIAL OF WATER SOIL WITH PLANTING CORN

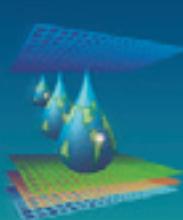
SUMMARY: Among the factors of crop management that can influence the matric potential of soil water, closely related to soil moisture, can highlight a soil mulch or straw on the soil surface and irrigation. Thus, the aim of this study was to evaluate the influence of mulch on the soil surface and irrigation and the matric potential of soil water on corn. For this was implemented in the municipality of Fernandópolis - SP, an experiment in factorial design with 2 irrigation levels and 5 levels of soil cover by straw . According to the results, the matric mulch of potential influenced was medium only in the 0 to 15 cm, but with minor differences. The levels of irrigation medium influenced the matric potential layer only 15 to 30 cm.

KEYWORDS: direct planting, water in soil, irrigation

¹ Graduando em Agronomia, UNICASTELO Estrada Projetada F-1, s/n, Fazenda Santa Rita, Fernandópolis, SP, CEP: 15600-000, Fone (17) 3465-4200. larissa_godarelli@hotmail.com

² Professor Titular, Mestrado em Ciências Ambientais, UNICASTELO. lsvanzela@yahoo.com.br

³ Mestranda em Ciências Ambientais, UNICASTELO. camilaff_gyn@hotmail.com



INTRODUÇÃO

O aumento de rendimento na cultura do milho se deve ao ganho tecnológico adquirido no cultivo dessa cultura, dentre os quais, a irrigação tem participação fundamental no incremento desse rendimento. A irrigação tem papel fundamental, não só para suprir possíveis déficits na época convencional de plantio, mas também ser uma alternativa viável para a produção na entressafra.

Mas para se utilizar eficientemente a água na irrigação é necessário o conhecimento de conceitos físico-hídricos envolvidos nas relações solo-planta-atmosfera (BERNARDO, 2006), que são necessários para o manejo da irrigação. O manejo correto da água aplicada é imprescindível para suprir adequadamente as necessidades hídricas da planta na quantidade e no momento certo, para aumentar a eficiência na utilização de água e energia e reduzir os custos com a aplicação de água.

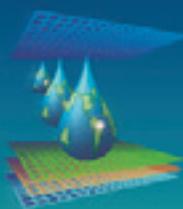
Uma das alternativas para o manejo da irrigação é o manejo via solo, que tem como objetivo manter o potencial matricial de água no solo em níveis adequados a cultura. O potencial matricial é a força com que a água fica retida nos poros do solo, sendo que quanto maior o seu valor em módulo, menor a umidade do solo.

Por isso, o sistema de preparo do solo exerce grande influência sobre esta propriedade física do solo, como já observado por URCHEI (1996). Esse autor verificou que a tensão matricial da água no solo, ao longo do ciclo do feijoeiro irrigado, foi sempre inferior no plantio direto em relação ao sistema convencional de preparo do solo. STONE & MOREIRA (2000) verificaram que a palhada atua na primeira fase do processo de evaporação da água do solo, reduzindo a taxa de evaporação diária, em razão da reflexão da energia radiante.

Sendo assim, considerando que a palhada pode ser um fator de grande importância na manutenção do potencial matricial em níveis mais baixos, é necessário conhecer até que percentual de cobertura do solo seria necessário para que este efeito fosse significativo. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da cobertura morta na superfície do solo e da irrigação e sobre o potencial matricial de água no solo na cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental da Fazenda de Ensino e Pesquisa da Universidade Camilo Castelo Branco, Campus de Fernandópolis, SP (Fazenda Santa Rita),



localizada entre as latitudes 20°16'50" e 20°18'05" Sul e as longitudes 50°17'43" e 50°16'26" Oeste. O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen, é subtropical úmido, Aw, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso (ROLIM *et al.*, 2007).

O delineamento experimental adotado foi em faixas no esquema fatorial 2 x 5, sendo os tratamentos principais constituídos de 2 níveis de irrigação (reposição de água de 45 e 100% da ETc), os tratamentos secundários constituídos de 5 níveis de cobertura do solo por palhada (0, 25, 50, 75 e 100% de cobertura) e 3 repetições (leituras às 08, 14 e 18 horas).

Este experimento foi instalado em outro experimento, cuja área foi constituída de 750 m² (16 x 45 m), divididos em 60 parcelas de 12 m², nas dimensões de 3 x 4 m. O potencial matricial de água no solo foi monitorado diariamente com tensímetro, em 10 baterias de tensímetros instaladas nas profundidades de 15 e 30 cm, nas parcelas localizadas nas faixas dos tratamentos de 45% e 100% de reposição de água pela irrigação (Figura 1).

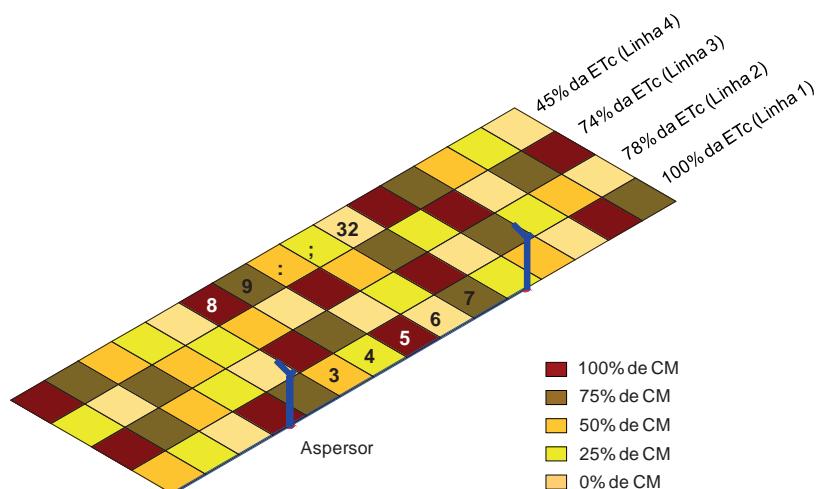


Figura 1. Detalhe da área experimental e parcelas onde foram instaladas as baterias de tensímetros (parcelas de 1 a 10).

O monitoramento tensiométrico foi realizado 3 vezes ao dia, às 08, 14 e 18 horas, 28 de março a 01 de junho de 2009, totalizando 210 medidas por bateria de tensímetro.

Os tratamentos de irrigação foram definidos pelas variações das lâminas ao longo da largura da área experimental, proporcionada por canhões (Modelo Plúvio 150) espaçados de 24 metros entre si. As taxas de aplicação em cada faixa foi determinada por dois testes (um às 10:00 e outro às 16:00) realizados em coletores instalados ao longo das faixas, sendo considerado 100% a faixa mais próxima dos canhões e as demais 78, 74 e 45% a medida que se afasta da linha de canhões (Tabela 1).

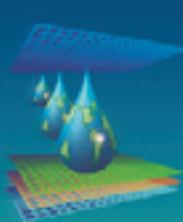


Tabela 1. Resultado médio de dois testes realizados na área experimental.

Tratamento (Linha de coletor)	Taxa de aplicação (mm/h)	CUC (%)	Reposição de água (% da ET ₀)
4	3,59	64,1	45%
1	7,94	66,8	100%

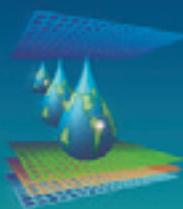
Os tratamentos de cobertura do solo foram definidos a partir da colocação manual de palhada roçada de *Brachiaria decumbens* após 15 dias da dessecação por glifosate, cultivada na própria área experimental. Para isto, após roçada, retirou-se manualmente a palhada de cada parcela, ensacada e pesada, resultando em uma média de 9,243 kg/parcela, o que correspondeu a 7,702 t/ha, sendo esta a quantidade do tratamento de 100%. Com isso, de maneira randomizada nas demais parcelas foram colocadas as seguintes quantidades: 6,932 kg (5,777 t/ha) para as parcelas de tratamento de 75% de CM, 4,621 kg/parcela (3,851 t/ha) para as parcelas de tratamento de 50% de CM e 2,311 kg/parcela (1926 t/ha) para as parcelas de tratamento de 25% de CM. E as parcelas de 0% de CM ficaram isentas de CM.

O preparo do solo consistiu em uma aração e duas gradagens niveladoras em 18/11/2008. A calagem foi realizada antes da segunda gradagem na dosagem de 1,72 t/ha de calcário dolomítico de PRNT 90%, determinada para elevar a saturação por bases a 70%. A adubação de plantio consistiu na aplicação de 222 kg/ha de P2O5 a lanço juntamente com a calagem. A semeadura da pastagem foi realizada a lanço (em 21/11/2008), após a segunda gradagem. Depois de 15 dias da semeadura realizou-se a adubação de plantio que consistiu na adubação de cobertura com 50 kg/ha de N e 90 kg/ha de P2O5 a lanço. A pastagem utilizada foi a *Brachiaria decumbens* Híbrido AG 5020 na quantidade de 8,6 kg/ha.

Após colheita da pastagem e recolocação da palhada, realizou-se a semeadura do milho com o auxílio de uma plantadeira de linhas, no espaçamento de 0,85 m entre as linhas de plantio e na densidade de 7 por metro (em 02/02/2009). O milho semeado foi o híbrido tratado AG 5020. A adubação de plantio consistiu na aplicação de 250 kg/ha da fórmula 8-28-16.

O manejo da irrigação foi realizado via atmosfera, em função da evapotranspiração do tanque classe “A” e coeficiente da cultura de acordo com ALLEN *et al.* (1998). No final do ciclo da cultura do milho as lâminas totais de irrigação aplicadas foram de 175,2 e 79,31 mm, respectivamente, para os tratamentos de reposição de água de 100 e 45% em relação a ET_c. O total de chuva registrado no período foi de 256 mm.

A análise estatística consistiu, inicialmente, na análise de variância, prosseguindo-se no o teste de Tukey para o fator níveis de irrigação (45 e 100% de reposição da ET_c) e para



análise de regressão para a avaliação do fator cobertura do solo, nas duas profundidades (15 e 30 cm). Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software SIRVAR versão 5.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na profundidade de 15 cm houve significância estatística somente para o fator isolado cobertura do solo, sendo o modelo de maior significância ($p=0,037$) o quadrático (Figura 2).

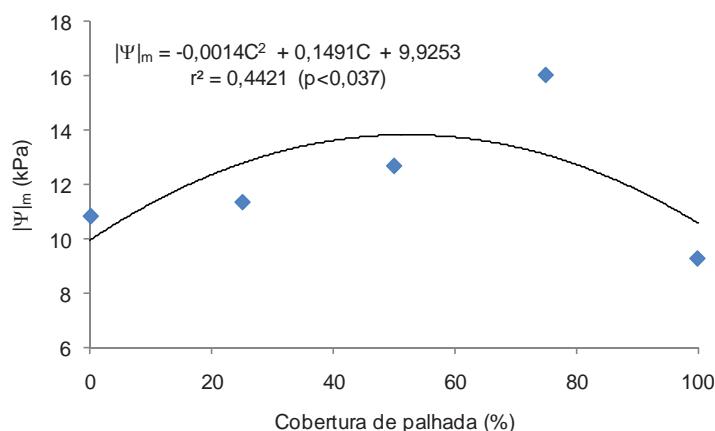


Figura 2. Resultado da análise de regressão do potencial matricial em função da cobertura de palhada no solo a 15 cm de profundidade.

Pode-se verificar que a menor média observada dos módulos dos potenciais matriciais de água no solo foi para o tratamento de 100% de palhada na cobertura do solo. No entanto, ao realizar o ajuste pelo modelo, observa-se que a diferença entre os potenciais matriciais médios para os tratamentos de cobertura de palhada, embora significativa, foi pequena. Resultados semelhantes para a cultura da soja também foram obtidos por MARTORANI *et al.* (2009) que para a profundidade de 0,15 m, não observaram diferenças significativas entre as médias de umidades volumétricas obtidas no plantio direto e convencional. Neste caso, a pouca diferenciação entre os tratamentos pode ter ocorrido em função da chuva ocorrida no período avaliado, de 260 mm e ainda bem distribuída. Este fato também pode explicar a não diferenciação do potencial matricial entre os tratamentos de irrigação.

Já para a profundidade de 30 cm, somente houve diferença estatística para o fator isolado níveis de irrigação (Figura 3), onde a menor média do módulo do potencial matricial de água no solo foi obtida no tratamento de 100% de reposição da ETc pela irrigação (Figura 3).

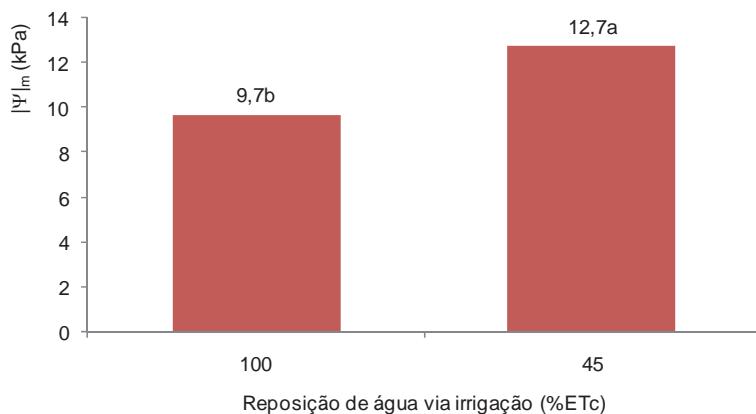
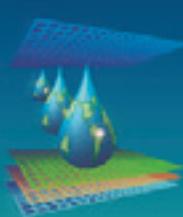


Figura 3. Resultado da comparação entre as médias do potencial matricial em função da reposição de água no solo a 30 cm de profundidade.

Neste caso, na profundidade de 30 cm, é possível que a precipitação ocorrida no período não tenha sido suficiente para uniformizar a umidade do solo nesta camada, favorecendo a maior influência da irrigação.

Com relação a não influencia da palhada no potencial matricial desta camada, se deve a redução do efeito da cobertura morta sobre o solo a medida que se aprofunda no solo, como já observado também por outros autores (MARTORANI et al., 2009; DALMAGO et al., 2009).

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que:

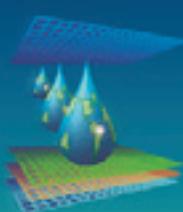
- A cobertura morta do solo influenciou o potencial matricial médio somente na camada de 0 a 15 cm, mas com pequenas diferenças.
- Que os níveis de irrigação influenciaram o potencial matricial médio somente para a camada de 15 a 30 cm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO, 1998. 297p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

BERNARDO, S. Manual de Irrigação. Imprensa Universitária. 8 ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 625p.

DALMAGO, G. A.; BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I.; KRÜGER, C. A. M. B.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M.; Retenção e disponibilidade de água às plantas, em solo sob plantio direto e preparo convencional. v.13, (Suplemento), p.855–864, 2009.

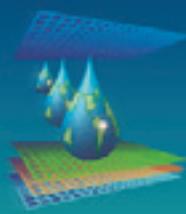


MARTORANI L. G.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; FARIA, R. T. DE; MIELNICZUK, J.; COMIRAN, F. Indicadores da condição hídrica do solo com soja em plantio direto e preparo convencional. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, p.397–405, 2009.

ROLIM, G. de S.; CAMARGO, M. B. P. DE; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. de. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. Bragantia, v.66, p.711-720, 2007.

STONE, F.; MOREIRA, J. A. A.; Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. Revista Agropecuária Brasileira, v.35, p.831-841, 2000.

URCHEI, M. A. Efeito do plantio direto e do preparo convencional sobre alguns atributos sobre alguns atributos físicos de um Latossolo Vermelho-Escuro argiloso e no crescimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) sob irrigação. Botucatu: UNESP, 1996. 150p. Tese de Doutorado.

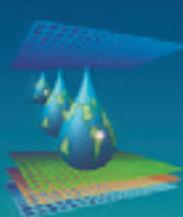


XXIII
CONIRD
Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

Evolução e Tecnologia
na Irrigação

13 º 18
OUTUBRO / 2013
Hotel Saint Louis
Luís Eduardo
Magalhães
Bahia - Brasil

QUALIDADE E REUSO DE ÁGUA



TEOR DE NITROGÊNIO FOLIAR EM ALGODEOIRO IRRIGADO COM EFLUENTE DE ESGOTO TRATADO

L.V.B.D. Silva¹, C.L.M.Santos², T.T.S. Silva³, D.R. Monteiro², V.L.A. Lima⁴; H.W. Pearson⁵

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da irrigação com água resíduária doméstica tratada e água potável sobre os teores foliares de nitrogênio em plantas de algodoeiro herbáceo sob diferentes níveis de adubação nitrogenada. Para isto, plantas de algodão foram cultivadas em vasos com capacidade para 43 L de solo e submetidas aos tratamentos que resultaram da combinação fatorial de cinco doses de nitrogênio no substrato (0, 45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹) e duas qualidades de água de irrigação (água potável e efluente doméstico tratado), com quatro repetições. Aos 60, 75, 90 e 105 dias após a emergência das plantas (DAE), determinou-se o teor de nitrogênio na quarta folha totalmente expandida das plantas de algodoeiro com auxílio de um medidor portátil de clorofila, e ao final do ciclo da cultura avaliou-se, em laboratório, as concentrações de nitrogênio no tecido de todas as folhas de cada planta. Concluiu-se que a irrigação com água resíduária proporciona teores foliares de N semelhantes àqueles observados quando se utiliza o manejo convencional, com adubação nitrogenada na dose recomendada e irrigação com água de abastecimento público. Nas plantas irrigadas com água potável a adubação nitrogenada de cobertura eleva os teores foliares de N.

PALAVRAS-CHAVE: UASB. *Gossypium hirsutum* L. Nitrogênio.

NITROGEN LEAF CONTENT IN COTTON PLANTS IRRIGATED WITH TREATED WASTEWATER

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the effect of irrigation with treated domestic wastewater on leaf nitrogen content in cotton plants cultivated under different nitrogen levels. For this, upland cotton plants were grown in pots which have capacity for 43 liters of soil and submitted to treatments that resulted from the factorial combination of five doses of nitrogen fertilization (0, 45, 90, 135 and 180 kg ha⁻¹) and two qualities of irrigation water (water supply and wastewater), with four replications. At 60, 75, 90 and 105 days after emergence (DAE), was determined the nitrogen content in the fourth fully expanded leaf of cotton plants

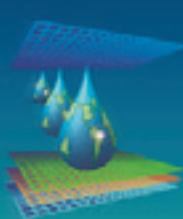
¹ Eng.Agrônoma, Doutoranda do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. Rua Aprígio Veloso, 882, Campina Grande, PB, CEP 58429-900. e-mail: ledavdantas@yahoo.com.br.

² Graduandos do curso de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

³ Mestranda do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

⁴ Profª Drª, Unidade Acadêmica de Eng. Agrícola, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, UFCG, Campina Grande, PB.

⁵ Prof. PhD, Dpto Eng. Sanitária e Ambiental, Centro de Ciências e Tecnologia, UEPB, Campina Grande, PB.



using a portable chlorophyll meter. At the end of crop cycle was evaluated, in laboratory, the nitrogen content of all leaves in each plant. It was found that irrigation with wastewater provides nitrogen leaf levels similar to those that were observed when using conventional management, i.e. recommended nitrogen fertilizer dose and tap water irrigation. Nitrogen fertilization increases the leaf nitrogen levels in plants irrigated with tap water.

KEYWORDS: UASB. *Gossypium hirsutum* L. Nitrogen.

INTRODUÇÃO

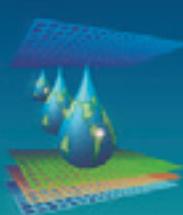
Os efluentes provenientes de despejos sanitários domésticos contêm elevados teores de nutrientes, em especial fósforo e nitrogênio, que são de grande interesse agronômico por sua destacada importância na nutrição da maior parte das espécies vegetais exploradas para atividade agrícola. O nitrogênio, em especial, é o elemento essencial mais exigido pela maioria das plantas cultivadas, sendo absorvido em elevados teores a fim de atuar como estimulante do crescimento e florescimento de plantas. No algodoeiro herbáceo, em especial, este nutriente é responsável pela regularização do ciclo das plantas e contribui sobremaneira na elevação da produtividade, sendo relacionado ainda a melhorias no comprimento e a resistência da fibra, quando aplicado em doses adequadas. No entanto, quando em doses muito elevadas, o nitrogênio pode ocasionar o prolongamento da fase vegetativa da planta resultando em retardamento do início da fase de floração e redução da produtividade das plantas. Portanto é extremamente importante o estudo dos teores de N em plantas de algodoeiro. Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da irrigação com água resíduária doméstica tratada e água de abastecimento sobre os teores foliares de nitrogênio em plantas de algodoeiro herbáceo sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em área coberta pertencente à Companhia de Águas e Esgotos do Estado da Paraíba (CAGEPA), localizada no município de Campina Grande - PB, onde se localizam a Estação de Tratamento Biológico de Esgotos (EXTRABES) e o grupo de pesquisa do Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB).

Conduziu-se o experimento em vasos de 45L preenchidos com solo classificado como Luvissolo crômico (EMBRAPA, 1999) irrigados diariamente de acordo com a necessidade hídrica da cultura, determinada em função de seu Kc.

Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 5 x 2, em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Os fatores foram constituídos por cinco doses de nitrogênio



no substrato (0, 45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹) e duas qualidades de água de irrigação (água de abastecimento público e água residuária). A água residuária doméstica utilizada no experimento foi captada da Estação de Tratamento de Esgotos situada na área experimental e tratada por meio de um reator UASB (Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente). A caracterização química das fontes de água utilizadas para irrigação se encontra na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química das duas fontes de água – potável (AP) e residuária tratada (AR) – utilizadas para irrigação

	pH	CE dS m ⁻¹	Ca	Mg	Na	K	SO ₄ meq L ⁻¹	CO ₃	HCO ₃	Cl ⁻	RAS*
AP	7,93	0,66	1,55	2,09	3,11	0,12	ausente	0,0	1,42	5,05	2,30
AR	8,00	1,61	2,21	3,90	7,25	0,53	presente	0,58	7,66	7,42	4,14

*Razão de adsorção de sódio: $RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}}$

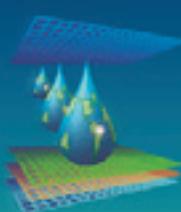
Por ocasião do plantio as unidades experimentais foram adubadas com superfosfato simples e cloreto de potássio de acordo com a dose recomendada para o algodoeiro herbáceo irrigado. A adubação nitrogenada foi realizada em função das doses determinadas pelos tratamentos mediante a aplicação de uréia de forma parcelada, com metade da dose na ocasião do plantio e o restante em cobertura aos 40 dias após a emergência das plantas.

Aos 60, 75, 90 e 105 dias após a emergência das plantas (DAE), determinou-se o teor de nitrogênio foliar das plantas de algodoeiro, por meio de um medidor portátil de clorofila – Minolta SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development) – o qual fornece leituras que se correlacionam com os teores de clorofila e nitrogênio presentes na folha. Foram realizadas 4 leituras SPAD na quarta folha totalmente expandida a partir do ápice das plantas de algodão em cada uma das unidades experimentais e a transformação dos valores SPAD em teores de nitrogênio em g kg⁻¹ no tecido foliar foi realizada utilizando equações lineares em função da fase de crescimento da cultura, de acordo com a metodologia proposta por Feibo et al. (1998). Ao final do ciclo da cultura coletou-se o tecido de todas as folhas em cada planta a fim de que fossem determinadas, em laboratório, as concentrações foliares de nitrogênio.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, seguida de análise de regressão polinomial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o resultado da análise de variância, até os 60 dias após a emergência não houve efeito significativo dos tratamentos testados nos teores de nitrogênio foliar das plantas de algodoeiro. A partir dos 75 DAE, observou-se efeito significativo tanto das doses de nitrogênio quanto das qualidades de água testadas, constatando-se também significância da



interação entre os dois fatores. Os teores de nitrogênio aferidos em laboratório ao final do ciclo da cultura foram afetados tanto pela qualidade da água de irrigação quanto pela dose de N aplicada via adubação.

Tabela 2. Síntese da análise de variância para o teor de nitrogênio foliar determinado aos 60, 75, 90 e 105 dias após a emergência (pelo método indireto com clorofilômetro portátil na quarta folha totalmente expandida) e ao final do ciclo da cultura (por análise do tecido vegetal de todas as folhas da planta)

Fonte de Variação	N-SPAD 60 DAE	N-SPAD 75 DAE	N-SPAD 90 DAE	N-SPAD 105 DAE	N-Tecido Foliar
Qualidade de água (A)	ns	*	**	**	**
Dose de nitrogênio(D)	ns	**	**	**	*
A x D	ns	**	**	**	ns
CV (%)	7,69	8,09	7,49	9,49	9,15

*, **, ns. Significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente.

O teor de N foliar apresentou comportamentos distintos para as doses de nitrogênio em função da qualidade da água de irrigação utilizada (Figura 1). Não se observou efeito das doses de N nos teores de N foliar quando a irrigação foi realizada com água residuária. Quando se utilizou o efluente tratado, no entanto, verificou-se um comportamento linear crescente, e cada aumento de 100 kg ha^{-1} N aplicado ao solo correspondeu a incrementos de aproximadamente 11 e 10 g kg^{-1} de N foliar aos 75 e 90 DAE, respectivamente.

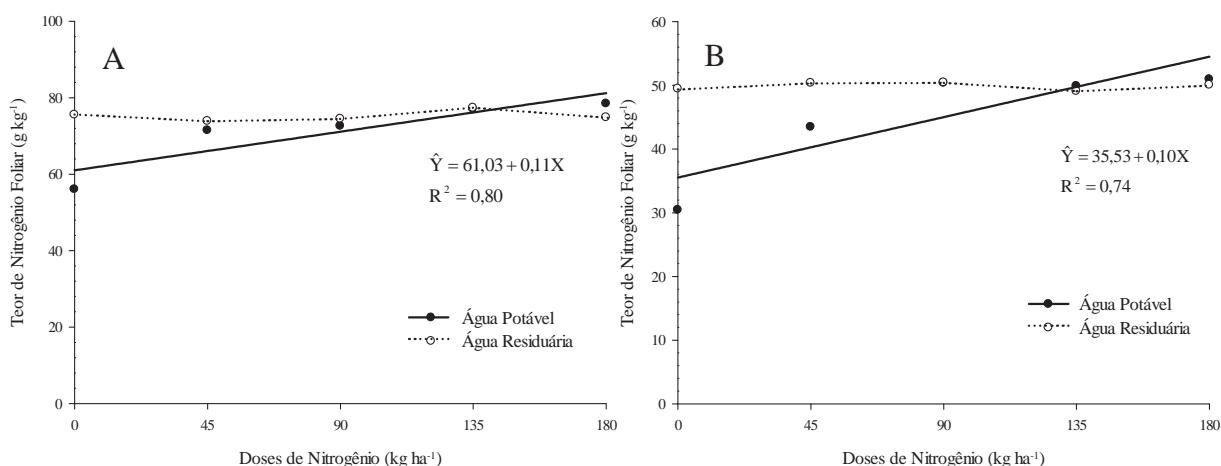
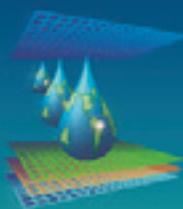


Figura 1. Efeito da adubação nitrogenada sobre o teor de nitrogênio foliar (N-SPAD) das plantas de algodoeiro determinado aos 75 (A) e 90 (B) dias após a emergência

É possível verificar ainda que, nos dois períodos avaliados, apenas a irrigação com água residuária (sem suplementação de adubação) foi suficiente para garantir às folhas do algodoeiro teor de nitrogênio semelhante ao observado quando se realizou a adubação com a dose de N recomendada para a cultura (90 kg ha^{-1} de N).



Aos 105 DAE (Figura 2) o efeito observado foi semelhante ao verificado aos 75 e 90 DAE, com efeito das doses de adubo nitrogenado apenas quando se utilizou a água potável para irrigação, quando se verificou um incremento de cerca de 11 g kg^{-1} N foliar a cada elevação de 100 kg ha^{-1} na dose de N aplicada ao solo via uréia. Constatou-se também que a aplicação de água residuária superou o teor de N foliar do manejo padrão (água de abastecimento + 90 kg ha^{-1} de N), se equiparando ao resultado obtido quando se aplicou ao solo a dose de 135 kg ha^{-1} de N irrigando com água potável.

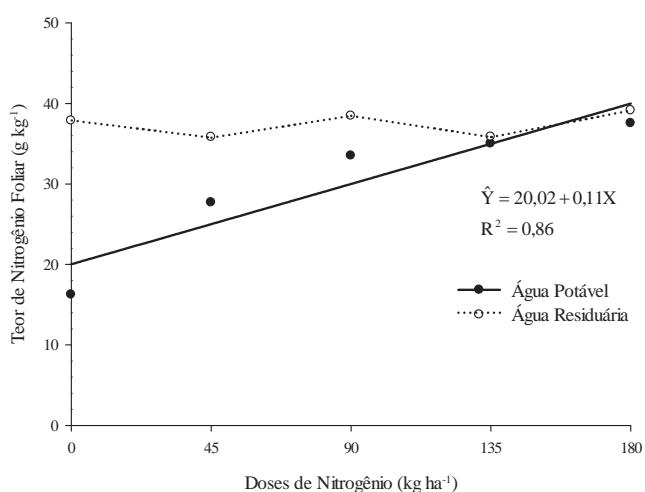
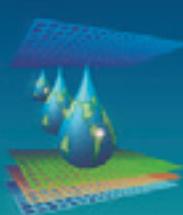


Figura 2. Efeito da adubação nitrogenada sobre o teor de nitrogênio foliar (N-SPAD) das plantas de algodoeiro determinado aos 105 dias após a emergência

A partir da fase de enchimento de maçãs, que se inicia próximo aos 75 DAE, as plantas passam a remobilizar parte de seus nutrientes das folhas para as partes produtivas da planta, sendo necessária a reposição por meio de absorção radicular. No entanto, mesmo em condições de ausência de adubo nitrogenado, as plantas de algodão irrigadas com efluente de esgoto tratado apresentaram elevados teores de N foliar, o que indica que apenas a irrigação com efluente foi suficiente para nutrir a planta adequadamente com este elemento.

Na Figura 3 é apresentado o efeito dos tratamentos no teor foliar de nitrogênio das plantas determinado em laboratório ao final do ciclo da cultura. Verificou-se que tanto a água residuária quanto a adubação nitrogenada de cobertura foram capazes de elevar o teor de N nas folhas do algodoeiro herbáceo. O fornecimento de teores de nitrogênio apropriados ao pleno desenvolvimento de várias culturas por meio da aplicação de efluentes de esgoto tratados tem sido relatado por diversos autores (OUAZZANI et al., 1996; TSADILAS & VAKALIS, 2003; LEAL et al., 2009). Isto ilustra o elevado potencial das águas residuárias de origem doméstica de adicionar ao solo, via irrigação, quantidades de N similares ou até mesmo superiores àquelas obtidas pela dose recomendada de adubo mineral para as culturas



(FEIGIN et al., 1978), contribuindo de forma significativa para a nutrição das culturas. Isto se deve, provavelmente, ao aporte contínuo de N proporcionado ao solo por meio da aplicação diária de efluente doméstico, que possibilita que as plantas acumulem o nutriente em seus tecidos de forma progressiva.

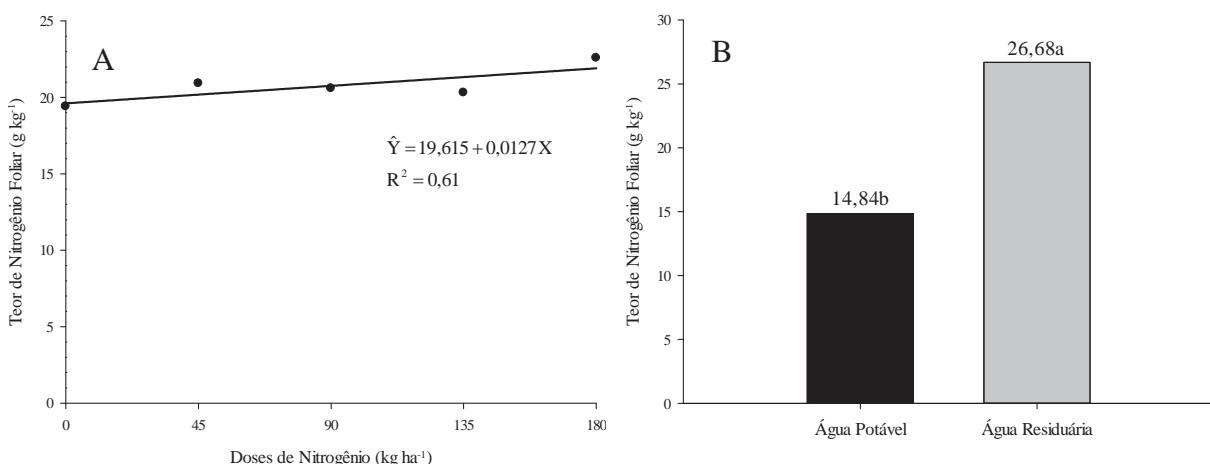


Figura 3. Efeito da adubação nitrogenada (A) e das fontes de água de irrigação (B) sobre o teor de nitrogênio determinado no tecido foliar das plantas ao final do ciclo da cultura

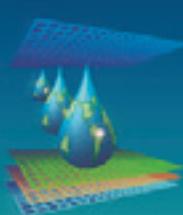
CONCLUSÕES

A irrigação com água residiária proporcionou teores foliares de N semelhantes àqueles observados quando se utilizou o manejo convencional, com adubação nitrogenada na dose recomendada e irrigação com água de abastecimento público.

Nas plantas irrigadas com água potável a adubação nitrogenada de cobertura eleva os teores foliares de N.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FEIBO, W.; LIANGHUAN, W.; FUHUA, X. Chlorophyll meter to predict nitrogen sidedress requirements for short-season cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Field Crops Research*, v.56, p.309-314, 1998.
- FEIGIN, A.; BIELORAI, H.; DAG, Y.; KIPNIS, T.; GISKIN, M. The nitrogen factor in the management of effluent- irrigated soils. *Soil Science*, v.125, p.248-254, 1978.
- LEAL, R. M. P.; FIRME, L. P.; MONTES, C. R.; MELFI, A. J.; PIEDADE, S. M. S. Soil exchangeable cations, sugarcane production and nutrient uptake after wastewater irrigation. *Scientia Agricola*, v.66, n.2, p. 242-249, 2009.
- OUAZZANI, N.; BOUSSEIHAIJ, K.; ABBAS, Y. Reuse of wastewater treated by infiltration percolation. *Water Science and Technology*, v.33, n.10/11, p.401-408, 1996.
- TSADILAS, C. D. & VAKALIS, P. S. Economic benefit from irrigation of cotton and corn with treated wastewater. *Water Science and Technology: Water Supply*, v.3, n.4, p.223-229, 2003.



RENDIMENTO DE ALGODEIRO HEREBÁCEO IRRIGADO COM EFLUENTE DE ESGOTO TRATADO EM FOSSA SÉPTICA

T.T.S. Silva¹, L.V.B.D. Silva², C.L.M.Santos³, D.R. Monteiro², V.L.A. Lima⁴, H.W. Pearson⁵

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliar a produtividade do algodoeiro sob irrigação com água resíduária tratada em diferentes níveis de adubação nitrogenada. Para isto, plantas de algodão foram cultivadas em vasos com capacidade para 43 L de solo e submetidas aos tratamentos que resultaram da combinação fatorial de cinco doses de nitrogênio no substrato (0, 45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹) e duas qualidades de água de irrigação (água de abastecimento e esgoto doméstico). A água resíduária foi tratada em fossa séptica e pós-tratada em filtro intermitente de areia, sendo a irrigação realizada de acordo com a demanda hídrica da cultura, calculada em função de seu Kc. A cultura foi conduzida até o final do ciclo, quando foram determinados o peso de 100 sementes, o peso médio de um capulho, a produção de algodão em caroço por planta e o percentual de fibra. Observou-se que, em plantas de algodoeiro, a irrigação com água resíduária promove rendimento semelhante à adubação nitrogenada nas doses recomendadas para a cultura.

PALAVRAS-CHAVE: Reuso, filtros de areia intermitentes, *Gossypium hirsutum* L.

COTTON YIELD UNDER IRRIGATION WITH TREATED WASTEWATER

ABSTRACT: The objective of this study was to examine the cotton yield response under irrigation with treated wastewater at varying levels of nitrogen fertilization. For this, upland cotton plants were grown in pots which have capacity for 43 liters of soil and submitted to treatments that resulted from the factorial combination of five doses of nitrogen in substrate (0, 45, 90, 135 and 180 kg ha⁻¹) and two qualities of irrigation water (water supply and wastewater). The wastewater was treated in tank septic and post treated in intermittent sand filter. The irrigation was done according to the crop water demand, based on its Kc. Plants were cultivated until the end of the crop cycle and were determined the weight of 100 seeds, mean weight of bolls, cotton yield per plant, and fiber percent. For cotton plants, irrigation with wastewater results in the same yield as that the N fertilization at the recommended dose.

KEYWORDS: Reuse, intermittent sand filters, *Gossypium hirsutum* L.

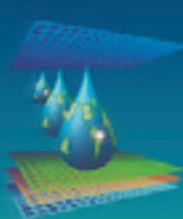
¹ Mestranda do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

² Eng. Agrônoma, Doutoranda do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. Rua Aprígio Veloso, 882, Campina Grande, PB, CEP 58429-900. e-mail: ledavdantas@yahoo.com.br.

³ Graduandos do curso de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

⁴ Profª Drª, Unidade Acadêmica de Eng. Agrícola, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, UFCG, Campina Grande, PB.

⁵ Prof. PhD, Dpto Eng. Sanitária e Ambiental, Centro de Ciências e Tecnologia, UEPB, Campina Grande, PB.



INTRODUÇÃO

O Brasil é privilegiado em termos de disponibilidade hídrica, porém a região semiárida do país é marcada pela predominância de precipitações escassas e irregulares além de apresentar elevada evapotranspiração, o que torna o uso de águas servidas uma das soluções mais viáveis para à proteção e conservação dos recursos hídricos. No entanto, o uso de esgoto sem tratamento adequado pode ser nocivo ao meio ambiente, à saúde humana, ao solo, e aos aquíferos devido à presença de poluentes e agentes patogênicos (MANCUSO & SANTOS, 2003).

Dentre os métodos disponíveis de tratamento de água, as fossas sépticas se destacam como o método de tratamento de esgoto doméstico mais amplamente utilizado em pequenas comunidades e no meio rural por ser tratar de uma alternativa de baixo custo e fácil manutenção. As fossas sépticas possuem um elevado grau de depuração, com eficiência de 70 a 80% de remoção dos poluentes e matéria orgânica, produzindo um efluente com excelente potencial para o ressodo devido à sua abundância em nutrientes altamente requeridos para o bom desenvolvimento vegetal (WHO, 1989; HENZE et al., 2002).

Objetivou-se com este trabalho avaliar a produtividade do algodoeiro submetido à irrigação com água residuária e com diferentes níveis de adubação nitrogenada.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em área coberta pertencente à Companhia de Águas e Esgotos do Estado da Paraíba (CAGEPA), localizada no município de Campina Grande - PB, onde se localizam a Estação de Tratamento Biológico de Esgotos (EXTRABES) e o grupo de pesquisa do Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB).

Conduziu-se o experimento em vasos de 45L preenchidos com solo classificado como Luvissolo crômico (EMBRAPA, 1999) irrigados diariamente de acordo com a necessidade hídrica da cultura, determinada em função de seu Kc.

Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 5 x 2, no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Os fatores foram constituídos por cinco doses nitrogênio no substrato (0, 45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹) e duas qualidades de água de irrigação (água de abastecimento e água residuária). A água residuária doméstica utilizada no experimento foi captada da Estação de Tratamento de Esgotos situada na área experimental e tratada por meio de uma fossa séptica seguida de pós-tratamento em um filtro de areia intermitente. A caracterização química das fontes de água utilizadas para irrigação pode ser observada na Tabela 1.

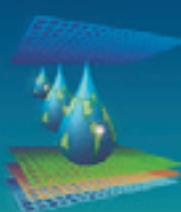


Tabela 1. Caracterização química das duas fontes de água – potável (AP) e residuária tratada (AR) – utilizadas para irrigação

	pH	CE dS m ⁻¹	Ca	Mg	Na	K	SO ₄ meq L ⁻¹	CO ₃	HCO ₃	Cl ⁻	RAS*
AP	7,93	0,66	1,55	2,09	3,11	0,12	ausente	0,0	1,42	5,05	2,30
AR	9,10	1,35	2,31	3,97	6,79	0,53	presente	1,10	1,36	7,30	3,84

*Razão de adsorção de sódio: RAS = $\frac{\text{Na}}{\sqrt{\frac{\text{Ca}+\text{Mg}}{2}}}$

A adubação nitrogenada foi realizada de acordo com as doses determinadas pelos tratamentos mediante a aplicação de uréia de forma parcelada, com metade da dose aplicada por ocasião do plantio e o restante em cobertura aos 40 dias após a emergência das plantas.

No plantio, todas as unidades experimentais foram adubadas com os fertilizantes minerais superfosfato simples e cloreto de potássio, a fim de suprir as necessidades da cultura em fósforo e potássio, de acordo com a dose recomendada para o algodoeiro herbáceo irrigado.

A cultura foi conduzida até o final do ciclo, quando foram determinados o peso de 100 sementes, o peso médio de um capulho, a produção de algodão em caroço por planta e o percentual de fibra dos capulhos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, seguida de análise de regressão polinomial.

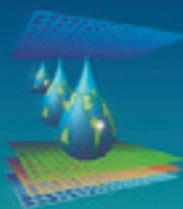
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância das variáveis peso de 100 sementes, peso médio de capulho, peso do algodão em caroço por planta e a percentagem de fibra das plantas de algodoeiro encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Síntese da análise de variância para as variáveis peso de 100 sementes, peso médio de capulho, peso de algodão em caroço por planta e percentagem de fibra das plantas de algodoeiro.

Fonte de Variação	GL	Peso 100 sementes	Peso médio de capulho (g)	A. caroço planta ⁻¹ (g)	Fibra %
Qualidade de água (A)	1	*	ns	*	*
Dose de nitrogênio(N)	4	ns	ns	*	ns
A x N	4	*	ns	*	*
CV (%)		7,12	7,70	11,59	3,88

*, ns. Significativo a 5% e não significativo, respectivamente.



Verificou-se que a qualidade de água influenciou significativamente as variáveis peso de 100 sementes, peso de algodão em caroço por planta e percentagem de fibra das plantas de algodoeiro. Foi constatada interação significativa entre os fatores qualidade de água de irrigação e doses de nitrogênio para as variáveis peso de 100 sementes, peso de algodão em caroço por planta e percentagem de fibra das plantas de algodoeiro.

Na Figura 1 são apresentados os efeitos da adubação nitrogenada sobre o peso de cem sementes e a produção de algodão em caroço. Conforme verificado na Figura 1A, o peso de cem sementes aumentou linearmente com o incremento das doses de nitrogênio, para as duas qualidades de água utilizadas na irrigação, no entanto o incremento maior no peso de 100 sementes ocorreu nas plantas irrigadas com água potável. Provavelmente, a irrigação com água resíduária supriu parte do requerimento de N da planta, minimizando o efeito do N aplicado nas plantas irrigadas com esta água de irrigação.

A variável produção de algodão em caroço apresentou comportamento distinto quanto a resposta às doses de nitrogênio de acordo com a qualidade de água de irrigação utilizada (Figura 1B). Houve incremento na produção até a dose de 126,62 kg ha⁻¹ de N quando a irrigação foi realizada com água potável enquanto que quando se utilizou água resíduária, o aumento das doses de N aplicadas não alteraram a produção do algodão em caroço.

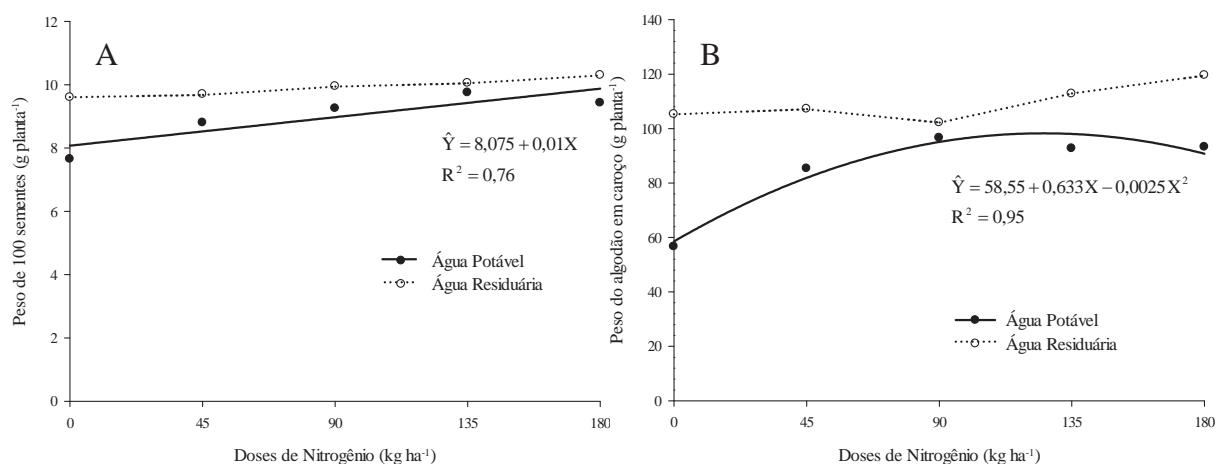
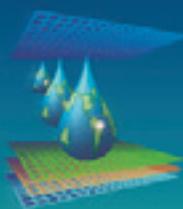


Figura 1. Efeito da adubação nitrogenada sobre o peso de 100 sementes (A) e produção de algodão em caroço (B) em algodoeiro irrigado com água potável e água resíduária

Por sua vez, a percentagem de fibra apresentou redução linear com o aumento da dose de N aplicado nas plantas irrigadas com água potável. A cada incremento de 100 kg ha⁻¹ na dose de nitrogênio aplicada ao solo, observou-se uma diminuição de 2,03% na percentagem de pluma. Esse resultado, provavelmente, é decorrente do aumento do peso das sementes com



o aumento da dose de N aplicado (Figura 1A). O aumento do peso de 100 sementes nas plantas irrigadas com água potável foi maior do que aquele das plantas irrigadas com água de abastecimento reduzindo a percentagem de fibra, uma vez que o peso médio do capulho não foi alterado.

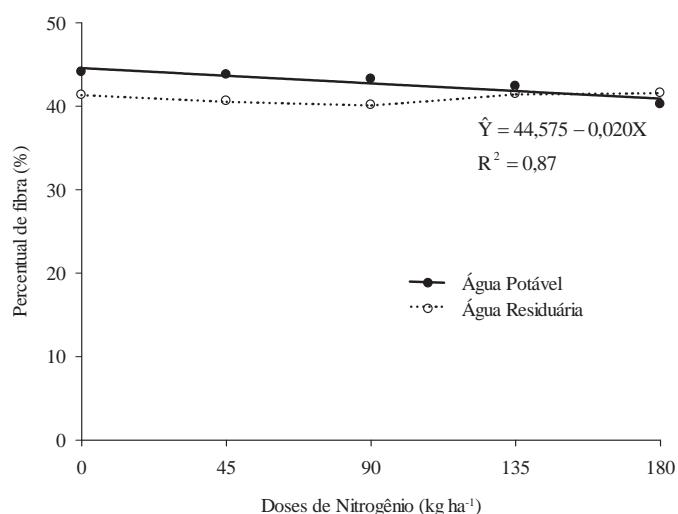


Figura 2. Efeito da adubação nitrogenada sobre a percentual fibra em plantas de algodão irrigadas com água potável e água residuária.

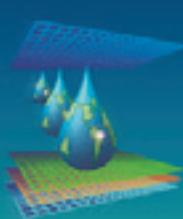
CONCLUSÕES

A irrigação com água residuária proporciona elevada produtividade de algodão em caroço sem a necessidade de adubação nitrogenada de cobertura.

Quando a irrigação é feita com água potável as plantas de algodoeiro respondem à adubação nitrogenada até a dose de aproximadamente 126 kg ha^{-1} de N.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412 p.
- HENZE, M.; HARREMÖES, P.; JANSEN, J.C. ARVIN, E. Wastewater Treatment: Biological and Chemical Processes. 3.ed. Berlim: Springer Verlag, 2002. 435p.
- MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. ed. Reuso de água. São Paulo: Manole, 2003. 579p.
- WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture: report of a WHO scientific group. Geneva, 1989. 74p. (WHO Technical Report Series, 778).



CRESCIMENTO DE PINHÃO MANSO SUBMETIDO À IRRIGAÇÃO COM ÁGUA RESIDUÁRIA E ADUBAÇÃO COM FARELO DE MAMONA

T.T.S.Silva¹, C.L.M.Santos², U.C.Q.Ferreira³, J.K.S.Bevenuto⁴, V.L.A.Lima⁵,
N.E.M.Beltrão⁶; L.V.B.D.Silva⁷

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da irrigação com esgoto tratado e da adubação com farelo de mamona no crescimento de plantas de pinhão manso. Para isso, plantas de pinhão manso foram cultivadas em vasos de 200 litros de capacidade dispostos ao ar livre, no Programa de Pesquisa em Saneamento Básico – PROSAB, em Campina Grande, PB. O experimento consistiu de uma combinação fatorial (2 x 4), sendo os fatores dois tipos de água de irrigação (residuária e de abastecimento) e quatro doses de farelo de mamona (50, 100, 150 e 200 kg N ha⁻¹), em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. As avaliações iniciaram aos 146 dias após o transplantio (DAT) e foram feitas a cada 42 dias, avaliando-se as variáveis, altura e diâmetro caulinar. Os resultados indicaram que a irrigação com água residuária proporciona aumento no crescimento das plantas de pinhão manso. A adubação orgânica com farelo de mamona não afetou o crescimento das plantas de pinhão manso.

PALAVRAS-CHAVE: adubação orgânica, *Jatropha curcas* L., UASB.

PHYSIC NUT PLANTS GROWTH UNDER IRRIGATION WITH WASTEWATER AND FERTILIZATION WITH CASTOR MEAL

SUMMARY: The objective of this study was to evaluate the effects of irrigation with treated wastewater and organic fertilization with castor meal in plant growth of physic nut plants. For this, physic nut plants were grown in 200 L pots exposed to weather conditions in Research Program Sanitation (PROSAB) area in Campina Grande, PB. The experiment consisted of a factorial combination (2 x 4) of two types of irrigation water (wastewater and water supply) and four levels of castor meal (50, 100, 150 and 200 kg N ha⁻¹) in a randomized block design with four replications. Evaluations started at 146 days after transplanting (DAT) and were

¹ Eng. Agrícola, Mestranda do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. Rua Aprígio Veloso, 882, Campina Grande, PB, CEP 58429-900. E mail: tainara.eng.agri@gmail.com

² Graduanda do curso de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

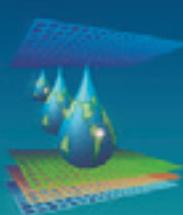
³ Engenheira agrícola. Doutora em Eng. Agrícola.

⁴ Zootecnista, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, UFPB, Areia, PB.

⁵ Profª Drª, Unidade Acadêmica de Eng. Agrícola, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, UFCG, Campina Grande, PB.

⁶ Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa em Algodão, EMBRAPA Algodão, Campina Grande, PB.

⁷ Eng.Agrônoma, Doutoranda do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.



made at every 42 days when were evaluated the height and stem diameter of plants. The results indicated that irrigation with wastewater provides an increase in plant growth of physic nut plants. The organic fertilization with castor meal did not affect the plants growth.

KEYWORDS: organic fertilization, *Jatropha curcas* L., UASB.

INTRODUÇÃO

No intuito de substituir os derivados do petróleo por fontes renováveis de energia que apresentem menor impacto ao ambiente os estudos sobre matérias-primas vegetais vêm se intensificando a cada ano. Em busca de um alto potencial produtivo e óleos de boa qualidade o pinhão manso é um dos alvos de pesquisa que segundo HELLER (1996) é tolerante à seca, às altas temperaturas e se desenvolve bem em regiões de baixa fertilidade natural, características típicas do semiárido brasileiro.

A prática da irrigação de culturas com águas de reuso é uma alternativa à conservação dos recursos hídricos, sendo uma opção para regiões que sofrem pela escassez de água e assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da irrigação com esgoto tratado e da adubação com farelo de mamona no crescimento de plantas de pinhão manso.

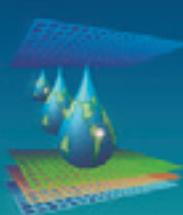
MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em lisímetros instalados em área ocupada pelo Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB) onde também situa-se a Estação de Tratamento Biológico de Esgotos (EXTRABES) na cidade de Campina Grande – PB, localizada nas coordenadas 7°13'11" Sul, 35°52'31" Oeste, a 550 m acima do nível do mar.

A espécie utilizada foi o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) do genótipo Garanhuns – PE. A água residuária, de origem doméstica, foi proveniente da Estação de Tratamento de Esgotos e submetida a um pré-tratamento por meio de Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente (UASB).

O experimento consistiu de uma combinação fatorial (2 x 4), com dois tipos de águas (residuária e de abastecimento) quatro doses de farelo de mamona(as quais corresponderam às doses de 50, 100, 150 e 200 kg N ha⁻¹), em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições.

Inicialmente as sementes foram colocadas em estufa para quebra da dormência, logo após uma semana semeadas em tubetes contendo aproximadamente 170g de substrato. Dez dias após a emergência as plântulas foram transplantadas para um vaso com capacidade de 200 litros, com um dreno na parte inferior para saída do esgoto.



Cada vaso foi preenchimento com solo e irrigado com uma lâmina de água suficiente para alcançar a umidade próxima da capacidade de campo. Logo após foi realizada a adubação nitrogenada, de acordo com cada tratamento pré – estabelecido (Tabela 1). As características do solo utilizado no experimento estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Adubação orgânica das plantas do pinhão manso com farelo de mamona.

Nível de adubação com farelo de mamona	Quantidade utilizada por lisímetro
50 kg ha ⁻¹	33,64 g lisímetro ⁻¹
100 kg ha ⁻¹	67,29 g lisímetro ⁻¹
150 kg ha ⁻¹	100,93 g lisímetro ⁻¹
200 kg ha ⁻¹	134,57 g lisímetro ⁻¹

Tabela 2: Características físicas do solo.

Areia (mm)	Silte (mm)	Argila (mm)	Argila dispersa	Grau de floculação	ρ do solo	ρ da partícula	Porosidade total
Grossa 2-0,2 0,2- 0,05	Fina 0,05- 0,002	0,05- <0,002	<0,002	-----	-----	-----	-----
589 g kg ⁻¹	297 g kg ⁻¹	68 g kg ⁻¹	46 g kg ⁻¹	25 g kg ⁻¹	456 g kg ⁻¹	1,37 g cm ⁻³	2,64 g cm ⁻⁴
							0,48 m ³ m ⁻³

Análise realizada no laboratório de solos na UFPB/CCA. ρ = densidade.

Tabela 3: Características químicas do solo.

pH H ₂ O	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	M.O.
---	---	---	---	---	cmol _c dm ⁻³	---	---	---	%	g kg ⁻¹
6,33	3,59	72,36	0,17	1,40	1,35	0,45	2,16	3,56	60,67	3,98

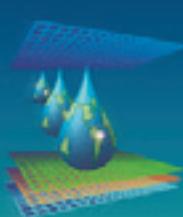
Análise realizada no laboratório de solos na UFPB/CCA

As avaliações iniciaram aos 146 dias após o transplantio (DAT), e foram feitas a cada 42 dias, avaliando-se as variáveis relacionadas ao crescimento da planta, altura e diâmetro caulinar.

Para análise dos resultados foi realizada a análise de variância com nível de 1% e 5% de probabilidade e utilizadas as comparações de médias aplicando-se o teste de Tukey ao nível de 5%, utilizando o programa ASSISTAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância para a altura de planta do pinhão manso aos 146, 188, 230 e 272(DAT) encontram-se na Tabela 4.



Verifica-se que a qualidade de água ocasionou diferenças significativas para a altura das plantas a partir dos 230 DAT. As doses de farelo de mamona utilizadas na adubação das plantas não ocasionaram diferenças quanto ao crescimento em altura, bem como não houve interação entre os dois fatores avaliados.

Tabela 4: Resumo da análise de variância para a altura de plantas do pinhão manso aos 146, 188, 230 e 272 DAT.

Fonte de Variação	GL	Altura de planta			
		146 DAT	188 DAT	230 DAT	272 DAT
Qualidade de água (A)	1	ns	ns	**	**
Dose de farelo de mamona (D)	3	ns	ns	ns	ns
Bloco	3	ns	ns	ns	ns
A x D	3	ns	ns	ns	ns
Tratamentos	7	ns	ns	**	**
CV (%)		8,97	13,09	7,75	7,57

ns; *; **; DAT: Não significativo; Significativo a nível de 5%; Significativo a nível de 1%; Dias após o transplante.

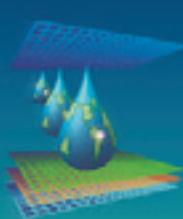
Na avaliação feita aos 146 DAT e 188 DAT não foram verificados efeitos da água de irrigação na altura de plantas (Tabela 5). Entretanto, a irrigação com água resíduária ocasionou o aumento na altura das plantas do pinhão manso aos 230 e 272 DAT, ou seja, seu uso permitiu um melhor desempenho das plantas.

Tabela 5. Valores médios de altura de planta (em cm) das plantas de pinhão manso aos 146, 188, 230 e 272 DAT

Fatores	Altura da planta (cm)			
	146 DAT	188 DAT	230 DAT	272 DAT
<i>Fonte de Água</i>				
Água Potável	106,33 a	132,52 a	114,95 a	157,37 a
Água Residuária	110,17 a	134,99 a	160,18 b	185,37 b
<i>Doses de farelo de mamona</i>				
D1	107,83	136,73	157,24	177,75
D2	109,43	131,38	150,75	170,12
D3	109,83	133,40	150,83	168,25
D4	105,93	133,54	151,46	169,37

A1; A2; D1; D2; D3; D4: água de abastecimento; água resíduária; dose de 50, 100, 150 e 200 Kg N ha⁻¹ de farelo de mamona, respectivamente. Em cada coluna médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade

Na Tabela 6, são apresentados os resultados da análise de variância para a variável diâmetro caulinar. Para esta variável verificou-se efeito significativo da água de irrigação,



bem como interação significativa entre os dois fatores nas avaliações realizadas a partir de 188 DAT.

Tabela 6: Resumo da análise de variância o diâmetro caulinar das plantas de pinhão manso aos 146, 188, 230 e 272 DAT

Fonte de Variação	GL	Diâmetro caulinar			
		146 DAT	188 DAT	230 DAT	272 DAT
Qualidade de água (A)	1	ns	*	**	**
Dose de farelo de mamona (D)	3	ns	ns	ns	ns
Bloco	3	ns	ns	ns	ns
A x D	3	ns	**	**	ns
Tratamentos	7	ns	**	**	**
CV (%)		8,97	13,09	7,75	7,57

ns; *; **; DAT: Não significativo; Significativo a nível de 5%; Significativo a nível de 1%; Dias após o transplante.

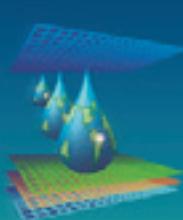
A irrigação das plantas de pinhão-manso com água resíduária aumentou o diâmetro caulinar à partir das 188 DAT (Tabela 7).

Tabela 7. Valores médios de diâmetro caulinar das plantas (em cm) de pinhão manso aos 146, 188, 230 e 272 DAT

Fatores	Diâmetro caulinar			
	146 DAT	188 DAT	230 DAT	272 DAT
<i>Fonte de Água</i>				
Água Potável	5,27 a	6,11 a	6,75 a	7,4 a
Água Residuária	5,49 a	6,4 b	7,08 b	7,75 b
<i>Doses de farelo de mamona</i>				
D1	5,23	6,24	6,90	7,56
D2	5,43	6,40	7,05	7,70
D3	5,34	6,21	6,90	7,59
D4	5,52	6,18	6,82	7,46

A1; A2; D1; D2; D3; D4: água de abastecimento; água resíduária; dose de 50, 100, 150 e 200 Kg N ha⁻¹ de farelo de mamona respectivamente. Em cada coluna médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5 % de probabilidade.

Esse comportamento das plantas de pinhão-manso, (como também foi possível observar na altura das plantas) em função da irrigação com água resíduária, provavelmente, é decorrente do elevado aporte de nutrientes, o que se traduziu em crescimento das plantas logo na segunda avaliação, estando de acordo com os relatos de FOLEGATTI et al. (2005) que



defende o uso de efluentes na irrigação por ter alto poder fertilizante, com macro e micro nutrientes em abundância, podendo ser disponibilizados aos vegetais.

Como foi possível observar nas tabelas anteriores, as doses de nitrogênio às quais as plantas de pinhão manso foram submetidas não ocasionaram efeito significativo para nenhuma das variáveis estudadas isto pode ter ocorrido provavelmente pela rusticidade da cultura do pinhão manso conforme BRASIL (1985).

CONCLUSÕES

A irrigação com água residuária proporciona aumento no crescimento das plantas de pinhão manso.

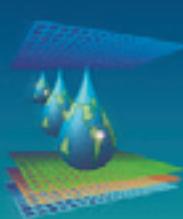
A adubação orgânica com farelo de mamona não afeta o crescimento das plantas de pinhão manso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Indústria e do Comercio. Secretaria de Tecnologia Industrial. Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais. Brasília: STI/CIT, 1985.364p. (Documento, 16).

FOLEGATTI, M.V.; DUARTE,A.S.; GONÇALVES, R.A.B. Uso de águas residuárias na agricultura. In: WORSHOP “USO E REUSO DE ÁGUAS DE QUALIDADE INFERIOR: REALIDADES E PERSPECTIVAS”, 1, 2005, Campina Grande. Anais...Campina Grande: Sociedade Brasileira de Irrigação, 2005.p. 220-244.1 CD-ROM.

HELLER, J. Physic nut (*Jatropha curcas L.*). Promiting the conservation and use of underutilized and neglected crops1. IBPGR 161. Roma, IBPGR, 1996. 66p.



CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA DE DRENAGEM DE PLANTAS DE PINHÃO MANSO IRRIGADAS COM ÁGUA RESIDUÁRIA

T.T.S.Silva¹, C.L.M.Santos², U.C.Q.Ferreira³, J.K.S.Bevenuto⁴, V.L.A.Lima⁵,
N.E.M.Beltrão⁶, L.V.B.D.Silva⁷

RESUMO: Objetivou-se por meio deste trabalho avaliar a influência da qualidade da água utilizada para irrigar plantas de pinhão manso sobre os parâmetros condutividade elétrica e pH da água drenada. O experimento foi conduzido em vasos, com capacidade de 200 litros, dispostos ao ar livre, no Programa de Pesquisa em Saneamento Básico – PROSAB, localizado na cidade de Campina Grande, PB. O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados, com oito tratamentos, em distribuição fatorial 2 x 4 , com dois tipos de água - de residuária doméstica tratada e de abastecimento, e quatro doses de farelo de mamona - 50, 100, 150 e 200Kg N ha⁻¹, com quatro repetições. Diante dos resultados obtidos foi possível observar que a água de reuso influenciou na condutividade elétrica da água de drenagem, o que pode levar à salinização do solo com seu uso prolongado.

PALAVRAS-CHAVE: pH, condutividade elétrica, reuso

DRAINAGE WATER PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF PHYSIC NUT PLANTS IRRIGATES WITH WASTEWATER

SUMMARY: The objective of this study was to evaluate the influence of the quality of irrigation water at the electrical conductivity and pH of the water drained. The experiment was conducted in 200L pots exposed to weather conditions in Research Program Sanitation (PROSAB) area, located in Campina Grande, PB. The experimental design was a randomized block with eight treatments organized in a 2 x 4 factorial design, with two types of irrigation water - treated wastewater and water supply, and four levels of castor meal - 50, 100, 150, and 200 kg N ha⁻¹, with four replications. Based on these results it was found that water reuse influenced the electrical conductivity of water drainage, what could cause soil salinity with prolonged use.

KEYWORDS: pH, electrical conductivity, reuse.

¹ Eng. Agrícola, Mestranda do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. Rua Aprígio Veloso, 882, Campina Grande, PB, CEP 58429-900. E mail: tainara.eng.agri@gmail.com

² Graduanda do curso de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

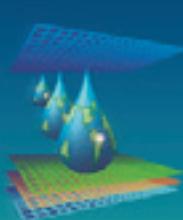
³ Engenheira agrícola. Doutora em Eng. Agrícola.

⁴ Zootecnista, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, UFPB, Areia, PB.

⁵ Profª Drª, Unidade Acadêmica de Eng. Agrícola, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, UFCG, Campina Grande, PB.

⁶ Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa em Algodão, EMBRAPA Algodão, Campina Grande, PB.

⁷ Eng. Agrônoma, Doutoranda do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.



INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para a vida, à saúde, os alimentos, o desenvolvimento econômico e à sustentabilidade, embora, não seja dada a devida atenção a este tema, a situação da água é preocupante, quanto à quantidade de recursos hídricos, como também no âmbito da qualidade. Esta situação é mais problemática nas regiões áridas e semiáridas onde as condições climatológicas estabelecem uma escassez destes recursos, além da considerável concentração de sais nos solos.

Vários parâmetros são considerados para determinar a qualidade da água, tais como, o pH e a condutividade elétrica. O pH é um indicativo do grau de acidez ou alcalinidade do meio, no caso das águas de irrigação, situa-se em 6,5 e 8,4. Já a condutividade elétrica reflete à concentração de sais contidos na água, ALMEIDA, (2010).

O pinhão-manso é uma grande aposta para a produção de biodiesel. Com produtividade acima das demais sementes (três vezes superior à mamona e duas vezes ao girassol) é uma planta rústica, podendo ser cultivado nas regiões semiáridas, BRIDI, (2007). Visto isso, objetivou-se por meio deste trabalho avaliar a influência da água de irrigação para o pinhão manso sobre os parâmetros de condutividade elétrica e pH da água de drenagem.

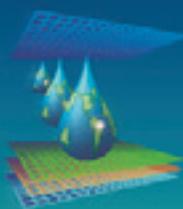
MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em lisímetros na área do Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB) onde também situa-se a Estação de Tratamento Biológico de Esgotos (EXTRABES) na cidade de Campina Grande – PB, localizado nas coordenadas 7°13'11" Sul, 35°52'31" Oeste, a 550 m acima do nível do mar.

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) utilizado foi do genótipo Garanhuns. A água resíduária, de origem doméstica, foi proveniente da Estação de Tratamento de Esgotos situada na área onde o experimento estava sendo conduzido. O esgoto doméstico foi tratado por meio de um Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente - UASB.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial (2 x 4), sendo dois tipos de água de irrigação (residuária e de abastecimento) e quatro doses de farelo de mamona (50, 100, 150 e 200 Kg N ha⁻¹), com quatro repetições.

Inicialmente as sementes foram colocadas em estufa para quebra da dormência, logo após uma semana foram semeadas em tubetes contendo aproximadamente 170g de substrato. Dez dias após a emergência as plântulas foram transplantadas para um vaso com capacidade de 200 litros, com um dreno na parte inferior para saída do esgoto.



Cada vaso foi preenchimento com solo e irrigado com uma lâmina de água suficiente para alcançar a umidade do solo próxima da capacidade de campo. Logo após foi realizada a adubação nitrogenada, de acordo com cada tratamento preestabelecido (Tabela 1). As características do solo utilizado no experimento estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Adubação orgânica das plantas do pinhão manso com farelo de mamona.

Nível de adubação com farelo de mamona	Quantidade utilizada por lisímetro
50 kg ha ⁻¹	33,64 g lisímetro ⁻¹
100 kg ha ⁻¹	67,29 g lisímetro ⁻¹
150 kg ha ⁻¹	100,93 g lisímetro ⁻¹
200 kg ha ⁻¹	134,57 g lisímetro ⁻¹

Tabela 2: Características físicas do solo.

	Areia (mm)	Silte (mm)	Argila (mm)	Argila dispersa	Grau de floculação	ρ do solo	ρ da partícula	Porosidade total
Grossa	Fina	0,05-	<0,002					
2-0,2	0,2-	0,002						
		0,05				---		
589	297	68	46	25	456	1,37	2,64	0,48
g kg ⁻¹	g cm ⁻³	g cm ⁻⁴	m ³ m ⁻³					

Análise realizada no laboratório de solos na UFPB/CCA. ρ = densidade.

Tabela 3: Características químicas do solo.

pH H ₂ O	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	M.O.
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
6,33	3,59	72,36	0,17	1,40	1,35	0,45	2,16	3,56	60,67	3,98

Análise realizada no laboratório de solos na UFPB/CCA

Aos 146 dias após o transplantio (DAT), iniciaram-se as avaliações das variáveis de qualidade da água, pH e condutividade elétrica, que foram aferidas a cada 42 dias.

Para análise dos resultados foi realizada a análise de variância com nível de 1% e 5% de probabilidade e utilizadas as comparações de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5%, utilizando o programa ASSISTAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4, é apresentado o resumo da análise de variância e para a variável condutividade elétrica, em que apenas o fator qualidade da água foi significativo a nível de 1% de probabilidade para todas as épocas de avaliações, não havendo significância para os demais fatores estudados e interações entre os fatores.

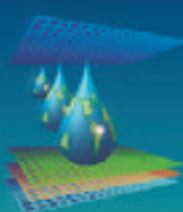


Tabela 4. Resumo das análises de variância para a condutividade elétrica da água drenada da irrigação do pinhão manso aferida 146, 188, 230 e 272 DAT

Fonte de Variação	GL	Condutividade Elétrica			
		146 DAT	188 DAT	230 DAT	272 DAT
Qualidade de água (A)	1	**	**	**	**
Dose de farelo de mamona (D)	3	ns	ns	ns	ns
Bloco	3	ns	ns	ns	ns
A x D	3	ns	ns	ns	ns
Tratamentos	7	ns	ns	ns	ns
CV (%)		23,36	20,66	24,88	18,61

ns; *; **; DAT: Não significativo pelo teste F; Significativo pelo teste F a nível de 5% de probabilidade; Significativo pelo teste F a nível de 1% de probabilidade; Dias após o transplantio.

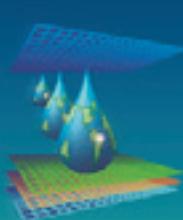
Na Tabela 5 são apresentados os dados de condutividade elétrica para os dois tipos de água utilizada na irrigação. Verificou-se que a água drenada dos tratamentos irrigados com água residuária possuía um grau de salinidade muita alto, que de acordo com as diretrizes para a interpretação da qualidade da água de irrigação de AYRES & WESTCOT (1999) valores acima de 3 dS m^{-1} possuem um grau severo de restrição de uso, podendo salinizar o solo e afetar na disponibilidade de água para o cultivo da cultura, causando danos e reduzindo o rendimento das culturas sensíveis.

Tabela 5. Valores médios de condutividade elétrica da água drenada da irrigação do pinhão manso (em dS m^{-1}) aferida aos 146, 188, 230 e 272 DAT

Fatores	Condutividade Elétrica			
	146 DAT	188 DAT	230 DAT	272 DAT
<i>Fonte de Água</i>				
Água Potável	2,85 a	2,86a	3,26a	3,03 a
Água Residuária	5,90 b	6,08 b	8,26 b	7,80 b
<i>Doses de farelo de mamona</i>				
D1	4,13	4,33	6,19	5,32
D2	4,11	4,51	6,00	5,89
D3	4,41	4,63	5,30	4,92
D4	4,87	4,42	5,54	5,51

A1; A2; D1; D2; D3; D4: água de abastecimento; água residuária; dose de 50, 100, 150 e 200 Kg N ha^{-1} de farelo de mamona respectivamente. Em cada coluna médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5 % de probabilidade.

De acordo com ALMEIDA, (2010), para diminuir os problemas causados pelas águas de irrigação que contêm uma alta proporção de sais não solúveis, as irrigações deviam ser noturnas, já que a taxa de evapotranspiração é menor, sendo menos propício a perda de água e acumulo de sal no solo, tal como a diminuição da frequência das irrigações e no caso de



irrigação por aspersão o aumento da velocidade de giro ou a utilização de pulverizadores de aplicação contínua, pois em dias quentes pode ocorrer a presença de incrustações brancas nas folhas, frutos e flores diminuindo o valor comercial da cultura.

Ainda na tabela 5 observa-se que aos 146 DAT a dose D₄ de 200 Kg N ha⁻¹ foi a que mais elevou a condutividade elétrica, já aos 188 DAT a dose de 150 Kg N ha⁻¹ de farelo de mamona foi a que mais interferiu no aumento da condutividade da água de drenagem.

Aos 230 e 272 DAT o tratamento dose D₂ de 100 Kg N ha⁻¹ teve os valores de 6,00 dS m⁻¹ e 5,89 dS m⁻¹ respectivamente, ou seja, com o passar dos dias de avaliação o tratamento com as doses maiores de adubo orgânico foram deixando de influenciar a condutividade elétrica provavelmente porque ocorreu uma maior concentração de sais no solo proveniente das irrigações contínuas com água de reuso nas plantas de pinhão manso, evidenciando o que LOPEZ RIRA & LOPEZ MELIDA (1990) afirmam ao dizer que um dos perigos da agricultura irrigada é a possibilidade de acumulação de sais na zona radicular.

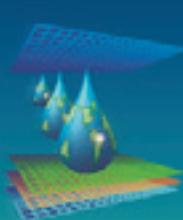
Foi feito o resumo das análises de variância e coeficiente de variação dos dados de pH da água drenada, tendo apresentado com boa precisão evidenciados nos valores baixos dos coeficientes de variação com isso foi possível observar que nenhum dos fatores estudados influenciou significativamente a variável em questão.

CONCLUSÕES

A irrigação de plantas de pinhão-manso com água residuária aumenta a condutividade elétrica da água de drenagem, podendo causar salinidade no solo com seu uso prolongado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, O. A.de. 1º ed. Qualidade da água de irrigação. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e fruticultura, 2010. 72 p.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade de água na agricultura.** 2 ed. Campina Grande: UFPB, 1999, 153p. FAO. Estudos Irrigação e Drenagem, 29 revisado 1.
- BRIDI, R. (2007) Pinhão-manso é alternativa para produção de biodiesel no Espírito Santo. A Gazeta, Vitória, ES, 13 de fevereiro de 2007. Disponível em: <<http://www.pinhaomanso.com.br/noticias/Jatropha/pinhaomansoalternativaproducaobiodieseltestado130207.html>>. Acesso em: 2/fev/2013.
- LOPEZ RIRA; J. LOPEZ MELIDA, J. El Diagnóstico de suelo y plantas (Métodos de campo e laboratorio). 4 ed.rev.y amp. Castelló: Ediciones Mundi-Prensa, 1999. 363p.



RENDIMENTO DA ALFACE CULTIVADA EM SISTEMA AQUAPÔNICO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS

L. O. GEISENHOFF¹; F. C. OLIVEIRA²; R. A. JORDAN¹; R. C. SANTOS¹; E. P. GOMES¹;
E. B. GIORDANO³; R. A. OLIVEIRA³; C. MISSIO³.

RESUMO: A aquaponia é a ciência que integra a produção de peixes e plantas em um ambiente simbiótico, no qual os resíduos dos peixes são usados como fertilizantes. No Brasil, essa integração começa atrair a atenção de pesquisadores e produtores. Nesse contexto, foi avaliado o efeito de dois substratos sobre a rentabilidade da alface cultivada em sistema aquapônico. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 2 tratamentos que corresponderam aos substratos, e 6 repetições. Os substratos experimentados foram: Pedra Brita Número 3 (PB3) e Espuma Flexível de Poliuretano (EFP). A alface utilizada foi *Lactuca sativa* cv. Verônica, do tipo crespa. O tratamento onde foi utilizada EFP resultou em maior massa fresca da parte aérea ($95,48 \text{ g planta}^{-1}$), maior número de folhas (14,90) e maior produtividade ($23,87 \text{ t ha}^{-1}$). A EFP se mostrou como um substrato mais adequado para a integração entre a criação de peixes e a produção de alface aquapônica.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*, produtividade e sistema aquapônico.

EFFECT OF DIFFERENT SUBSTRATES IN YIELD OF LETTUCE GROWN IN AQUAPONIC SYSTEM

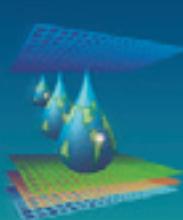
SUMMARY: The integration of fish farming in intensive system and crop production, the so-called aquaponics, has already been successfully practiced in countries like United States, Australia and in Europe. In Brazil, this integration has begun to attract the attention of researchers and producers. In this context, we evaluated the effect of substrates in the nutrients accumulation of lettuce grown under aquapônico system. The experimental design was randomized in block design with two treatments which corresponded to the substrates, and 6 repetitions. The substrates tested were: Brita Stone Number 3 (BS3) and Flexible Polyurethane Foam (FPF). The lettuce was used *Lactuca sativa* cv. Verônica, the curly kind.

The treatment which was used EFP resulted in higher fresh weight of shoots ($95.48 \text{ g plant}^{-1}$),

¹ Prof. Dr. Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) - Engenharia Agrícola, UFGD, Caixa Postal 533, CEP: 79.804-970, Dourados, MS. Fone (67) 3410-2412. e-mail: lucianogeisenhoff@ufgd.edu.br

² Engenheiro Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFGD, Dourados, MS.

³ Graduando Curso de Engenharia Agrícola, UFGD, Dourados, MS.



higher number of leaves (14.90) and higher yield (23.87 t ha^{-1}), although the statistical analysis failed to identify a significant difference to yield. Thus, the FPF proved as a more suitable substrate for integration between fish farming and the production of aquaponic lettuce.

Keywords: *Lactuca sativa*, yield and aquapônic system.

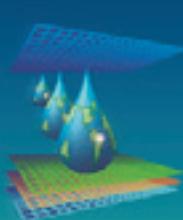
INTRODUÇÃO

A aquaponia é a ciência que integra a produção de peixes e plantas em um ambiente simbótico, no qual os resíduos dos peixes são usados como fertilizantes (ROOSTA & AFSHARIPOOR, 2012). Geralmente neste sistema é necessária a utilização de um sistema intensivo de recirculação de água, o qual oferece certa facilidade no controle das condições do cultivo vegetal e da criação de peixes, proporcionando a otimização das duas atividades, além de fornecer um produto com alto padrão de qualidade comercial (DEDIU et al., 2012).

A combinação da aquacultura com técnicas de hidrocultura, pode fornecer uma fonte de renda alternativa para o produtor, onde, além de proporcionar redução da poluição, contribui também para o aumento da rentabilidade, devido ao reduzido consumo de água e a exploração de uma fonte de renda alternativa (DEDIU et al., 2012).

Na aquaponia, podem ser utilizados substratos orgânicos e inorgânicos (AFSHARIPOOR & ROOSTA, 2010). As características dos vários materiais utilizados como substrato afetam diretamente e indiretamente o desenvolvimento e produção dos vegetais, a aeração é um importante fator que afeta a produtividade, o oxigênio é um elemento necessário para a atividade celular, envolvido no processo de respiração, e quando ausente no sistema radicular, provoca prejuízos ao desenvolvimento metabólico do vegetal, então a estrutura do substrato influencia o desenvolvimento dos cultivos, principalmente, cultivos sem solo. Sendo assim, a escolha do substrato em um sistema aquapônico deve respeitar as proporções adequadas de água e ar que satisfaçam as necessidades das plantas (ROOSTA & AFSHARIPOOR, 2012).

Visando estabelecer o substrato que melhor se adeque ao cultivo aquapônico, foi avaliado efeito de dois substratos sobre no rendimento da alface cultivada em sistema aquapônico.



MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área experimental da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), pertencente à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) unidade II, localizada em Dourados, Mato Grosso do Sul. As coordenadas são: 22° 11' 45" de latitude sul e 54° 55' 18" de longitude norte.

Inicialmente foi construída uma estufa com 100 m², sob a qual foi montado o sistema de criação intensiva com recirculação composto por 10 tanques de fibra de 500L cada. Os tanques de criação foram conectados a um sistema de filtragem para remoção de sólidos e amônia, onde a água circula em um sistema fechado, retornando posteriormente aos tanques de criação.

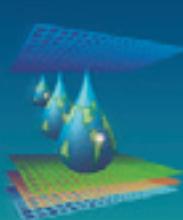
A espécie de peixe utilizada no sistema foi tilápia linhagem Gift (*Oreochromis niloticus*). A água residuária é enviada para dois reservatórios de 1000 L, onde é misturada com o biofertilizante que sai do biodigestor, sendo então utilizada no sistema aquaponico de cultivo de alface. Foi utilizado como canal para o cultivo, duas telhas de fibrocimento, com ondas de 5 cm de altura e espaçadas a 18 cm, montadas sobre um bancada com inclinação de 3%, de forma a proporcionar um leve escoamento.

Os substratos utilizados foram pedra brita número 3 (PB3) e espuma flexível de poliuretano (EFP) com densidade de 0,021 g cm⁻³. Para cada planta foi utilizado um pedaço de espuma com volume aproximado de 63 cm³, cujas dimensões compreenderam 3 cm de altura, 3 cm de largura e 7 cm de comprimento, com capacidade de armazenar até 17,12 cm³ de água, conforme teste realizado em laboratório.

A água residuária permanecia recirculando entre os tanques de 1000 L e o cultivo de alface. Em intervalos de 2 dias era feita a medição de amônia na água. Quando a concentração medida atingia o valor zero, a água era então bombeada para um outro reservatório, de 1000 L, sendo utilizada para reposição no sistema de criação de peixes.

O experimento foi planejado a fim de definir e comparar o efeito de dois substratos, utilizando o sistema aquaponico da UFGD, descrito anteriormente. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 2 tratamentos que corresponderam aos substratos, e 6 repetições. Os substratos experimentados foram: Pedra Brita Número 3 (PB3) e Espuma Flexível de Poliuretano (EFP). A alface utilizada foi *Lactuca sativa* cv. Verônica, do tipo crespa.

Cada parcela foi constituída por 5 plantas, onde o espaçamento entre linhas foi delimitado pela telha de cimento amianto, correspondendo a 18 cm e, 20 cm entre plantas. A



unidade experimental foi representada por 3 plantas de cada parcela, desprezando-se duas plantas de cada extremidade. As mudas foram formadas em bandejas de isopor de 200 células preenchidas com substrato comercial. O transplante ocorreu no dia 05 de outubro de 2012.

No dia 7 de novembro de 2012, 33 dias após o transplante, foi realizada a colheira das unidades experimentais, então foram levadas para o laboratório da universidade para seguir as respectivas avaliações. Para avaliação da massa fresca da parte aérea e massa fresca das folhas, foram removidas as raízes e realizada a pesagem da parte aérea da planta (talo e folhas). Posteriormente, foi realizada a pesagem e contagem das folhas separadamente. A parte aérea foi levada a uma estufa de circulação forçada, onde permaneceu por 72 horas a $105 \pm 1^{\circ}\text{C}$, sendo posteriormente pesadas para a determinação da massa seca da parte aérea.

A produtividade foi obtida somando-se as médias das parcelas de cada tratamento. Com base nas dimensões das parcelas e considerando o espaço entre elas, estimou-se a população de plantas por hectare a partir da massa fresca da parte aérea. A porcentagem de talo por planta, foi obtida através da relação entre a massa do talo e a massa da parte aérea.

Os resultados foram submetidos à análise de variância com a realização do teste F e posterior comparação de médias aplicando-se o teste Bonferroni a 5 % de probabilidade, por meio do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

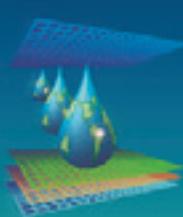
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa fresca e a massa seca da parte aérea apresentaram diferença significativa entre os dois substratos utilizados, com médias de $95,48 \text{ g planta}^{-1}$ e $4,10 \text{ g planta}^{-1}$, respectivamente, obtidas utilizando EFP. Enquanto que utilizando PB3 os valores de massa fresca e massa seca da parte aérea são $86,20 \text{ g planta}^{-1}$ e $3,50 \text{ g planta}^{-1}$, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Massa fresca da parte aérea (g planta^{-1}), massa seca da parte aérea (g planta^{-1}) e produtividade (t ha^{-1}), em relação aos substratos avaliados.

Tratamentos	Variáveis Analisadas		
	Massa Fresca da parte aérea	Massa Seca da parte aérea	Produtividade
PB3	86,20 a	3,50 a	21,55 a
EFP	95,48 b	4,10 b	23,87 a
CV (%)	6,90	1,28	6,90

Valores seguidos pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Bonferroni a 5 % de probabilidade.



A produtividade não apresentou diferença significativa, apesar da superioridade de 2,32 t ha⁻¹ quando se utilizou EFP (Tabela 1). MARTINS et al. (2009) em cultivo hidropônico, apresentaram valores semelhantes aos encontrados neste trabalho com massa seca de 5,68 g planta⁻¹. Estes mesmos autores obtiveram produtividade de 51,12 t ha⁻¹ trabalhando a cultivar Verônica.

Por se tratar de um sistema aquapônico, onde a produção de hortaliças pode ser considerada um complemento à renda proveniente da criação de peixes (ROOSTA & AFSHARIPOOR, 2012), as massas e produtividades apresentadas pela alface são satisfatórias. Logo, o papel das hortaliças em relação a todo o sistema está sendo realizado, pois está ocorrendo a recuperação dos nutrientes presentes na água proveniente da criação de peixes e, concomitantemente, geração de uma fonte alternativa de renda para o produtor.

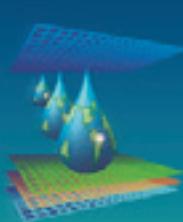
Na Tabela 2 pode-se observar a massa fresca das folhas (g planta⁻¹), o número de folhas e a porcentagem de talo por planta (%). A massa fresca das folhas no tratamento utilizando EFP foi superior em 10,06 g planta⁻¹, em relação ao tratamento com PB3. A porcentagem de talo presente nas plantas também foi superior no tratamento EFP, com 14,38% de talo, enquanto que o PB3 apresentou 12,16% de talo.

Esses resultados podem ser atribuídos ao maior tempo de retenção da água e, consequentemente, de nutrientes nas proximidades das raízes quando se utilizou a EFP como substrato, de modo que, o fluxo de água utilizado em um sistema aquapônico interfere nas características produtivas da alface (DEDIU et al., 2012).

Tabela 2. Massa fresca das folhas (g planta⁻¹), número de folhas, porcentagem de talo por planta (%), em relação aos substratos avaliados.

Tratamentos	Variáveis Analisadas			
	Massa Fresca das Folhas	Número de Folhas	Porcentagem de Talo por Planta	
PB3	73,79 a	12,20 a	12,16 a	
EFP	83,85 b	14,90 b	14,38 b	
CV (%)	6,54	2,51	6,04	

Valores seguidos pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Bonferroni a 5 % de probabilidade.



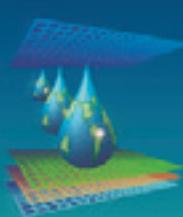
O número de folhas encontradas no tratamento EFP e PB3 foi de 14,90 e 12,20, respectivamente. SANTOS et al. (2010) comparando três sistemas de cultivo da alface, encontraram para o cultivo orgânico, convencional e hidropônico, médias de 34,96, 31,54 e 33,42, respectivamente.

CONCLUSÕES

Com relação aos dois substratos avaliados, Espuma Flexível de Poliuretano (EFP) e Pedra Brita Número 3 (PB3), O tratamento onde foi utilizada EFP resultou em maior massa fresca da parte aérea ($95,48 \text{ g planta}^{-1}$), maior número de folhas (14,90) e maior produtividade ($23,87 \text{ t ha}^{-1}$), apesar da análise estatística não ter identificado diferença significativa para a produtividade. Assim, a EFP se mostrou como um substrato mais adequado para a integração entre a criação de peixes e a produção de alface aquapônica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFSHARIPOOR, S.; ROOSTA, H. R. Effect of different planting beds on growth and development of strawberry in hydroponic and aquaponic cultivation systems. *Plant Ecophysiology*, Jiroft, v.2, p.61-66, 2010.
- DEDIU, L.; CRISTEA, V.; XIAOSHUAN, Z. Waste production and valorization in an integrated aquaponic system with bester and lettuce. *African Jornal of Biotechnology*, Nairobi, v.11, n.9, p.2349-2358, jan. 2012.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- KANO, C.; CARDOSO, A. I. I.; VILLAS BÔAS, R. L. Acúmulo de nutrientes pela alface à produção de sementes. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.29, n.1, p.70-77, jan./mar. 2011.
- KANO, C.; CARDOSO, A. I. I.; VILLAS BÔAS, R. L. Acúmulo de nutrientes e resposta da alface à adubação fosfatada. *Revista Biotemas*, Florianópolis, v.25, n.3, p.39-47, set. 2012.
- ROOSTA, H. R.; AFSHARIPOOR, S. Effects of different cultivation media on vegetative growth, ecophysiocal traits and nutrients concentration in strawberry under hydroponic and aquaponic cultivation systems. *Advances in Environmental Biology*, Amman, v.6, n.2, p.543-555, 2012.



EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE VINHAÇA EM PASTAGENS DEGRADADAS

(*Brachiaria decumbens*)¹

G. M. SILVA²; M. R. M. MELO³; M. R. VIEIRA⁴; R. A. LAMBERT⁵

RESUMO: A fim de avaliar o desenvolvimento vegetativo da *Brachiaria decumbens* submetida a diferentes doses de vinhaça, realizou-se o experimento no campo experimental do Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara-GO, em delineamento de blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições, sendo que a parcela foi constituída de 2 x 2 m (4 m²), totalizando uma área experimental de 96 m². Os tratamentos foram às seguintes doses de vinhaça: T1: testemunha (sem aplicação de vinhaça); T2: 40 m³ ha⁻¹ (16 L parcela⁻¹); T3: 80 m³ ha⁻¹ (32 L parcela⁻¹); T4: 120 m³ ha⁻¹ (48 L parcela⁻¹); T5: 160 m³ ha⁻¹ (64 L parcela⁻¹); e T6: 200 m³ ha⁻¹ (80 L parcela⁻¹). Os caracteres avaliados foram a altura da planta (cm), massa fresca (g) e seca (g), aos 60 dias após a aplicação da vinhaça. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram avaliadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os tratamentos utilizados indicaram que as doses de vinhaça não interferiram no desenvolvimento da *Brachiaria decumbens*.

PALAVRAS-CHAVE: doses, vinhaça, *Brachiaria decumbens*

EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF PASTURES VINASSE DEGRADED

(*Brachiaria decumbens*)

ABSTRACT: In order to evaluate the vegetative development of *Brachiaria decumbens* under different doses of vinasse, the experiment was carried out in the experimental field of the Institute of Lutheran Higher Education-GO Itumbiara in randomized block design (RBD) with six treatments and four repetitions, and the plot was 2 x 2 m (4 m²), totaling an experimental area of 96 m². The treatments were as follows vinasse doses: T1: control (without application of vinasse); T2: 40 m³ ha⁻¹ (16 L parcel⁻¹); T3: 80 m³ ha⁻¹ (32 L parcel⁻¹); T4: 120 m³ ha⁻¹ (48 L parcel⁻¹); T5: 160 m³ ha⁻¹ (64 L parcel⁻¹); e T6: 200 m³ ha⁻¹ (80 L parcel⁻¹). The characters evaluated were plant height (cm), fresh weight (g) and dry (g) at 60 days after application of vinasse. Data were subjected to analysis of variance and means were evaluated by Tukey test at 5% significance. The treatments indicated that the vinasse doses did not affect the development of *Brachiaria decumbens*.

KEYWORDS: doses, vinasse, *Brachiaria decumbens*

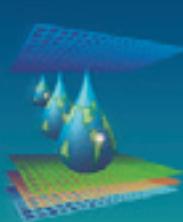
¹ Trabalho com apoio da FAPEG para participação no evento.

² Graduado em Agronomia - ILES/ULBRA. Av. Beira Rio 1001. CEP 75522-330, Itumbiara -GO. gabrielagroib@hotmail.com

³ Graduanda em Agronomia - ILES/ULBRA, Itumbiara -GO. mara_mendesmelo@hotmail.com

⁴ Graduanda em Agronomia - ILES/ULBRA, Itumbiara -GO. monikca_mariano@yahoo.com.br

⁵ Prof. Doutor, Irrigação e Drenagem, ILES/ULBRA, Itumbiara -GO. ricardolambert1981@hotmail.com



INTRODUÇÃO

O Brasil possui o segundo maior rebanho de gado do mundo, estimado em cerca de 151 milhões de cabeças, produzindo um montante de 6,67 milhões de toneladas de carcaça ano⁻¹ (MANELLA et al., 2002).

As pastagens degradadas trazem um grande prejuízo econômico e social para uma determinada região ou propriedade. Com base em vários estudos sobre às “causas de degradação” das pastagens conseguimos reunir as principais causas citadas: plantio de espécies forrageiras não adaptadas as condições edafoclimáticas (tipos de solo e clima) da região; o plantio incorreto da pastagem; o manejo incorreto da pastagem durante o seu estabelecimento e durante a sua conclusão; a queima frequente; a infestações por plantas invasoras; a incompatibilidade de espécies consorciadas; o cultivo da pastagem em solos com baixa fertilidade natural ou em solos antes férteis, mas já esgotados (AGUIAR, 1998).

A vinhaça, principal efluente das destilarias de álcool, também conhecida por restilo, vinhoto ou vinhote, conforme encontrado na literatura clássica é gerada em grande volume, resulta na proporção de 10 a 18 litros vinhaça para cada litro de álcool produzidos (JUNQUEIRA et al., 2009).

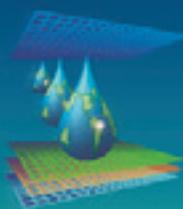
A vinhaça pode ser aplicada como fertilizante pela sua composição com alto teor de matéria orgânica, e em menor quantidade, cátions como o K, Ca e Mg, sendo que sua riqueza nutricional está ligada à origem do mosto. Além dos macronutrientes, a vinhaça apresenta em sua composição quantidades significativas de Cu, Mn, B e Fe (CANELLAS et al., 2003). Apesar de ter resultados muito positivos, a vinhaça pode alterar as propriedades químicas e físicas do solo e contaminar corpos d’ água, por possuir grande potencial poluidor, baixo pH e elevada temperatura (PENAHBEL, 2008).

A utilização da vinhaça através da fertirrigação é uma tecnologia que tem o objetivo de usar de forma racional os recursos naturais, pois, ao mesmo tempo em quer impede que ela seja jogada nos rios, possibilita a fertilização dos solos agricultáveis (MELO E SILVA, 2001).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento vegetativo da *Brachiaria decumbens* submetida a diferentes doses de vinhaça.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de 07/12/12 à 05/02/13, em área estabelecida com capim *Brachiaria decumbens* (pastagem degradada) no campo experimental do Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara, em Itumbiara-GO.



A cidade de Itumbiara está localizada a uma altitude média de 448 m a 18°26' latitude Sul e 49°13' longitude Oeste. O Município apresenta clima quente e úmido. A precipitação varia de 1400 mm a 1800 mm com chuvas regulares nos meses de outubro a março e uma estação seca de abril a setembro (INMET, 2013).

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com 6 (seis) tratamentos e 4 (quatro) repetições. Cada parcela foi constituída de 2 x 2 m (4 m²), totalizando uma área experimental de 96 m². Os tratamentos foram constituídos das seguintes doses de vinhaça: T1: Testemunha (sem aplicação de vinhaça); T2: 40 m³ ha⁻¹ (16 L parcela⁻¹); T3: 80 m³ ha⁻¹ (32 L parcela⁻¹); T4: 120 m³ ha⁻¹ (48 L parcela⁻¹); T5: 160 m³ ha⁻¹ (64 L parcela⁻¹); T6: 200 m³ ha⁻¹ (80 L parcela⁻¹).

A vinhaça, adquirida na Usina Alvorada em Araporã-MG, sendo coletada direto da bica a 60°C, foi transportada em galões de 50 L devidamente higienizados. Na Tabela 1 estão apresentados a análise química da vinhaça e do solo da área experimental utilizada.

Tabela 1: Análise química da vinhaça e do solo da área experimental utilizada.

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S
(kg m ⁻³)						
Vinhaça	0,25	0,018	1,23	0,27	0,21	0,38
Solo	-	0,003	0,09	0,68	0,12	-

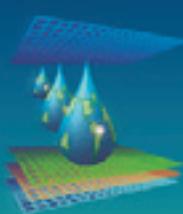
O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho distrófico, com 28% areia, 46% silte e 26% argila. Foi realizada uma roçada da área a 15 cm de altura para uniformização das parcelas e posteriormente a aplicação da vinhaça. A aplicação da vinhaça foi realizada um dia após a roçada, com a utilização de regrador, e proveta graduada.

A coleta dos dados foi realizada desprezando as plantas nas extremidades como efeito bordadura, sendo a área útil representada por 1 m² no centro de cada parcela.

Os caracteres avaliados foram: altura da planta (cm) obtida com uma trena medindo-se ao nível do solo até o ápice da planta; massa fresca (g) e seca (g) onde as plantas foram cortadas a 15 cm do solo e pesadas em balança de precisão, sendo que para massa seca antes de realizar a pesagem as plantas foram secadas em estufa a 65 °C.

Os dados foram coletados aos 60 dias após a aplicação das doses de vinhaça.

Após o término da coleta dos dados, foi realizada a análise de variância dos resultados e havendo significâncias, as médias foram avaliadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa SISVAR.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para altura da planta, massa fresca e seca para as diferentes doses de vinhaça, estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Resumo da análise de variância para altura da planta (cm), massa fresca (g) e seca (g) para as diferentes doses de vinhaça.

F.V.	G.L	Q.M.		
		Altura (cm)	Massa fresca (g)	Massa seca (g)
Blocos	3	353,65 ns	3752,20 ns	669,12 ns
Tratamentos	5	195,87 ns	4197,18 ns	408,35 ns
Resíduos	14	191,01	2691,20	236,60
CV%		20,74	27,06	24,31

ns: não significativo

Conforme os dados da Tabela 1 observa-se que não houve variação significativa para tratamentos e blocos, nos caracteres avaliados.

Na Tabela 2 encontram-se os valores médios para altura da planta (cm), massa fresca (g) e seca (g) para as diferentes doses de vinhaça.

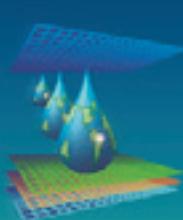
Tabela 2: Valores médios para altura da planta (cm), massa fresca (g) e seca (g) para as diferentes doses de vinhaça.

Doses ($m^3 ha^{-1}$)	Médias		
	Altura (cm)	Massa fresca (g)	Massa seca (g)
0	65,5 a	160,1 a	53,0 a
40	67,3 a	203,9 a	65,8 a
80	50,2 a	131,9 a	45,3 a
120	68,5 a	206,1 a	65,5 a
160	67,8 a	215,3 a	73,3 a
200	67,0 a	194,0 a	64,0 a

As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si.

De acordo com os valores da Tabela 2, observa-se que não houve diferença entre as diferentes doses de vinhaça, deste modo as doses aplicadas não interferiram significativamente no desenvolvimento da *Brachiaria decumbens*.

Os resultados podem ser justificados por Previtali (2011) onde recomenda aplicação parcelada da vinhaça, pois a aplicação em quantidade excessiva pode causar o excesso de seus



nutrientes no solo e por sua vez lixiviação dos mesmos, além do risco de salinização, pela concentração de sais que ocorre devido este excesso. Do mesmo modo Ramos et al., (2008), em trabalho com oleaginosas, verificou que para a mamona não houve alterações no desenvolvimento inicial da planta, por outro lado, a vinhaça influenciou negativamente no desenvolvimento do girassol e amendoim, diferente dos resultados encontrados.

De acordo com Previtali (2011) a vinhaça traz resultados positivos para a produtividade da cana, podendo substituir adubos orgânicos, diferente dos resultados encontrados, onde a vinhaça não favoreceu o desenvolvimento da *Brachiaria decumbens*.

Também da mesma forma, Pereira et al. (1992), em trabalho com germinação de sementes de milho, pode verificar um aumento do peso da matéria verde e seca conforme maior volume de vinhaça aplicado.

Silva e Ribeiro (1998) relatam que a vinhaça promove a elevação do pH no solo principalmente em áreas cultivadas há mais tempo, embora nos primeiros dez dias após sua aplicação o pH sofra uma redução considerável para, posteriormente, elevar-se abruptamente.

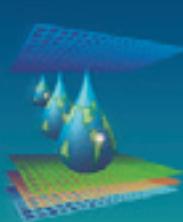
De acordo com Rossetto (1987) a vinhaça modifica a concentração de nutrientes como K, Mg e Ca, pois é rica nestes nutrientes, além de alterar o teor de matéria orgânica, o poder de retenção de cátions e a capacidade de retenção de água.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho, verificou-se que as doses de vinhaça não interferiram no desenvolvimento do capim *Brachiaria decumbens*.

BIBLIOGRAFIA

- AGUIAR, D.R.D. Textos de referência do workshop do sistema agroindustrial do leite. Coordenação vertical. In: SILVA, C.A.B. (Org.).. SEBRAE, nacional, v.1. 1998. 73 p.
- CANELAS, L.P.; VELLOSO, A.C.X.; MARCIANO, C.R.; RAMALHO, J.F.G.P.; RUMJANEK, V.M.; REZENDE, C.E. & SANTOS, G.A. Propriedades químicas de um cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhço e adição de vinhaça por longo tempo. Revista Brasileira de Ciéncia do Solo, 27:935-944, 2003.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. 2013. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em 10/02/2013 às 19h25min.
- JUNQUEIRA, Cássia de A. R. et al. Identificação do potencial de contaminação de aquíferos livres por vinhaça na bacia do Ribeirão do Pântano, Descalvado (SP), Brasil. Revista Brasileira de Geociências. São Carlos, SP. 2009. v.39.3.ed. p. 507-518.



MANELLA, M. Q.; LOURENÇO, A. J.; LEME, P. R. Post-weaning nelore cattle grazing Brachiaria brizantha with protein supplement or free Access to a protein bank of Leucaena leucocephala: animal performance. *Revista Brasileira Zootecnia*, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 2274-2282, 2002.

MELO, Andrea S. S. de A.; SILVA, Mônica Paula da. Estimando o valor da “externalidade positiva” do uso da vinhaça na produção de cana-de-açúcar: um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DA ECOECO, 4, 2001, Campus Universitário Darcy Ribeiro. Anais... Belém, PA: ECOECO, 2001.

PENHABEL, Laurence A. Vinhaça: Bio-fertirrigação e impacto ambiental. 2010. 8f. Dissertação(Pós graduação MBA em Gestão Sucroalcooleira) – Programa de Pós Graduação MBA em gestão sucroalcooleira, Universidade de Lins, Lins, SP, 2008.

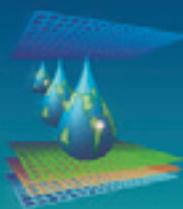
PEREIRA, José P. et al. Efeito da adição de diferentes dosagens de vinhaça a um latossolo vermelho-amarelo distrófico na germinação e vigor de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*. Londrina, PR. 1992. v. 14. 2. ed. p. 147-150. Disponível em: <www.abrates.org.br/revista/artigos/1992/v14n2/artigo09.pdf>. Acesso em 20 mar. 2013.

PREVITALI, Noemi Rafaela. Uso de vinhaça para fertirrigação. Trabalho de graduação apresentado a Faculdade de Tecnologia de Araçatuba: Curso de Tecnologia em Biocombustíveis. Araçatuba-SP, 2011.

RAMOS, Nilza P. et al. Efeito da vinhaça no desenvolvimento inicial de girassol, mamona e amendoim em casa de vegetação. *Bragantia*. 2008, vol.67, n.3, pp. 685-692.

ROSSETTO, A. J. Utilização agronômica dos subprodutos e resíduos da indústria açucareira e alcooleira. In: Paranhos, S.B. (ed.). *Cana-de-açúcar: cultivo e utilização*. Campinas:Fundaçao Car-gill, 1987, v.2, p.435-504.

SILVA, A. J. N.; RIBEIRO, M. R. Caracterização de um Latossolo Amarelo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar no Estado de Alagoas: propriedades químicas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.22, n.2, p.291-299, 1998.



ACIDEZ E MATÉRIA ORGÂNICA EM SOLO IRRIGADO COM EFLUENTE DE ESGOTO TRATADO EM FOSSA SÉPTICA

L.V.B.D. Silva¹, C.L.M. Santos², T.T.S. Silva³, D.R. Monteiro², V.L.A. Lima⁴,
H.W. Pearson⁵, V. Sofiatti⁶

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da irrigação com água resíduária tratada e da adubação nitrogenada sobre matéria orgânica, acidez potencial e pH de solo cultivado com algodoeiro herbáceo. Foram cultivadas plantas de algodão em vasos com capacidade para 43 L preenchidos com luvissolo crômico submetido aos tratamentos que resultaram da combinação fatorial de cinco doses de nitrogênio no substrato (0, 45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹) e duas qualidades de água de irrigação (água de abastecimento e esgoto doméstico tratado). Após o ciclo do algodoeiro foram coletadas amostras de solo dos vasos, as quais foram encaminhadas para laboratório a fim de se determinar seus teores de matéria orgânica e H + Al, além do valor de pH. A irrigação com água resíduária elevou os teores de matéria orgânica no solo após um ciclo de cultivo. A adubação nitrogenada elevou os teores de acidez potencial no solo sem, no entanto, afetar os níveis de acidez ativa.

PALAVRAS-CHAVE: Reúso, Matéria orgânica, *Gossypium hirsutum* L.

ACIDITY AND ORGANIC MATTER IN SOIL IRRIGATED WITH TREATED WASTEWATER

SUMMARY: This study aimed to analyze the effects of irrigation with treated wastewater and nitrogen fertilization on soil organic matter, pH and potential acidity. Cotton plants were grown in 43 liter pots filled with argisol that was submitted to the treatments resulted from the factorial combination of five doses of nitrogen fertilization (0, 45, 90, 135 and 180 kg ha⁻¹) and two types of irrigation water (water supply and wastewater). After the cotton crop, soil samples were collected from the pots and sent to the laboratory when were determined their levels of organic matter, potential acidity (H + Al) and pH. Irrigation with wastewater

¹ Eng. Agrônoma, Doutoranda do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. Rua Aprígio Veloso, 882, Campina Grande, PB, CEP 58429-900. e-mail: ledavdantas@yahoo.com.br.

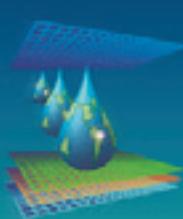
² Graduandos do curso de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

³ Mestranda do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

⁴ Profª Drª, Unidade Acadêmica de Eng. Agrícola, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, UFCG, Campina Grande, PB.

⁵ Prof. PhD, Dpto Eng. Sanitária e Ambiental, Centro de Ciências e Tecnologia, UEPB, Campina Grande, PB.

⁶ Pesquisador Dr, Centro Nacional de Pesquisa em Algodão – Embrapa Algodão, Campina Grande, PB.



increased the organic matter contents in soil. Nitrogen fertilization increased the potential acidity however it didn't affect the pH levels.

KEYWORDS: Reuse, Organic matter, *Gossypium hirsutum* L.

INTRODUÇÃO

A acidez do solo é um fator limitante ao desenvolvimento e produção da maioria das espécies vegetais cultivadas e pode ser desencadeada por uma série de fatores, como chuvas e irrigações, utilização de fertilizantes agrícolas e decomposição da matéria orgânica do solo. Entre os problemas de um solo ácido, destacam-se a menor disponibilidade de nutrientes essenciais, em especial fósforo e molibdênio, e a possibilidade de íons altamente solúveis em solos com baixo pH, como alumínio e manganês, atingirem níveis tóxicos às plantas.

Diversos estudos têm demonstrado que a aplicação de fertilizantes amoniacais e uréia como fontes de nitrogênio em cultivos agrícolas, apesar de benéfica às culturas, pode resultar em severa acidificação do solo (PRIMAVESI et al., 2005; LANGE et al., 2006; COSTA et al., 2008). No entanto, quando a fonte de nitrogênio utilizada são águas residuárias aplicadas via fertirrigação verifica-se, além de acréscimos na produtividade de plantas, elevação do pH, matéria orgânica e cátions trocáveis do solo (FALKINER & SMITH, 1997; MEDEIROS, 2005; GWENZI & MUNONDO, 2008; JAHANTIGH, 2008).

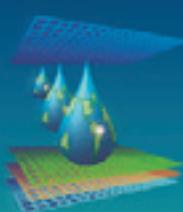
Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da irrigação com água residuária tratada e da adubação nitrogenada sobre matéria orgânica, acidez potencial e pH de solo cultivado com algodoeiro herbáceo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em área coberta pertencente à Companhia de Águas e Esgotos do Estado da Paraíba (CAGEPA), localizada no município de Campina Grande - PB, onde se localizam a Estação de Tratamento Biológico de Esgotos (EXTRABES) e o grupo de pesquisa do Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB).

Conduziu-se o experimento em vasos de 45L preenchidos com solo classificado como Luvissolo crômico (EMBRAPA, 1999) irrigados diariamente de acordo com a necessidade hídrica da cultura, determinada em função de seu Kc.

A análise do solo indicou a seguinte composição: pH em água de 7,00; 52,8 mg dm⁻³ de P



assimilável; 3,8 mmol_c dm⁻³ de K; 178,5 mmol_c dm⁻³ de Ca; 127,3 mmol_c dm⁻³ de Mg; 6,70 mmol_c dm⁻³ de Na e 23,4 g dm⁻³ de MO.

Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 5 x 2, no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Os fatores foram constituídos por cinco doses nitrogênio no substrato (0, 45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹) e duas qualidades de água de irrigação (água de abastecimento e água residiária). A água residiária doméstica utilizada no experimento foi captada da Estação de Tratamento de Esgotos situada na área experimental e tratada por meio de uma fossa séptica seguida de pós-tratamento em um filtro de areia intermitente. A caracterização química das fontes de água utilizadas para irrigação pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química das duas fontes de água – potável (AP) e residiária tratada (AR) – utilizadas para irrigação

	pH	CE dS m ⁻¹	Ca	Mg	Na	K	SO ₄ meq L ⁻¹	CO ₃	HCO ₃	Cl ⁻	RAS*
AP	7,93	0,66	1,55	2,09	3,11	0,12	ausente	0,0	1,42	5,05	2,30
AR	9,10	1,35	2,31	3,97	6,79	0,53	presente	1,10	1,36	7,30	3,84

*Razão de adsorção de sódio:

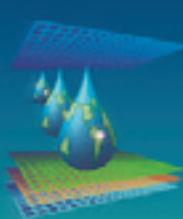
$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}}$$

A adubação nitrogenada foi realizada de acordo com as doses determinadas pelos tratamentos mediante a aplicação de uréia de forma parcelada, com metade da dose na ocasião do plantio e o restante em cobertura aos 40 dias após a emergência das plantas.

Na ocasião do plantio, todas as unidades experimentais foram adubadas com os fertilizantes minerais superfosfato simples e cloreto de potássio, a fim de suprir as necessidades da cultura em fósforo e potássio, de acordo com a dose recomendada para o algodoeiro herbáceo irrigado.

Após a coleta das plantas de algodão, amostras de solo dos vasos foram coletadas e identificadas, secadas ao ar, passadas por peneira de 2,0 mm de abertura de malha e encaminhadas para caracterização química no Laboratório de Fertilidade do Solo do Instituto Agronômico de Campinas. Determinou-se a matéria orgânica pelo método fotométrico, o pH (acidez ativa) pelo método potenciométrico em solução aquosa de cloreto de cálcio (0,01 mol) e a acidez potencial por meio da extração de H + Al pelo método tampão SMP.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, seguida de análise de regressão polinomial.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação das características de acidez do solo são considerados a acidez ativa (pH) e a trocável (Al^{3+}), a saturação por alumínio e por bases, a capacidade tampão, estimada por meio da acidez potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$), e o teor de matéria orgânica (Alvarez et al., 1999).

Observa-se, na Tabela 1, o resumo da análise de variância para as variáveis de acidez teor de matéria orgânica e $\text{H} + \text{Al}$ e valores de pH do solo após o cultivo do algodoeiro. A qualidade da água de irrigação influenciou significativamente apenas os teores de matéria orgânica do solo. Em relação às doses de nitrogênio aplicadas ao solo na forma de uréia foi constatado efeito significativo apenas nos teores de acidez potencial ($\text{H} + \text{Al}$). O pH do solo não foi afetado pelos tratamentos testados

Tabela 1. Resumo da análise de variância para os teores de matéria orgânica e $\text{H} + \text{Al}$ (acidez potencial) e para os valores de pH do solo ao final do experimento

Fonte de Variação	GL	MO	$\text{H} + \text{Al}$	pH
Qualidade de água (A)	1	*	ns	Ns
Dose de nitrogênio (N)	4	ns	*	Ns
A x D	4	ns	ns	Ns
CV (%)		16,16	5,99	3,05

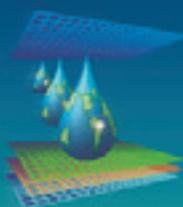
* - significativo a 5% ; ns - não significativo

Observa-se, na Tabela 2, que o solo dos tratamentos irrigados com água residuária apresentaram teores de matéria orgânica, em média, 15% maiores do que aqueles irrigados com água potável. Isso provavelmente se deve à elevada carga orgânica presente em águas residuárias de origem doméstica.

Apesar da elevada alcalinidade do esgoto utilizado, sua aplicação não resultou em incremento significativo no pH do solo. Estes resultados concordam com o encontrado por GLOAGUEN et al. (2007) e LEAL et al. (2009), que observaram a irrigação com água residuária resultou em incrementos pouco significativos, na ordem de 0,5 a 1,0 unidade no pH do solo.

Tabela 2. Efeito da aplicação de água potável e água de residuária doméstica nos teores de matéria orgânica e $\text{H} + \text{Al}$ (acidez potencial), e nos valores de pH do solo após o segundo ciclo de cultivo.

Fonte de água	Valores médios		
	Matéria orgânica (g dm^{-3})	$\text{H} + \text{Al}$ ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$)	pH



aplicada			
Água potável	15,98 b	10,45 a	6,23 a
Água resíduária	18,33 a	10,82 a	6,25 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

A Figura 1 demonstra o comportamento linear crescente da acidez potencial do solo em resposta às doses de N aplicadas na forma de uréia. A cada incremento de 100 kg ha⁻¹ na dose de nitrogênio aplicada, observou-se o aumento de 0,9 mmol_c dm⁻³ no teor de acidez potencial do solo cultivado. Este efeito era esperado uma vez que os fertilizantes amoniacais e a uréia são, reconhecidamente, agentes acidificantes do solo. Quando em contato com os microrganismos do solo, estes fertilizantes passam por reação de nitrificação a qual libera prótons (H⁺) que, por substituição, removem cátions da matriz do solo. Os cátions trocáveis liberados para a solução do solo são lixiviados contribuindo, desta forma, para a acidificação dos solos.

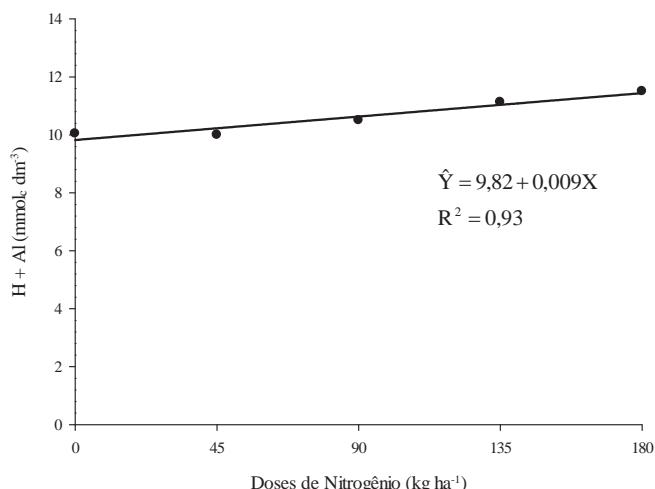


Figura 1. Teor de H + Al no solo (mmol_c dm⁻³) em função das doses de nitrogênio aplicadas

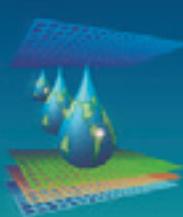
CONCLUSÕES

A irrigação com água resíduária tratada eleva os teores de matéria orgânica no solo.

A adubação nitrogenada elevou os teores de acidez potencial no solo sem, no entanto, afetar os níveis de acidez ativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. 1999. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5º Aproximação. Editora UFV, 1999. p. 25-32.



COSTA, K.A.P; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; RODRIGUES, C.; SEVERIANO, E.C. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu. I - alterações nas características químicas do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, n.4, p.1591-1599, 2008.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412 p.

FALKINER, R. A. & SMITH, C. J. Changes in Soil Chemistry in Effluent-Irrigated *Pinus radiata* and *Eucalyptus grandis*. Australian Journal of Soil Research, v.35, p.131-147, 1997.

GLOAGUEN, T. V.; FORTI, M. C.; LUCAS, Y.; MONTES, C. R.; GONÇALVES, R. A. B.; HERPIN, U.; MELFI, A. J. Soil solution chemistry of a Brazilian Oxisol irrigated with treated sewage effluent. Agricultural Water Management, v.88, p.119-131, 2007.

GWENZI, W.; MUNONDO, R. Long-term impacts of pasture irrigation with treated sewage effluent on nutrient status of a sandy soil in Zimbabwe. Nutrient Cycling in Agroecosystems, v.82, p.197-207, 2008.

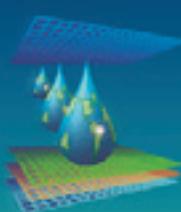
JAHANTIGH, M. Impact of recycled wastewater irrigation on soil chemical properties in an arid region. Pakistan Journal of Biological Sciences, v.11, n.18, p.2264-2268, 2008.

LANGE, A.; CARVALHO. J.L.N.; DAMIN, V.; CRUZ, J.C. & MARQUES, J.J. Alterações em atributos do solo decorrentes da aplicação de nitrogênio e palha em sistema semeadura direta na cultura do milho. Ciência Rural, n.36, p.460–467, 2006.

LEAL, R. M. P.; FIRME, L. P.; MONTES, C. R.; MELFI, A. J.; PIEDADE, S. M. S. Soil exchangeable cations, sugarcane production and nutrient uptake after wastewater irrigation. Scientia Agricola, v.66, n.2, p. 242-249, 2009.

MEDEIROS, S. S. Alterações físicas e químicas do solo e estado nutricional do cafeeiro em resposta à fertirrigação com água residuária de origem doméstica. 2005. 114f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Ambientais) – Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; CANTARELLA, H. & SILVA, A.G. Absorção de cátions e ânions pelo capim-Coastcross adubado com uréia e nitrato de amônio. Pesquisa Agropecuária Brasileira, n.40, p.247-253, 2005.



NUTRIÇÃO DE PLANTAS DE ALGODÃO IRRIGADAS COM EFLUENTE DE ESGOTO TRATADO

L.V.B.D. Silva¹, T.T.S. Silva², C.L.M. Santos³, D.R. Monteiro², V.L.A. Lima⁴,
H.W. Pearson⁵, V. Sofiatti⁶

RESUMO: Este estudo teve por objetivo avaliar o efeito da irrigação com água resíduária doméstica tratada e da adubação nitrogenada de cobertura sobre os teores foliares dos macronutrientes essenciais fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio. Para isto, plantas de algodoeiro foram cultivadas em vasos com capacidade para 43 L de solo e submetidas aos tratamentos que resultaram da combinação fatorial de cinco doses de nitrogênio no substrato (0, 45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹) e duas qualidades de água de irrigação (água de abastecimento e efluente doméstico tratado). A água resíduária foi tratada em fossa séptica e pós-tratada em filtro intermitente de areia, sendo a irrigação realizada de acordo com a demanda hídrica da cultura. Ao final do ciclo do algodoeiro, o tecido foliar de cada planta foi coletado e encaminhado para laboratório a fim de que fossem determinadas as concentrações foliares dos seguintes macroelementos: fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio. Os resultados indicaram que a irrigação do algodoeiro com água resíduária aumenta os teores foliares de S e Ca. As concentrações dos nutrientes P, K e Mg no tecido foliar são influenciados pela adubação nitrogenada somente quando as plantas são irrigadas com água de abastecimento.

PALAVRAS-CHAVE: Fossa séptica. *Gossypium hirsutum* L. Nutrição de plantas.

PLANT NUTRITION OF COTTON PLANTS IRRIGATED WITH TREATED WASTEWATER

SUMMARY: This study aimed to evaluate the effect of irrigation with treated wastewater and nitrogen fertilization on foliar levels of essential macronutrients: phosphorus, potassium, sulfur, calcium, and magnesium. For this, cotton plants were grown in pots which have capacity for 43 liters of soil and submitted to treatments that resulted from the factorial combination of five doses of nitrogen fertilization (0, 45, 90, 135 and 180 kg ha⁻¹) and two qualities of irrigation water (water supply and wastewater). Domestic wastewater was done in order to fulfill cotton plants water requirements. At harvesting, all leaves from each plant

¹ Eng.Agrônoma, Doutoranda do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. Rua Aprígio Veloso, 882, Campina Grande, PB, CEP 58429-900. e-mail: ledavdantas@yahoo.com.br.

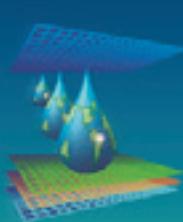
² Mestranda do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

³ Graduandos do curso de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

⁴ Profª Drª, Unidade Acadêmica de Eng. Agrícola, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, UFCG, Campina Grande, PB.

⁵ Prof. PhD, Dpto Eng. Sanitária e Ambiental, Centro de Ciências e Tecnologia, UEPB, Campina Grande, PB.

⁶ Pesquisador Dr, Centro Nacional de Pesquisa em Algodão – Embrapa Algodão, Campina Grande, PB.



were collected and sent to the laboratory to determinate the leaf levels of phosphorus, potassium, sulfur, calcium and magnesium. It was found that wastewater irrigation increases foliar S and Ca concentrations in cotton plants. P, K and Mg leaf contents were influenced by nitrogen fertilization only when the plants were irrigated with water supply.

KEYWORDS: Tank septic. *Gossypium hirsutum* L. Plant nutrition.

INTRODUÇÃO

A adubação mineral e a nutrição de plantas têm grande importância na produção agrícola. Dos nutrientes fornecidos às plantas, o nitrogênio é um dos principais, pois está relacionado ao crescimento e desenvolvimento dos vegetais e no algodoeiro pode interferir significativamente na produtividade da cultura e na qualidade do produto final (CARVALHO et al., 2007).

O fornecimento dos nutrientes adequados nos teores requeridos pelos vegetais via adubação não garante que os mesmos serão efetivamente utilizados no desenvolvimento das plantas cultivadas. A absorção, o acúmulo e a distribuição de elementos essenciais em tecidos vegetais está condicionado a diversos fatores, em especial a umidade do solo, a fase do crescimento da planta e a disponibilidade dos demais nutrientes. Portanto é de extrema importância estudar as interações entre os nutrientes e as fontes de adubo utilizadas sob diferentes condições ambientais a fim de melhor compreender a dinâmica nutricional no sistema solo-planta.

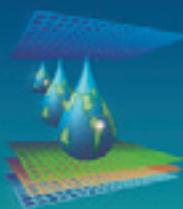
O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da irrigação com água residuária doméstica tratada sobre os teores foliares dos macronutrientes essenciais fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio em plantas de algodoeiro herbáceo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado casa de vegetação pertencente à Companhia de Águas e Esgotos do Estado da Paraíba (CAGEPA), localizada no município de Campina Grande - PB, onde se localizam a Estação de Tratamento Biológico de Esgotos (EXTRABES) e o grupo de pesquisa do Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB).

Conduziu-se o experimento em vasos de 45L preenchidos com solo classificado como Luvissolo crômico irrigados diariamente de acordo com a necessidade hídrica da cultura, determinada em função de seu K_c .

Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 5 x 2, no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Os fatores foram constituídos por cinco doses nitrogênio



no substrato (0, 45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹) e duas qualidades de água de irrigação (água de abastecimento público e água residuária). A água residuária doméstica utilizada no experimento foi captada da Estação de Tratamento de Esgotos situada na área experimental e tratada por meio de uma fossa séptica seguida de pós-tratamento em um filtro de areia intermitente. A caracterização química das fontes de água utilizadas para irrigação é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química das duas fontes de água – potável (AP) e residuária tratada (AR) – utilizadas para irrigação

	pH	CE dS m ⁻¹	Ca	Mg	Na	K	SO ₄ mmol _c L ⁻¹	CO ₃	HCO ₃	Cl ⁻	RAS*
AP	7,93	0,66	1,55	2,09	3,11	0,12	ausente	0,0	1,42	5,05	2,30
AR	9,10	1,35	2,31	3,97	6,79	0,53	presente	1,10	1,36	7,30	3,84

*Razão de adsorção de sódio: $RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}}$

Por ocasião do plantio as unidades experimentais foram adubadas com superfosfato simples na dose de 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e cloreto de potássio na dose de 20 kg ha⁻¹ de K₂O, a fim de suprir as necessidades da cultura, de acordo com a dose recomendada para o algodoeiro herbáceo irrigado (CAVALCANTI, 1998). A adubação nitrogenada foi realizada em função das doses determinadas pelos tratamentos mediante a aplicação de uréia de forma parcelada, com metade da dose na ocasião do plantio e o restante em cobertura aos 40 dias após a emergência das plantas.

Ao final do ciclo da cultura coletou-se o tecido de todas as folhas em cada planta a fim de que fossem determinadas as concentrações foliares dos macronutrientes essenciais fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância seguida de análise de regressão polinomial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 se encontra o resumo da análise de variância para os teores de fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) determinados no tecido foliar das plantas de algodoeiro ao final do experimento. Verificou-se interação significativa entre as qualidades da água e a dose de nitrogênio para os teores dos nutrientes fósforo, potássio e magnésio. Os teores foliares de enxofre e cálcio foram influenciados apenas pela qualidade da água de irrigação.

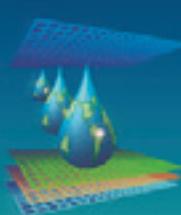


Tabela 2. Resumo da análise de variância para os teores de fósforo (P), potássio (K) e enxofre (S), cálcio e magnésio determinados no tecido foliar das plantas ao final do experimento

Fonte de Variação	GL	P	K	S	Ca	Mg
Qualidade de água (A)	1	*	ns	*	*	*
Dose de nitrogênio (N)	4	*	ns	ns	ns	*
A x N	4	*	*	ns	ns	*
CV (%)	(21,69	20,07	13,11	9,66	15,95

*, ns. Significativo a 5% e não significativo, respectivamente.

Na Figura 1 são apresentados os efeitos das doses de nitrogênio nos teores foliares de fósforo (P) e potássio (K) em plantas de algodoeiro irrigadas com água potável e água residuária. Observa-se que, quando se utilizou água de abastecimento, o aumento das doses de nitrogênio ocasionou redução linear nos teores foliares de P e K. Cada incremento de 100 kg ha⁻¹ na dose de nitrogênio aplicada ao solo resultou em redução de 0,89 g kg⁻¹ de P e de 3,38 g kg⁻¹ de K no tecido foliar das plantas de algodoeiro.

Fertilizantes amoniacais e uréia são, reconhecidamente, agentes acidificantes do solo. Provavelmente a adubação nitrogenada realizada na forma de uréia pode ter acarretado na redução do pH do solo, com consequente redução na disponibilidade de nutrientes essenciais, em especial o P. Com isso, pode ter havido menor absorção do nutriente pelas plantas, refletindo em menor acúmulo de P no tecido foliar ao final do ciclo da cultura.

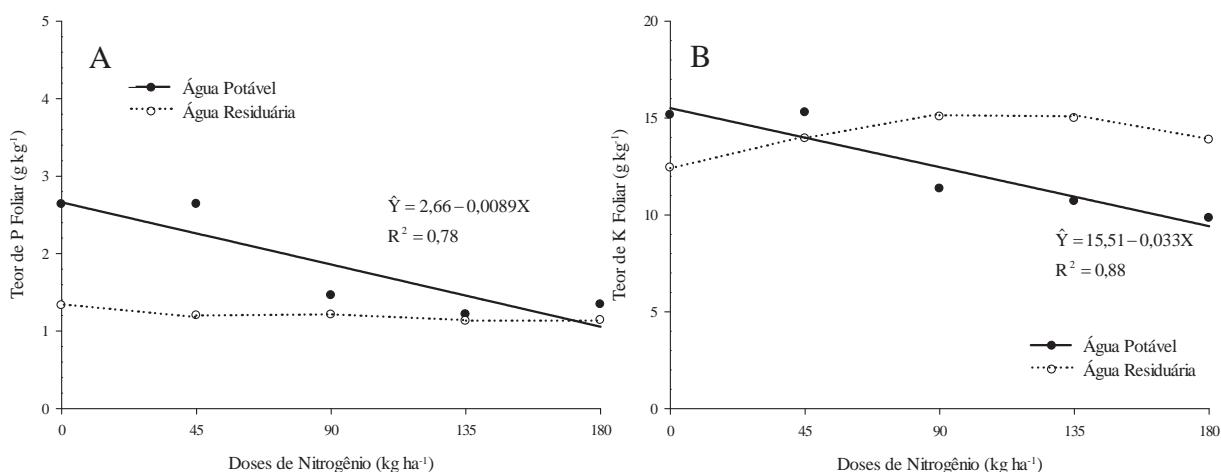
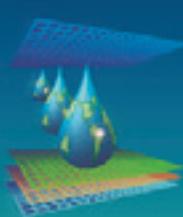


Figura 1. Efeito das doses de nitrogênio nos teores foliares de fósforo (1A) e potássio (1B) em plantas de algodoeiro irrigadas com água potável e água residuária

Efluentes de esgoto doméstico geralmente apresentam elevadas concentrações de P, no entanto, no presente experimento, os teores foliares de fósforo não foram afetados pela qualidade de água utilizada para irrigação. Resultados semelhantes foram encontrados por DUARTE (2006) que constatou não haver diferença significativa entre os teores foliares de fósforo de plantas de pimentão irrigadas com água potável ou efluentes domésticos.



Na Figura 2 são apresentados os teores médios de enxofre (S) e cálcio (Ca) no tecido foliar das plantas de algodoeiro que apresentaram valores mais elevados quando a irrigação foi realizada mediante a aplicação de água residuária. Estes resultados concordam com o encontrado por MOHAMMAD & AYADI (2004) que, ao utilizar duas fontes de água e nutrientes – água residuária tratada e água potável + adubo mineral – para aplicação de uma mesma quantidade de N e P ao solo, observaram que a aplicação de água residuária resultou em maior acúmulo dos nutrientes N, P, K, Fe, Mn, Zn e Cu na parte aérea de plantas de milho e no sistema radicular de ervilhaca-comum, além de maior produtividade destas duas culturas.

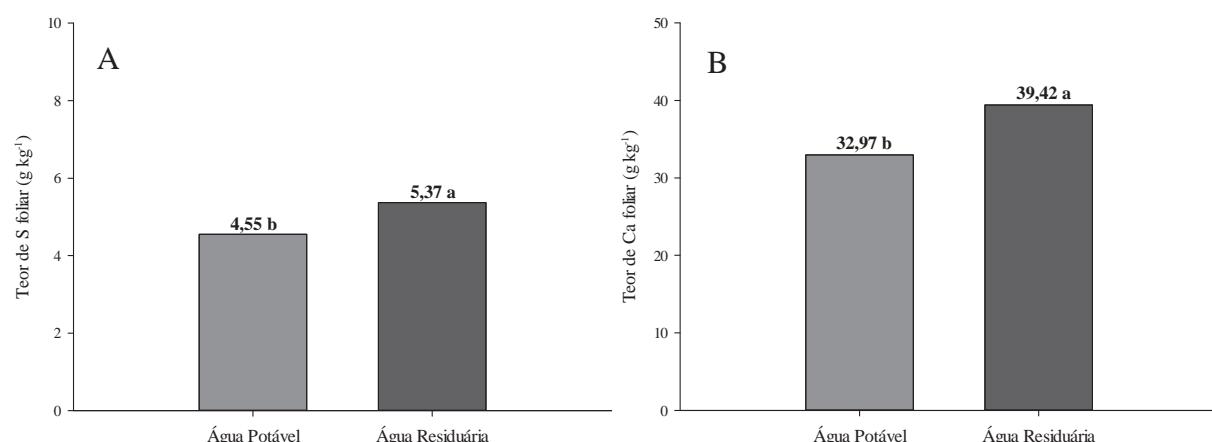


Figura 2. Teores médios de enxofre (S) e cálcio (Ca) no tecido foliar, determinado ao final do ciclo da cultura, para as diferentes fontes de água utilizadas para irrigação.

Elevações na produtividade e nos teores de nutrientes de plantas irrigadas com águas residuárias tratadas se devem não só à presença de montantes adequados de macro e micronutrientes nesses efluentes mas, também, aos elevados teores de matéria orgânica que atua melhorando a estrutura e outras propriedades físicas do solo garantindo maior disponibilização de água e nutrientes às culturas (RAMIREZ-FUENTES et al., 2002; MEKKI et al., 2006).

Na Figura 3 são apresentados os teores foliares de magnésio nas folhas do algodoeiro mensurados ao final do ciclo da cultura. Quando se utilizou água de abastecimento na irrigação das plantas de algodoeiro, o aumento das doses de nitrogênio ocasionaram incremento linear no teor de Mg foliar. A cada incremento de 100 kg ha^{-1} na dose de N aplicada, observou-se um aumento de 2,26% nos teores foliares de magnésio.

Quando se utilizou água residuária, as doses de nitrogênio não influenciaram os teores foliares de Mg.

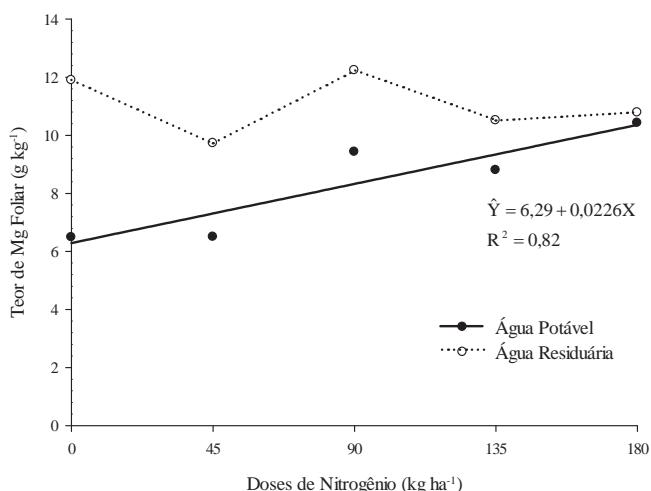
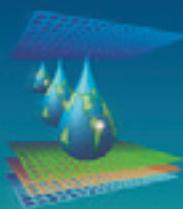


Figura 3. Efeito das doses de nitrogênio nos teores foliares de magnésio em plantas de algodoeiro irrigadas com água potável e água residuária

CONCLUSÕES

A irrigação com água residuária aumenta os teores foliares de S e Ca em algodoeiro.

As concentrações dos nutrientes P, K e Mg no tecido foliar são influenciados pela adubação nitrogenada somente quando as plantas são irrigadas com água de abastecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, G. B.; STAUT, L. A. Nutrição, calagem e adubação do algodoeiro. In: FREIRE, E. C. Algodão no cerrado do Brasil. ed. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão – ABRAPA, 2007. p.581-647.

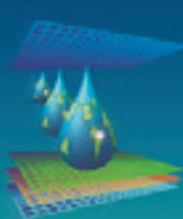
CAVALCANTI, F. J. A. (Coord.). Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2^a aproximação. 2^a ed. rev. Recife: IPA, 1998. 198 p.

DUARTE, A. S. Reuso de água residuária tratada na irrigação da cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.). 187f. Tese de Doutorado em Agronomia -Irrigação e Drenagem, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

MEKKI, A.; DHOUIB, A.; SAYADI, S. Changes in microbial and soil properties following amendment with treated and untreated olive mill wastewater. Microbiological Research, v.161, p.93-101, 2006.

MOHAMMAD, M. J.; AYADI, M. Forage yield and nutrient up take as influenced by secondary treated wastewater. Journal of Plant Nutrition, New York, v.27, p.351-364, 2004.

RAMIREZ-FUENTES, E.; LUCHO-CONSTANTINO, C.; ESCAMILLA-SILVA, E.; DENDOOVEN, L. Characteristics, carbon and nitrogen dynamics in soil irrigated with wastewater for different lengths of time. Bioresource Technology, Essex, v.85, p.179-181, 2002.



ACÚMULO DE POTÁSSIO, FÓSFORO, MASSA SECA E PRODUTIVIDADE DE FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris*) IRRIGADO COM ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA

Rodrigo Nobre Santana¹, Fernando Matos Perreira², Ygho Jackson Muniz de Assis³, Antônio Fábio Silva Santos⁴

RESUMO: A criação de suínos é uma atividade de grande potencial poluidor devido ao volume de dejetos produzidos diariamente. A utilização da água residuária de suinocultura como fonte de fósforo (P) e potássio (K) pode constituir uma fonte de renda econômica quando bem manejada sem causar danos ambientais. Os feijoeiros submetidos aos tratamentos Tifton 100 % e Brita 50 e 100 % apresentaram conteúdos de P comparado aos demais tratamentos, enquanto que os teores de K foram maiores naqueles submetidos aos tratamentos testemunha e Taboa 50 %. Apesar de diferenças matemáticas, não houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo assim, as doses de ARS não influenciaram no teor e acúmulo de P e K pela planta. O tratamento que obteve a melhor média de produção foi o que recebeu adubação química com 3.163.333 vargens por hectare. Os resultados de massa seca de raiz demonstram o tratamento ARS/Tifton 100% com a melhor produção de massa seca de raiz com uma produção 1,91 g. A melhor média de produção total de massa seca foi obtida no tratamento que recebeu adubação química com 20,96 g massa seca, destacando negativamente o tratamento ARS/Tifton 25% com produção de 9,30 g massa seca.

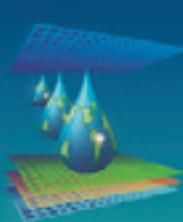
PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris*, Composição mineral, Reúso de água.

ACCUMULATION OF POTASSIUM, PHOSPHORUS, AND DRY MASS OF PRODUCTIVITY BEAN (*Phaseolus vulgaris*) IRRIGATED WITH SWINE WASTEWATER

SUMMARY: Pig farming is an activity of great pollution potential due to the volume of waste produced daily. The use of swine wastewater as a source of phosphorus (P) and potassium (K) can be a source of economic income when handled well without causing environmental damage. The bean plants subjected to treatments Tifton 100 and Brita 50% and 100% had P contents compared to the other treatments, whereas the K were higher in those undergoing treatments witness and Cattails 50%. Although mathematical differences, there was no significant difference between treatments, so the doses of ARS did not influence the content and accumulation of P and K by the plant. The treatment had the best average production was received with chemical fertilization 3163333 string beans per hectare. The results of root dry weight showed treatment ARS / Tifton 100% with the best production of root dry matter production with 1.91 g. The best average total production of dry mass was obtained in treatments with chemical fertilizer with 20.96 g dry mass, highlighting negative treatment ARS / Tifton 25% with production of 9.30 g dry mass.

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris*, Mineral composition, Water reuse.

¹Tecnólogo em Irrigação e Drenagem, Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais/IFNMG – Campus Januária. Fazenda São Geraldo, s/n, Km 6 - CEP 39480-000 - Januária / MG. E-mail: rodrigidm@yahoo.com.br; ²Zootecnista, Prof. M.Sc do IFNMG – Campus Januária; ³Tecnólogo em Irrigação e Drenagem, Graduando em Agronomia – IFNMG – Campus Januária; ⁴Agrônomo, Prof. M.Sc do IFNMG – Campus Januária.



INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira é uma atividade predominante de pequenas propriedades rurais e uma atividade importante do ponto de vista social, econômico e, especialmente, como instrumento de fixação do homem no campo. No entanto, esta atividade tem uma enorme capacidade poluidora, principalmente com manejo tradicional feito no Brasil. Utilizando-se o conceito de equivalente populacional, um suíno polui, em média, o equivalente a 3,5 seres humanos (DIESEL et al., 2002).

O uso e reuso de águas residuárias para fins agropecuários, industriais e municipais são comuns em vários países e se tornaram uma prática essencial para o desenvolvimento sustentável. Em muitos países a reutilização da água faz parte do planejamento de recursos hídricos (TANJI, 1997; BOUWER, 2000).

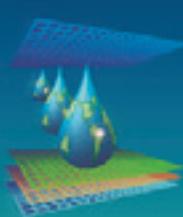
A adição de doses crescentes de fósforo (P) aos solos promove aumento dos componentes relacionados ao crescimento do feijoeiro, principalmente matéria seca e conteúdo de P. O histórico de uso do solo tem influencia na absorção como também na eficiência de utilização de P pela cultura, entretanto, as condições que promovem maior absorção diferem daquelas que permitem maior eficiência de utilização do nutriente, sobretudo nas condições de solo já cultivado (SANTOS et al., 2011).

A produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) está relacionada entre outros fatores com a disponibilidade hídrica e a fertilidade do solo. Assim, para a obtenção de elevadas produtividades é necessário o manejo adequado da fertilidade do solo e da disponibilidade hídrica (PESSOA, 1996).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de suinocultura no Instituto Federal do Norte de Minas - Campus Januária (IFNMG), Fazenda São Geraldo, município de Januária, MG, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude: 15°27'S, longitude: 44°22'W, e altitude de 474 m. O clima da região é do tipo Aw na escala de Köppen, tropical úmido com inverno seco.

Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados (DBC), com nove tratamentos e três repetições, sendo a espécie vegetal Taboa (*Typha latifolia*) (50%), Tifton (Tifton 85 – *Cynodon dactylon*) (25, 50 e 100 %) e Brita (25, 50 e 100 %).



O experimento foi instalado em setembro de 2012, e a área experimental contou com um sistema de tratamento primário da água residuária (decantação), seguida de uma reservatório de 1000 L. Todo efluente do reservatório foi transportado para seis caixas d'água de 150 L sendo duas destas preenchidas com brita unidade 0, sem cobertura vegetal e as demais plantadas com as espécies vegetais de Tífton e Taboa. O material drenado para as caixas de armazenamento (volume de 150 L), posteriormente, foi aplicado de maneira parcelada, totalizando cinco aplicações. Aplicação do líquido drenado foi realizada com o turno de rega do dia, sendo a solução composta por metade da irrigação do dia mais três concentrações de 25%, 50% e 100% de ARS.

Como cultura utilizou-se feijão de ciclo precoce (60 dias), semeado em três fileiras espaçadas de 50 cm contendo 12 plantas por metro linear. Para adubação da cultura foram utilizadas as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do estado de Minas Gerais (CFSEMG, 1999). As adubações constaram de 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 30 kg ha⁻¹ de K₂O e 40 kg ha⁻¹ N (15 kg no plantio e duas coberturas realizadas aos 20 e 30 DAP) e 2 kg ha⁻¹ de Zn. Para controle de pragas e doenças, realizou-se aos 25 dias após o plantio a aplicação do inseticida Bakamo® e do fungicida Cercobim®.

A Et₀ foi obtida através do tanque Classe A da estação meteorológica próxima a área do experimento. A lâmina de irrigação para a cultura foi estimada de acordo com o kc (coeficiente cultural) da cultura do feijão. Após a identificação da lâmina requerida foram efetuadas as irrigações com a ARS de modo parcelado em intervalos de sete dias após a primeira irrigação.

Após a colheita das vagens, todas as plantas de cada uma das parcelas foram coletas, secas e trituradas, posteriormente, as amostras foram submetidas à análise laboratorial para a detecção da composição mineral do tecido vegetal, massa seca da parte aérea e raiz e produtividade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral as plantas de todas as parcelas apresentaram bom aspecto visual em respostas ao tipo de tratamento submetido. As características MS, teor e conteúdo de K e P não foram influenciados significativamente pelos tratamentos (Tabela 1).

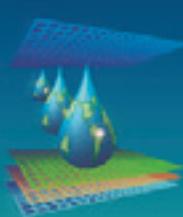


Tabela 1. Valores médios de teores foliares e conteúdo de potássio e fósforo em feijoeiro irrigado com água resíduária de suinocultura. IFNMG- Campus Januária – MG, 2013.

Tratamento	Valores médios massa seca (g)	K (dag kg ⁻¹)	K (mg planta ⁻¹)	P (dag kg ⁻¹)	P (mg planta ⁻¹)
Testemunha	18,38	1,83	178,42	0,335	69,77
Adubação química	20,83	1,35	282,66	0,377	69,76
Brita 25%	18,40	1,29	279,76	0,391	68,62
Brita 50%	14,86	1,35	261,62	0,420	73,80
Brita 100%	17,84	1,39	337,14	0,425	81,23
Taboa 50%	18,17	1,54	243,20	0,339	53,62
Tifton 25%	12,03	1,48	178,41	0,464	40,02
Tifton 50%	17,50	1,39	229,39	0,472	54,23
Tifton 100%	23,26	1,29	188,89	0,431	70,53
Média	17,92	1,43	242,17	0,406	64,62
CV (%)	-	21,6	26,8	16,6	27,3

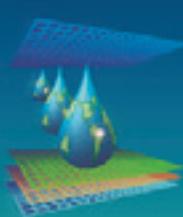
Teste Scott -Knott a nível de 5% de probabilidade

Em ambientes salinos a disponibilidade de nutrientes para as plantas é afetada por fatores como o pH do solo, influenciando assim, a disponibilidade de nutrientes, a concentração e as relações entre nutrientes que podem afetar a absorção e transporte de um determinado nutriente e, indiretamente, afetar a absorção e a translocação de outros (GRATTAN & LAMENTA, 1994 citado por FERREIRA et al., 2007). Visto que a concentração salina e aumento do pH afetam o potencial osmótico do solo de modo a dificultar a absorção dos sais de potássio pela planta, pode-se então, caracterizar o visível acúmulo superior deste elemento na testemunha em relação aos demais tratamentos (Tabela 1).

A adubação química permitiu plantas com produção superior de massa seca sobre os demais tratamentos, com exceção do Tífton 100%, porém, o teor de P acumulado foi inferior a maioria dos tratamentos, somente a testemunha e parcela contendo Taboa 50% apresentaram teores inferiores ao encontrado no tratamento com adubação química (Tabela 1).

Segundo FIA (2009), a taboa é uma espécie amplamente utilizada na remoção de nutrientes de ARS. Tal tratamento apresentou valores intermediários para massa seca e conteúdo de P, mas mostrou expressividade em teor e conteúdo de K (Tabela 1). A aplicação de ARS forneceu para que as plantas de feijoeiro auferissem maior teor de P, exceto para o tratamento Taboa 50%.

O tratamento Brita 100% contribuiu para que o feijoeiro aumentasse em 88,9% e 16,4% de K e P, respectivamente, quando comparado a testemunha (Tabela 1). Devido ao elevado valor



de matéria seca, as plantas que receberam o tratamento Tifton 100% apresentaram menor conteúdo de P e K, se comparado ao Brita 100%.

Os resultados de produtividade de vargens do feijoeiro demonstram que o tratamento com ARS/Tifton 25% difere estaticamente dos outros tratamentos apresentando uma produtividade média de 72.000 vargens por hectare. Entre as médias de produtividade a que apresentou maior produção de vargem por hectare foi a que recebeu adubação química com 3.163.333 vargens por hectare. Na Tabela 2 estão expostos os valores para o número de vagens, massa seca de raiz, massa seca da parte aérea e massa seca total, e produtividade do feijoeiro.

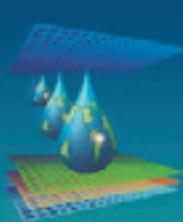
Tabela 2. Número de vagens, massa seca de raiz, parte aérea e total de feijoeiro submetido à aplicação de água resíduária de suinocultura.

Tratamento	Número de vagens	Massa seca raiz (g)	Massa seca parte aérea (g)	Massa seca total (g)
Testemunha	2.045.000 a	1,39 bc	14,33 b	15,71 b
Adubação química	3.163.333 a	1,67 ab	19,29 a	20,97 a
Brita 25%	2.603.333 a	1,15 cde	13,86 b	15,00 b
Brita 50%	2.026.667 a	1,01 de	15,88 ab	16,89 ab
Brita 100%	1.906.667 a	1,31 c	16,51 ab	17,82 ab
Taboa 50%	2.456.667 a	1,40 bc	18,68 a	20,08 a
Tifton 25%	72.000 b	0,94 e	8,36 c	9,31 c
Tifton 50%	2.103.333 a	1,28 cd	16,083 ab	17,36 ab
Tifton 100%	2.260.000 a	1,91 a	18,61 a	20,52 a
Média	2.070.778	1,34	15,73	17,03
CV (%)	27,2	7,5	9,3	8,5

Teste *Scott-Knott* a nível de 5% de probabilidade

Entre as lâminas da brita a que melhor apresentou média de produção foi a de 25% de ARS com 2.603.333 vargens ha^{-1} , porém, não diferiram estaticamente das demais lâminas, ou seja, as três concentrações de 25%, 50% e 100% proporcionam aumento na produtividade de vargens do feijão.

A produtividade média de vargens do feijão submetido à água pura foi superior ao Tifton 25%, com uma produtividade de 2.045.000 vargens por hectare. Segundo SILVA (2008), tais resultados decorrem do curto intervalo de tempo de avaliação o qual não possibilitou a avaliação da liberação dos nutrientes contidos nos adubos orgânicos. Portanto, a matéria orgânica quando adicionada ao solo, principalmente na forma de adubos orgânicos, depende do seu grau de decomposição para se observar os efeitos imediatos ou residuais no solo (VIDIGAL et al., 1995).



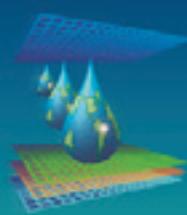
Os resultados de massa seca de raiz apresentam diferença significativa entre os tratamentos, destaque para o tratamento ARS/Tifton 100% com uma produção 1,91 g de massa seca de raiz. Os resultados de massa seca de parte aérea apontaram que a adubação química permite aumento na produção de massa seca, quando comparado aos tratamentos restrito a aplicação de água pura, Brita 25% e ARS/Tifton 25% com uma produção de 19,29 g de massa seca. Os resultados de massa seca total indicam que entre os tratamentos o que teve a maior média de produção de massa seca total foi adubação química com 20,96 g massa seca, destacando negativamente o tratamento ARS/Tifton 25% com produção de 9,30 g massa seca.

CONCLUSÕES

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) não apresentou diferença estatística no teor e conteúdo de P e K em função dos tratamentos. Embora as plantas irrigadas com ARS apresentassem maior produção de massa seca, elas não acumularam maior quantidade de nutrientes que plantas sob condições normais de cultivo. Entre os parâmetros estudados, o único que apresentou diferença significativa foi o ARS/Tifton 25%, tanto a produtividade de vargens por hectare, produção de massa seca da raiz, parte aérea e total.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DIESEL, F.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C.C. Coletânea de tecnologias sobre dejetos de suínos. Concórdia: EMBRAPA, CNPSA, 2002. 31p. (Boletim Informativo).
- FERREIRA, P. A.; GARCIA, G. de O.; NEVES, J. C. L.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, D. B. dos. Produção relativa do milho e teores folheares de nitrogênio, fósforo, enxofre e cloro em função da salinidade do solo. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. Revista Ciência Agronômica, v.38, n.1, p.7-16, 2007. ISSN 0045-6888.
- FIA, R.; FIA, F. L. R.; MATOS, A. T. Efeito do fenol sobre o desempenho agronômico da *Tipha latifolia* L. Espírito Santo do Pinhal. Engenharia Ambiental. V. 6, n. 3, p. 641-659, set/dez – 2009.
- PESSOA, A. C. dos S.; KELLING, C. R. S.; POZZEBON, E. J.; KÖING, O. Concentração E Acúmulo De Nitrogênio, Fósforo E Potássio Pelo Feijoeiro Cultivado Sob Diferentes Níveis De Irrigação. Ciência Rural, Santa Maria, v. 26. n. 1, p. 69-74, 1996. ISSN 0103-8478.
- SANTOS, J. Z. L.; NETO, A. E. F.; RESENDE, A. V. de; CARNEIRO, L. F.; CURI, N.; MORETTI, B. da S. Resposta Do Feijoeiro À Adubação Fosfatada Em Solos De Cerrado Com Diferentes Históricos De Uso. R. Bras. Ci. Solo, 35:193-202, 2011.
- TANJI, K. K. Irrigation with marginal quality waters: issues. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, v.123, p.165-169, 1997.



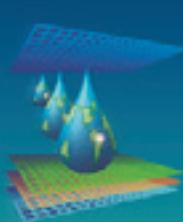
XXIII CONIRD

Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

Evolução e Tecnologia
na Irrigação

13 º 18
OUTUBRO / 2013
Hotel Saint Louis
Luís Eduardo
Mogolhôes
Bahia - Brasil

VIDIGAL, S. M.; RIBEIRO, A. C.; CASALI, V. W. D.; FONTES, L. E. F. Resposta da alface (*Lactuca sativa L.*) ao efeito residual da adubação orgânica: I. Ensaio de campo. Revista Ceres, Viçosa, MG. v. 42, n. 239, p. 80 – 88, 1995.



Classificação da qualidade química da água de irrigação no município de Alegre - ES¹

S. F. da Silva²; G. de O. Garcia³; E. F. dos Reis³; R. A. Cecílio⁴

RESUMO: A prática da irrigação em culturas promove o desenvolvimento em diversas regiões. Logo é fundamental o conhecimento da qualidade da água utilizada nesta técnica. O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade da água utilizada para fins de irrigação no município de Alegre - ES, classificando o grau de restrição de uso de acordo com a infiltração da água no solo, toxicidade por íons específicos e disponibilidade de água para as culturas. Foram escolhidos cinco sistemas de irrigação em funcionamento no município de Alegre - ES, sendo monitorados nos meses de novembro de 2011, janeiro, março, maio e julho de 2012. Foram feitas amostragens nos reservatórios de cada sistema que depois de identificadas foram encaminhadas ao laboratório para caracterização química. Os resultados obtidos mostraram que os pontos de captação de água estudados no município de Alegre apresentam riscos de uso quando relacionados à infiltração da água no solo. Em relação à toxicidade por íons específicos e a disponibilidade de água para as culturas a água nos pontos de captação estudados não apresentam restrição quanto ao uso.

Palavras-chave: salinidade, infiltração da água, toxicidade por íons específicos.

Classification of the chemical quality of irrigation water in the municipality of Alegre - ES

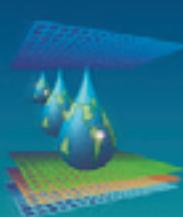
ABSTRACT: The practice of irrigation cultures promotes development in various regions. Therefore it is important to know the quality of the water used in the art. The aim of this study was to evaluate the quality of water used for irrigation purposes in the municipality of Alegre - ES, classifying the degree of restriction on use according to soil water infiltration, specific ion toxicity and availability of water for crops. Were chosen five irrigation systems in operation in the city of Alegre - ES, being monitored in November 2011, January, March, May and July 2012. Samplings in tanks after every system identified were sent to the laboratory for chemical characterization. The results showed that the water abstraction points studied in the municipality of Alegre present risks related to use when water infiltration into

¹ Trabalho extraído de parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor.

² Doutorando em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Departamento de Engenharia Rural, Alto Universitário, s/nº - Caixa Postal 16, Guararema. CEP: 29500-000, Alegre, ES. Fone (28) 35528983. e-mail: samuelfd.silva@yahoo.com.br.

³ Prof. Doutor, Depto de Engenharia Rural, UFES, Alegre - ES.

⁴ Prof. Doutor, Depto de Engenharia Florestal, UFES, Alegre - ES.



the soil. Regarding toxicity specific ions and water availability to the cultures in water catchment points studied show no restriction on use.

Keywords: salinity, water infiltration, toxicity of specific ions.

INTRODUÇÃO

A irrigação é uma técnica que tem por objetivo fornecer água para suprir as necessidades hídricas das culturas, possibilitando a produção de culturas, seja para alimentos, madeiras ou ornamentação, em melhor qualidade e com altos rendimentos, além de possibilitar o cultivo de alimentos em áreas que antes não era possível a produção agrícola, sendo que em determinadas áreas possibilita o cultivo de dois ou até mais ciclos de uma mesma cultura no ano (TESTEZLAF, 2001; MANTOVANI et al., 2007).

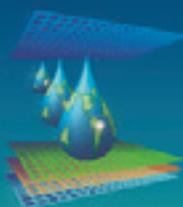
Esta técnica é um dos fatores determinantes para o desenvolvimento da agricultura no mundo. No Brasil, a irrigação é uma técnica produtiva que contribui em grande parte para o aumento da produção agrícola (MANTOVANI et al., 2007).

De acordo com BERNARDO et al., (2006), as águas apresentam parâmetros que as caracterizam com relação à sua qualidade. Avaliar e monitorar essas características da água é uma técnica que possibilita a obtenção de informações que auxiliam na orientação das práticas de irrigação e na seleção de cultivos, bem como possibilita a classificação da água para fins de irrigação. Com isso a avaliação da qualidade da água destinada à irrigação proporciona o conhecimento de seus efeitos, sejam positivos ou negativos no solo e, consequentemente, na cultura irrigada (ALMEIDA, 2010).

Diante do apresentado este trabalho tem por objetivo avaliar a qualidade da água utilizada para fins de irrigação no município de Alegre - ES, classificando o grau de restrição de uso de acordo com a infiltração da água no solo, toxicidade por íons específicos e disponibilidade de água para as culturas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no município de Alegre - ES, o qual possui superfície de 773 km² e está localizado na Microrregião do Caparaó Região Sul do Estado do Espírito



Santo. A sede do município possui coordenadas geográficas 20°47'09" S e 41°31'28" W (IBGE, 2013).

Foram selecionadas cinco propriedades que já possuíam projetos de irrigação implantados no município, e os pontos de captação de água selecionados abastecem diferentes projetos de irrigação, denominados da seguinte forma: microaspersão (Rio), gotejamento (Represa), aspersão fixa (Córrego), aspersão móvel (Córrego) e canhão (Represa) (Figura 1).

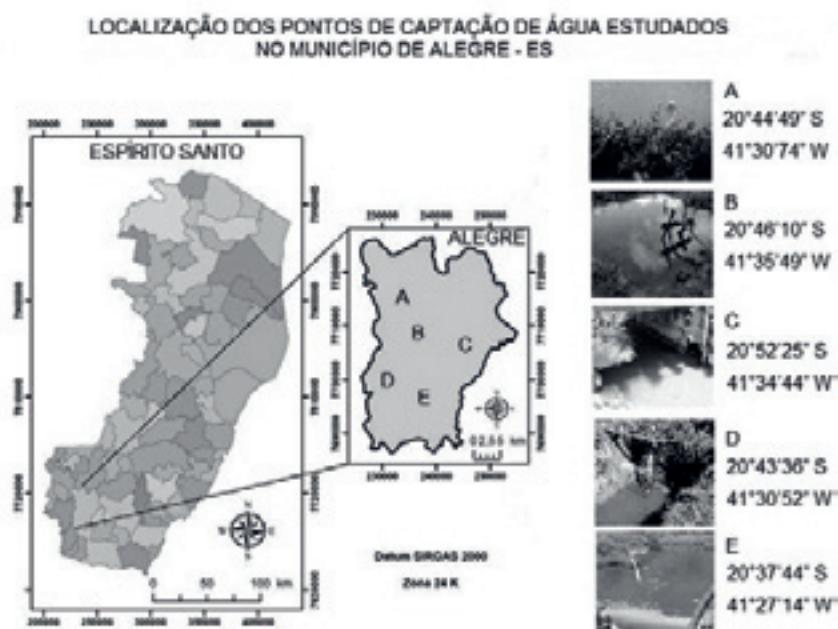
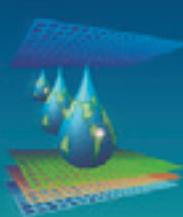


Figura 1 - Localização dos pontos de captação selecionados para coleta das amostras de água no município de Alegre - ES. A = Microaspersão (Rio), B = Gotejamento (Represa), C = Aspersão Fixa (Córrego), D = Aspersão Móvel (Córrego) e E = Canhão (Represa).

O monitoramento da qualidade química da água utilizada para irrigação nos pontos de captação estudados ocorreu nos meses de novembro de 2011, janeiro, março, maio e julho de 2012. A coleta das amostras de água seguiu a metodologia descrita por ALMEIDA (2010).

Foram coletadas simultaneamente três amostras de água em cada ponto de captação e, após a coleta, as amostras foram condicionadas em caixas de isopor contendo gelo e transportadas ao laboratório, este procedimento foi realizado durante os meses de monitoramento.

No laboratório foram determinados, em cada amostra a condutividade elétrica com auxílio de um condutivímetro. Também foram quantificados os teores de cálcio e magnésio por espectrofotometria de absorção atômica e sódio e boro por fotometria de chama de acordo com recomendações de RICHARDS (1954). De posse dos resultados de sódio, cálcio e magnésio calculou-se a razão de adsorção de sódio (RAS) por meio da Equação 1.



$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} \quad (1)$$

em que,

RAS - razão de adsorção de sódio ($\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$) $^{1/2}$;

Na - sódio ($\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$);

Ca - cálcio ($\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$);

Mg - magnésio ($\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$).

Foi utilizada a metodologia propostas por AYERS & WESTCOT (1999) para a classificação da água de irrigação utilizando diretrizes de interpretação da qualidade química da água por meio da infiltração da água no solo, toxicidade por íons específicos e disponibilidade de água para as culturas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

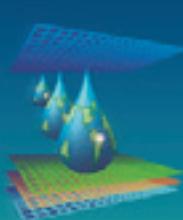
Na Tabela 1 estão apresentados os resultados referentes à restrição de uso da água para irrigação em relação à infiltração da água no solo.

Tabela 1 - Classificação da água em relação à infiltração da água no solo nos pontos de captação estudados no município de Alegre - ES

Pontos de captação / Projetos	Valor (Média +	Valor (Média +	Classificação de
	Desvio Padrão)	Desvio Padrão)	restrição de uso da
	CE	RAS	água
Rio / Microaspersão	0,07±0,01	0,52±0,09	Severo
Represa / Gotejamento	0,05±0,01	0,55±0,11	Severo
Córrego / Aspersão Fixa	0,05±0,01	0,48±0,13	Severo
Córrego / Aspersão Móvel	0,40±0,11	1,08±0,08	Moderado
Represa / Canhão	0,07±0,01	0,87±0,11	Severo

CE = Condutividade elétrica (dS m^{-1}). RAS = Razão de adsorção do sódio ($\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$) $^{1/2}$.

Por meio das diretrizes de classificação da água para irrigação proposta por AYERS & WESTCOT (1999), em relação à capacidade de infiltração da água no solo, as águas nos pontos de captação que abastecem os projetos de irrigação por microaspersão, gotejamento,



aspersão fixa e canhão são classificadas como apresentando severo grau de restrição, logo, torna-se necessário adotar um manejo adequado para não afetar a estrutura do solo.

A água no ponto de captação que abastece o projeto de irrigação por aspersão móvel apresentou grau moderado de restrição quanto ao uso. Esta água deve ser destinada para irrigação preferencialmente em solos de boa drenagem.

BARROSO et al., (2011), avaliando a qualidade química da água para irrigação na região Centro Sul no Estado do Ceará, evidenciaram que, com relação à infiltração da água no solo, os pontos de captação de água estudados apresentaram restrição quanto ao uso de moderado grau. Nessa classe, é necessário ter cuidado com a seleção da cultura e as alternativas de manejo para alcançar o potencial máximo de rendimento.

Resultados próximos aos obtidos no presente trabalho foram encontrados por FRANCO & HERNANDEZ (2009), avaliando a qualidade da água para fins de irrigação no perímetro irrigado do Córrego do Coqueiro localizado na região noroeste do Estado de São Paulo.

BARROSO et al., (2011), com base nesta metodologia, classificaram a água de irrigação do município de Quixelô - CE, como severo grau de restrição. Uma vez usada para irrigação de culturas essa água afetará o rendimento das mesmas ocasionando problemas de infiltração da água no solo.

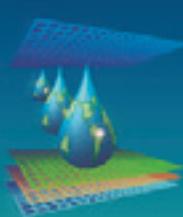
Em relação à toxicidade por íons específicos a água em todos os pontos de captação estudados com base na concentração de sódio e boro, são classificadas como não apresentando nenhum grau de restrição para uso na irrigação. Essas águas podem ser disponibilizadas em atividades agrícolas sem apresentarem riscos de toxicidade à cultura.

COSTA et al., (2005), avaliando as características químicas da água de irrigação no município de Brejo Santo - CE, em relação à toxicidade por íons específicos em culturas irrigadas, classificaram as mesmas como não apresentando restrição de uso na irrigação.

Em relação à disponibilidade de água para as culturas, por meio da metodologia de classificação da água para irrigação proposta por AYERS & WESTCOT (1999), todos os pontos de captação de água estudados não apresentaram restrição quanto ao uso.

CONCLUSÕES

Os pontos de captação de água estudados no município de Alegre - ES apresentam riscos de uso quando relacionados à infiltração da água no solo. Sendo necessário adotar um manejo adequado para que não ocorram danos à estrutura do solo.



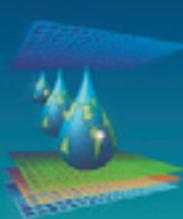
Em relação à toxicidade por íons específicos e a disponibilidade de água para as culturas a água nos pontos de captação estudados não apresentam restrição quanto ao uso.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, O.A. Qualidade da Água de Irrigação. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 234p.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFP, 1999. 218p.
- BARROSO, A.A.F.; GOMES, G.E.; LIMA, A.E.O.; PALÁCIO, H.A.Q.; LIMA, C.A. Avaliação da qualidade da água para irrigação na região Centro Sul no Estado do Ceará. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, n.6, p.588-593, 2011.
- BERNARDO, S; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. Manual de Irrigação. 8.ed. Viçosa: UFV, 2006. 596p.
- COSTA, C.P.M.; ELOI, W.M.; CARVALHO, C.M.; VALNIR JÚNIOR, M.; SILVA, M.A.N. Caracterização qualitativa da água de irrigação na cultura da videira no município de Brejo Santo, Ceará. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v.5, n.2, p.1-15, 2005.
- FRANCO, R.A.M.; HERNANDEZ, F.B.T. Qualidade da água para irrigação na microbacia do Coqueiro, Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, n.6, p.772-780, 2009.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 06 de abril de 2013.
- MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L.F. Irrigação: princípios e métodos. 2.ed. Viçosa: UFV, 2007. 358p.
- RICHARDS, L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington, D.C: United States Salinity Laboratory, 1954. 160p.
- TESTEZLAFF, R. Análise potencial de entupimento em gotejadores através da avaliação da qualidade de água de irrigação. Revista Irriga, v.6, n.1, p.53-62, 2001.



Variação temporal da condutividade elétrica e da razão de adsorção de sódio da água de irrigação no município de alegre - ES¹

G. de O. Garcia²; S. F. da Silva³; E. F. dos Reis⁴; R. A. Cecílio⁵

RESUMO: A irrigação é uma técnica que auxilia no desenvolvimento produtivo das culturas. São muitos os fatores que influenciam para que o uso desta técnica seja adequado, sendo a qualidade da água fator decisivo, tendo esta, variações ao longo do tempo. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a variação temporal da qualidade química da água de irrigação proveniente de cinco pontos de captação que suprem diferentes projetos de irrigação (microaspersão, gotejamento, aspersão fixa, aspersão móvel e canhão) no município de Alegre - ES, sendo monitorados nos meses de novembro de 2011, janeiro, março, maio e julho de 2012. Foram feitas amostragens nos reservatórios de cada sistema que depois de identificadas foram encaminhadas ao laboratório para caracterização química. Por meio dos resultados obtidos é possível concluir que a água nos pontos de captação estudados no município de Alegre - ES apresentou variações temporais em relação às características químicas estudadas, sendo, necessário o monitoramento sazonal dessas variáveis.

Palavras-chave: sazonalidade, monitoramento, qualidade da água.

Temporal variation of electrical conductivity and sodium adsorption ratio of irrigation water
in municipality of Alegre - ES

ABSTRACT: Irrigation is a technique which assists in crop production development. There are many factors that influence the use of this technique is adequate, water quality will be a decisive factor, and this, variations over time. Accordingly, this study aimed to evaluate the temporal variation of the chemical quality of irrigation water from five catchments that supply different irrigation projects (micro, drip, sprinkler fixed, mobile and spray gun) in the municipality of Alegre - ES, being monitored in November 2011, January, March, May and July 2012. Samples were collected in reservoirs that after each system identified were sent to

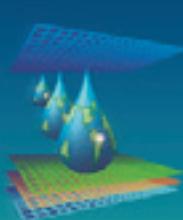
¹ Trabalho extraído de parte da Dissertação de Mestrado do segundo autor.

² Prof. Doutor, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Departamento de Engenharia Rural, Alto Universitário, s/nº - Caixa Postal 16, Guararema. CEP: 29500-000, Alegre, ES. Fone (28) 35528983. e-mail: giovanni.garcia@ufes.br.

³ Doutorando em Produção Vegetal, Depto de Engenharia Rural, UFES, Alegre - ES.

⁴ Prof. Doutor, Depto de Engenharia Rural, UFES, Alegre - ES.

⁵ Prof. Doutor, Depto de Engenharia Florestal, UFES, Alegre - ES.



the laboratory for chemical characterization. Through the results, we conclude that the water in the catchments studied in the municipality of Alegre - ES showed temporal variations in relation to chemical characteristics studied, being necessary to the seasonal monitoring of these variables.

Keywords: seasonality, monitoring, water quality.

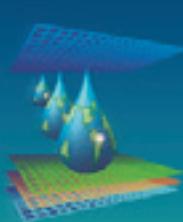
INTRODUÇÃO

A irrigação tem por objetivo fornecer água para suprir as necessidades hídricas das culturas, possibilitando a produção de culturas, seja para alimentos, madeiras ou ornamentação, em melhor qualidade e com altos rendimentos, além de possibilitar o cultivo de alimentos em áreas que antes não era possível a produção agrícola, sendo que em determinadas áreas possibilita o cultivo de dois ou até mais ciclos de uma mesma cultura no ano (TESTEZLAF, 2001; MANTOVANI et al., 2007).

São muitos os fatores que influenciam para que o uso desta técnica seja adequado, sendo a qualidade da água fator decisivo, tendo esta, variações ao longo do tempo, estas variações ao longo do tempo nas características químicas da água podem ser influenciadas pelas características ambientais, uso e ocupação do solo ao entorno dos pontos de captações e atividades antrópicas, portanto, mensurar essas oscilações possibilita orientação das práticas de irrigação e na seleção de cultivos, bem como possibilita a classificação da água para fins de irrigação (ALMEIDA, 2010).

No Brasil, trabalhos avaliando a qualidade da água usada na irrigação demonstram a importância dessa técnica que auxilia no manejo, MOLOZZI et al., (2006), estudando a qualidade da água para cultivos agrícolas em Itajaí - SC, RESENDE & CORDEIRO (2007) estudando a qualidade da água na região Semi-Árida do Nordeste brasileiro, e ALMEIDA NETO et al., (2009), avaliando a água de irrigação no Estado de Minas Gerais são alguns exemplos de trabalhos realizados com o intuito de monitorar e avaliar a qualidade da água usada na irrigação.

Desta forma, este trabalho tem por objetivo avaliar a variação temporal da qualidade química da água utilizada para fins de irrigação no município de Alegre - ES.



MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no município de Alegre - ES, o qual possui superfície de 773 km² e está localizado na Microrregião do Caparaó Região Sul do Estado do Espírito Santo. A sede do município possui coordenadas geográficas 20°47'09" S e 41°31'28" W (IBGE, 2013).

Foram selecionadas cinco propriedades que já possuíam projetos de irrigação implantados no município de Alegre, e os pontos de captação de água selecionados abastecem diferentes projetos de irrigação, denominados da seguinte forma: microaspersão (Rio), gotejamento (Represa), aspersão fixa (Córrego), aspersão móvel (Córrego) e canhão (Represa).

O estudo da variação da qualidade química da água utilizada para irrigação nos pontos de captação estudados ocorreu nos meses de novembro de 2011, janeiro, março, maio e julho de 2012. A coleta das amostras de água seguiu a metodologia descrita por ALMEIDA (2010).

Foram coletadas simultaneamente três amostras de água em cada ponto de captação e, após a coleta, as amostras foram condicionadas em caixas de isopor contendo gelo e transportadas ao laboratório, este procedimento foi realizado durante os meses de monitoramento que se estendeu de novembro de 2011 á julho de 2012.

No laboratório foram determinados, em cada amostra a condutividade elétrica com auxílio de um condutivímetro. Também foram quantificados os teores de cálcio e magnésio por espectrofotometria de absorção atômica e sódio por fotometria de chama de acordo com recomendações de RICHARDS (1954). De posse dos resultados de sódio, cálcio e magnésio calculou-se a razão de adsorção de sódio (RAS) por meio da Equação 1.

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} \quad (1)$$

em que,

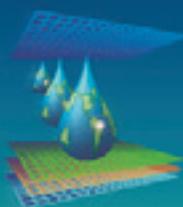
RAS - razão de adsorção de sódio (mmol_c L⁻¹)^{1/2};

Na - sódio (mmol_c L⁻¹);

Ca - cálcio (mmol_c L⁻¹);

Mg - magnésio (mmol_c L⁻¹).

De posse dos resultados obtidos verificou-se as oscilações das características estudadas ao longo do período de monitoramento, verificando os índices de variação desta água ao longo do tempo.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão apresentados os resultados da variação temporal da condutividade elétrica (CE) da água nos cinco pontos de captação estudados no município de Alegre - ES.

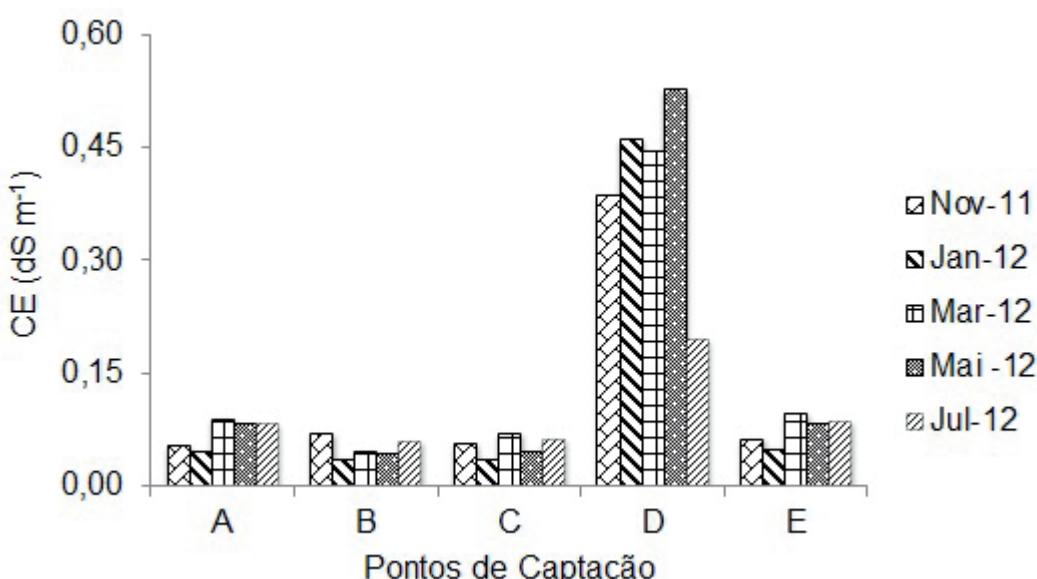


Figura 1 - Concentração da condutividade elétrica (CE) na água em função do período de monitoramento no município de Alegre - ES. A = Microaspersão (Rio), B = Gotejamento (Represa), C = Aspersão Fixa (Córrego), D = Aspersão Móvel (Córrego) e E = Canhão (Represa).

Nota-se que a CE da água nos pontos de captação dos projetos de irrigação microaspersão, gotejamento, aspersão fixa e canhão aumentou nos últimos meses de monitoramento. Este resultado pode ser atribuído à diminuição do índice pluviométrico caracterizado pelo período de estiagem nas últimas três coletas de água.

A água do ponto de captação que abastece o projeto de irrigação por aspersão móvel possui valores para a CE acima dos resultados obtidos para a água nos demais pontos de captação estudados. Esse comportamento pode ser atribuído ao fato do córrego onde está inserido esse ponto de captação, receber efluentes de uma bovinocultura sem tratamento, uma vez que lançamentos de efluentes em corpos hídricos interferem diretamente nas características químicas da água (MONTENEGRO et al., 2003).

NUNES et al., (2005) avaliando a variação temporal das características químicas da água para irrigação na região de Janaúba - MG, encontraram variações ao longo do período de monitoramento, atribuindo esse comportamento as oscilações nos índices pluviométricos.

Na Figura 2 estão apresentados os resultados obtidos para a variação temporal da RAS da água nos cinco pontos de captação estudados no município de Alegre - ES.

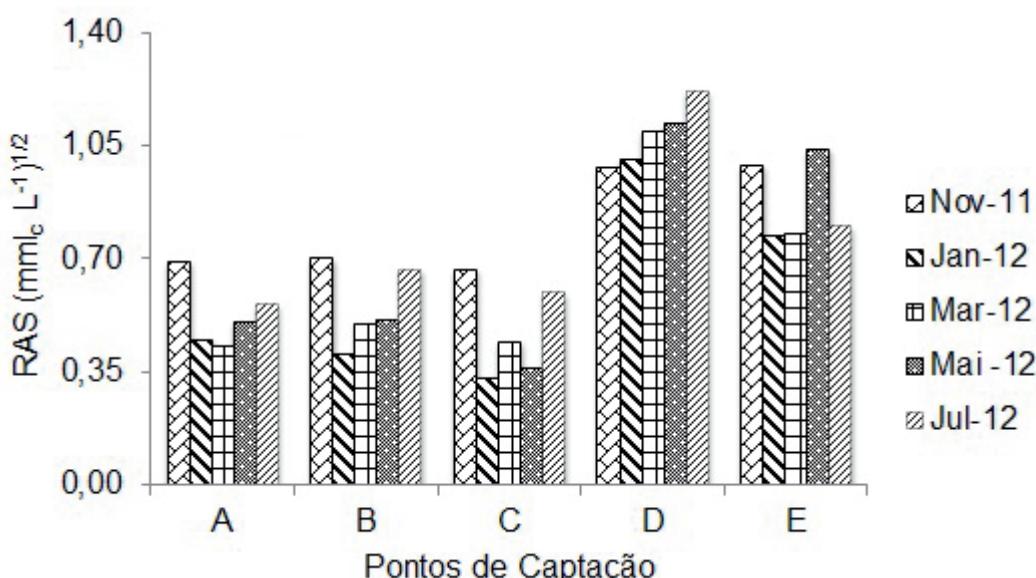
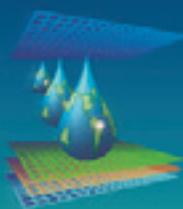


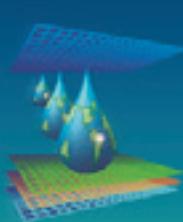
Figura 2 - Concentração da razão de adsorção de sódio (RAS) na água em função do período de monitoramento no município de Alegre - ES. A = Microaspersão (Rio), B = Gotejamento (Represa), C = Aspersão Fixa (Córrego), D = Aspersão Móvel (Córrego) e E = Canhão (Represa).

Durante o período de monitoramento ouve variação na concentração da RAS na água dos cinco pontos de captação dos projetos de irrigação estudados, sendo os resultados da variação diferentes entre os pontos de captação de água estudados, portanto, é possível inferir que o local onde está inserido o ponto de captação de água e o uso e ocupação do solo ao seu entorno, influenciam diretamente nas características químicas da água (MONTENEGRO et al., 2003).

Em um trabalho desenvolvido por FERNANDES et al., (2009), foi observada relação direta das influencias ambientais nas características químicas das águas utilizadas para irrigação, por meio, de avaliações temporais ao longo do ano nos pontos de captação de água para irrigação no perímetro irrigado de Serra Talhada - PE. Esses resultados correspondem aos obtidos no presente trabalho.

CONCLUSÕES

A água nos pontos de captação estudados no município de Alegre - ES apresentaram variações temporais em relação às características químicas estudadas, sendo, necessário o monitoramento sazonal dessas variáveis.

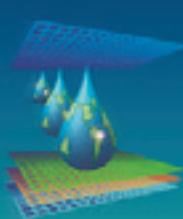


AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA NETO, O.B.; MATOS, A.T.; ABRAHÃO, W.A.P.; COSTA, L.M.; DUARTE, A. Influencia da qualidade da água de irrigação na dispersão da argila de latossolos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.33, p.1571-1581, 2009.
- ALMEIDA, O.A. Qualidade da Água de Irrigação. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 234p.
- FERNANDES, J.G.; FREIRE, M.B.G.S.; CUNHA, J.C.; CORREIA, M.; SANTOS, P.R. Qualidade físico-química das águas utilizadas no Perímetro Irrigado Cachoeira II, Serra Talhada, Pernambuco. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.4, n.1, p.27-34, 2009.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 23 de maio de 2013.
- MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L.F. Irrigação: princípios e métodos. 2.ed. Viçosa: UFV, 2007. 358p.
- MOLOZZI, J.; PINHEIRO, A.; SILVA, M.R. Qualidade da água em diferentes estádios de desenvolvimento do arroz irrigado. P. Agropecuária Brasileira, v.41, n.9, p.1393-1398, 2006.
- MONTENEGRO, S.M.G.L.; MONTENEGRO, A.A.A.; MACKAY, R.; OLIVEIRA, A.S.C. Dinâmica Hidro-salina em Aquífero Aluvial Utilizado para Agricultura Irrigada Familiar em Região Semi-árida. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.8, n.2, p.85-92, 2003.
- NUNES, W.A.G.A.; KER, J.C.; NEVES, J.C.L.; RUIZ, H.A.; FREITAS, G.A.; BEIRIGO, R.M. Qualidade da água de irrigação de poços tubulares e do rio Gorutuba na região de Janaúba - MG. Revista Irriga, v.10, n.4, p.403-410, 2005.
- RESENDE, G.M.; CORDEIRO, G.G. Produtividade da cenoura em função da qualidade da água e condicionador de solo no Vale do São Francisco. Revista Caatinga, v.20, n.1, p.100-104, 2007.
- TESTEZLAFF, R. Análise potencial de entupimento em gotejadores através da avaliação da qualidade de água de irrigação. Revista Irriga, v.6, n.1, p.53-62, 2001.



ALTERAÇÃO DA VAZÃO DE UM MICRO SPRAY OPERANDO COM ÁGUAS CONTENDO DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE MATERIAL ORGÂNICO

FERREIRA, D. A.¹; CUNHA, F. F.²; MUCHALAK, S. M.³; SILVA, T. R.¹;
MAGALHÃES, F. F.¹; XIMENES, A. R.¹

RESUMO: Objetivou-se avaliar a suscetibilidade de um emissor para irrigação por microaspersão. O experimento foi conduzido no esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas cinco concentrações de sólidos totais (7 mg L^{-1} , 447 mg L^{-1} , 1.007 mg L^{-1} , 2.007 mg L^{-1} , 4.007 mg L^{-1}) e nas subparcelas sessenta volumes acumulados de água, variando entre 0 a $3,6 \text{ m}^3 \text{ emitter}^{-1}$, no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os sólidos foram retirados da primeira camada de solo, de 1 cm, rica em matéria orgânica. O experimento foi montado sob uma plataforma de testes com linhas laterais equipadas com micro spray Implebrás, operando com a pressão de 10 mca. Verificou-se que os emissores apresentaram bom desempenho quando operaram com água de boa qualidade. Águas com concentrações inferiores a 395 mg L^{-1} de sólidos totais é aceitável para ser utilizada na irrigação com os micros spray Implebrás.

PALAVRAS-CHAVE: Entupimento, irrigação localizada, sólidos totais.

ALTERATION OF FLOW OF A MICRO SPRAY OPERATING WITH WATER CONTAINING DIFFERENT CONCENTRATIONS OF ORGANIC MATERIAL

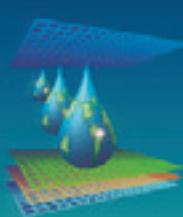
SUMMARY: This study aimed to evaluate the susceptibility of a issuer by micro spray. The experiment was conducted in split plot, having on the parcels five concentrations of total solids (7 mg L^{-1} , 447 mg L^{-1} , 1007 mg L^{-1} , 2007 mg L^{-1} e 4007 mg L^{-1}) and the subplots, sixty accumulated volumes of water, ranging from 0 to $3.6 \text{ m}^3 \text{ emitter}^{-1}$, in a completely randomized design with three replications. The solids were removed from the first layer of soil, of 1 cm, rich in organic matter. The experiment was conducted under a testing platform with side lines equipped with Implebrás micro spray, operating with pressure of 10 mca. It was found that the emitters presented good performance when operating with water of good quality. The water with concentrations below 395 mg L^{-1} of total solids is acceptable for use in spray irrigation with Implebrás micro spray.

KEYWORDS: Clogging, irrigation, total solids.

¹ Graduando em Agronomia, CPCS/UFMS, Caixa Postal 112, CEP 79560-000, Chapadão do Sul, MS. Fone (67)3562-6318. E-mail: e.a.daniel@hotmail.com

² Professor Adjunto, CPCS/UFMS, Chapadão do Sul, MS

³ Mestranda em Agronomia, CPCS/UFMS, Chapadão do Sul, MS



INTRODUÇÃO

O aumento da produção na agricultura irrigada está diretamente relacionado com a utilização de sistemas de irrigação eficientes, que garantam um bom retorno do investimento aplicado pelo produtor, pois permite um melhor aproveitamento da água aplicada e maior número de colheitas em um determinado período (DANTAS NETO et al., 2009).

A irrigação localizada representa um grande avanço na tecnologia de irrigação, pois apresenta maior eficiência na aplicação da água de irrigação, economizando água e energia, possibilita utilização de fertirrigação e automação do sistema. Entretanto, a qualidade da água é um fator essencial quando se utiliza irrigação localizada, pois emissores utilizados nesse sistema apresentam diâmetro de bocais reduzidos, sendo susceptíveis ao entupimento por fatores físicos, químicos e biológicos.

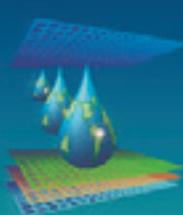
Diferentes emissores apresentam graus de suscetibilidade diversos ao entupimento, seja em função de características construtivas, hidráulicas ou de mecanismos próprios de autolimpeza. Neste sentido e na perspectiva de utilização de fontes hídricas que apresentem condições críticas quanto a parâmetros de qualidade que envolvam entupimento de emissores, a escolha do tipo de emissor será fator decisivo no elenco de medidas a serem consideradas.

A empresa Implebrás lançou no mercado o Micro Spray, apresentando baixo custo, entretanto, esse emissor ainda não foi objeto de estudo. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a suscetibilidade desse emissor ao entupimento em função de diferentes volumes e concentrações de sólidos totais na água de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi montado e conduzido na área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Chapadão do Sul-MS, com latitude de 18°47'39" e longitude de 52°37'22".

Na área experimental foi montada a plataforma de teste dos microaspersores. A plataforma constou de cinco unidades de aplicação de água, sendo que cada unidade continha três linhas laterais. O sistema foi constituído de mangueira com 16,3 mm, emissores da marca Implebrás, modelo micro spray, com espaçamento de 50 cm entre emissores e com vazão de aproximadamente 14 L h^{-1} na pressão de operação de 10 mca.



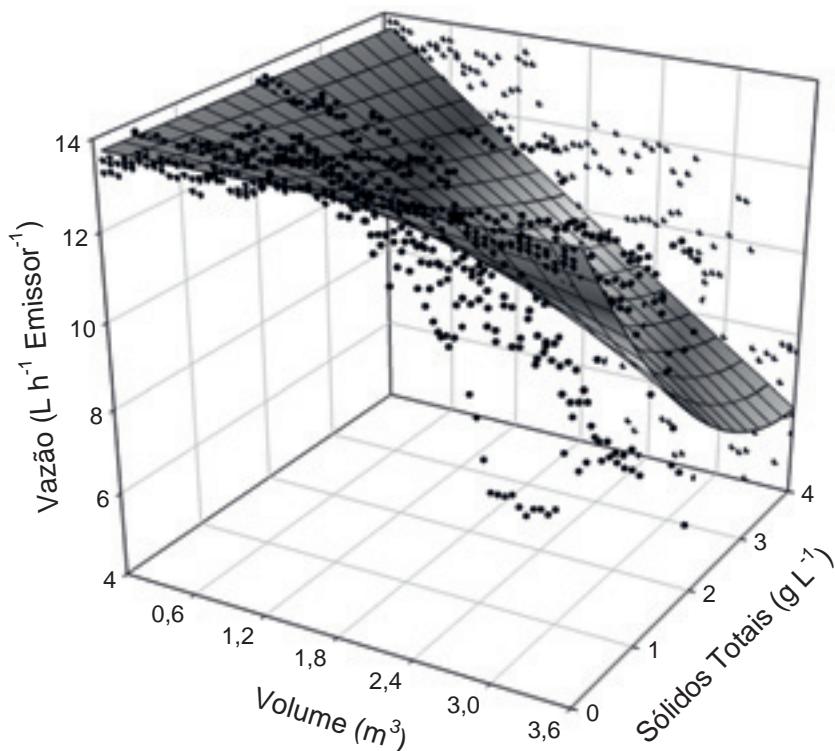
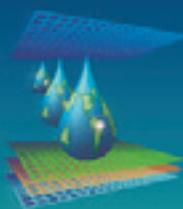
O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram compostos de água com diferentes concentrações de sólidos totais: 7 mg L⁻¹, 447 mg L⁻¹, 1.007 mg L⁻¹, 2.007 mg L⁻¹, 4.007 mg L⁻¹. Os sólidos foram retirados da primeira camada de solo, de 1 cm, rica em matéria orgânica, seca ao ar e peneirada em peneira de aço com abertura de 32 mesh.

Foi realizado pelo sistema 60 eventos de irrigação no período compreendido entre 27 de setembro de 2012 e 4 de maio de 2013. Em média, eram realizadas duas irrigações por semana. Coletou-se então a vazão de 8 emissores por repetição. A vazão de cada emissor foi obtida por meio da razão entre o volume de água coletado, por meio de coletores posicionadas junto ao emissor, e o tempo de coleta.

Para os fatores quantitativos, os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t a 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação ($R^2 = S.Q. \text{ Regressão}/S.Q. \text{ Tratamento}$) e no fenômeno biosistêmico. Para execução das análises estatísticas, utilizou-se o programa estatístico “SIGMA PLOT 11.0”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

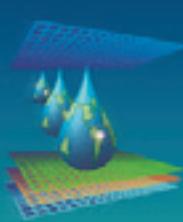
O acúmulo de volume de água e o aumento dos sólidos totais proporcionaram redução da vazão dos microspray (Figura 1). A redução da vazão foi maior nos tratamentos que apresentaram maiores concentrações de sólidos totais. De acordo com a equação de regressão, as diferenças de vazão dos microspray entre o início (0 L) e fim (3.600 L) do período experimental, foram de 0,2 e 55,3% nos tratamentos com 7 e 4.007 mg L⁻¹ de sólidos totais, respectivamente. BATISTA et al. (2005) utilizando água residuária da despolpa dos frutos do cafeeiro, com 3.862 mg L⁻¹ de sólidos totais, observaram redução na vazão dos emissores de 67%. Os resultados obtidos na presente pesquisa indicam que os sólidos totais foram prejudiciais aos microspray Implebrás. Essa grande redução na vazão foi devido ao reduzido tamanho de bocal dos microspray, aproximadamente de 0,5 mm. SOUZA et al. (2008) avaliando microaspersores com bocais de 0,90 mm, observaram que águas residuárias de bovinocultura e avicultura apresentando concentrações de 1.544 mg L⁻¹ de sólidos totais provocaram entupimento nos emissores. Já os emissores com diâmetro de 1,8 mm, não foram obstruídos com concentrações de 1.863 mg L⁻¹, mostrando a influência positiva do entupimento com a redução do tamanho de bocal dos emissores.



$$q = 13,7829^{**} - 0,5484^{**} V \cdot ST - 0,1352^{**} V^2 \cdot ST + 0,0351^{**} V^2 \cdot ST^2$$
$$R^2 = 0,6274 \quad p < 0,0001$$

Figura 1. Vazão dos emissores (q) para as diferentes concentrações de sólidos totais (ST) e volumes (V) aplicados. Chapadão do Sul - MS, UFMS-CPCS, 2012-2013. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

Admitindo uma redução máxima de 10% da vazão ao final da aplicação acumulada de 3.600 L, a água de irrigação poderia apresentar no máximo a concentração de 395,3 mg L⁻¹ de sólidos totais, de acordo com a equação de regressão, para não acarretar prejuízos ao sistema de irrigação com os emissores micro spray Implebrás. Esses resultados corroboram com NAKAYAMA & BUCKS (1991) e LIU & HUANG (2009), que afirmam que água com concentração superior a 100 mg L⁻¹ apresenta severo risco de entupimento de emissores localizados. Além disso, deve-se considerar que além dos sólidos totais, houve desenvolvimento de microrganismos na seção de descarga dos emissores, uma vez que os sólidos presentes na água de irrigação eram originários de matéria orgânica, com bons teores de nutrientes. SAGI et al. (1995) determinaram redução de vazão média de gotejadores de 38% em relação à vazão inicial, em função da presença de mucilagem formada por colônias de protozoário (*Epystilys balanarum*). Esse comportamento também já foi estudado em sistemas de irrigação localizados operando com água com concentração de material orgânico (RESENDE et al., 2000) e em diferentes águas residuárias (BATISTA et al., 2005; CUNHA et al., 2006; COELHO et al., 2007; SOUZA et al., 2008; SOUZA & MOREIRA, 2012).



BATISTA et al. (2013) observaram que a redução da vazão foi correlacionada com aumento dos sólidos totais presentes na água de irrigação. Os autores combinaram soluções de água limpa com esgoto doméstico resultando nas seguintes concentrações de sólidos totais, 50, 225 e 399 mg L⁻¹, que resultaram em reduções na vazão de 9, 25 e 34%, respectivamente, ao final de 48 horas de aplicação.

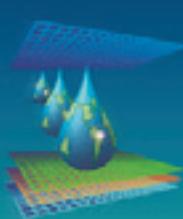
CONCLUSÃO

Os emissores micro spray Implebrás apresentam bom desempenho quanto operam com água de boa qualidade.

Águas com concentrações inferiores de 395 mg L⁻¹ de sólidos totais é aceitável para ser utilizada na irrigação com os micros spray Implebrás.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATISTA, R.O.; MATOS, A.T.; CUNHA, F.F., Lo MONACO, P.A. Obstrução de gotejadores utilizados para a aplicação de água residuária da despolpa dos frutos do cafeiro. **Irriga**, v. 10, n. 3, p. 299-305, 2005.
- BATISTA, R.O.; OLIVEIRA, R.A.; SANTOS, D.B.; MESQUITA, F.O.; SILVA, K.B. Suscetibilidade ao entupimento de gotejadores operando com água residuária de suinocultura. **Water Resources and Irrigation Management**, Cruz das Almas, v. 2, n. 1, p. 19-25, 2013.
- COELHO, R.C.; VILELA, L.A.A.; RESENDE, R.S.; TEIXEIRA, M.B.; SÁ, J.S. Entupimento de gotejadores em decorrência de pulsos de partículas na malha hidráulica. **Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 1, p. 108-122, 2007.
- CUNHA, F.F.; MATOS, A.T.; BATISTA, R.O.; Lo MONACO, P.A. Uniformidade de distribuição em sistemas de irrigação por gotejamento utilizando água residuária da despolpa dos frutos do cafeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 143-147, 2006.
- DANTAS NETO, J.; SILVA, J.C.S.; FARIA, M.S.S.; FARIA, C.H.A.; AZEVEDO, C.A.V. Desempenho do sistema de irrigação por aspersão, tipo pivô central rebocável. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 4, p. 481-491, 2009.



LIU, H.; HUANG, G. Laboratory experiment on drip emitter clogging with fresh water and treated sewage effluent. **Agricultural Water Management**, New York, v. 96, n. 5, p. 745-756, 2009.

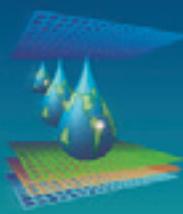
NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A. Emitter clogging effects on trickle irrigation uniformity. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 24, n. 4, p. 77-80, 1981.

RESENDE, R.S.; COELHO, R.D.; PIEDADE, S.M.S. Suscetibilidade de gotejadores ao entupimento de causa biológica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 368-375, 2000.

SAGI, G.; PAZ, E.; RAVINA, I; SCHISCHA, A; MARCU, A; YECHIELY, Z. Clogging of drip irrigation systems by colonial protozoa and sulfur bacteria. In. INTERNATIONAL MICROIRRIGATION CONGRESS, 5, Orlando, 1995. **Proceedings...** St. Joseph: ASAE, 1995. p.250-254.

SOUZA, J.A.R.; BATISTA, R.O.; FERREIRA, P.A.; MOREIRA, D.A.; FERREIRA, D.C. Alteração na vazão de microaspersores operando com água residuária de galinhas poedeiras. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 16, n. 1, p. 57-64, 2008.

SOUZA, J.A.R.; MOREIRA, D.A. Efeitos da aplicação de esgoto sanitário submetido a diferentes níveis de tratamento em sistemas de irrigação localizada. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n. 2, p. 145-158, 2012.

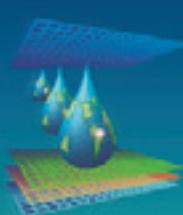


XXIII
CONIRD
Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

Evolução e Tecnologia
na Irrigação

13 º 18
OUTUBRO / 2013
Hotel Saint Louis
Luís Eduardo
Magalhães
Bahia - Brasil

RECURSOS HÍDRICOS: HIDROLOGIA APLICADA, GESTÃO E MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS



MAPEAMENTO DAS ÁREAS IRRIGADAS POR SISTEMAS DE PIVÔS CENTRAIS ENTRE OS ANOS DE 2006 E 2012 NA REGIÃO NOROESTE PAULISTA

E. S. Araujo¹; E. C. Amendola²; F. B. T. Hernandez³; Franco, R. A. M.⁴

RESUMO: O presente trabalho tem como objetivo identificar e comparar as áreas irrigadas por sistema de pivôs centrais nas bacias hidrográficas dos rios Turvo/Grande e São José dos Dourados, nos anos de 2006 e 2012 utilizando a base de dados do IBGE e imagens do satélite IRS-P6, Sensor LISS (*Linear Imaging Self-Scanner*) -III, para criação de um banco de dados para o armazenamento de informações geográficas e outros atributos pertinentes à agricultura irrigada.

PALAVRA- CHAVE: pivôs, número, área irrigada.

ABSTRACT: This study aims to identify and compare the area irrigated by center pivot system in the basins of rivers Turvo/Grande and São José dos Dourados, in the years 2006 and 2012 using the database from IBGE and pictures from satellite IRS-P6, sensor LISS (Linear Imaging Self Scanner) – III, to create a database for storing geographic information and other attributes relevant to irrigated agriculture.

KEYWORD: pivots, number, area irrigated

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a água vem se tornando um assunto cada vez mais recorrente, seu uso desempenha grande importância econômica em uma região, dessa forma a distribuição geográfica são dados importantes para se avaliar a disponibilidade hídrica da região e a possibilidade do aumento da área irrigada por equipamentos do tipo pivô central.

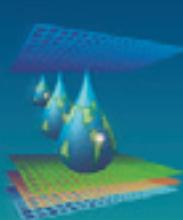
A região noroeste do Estado de São Paulo conta com alto potencial na produção agrícola, com excelente infraestrutura e grande capacidade de desenvolvimento de uma alta produção, porém para seu aproveitamento ocorre a necessidade de projetos de

¹ Técnico em Agropecuária e Graduando em Agronomia na UNESP Ilha Solteira. Caixa Postal 34. CEP 15385-000. Ilha Solteira - SP. email: eric.s@r7.com

² Graduanda em Agronomia na UNESP Ilha Solteira - SP

³ Engenheiro Agrônomo e Professor Titular da UNESP Ilha Solteira - DEFERS.

⁴ Biólogo, Pós-doutorando na UNESP Ilha Solteira e Professor da AEMS Três Lagoas - MS



irrigação, pois a região conta com oito meses de déficit hídrico, chuvas irregulares e a maior evapotranspiração do Estado. (HERNANDES, 2006)

A identificação das áreas onde estão presentes esses equipamentos necessita de grande demanda hídrica e em regiões onde há alta concentração desses equipamentos é necessária à obtenção de dados precisos para se avaliar a demanda e viabilidade do sistema, assim foi utilizado o geoprocessamento para a obtenção de dados da região, se mostrando uma ferramenta indispensável na obtenção de dados de maneira rápida e precisa, com informações de localização e quantificação de área irrigada.

As bacias hidrográficas dos rios São José dos Dourados e do Turvo/Grande, em sua maioria, cidades com menos de dez mil habitantes.

Assim o estudo tem como objetivo determinar a variação do número de pivôs centrais e área irrigada definida entre os anos de 2006 e 2012 nas bacias hidrográficas dos Rios São José dos Dourados e Turvo/Grande na região noroeste do Estado de São Paulo, onde se observou o aumento da área irrigada e do número de equipamentos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para execução do trabalho, foram utilizadas cenas do satélite Resource Sat, sensor LISS3 (*Linear Imaging Self-Scanner*). Foram obtidas cinco cenas no site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) com as seguintes informações: órbita 326 e ponto 92 (19/07/ 2012); órbita 327 e ponto 092 (30/06/2012); órbita 327 e ponto 093 (30/06/2012); órbita 328 ponto 092 (11/06/ 2012); órbita 328 e ponto 093 (18/05/2012) (Figura 1).

Os registros das imagens e mosaicos foram realizados no software ERDAS® e ARCGIS 10®

A área de estudo localiza-se no sudeste do Brasil, no noroeste do estado de São Paulo. As bacias estão compreendidas entre as coordenadas (inpe).

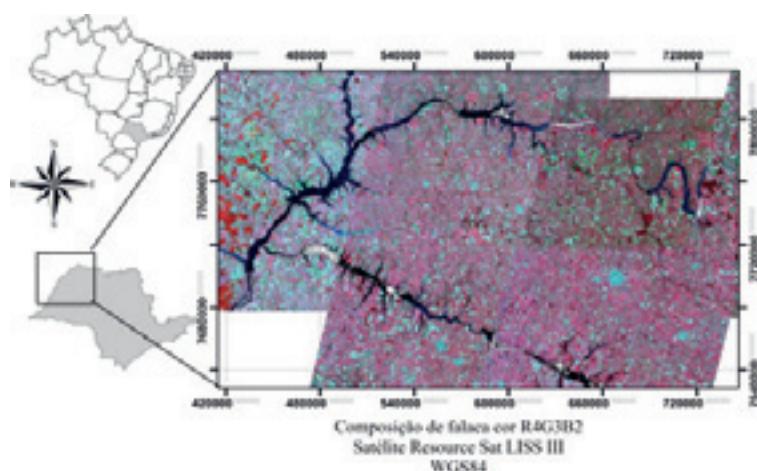
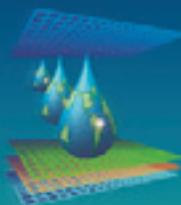


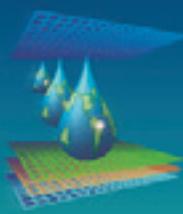
Figura 1. Mapa de localização.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a tabela 1, o número de pivôs na bacia do rio São José do Dourados em 2006, era de 4 pivôs com destaque para a cidade de Santa Fé do Sul que apresentava 50% do número total (2), enquanto em 2013 o número de pivôs subiu para 10, destacando a cidade de Suzanápolis que partiu do índice de 0 para 3 novos pivôs em seu território. Em 2013 foi totalizado em 785,7 ha, destacando-se os municípios de Santa Fé do Sul e Suzanápolis com 246 ha e 334,5 ha respectivamente.

Tabela 1: Número de pivôs e área irrigada na bacia hidrográfica do rio São José dos Dourados.

CBH	Municípios	Ano			
		2006		2013	
		Nºde Pivôs	Área (ha)	Nºde Pivôs	Área (ha)
SJD	Aparecida d'Oeste	-	-	-	-
SJD	Auriflama	-	-	-	-
SJD	Dirce Reis	-	-	-	-
SJD	Floreal	-	-	-	-
SJD	General Salgado	-	-	-	-
SJD	Guzolândia	-	-	-	-
SJD	Ilha Solteira	1	x	2	176,6
SJD	Jales	-	-	-	-
SJD	Marinópolis	-	-	-	-
SJD	Monte Aprazível	-	-	-	-
SJD	Neves Paulista	-	-	-	-
SJD	Nhandeara	-	-	-	-

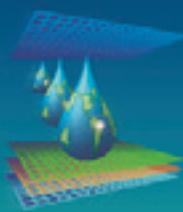


SJD	Nova Canaã Paulista	-	-	-	-
SJD	Palmeira d'Oeste	-	-	-	-
SJD	Pontalinda	-	-	-	-
SJD	Rubinéia	-	-	-	-
SJD	Santa Fé do Sul	2	x	4	243
SJD	Santa Salete	-	-	-	-
SJD	Santana da Ponte Pensa	1	x	1	31,6
SJD	São Francisco	-	-	-	-
	São João das Duas				
SJD	Pontes	-	-	-	-
SJD	São João de Iracema	-	-	-	-
SJD	Sebastianópolis do Sul	-	-	-	-
SJD	Suzanápolis	-	-	3	334,5
SJD	Três Fronteiras	-	-	-	-
	Total	4	x	10	785,7

Conforme a Tabela 2, o número de pivôs na bacia do rio Turvo/Grande em 2006, era de 49 pivôs com destaque para a cidade de Cardoso 12% do número total (6), enquanto que em 2013 o número de pivôs subiu para 19 nesse município, enquanto o total de pivôs expandiu-se para 84. Em 2013 a área total foi de 4881,8 ha, com destaque para o município de Cardoso com 845,8 ha.

Tabela 2: Número de pivôs e área irrigada na bacia hidrográfica do rio Turvo/Grande.

CBH	Municípios	Ano			
		2006		2013	
		Nºde Pivôs	Área (ha)	Nºde Pivôs	Área (ha)
TG	Altair	2	x	1	130,5
TG	Álvares Florence	-	-	2	87,9
TG	Américo de Campos	3	706.64	1	84,7
TG	Aspásia	-	-	-	-
TG	Bálsmo	-	-	-	-
TG	Cardoso	6	997.82	19	845,8
TG	Cedral	-	-	-	-
TG	Cosmorama	4	871.2	5	262,6
TG	Dolcinópolis	-	-	-	-
TG	Estrela d'Oeste	-	-	1	50,4
TG	Fernandópolis	3	664.6	1	42,7
TG	Guapiaçu	-	-	-	-
TG	Guarani d'Oeste	-	-	-	-
TG	Indiaporã	-	-	-	-
TG	Ipiguá	-	-	-	-
TG	Macedônia	-	-	1	68,7
TG	Meridiano	1	x	-	-
TG	Mesópolis	2	x	2	151,6
TG	Mira Estrela	-	-	1	28,4
TG	Mirassol	-	-	1	38,3



TG	Mirassolândia	-	-	-	-
TG	Nova Granada	1	x	-	-
TG	Onda Verde	2	x	2	134,3
TG	Orindiúva	1	x	-	-
TG	Ouroeste	2	x	3	266,5
TG	Palestina	1	x	3	226,6
TG	Paranapuã	1	x	1	61,4
TG	Parisi	-	-	5	94,3
TG	Paulo de Faria	3	377	10	625,9
TG	Pedranópolis	1	x	4	276,1
TG	Pontes Gestal	1	x	1	87,7
TG	Populina	2	x	2	172,9
TG	Riolândia	5	671.94	9	689,2
TG	Santa Albertina	-	-	-	-
TG	Santa Clara d'Oeste	-	-	2	111,9
TG	Santa Rita d'Oeste	-	-	-	-
TG	São José do Rio Preto	-	-	-	-
TG	Tanabi	1	x	-	-
TG	Turmalina	2	x	-	-
TG	Urânia	1	x	-	-
TG	Valentim Gentil	-	-	-	-
TG	Vitória Brasil	-	-	-	-
TG	Votuporanga	2	x	7	343,4
	Total	49	x	84	4881,8

A comparação do parâmetro área irrigada por pivô central de ambas as bacias ficou comprometido devido a falta de dados do ano de 2006.

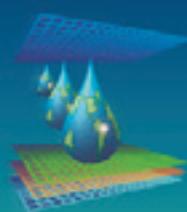
CONCLUSÃO

No período de 2006 a 2012, ocorreu a expansão no número de pivôs central em ambas as bacias, portanto a demanda de utilização dos recursos hídricos nos rios Turvo/Grande e São José dos dourados foi avolumada.

REFERÊNCIAS

HERNANDEZ, A.; MEGDA, M.M.; HERNANDEZ, F.B.T.; ALTIMARE, A.; ZOCOLER, J.L.. Uso da água na bacia hidrográfica do Turvo/Grande – SP. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 30/07/2006, Goiânia.

IBGE. Estabelecimento com área irrigada, por método utilizado , segundo UF, Mesorregião, Microrregião e Município.



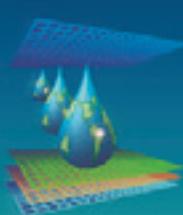
XXIII CONIRD

Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

Evolução e Tecnologia
na Irrigação

13 º 18
OUTUBRO / 2013
Hotel Saint Louis
Luís Eduardo
Mogalhôes
Bahia - Brasil

Censo agropecuário. Brasil, Grandes regiões e Unidades da Federação. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006.



INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA QUALIDADE HÍDRICA DE NASCENTES DE FERNANDÓPOLIS - SP

L. S. VANZELA¹; E. E. DOIMO²; E. C. SIQUEIRA³; C. F. FERREIRA⁴

RESUMO: Considerando que o uso e ocupação do solo é um dos principais fatores que alteram o transporte difuso de sedimentos nas bacias hidrográficas, podendo modificar a qualidade da água, este trabalho objetivou avaliar a influência do uso e ocupação do solo sobre a qualidade da água de nascentes localizadas no município de Fernandópolis - SP. Para isto, foram selecionadas três nascentes com diferentes usos e ocupações do solo, nos quais analisou-se a concentração de sólidos e condutividade elétrica. Os resultados evidenciaram que a nascente com vegetação nativa preservada ao redor da nascente, mesmo em local antropizado, apresentou 50% da concentração de sedimentos e 65% da condutividade elétrica da água menor do que as demais avaliadas. E na ausência de matas ciliares preservadas, a nascente degradada por ocupações urbanas apresentou maior concentração de sólidos dissolvidos do que a ocupada por atividades rurais.

PALAVRAS-CHAVE: área de preservação permanente, sedimentos, salinidade da água

INFLUENCE OF THE LAND USE IN SOURCE WATER QUALITY OF THE FERNANDÓPOLIS, SÃO PAULO STATE

SUMMARY: Considering that the land use is mainly factor that change the diffuse sediment transport in watersheds, can modify the water quality, this research evaluate the influence of the land use on source water quality localized in the Fernandópolis, São Paulo State, Brazil. For this, were select three spring waters with different land use when analyzed the solids concentration and electric conductivity. The results show that spring water with native vegetation preserved, even with anthropization, was 50% of the sediment concentration and 65% electric conductivity of water lower than another spring waters evaluated. And nothing of the riparian preserved, the spring water degraded for the urban land use was more dissolved solids than rural land use.

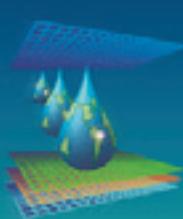
KEYWORDS: permanent preservation area, sediments, water salinity

¹Professor Titular, Mestrado em Ciências Ambientais, UNICASTELO. Est. Projetada F-1, s/n Fazenda Santa Rita, CEP 15600-000, Fernandópolis, SP. Fone (17) 3465-4200. lsvanzela@yahoo.com.br

² Engenheiro Ambiental, FIFE. eder_fef@yahoo.com.br

³ Mestranda em Ciências Ambientais, UNICASTELO. ec.siqueira@itelefonica.com.br

⁴ Mestranda em Ciências Ambientais, UNICASTELO. camilaff_gyn@hotmail.com



INTRODUÇÃO

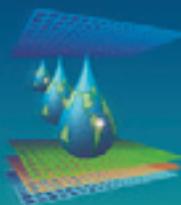
A população humana mundial está em constante crescimento, com estimativas mínimas de aumentar em torno de 2 bilhões de habitantes até o ano de 2050 (UNITED NATIONS, 2007). Concomitantemente a este cenário, ocorrerá o aumento do consumo dos recursos naturais e energéticos, exigindo o desenvolvimento de tecnologias, em todas as áreas do conhecimento, que maximizem o uso destes recursos. Dentre os recursos naturais, os hídricos deverão ter atenção especial devido a sua primordial importância no desenvolvimento biológico e econômico.

As principais fontes de recursos hídricos utilizadas pelo homem na terra estão divididas em superficiais e subterrâneas, sendo os principais problemas de sua degradação, aqueles relacionados a alteração de sua qualidade e disponibilidade. Dentre estes, os recursos hídricos superficiais estão mais facilmente sujeitos a degradação porque os fatores que os impactam, são os originados dos processos hidrológicos nas bacias hidrográficas, que são as poluições pontuais ou difusas.

Os fatores que influenciam o aporte de sedimentos em bacias hidrográficas são relevantes, tipos de solos, climas e usos e ocupação dos solos (VANZELA *et al.*, 2010), sendo que, dentre esses fatores, a cobertura do solo tem influência decisiva nas perdas de água e solo por erosão (SILVA *et al.*, 2005). Com isso, as atividades humanas podem exercer forte impacto sobre a produção e na qualidade dos sedimentos, pois suas atividades dependem diretamente de operações que modificam a estabilidade estrutural natural dos solos além da adição de novas partículas ao solo. Assim, este trabalho avaliou a influência do uso e ocupação do solo sobre a qualidade da água de nascentes localizadas no município de Fernandópolis - SP.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em três nascentes localizadas no município de Fernandópolis - SP, Noroeste Paulista, cujos pontos estão localizados nas coordenadas: 20°17'51,34"S e 50°14'45,32"O para a Nascente 01 (Área de drenagem de 27,23 ha), 20°15'47,28"S e 50°15'7,05"O para a Nascente 02 (Área de drenagem de 44,02 ha) e 20°14'58,05"S e 50°14'14,31"O para a Nascente 03 (Área de drenagem de 18,70 ha) (Figura 1).



Para avaliar a influência do uso e ocupação do solo na qualidade de água coletaram-se 3 amostras simultâneas por nascente no mês de novembro, em intervalos de 7 dias (7, 14 e 21/11/2011), datas estas em que se totalizaram 76,5, 67,3 e 71,9 mm de precipitação de precipitação acumulada aos 30 dias antecedentes, propiciando influência do escoamento superficial. As amostras foram analisadas em laboratório, sendo que as variáveis analisadas foram concentração de sólidos (totais, dissolvidos e suspensos) pelo método gravimétrico e condutividade elétrica da água a 25°C com o auxílio de condutivímetro.

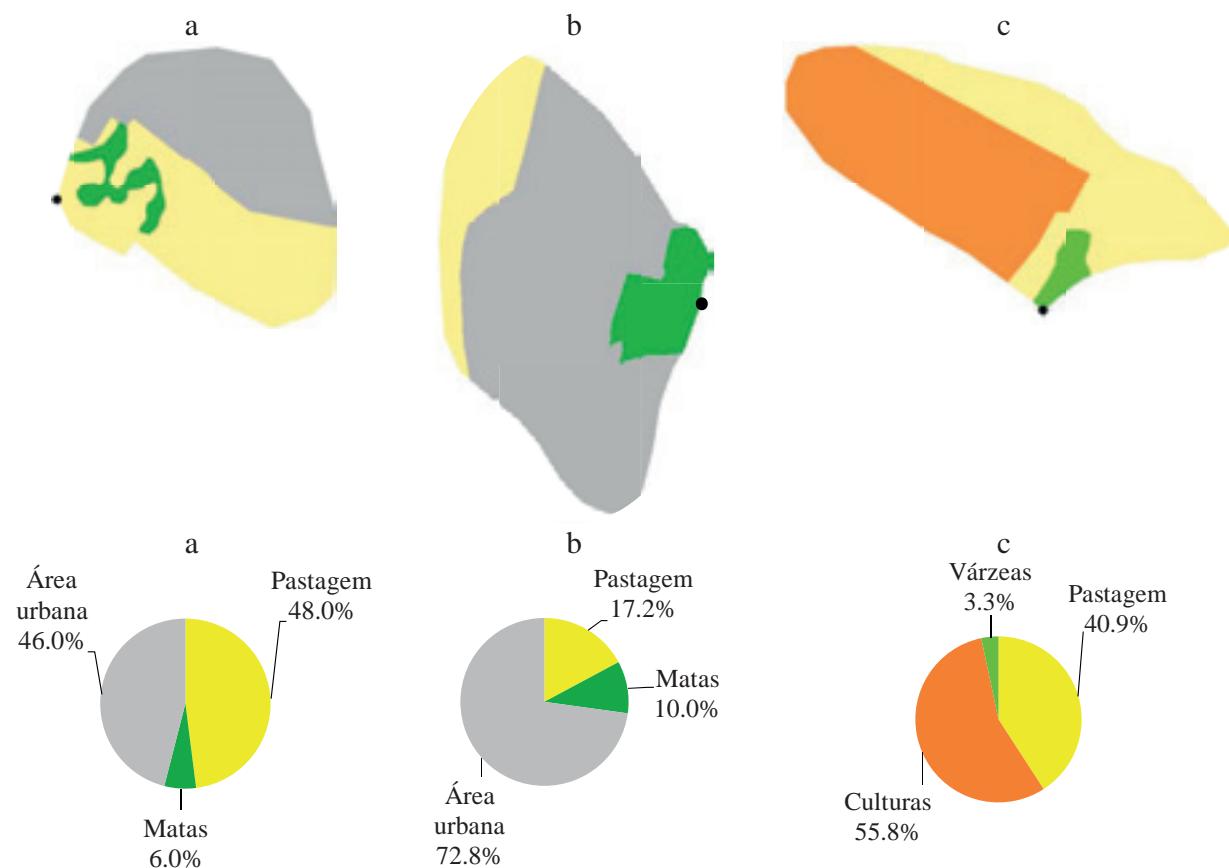
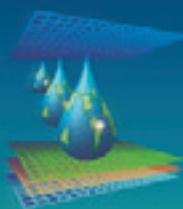


Figura 1. Uso e ocupação do solo na área de drenagem das nascentes 01 (a), 02 (b) e 03 (c).

Para a comparação entre as médias das variáveis hídricas obtidas nas nascentes, utilizou-se o critério de GRAVETTER & WALLNAU (1995), onde a diferença estatística entre as médias é obtida quando não há sobreposição dos limites superior e inferior dos erros padrão na comparação das médias.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior média observada de concentração de sólidos totais foi na nascente 01 (334 ± 15 mg L $^{-1}$) seguida das nascentes 03 (209 ± 13 mg L $^{-1}$) e 02 (82 ± 16 mg L $^{-1}$) (Figura 2a). O mesmo comportamento foi obtido para a concentração de sólidos dissolvidos, sendo a maior média obtida para a nascente 01 (299 ± 16 mg L $^{-1}$) seguida pelas nascentes 03 (176 ± 25 mg L $^{-1}$) e 02 (64 ± 3 mg L $^{-1}$) (Figura 2b).

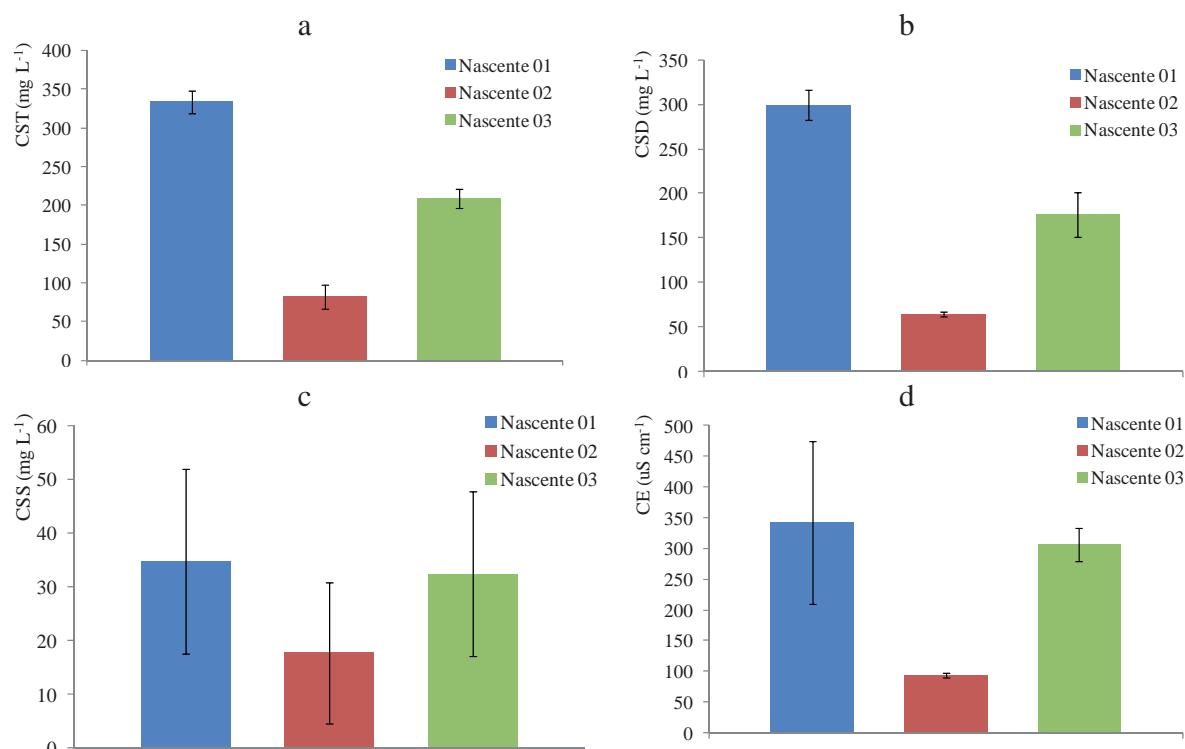
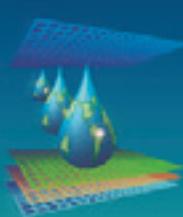


Figura 2. Valores médios da concentração de sólidos totais - CST (a), dissolvidos - CSD (b) e suspensos - CSS (c) na água e condutividade elétrica da água a 25°C - CE (d) nas nascentes.

Já para a concentração de sólidos suspensos (Figura 2c) não foram observadas diferenças significativas entre as médias obtidas, evidenciando a maior contribuição difusa por elementos dissolvidos na água como os sais. As médias de concentração de sólidos suspensos observadas nas nascentes 01, 02 e 03 foram, respectivamente, de 35 ± 17 , 18 ± 13 e 32 ± 15 mg L $^{-1}$.

Para a condutividade elétrica da água, as maiores médias foram obtidas nas nascentes 01 (342 ± 133 mg L $^{-1}$) e 03 (307 ± 27 mg L $^{-1}$), sendo superiores a média observada na nascente 02 (94 ± 4 mg L $^{-1}$) (Figura 2d), resultado este que confirma o uso e ocupação do solo como um dos fatores que contribuem com sais dissolvidos na água.



Embora, de acordo com TUNDISI & TUNDISI (2010), os valores médios obtidos para as três nascentes estejam bem acima dos considerados naturais, observa-se que a proteção mínima de 100 m de vegetação preservada ao redor da nascente 02 pode ter sido um dos fatores que favoreceram a redução dos sedimentos da água. Comparando os valores médios da nascente 02 com os da nascente 03 e o erro padrão da média, verificou-se que a variação foi de 50,2 a 70,0% para a concentração de sólidos totais, de 55,7 a 69,4% na concentração de sólidos dissolvidos e de 65,0 a 73,1% na condutividade elétrica da água.

Estes resultados evidenciam que a nascente mais preservada pela vegetação nativa em um raio mínimo de 100 m apresentou significativa redução nos sedimentos dissolvidos da água em relação as demais. Observa-se também, comparando-se as nascentes 01 e 03, que na ausência de vegetação ciliar, a nascente com maior ocupação urbana apresentou maior concentração de sólidos dissolvidos do que a ocupação rural.

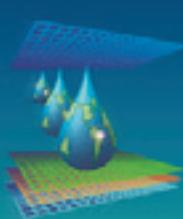
CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, conclui-se que:

- A nascente com vegetação preservada, mesmo em local antropizado, apresentou 50% da concentração de sedimentos e 65% da condutividade elétrica da água menor do que nas demais avaliadas;
- Na ausência de matas ciliares preservadas, a nascente degradada por ocupações urbanas apresentou maior concentração de sólidos dissolvidos do que a ocupada por atividades rurais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GRAVETTER, F. J.; WALLNAU, L. B. Statistics for the behavioral sciences. 2.ed. St. Paul: West Publishing, 1995. 429p.

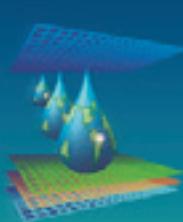


SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; AMORIM, R. S. S.; PAIVA, K. W. N. Efeito da cobertura nas perdas de solo em um Argissolo Vermelho-Amarelo utilizando simulador de chuva. *Engenharia Agrícola*, v.25, n.2, p.409-419, 2005.

TUNDISI, J. D.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. *Biota Neotropica*. v.10, n.4, p.67-75, 2010.

UNITED NATIONS. The world population prospects: the 2006 revision. New York: Departament Social and Economics Affairs, Population Division, 2007. Disponível em: <http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2006/wpp2006.htm>. Acesso em: 05 abr 2013.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2010, vol.14, n.1, pp. 55-64.



INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO SOBRE A VAZÃO MÉDIA ESPECÍFICA EM BACIAS DO SUDOESTE MINEIRO

W. S. NAKAO¹; L. S. VANZELA²; I. F. OLIVEIRA³; R. A. GONÇALVES⁴;
R. CIOL⁵; L. G. FARINASSI⁶

RESUMO: Sabendo-se que o uso e ocupação do solo são um dos fatores de maior influência na disponibilidade de água nas bacias hidrográficas, este trabalho objetivou avaliar a influência do uso e ocupação do solo sobre a vazão média específica em bacias do Sudoeste Mineiro. Para isto, foram medidas as vazões específicas na foz de quatro bacias com diferentes percentuais de uso e ocupação totalizando 17 medidas do período de 15/05/2010 a 25/09/2011. Os resultados demonstraram que as áreas ocupadas por pastagens contribuem para a redução da vazão média específica e as áreas ocupadas por várzeas e matas nativas aumentam a vazão média específica nas bacias."

PALAVRAS-CHAVES: disponibilidade de água, matas nativas, reserva legal.

INFLUENCE OF THE USE AND OCCUPATION OF THE SOIL ON THE SPECIFIC AVERAGE FLOW IN BASINS OF MINEIRO SOUTHWEST

SUMMARY: It is known that the use and occupation of soil is one of the most influential factors in water availability in the watersheds, this research aimed to evaluate the importance of those actions on soil over the specific average flow rates in the Minas Gerais Southwest's basins. For it, specific flow rates were measured at four basins' mouths with different percentage of use and occupation, totalizing 17 measurements during the period of 05/15/2010 to 09/25/2011. The results showed that the pasture areas contribute to the reduction of specific average flow rates and the wetland areas and native woods increase the specific flow rate in those basins."

KEYWORDS: water availability, native woods, legal reserve.

¹Graduando em Agronomia pela UNICASTELO, Est. Projetada F-1, s/n Fazenda Santa Rita , CEP 15600-000, Fernandópolis,SP. Fone (17) 3465-4200. shody.nakao@hotmail.com

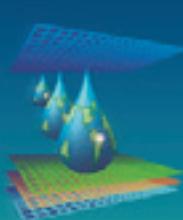
²Professor Titular, Mestrado em Ciências Ambientais, UNICASTELO. lsvanzela@yahoo.com.br

³Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, FEF. ilanafreitas@bol.com.br

⁴Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, FEF. rosane_eng_amb@yahoo.com.br

⁵Graduando em Agronomia pela UNICASTELO. rafael_ciol@hotmail.com

⁶Graduando em Agronomia pela UNICASTELO. larissa_godarelli@hotmail.com



INTRODUÇÃO

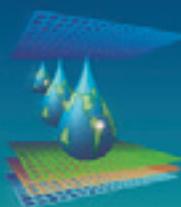
A água é um recurso natural de suma importância para o desenvolvimento socioeconômico, e por isso, adotou-se a bacia hidrográfica como unidade física territorial de planejamento e gerenciamento na gestão dos recursos hídricos.

Um dos principais fatores que influenciam a qualidade e disponibilidade de água nas bacias hidrográficas é a quantidade e qualidade dos sedimentos de origem difusa. Os fatores que influenciam o aporte de sedimentos destes em bacias hidrográficas são relevantes, tipos de solos, climas e usos e ocupação dos solos (VANZELA et al., 2010), sendo que, dentre esses fatores, a cobertura do solo tem influência decisiva nas perdas de água e solo por erosão (SILVA et al., 2005).

Com o escoamento superficial das águas das chuvas são carreados sedimentos minerais e orgânicos, suspensos e dissolvidos, para o leito dos mananciais. Quando o solo é explorado pela agricultura, a quantidade de sedimentos carreados tende a aumentar, pois de acordo com GOMES et al. (2007), a dinâmica de uso e ocupação do solo interfere em alguns atributos físicos do solo, principalmente aqueles influenciados pelo manejo, como a densidade e a matéria orgânica. Em trabalho conduzido por VANZELA et al. (2010), onde avaliaram a influência do uso e ocupação dos solos sobre os recursos hídricos do Córrego Três Barras, município de Marinópolis, SP, concluíram que as áreas ocupadas por matas e pastagens (em menor intensidade) favoreceram o aumento da vazão média específica e a melhoria de alguns atributos de qualidade. Os mesmos autores, ainda, concluíram que as áreas habitadas, agricultadas e as matas degradadas reduziram, de maneira geral, a vazão específica e a qualidade de água.

Considerando que o conhecimento da relação entre o uso e ocupação do solo e a disponibilidade de água dos mananciais é de grande importância na previsão de cenários este trabalho objetivou avaliar a influência do uso e ocupação do solo sobre a vazão média específica em bacias do Sudoeste Mineiro.

MATERIAL E MÉTODOS



Este trabalho foi conduzido em 4 bacias hidrográficas localizadas na bacia do Baixo Paranaíba, nos perímetros rurais dos municípios de Carneirinho (bacias 1 e 2) e União de Minas (bacias 3 e 4), no Estado de Minas Gerais (Figura 1).

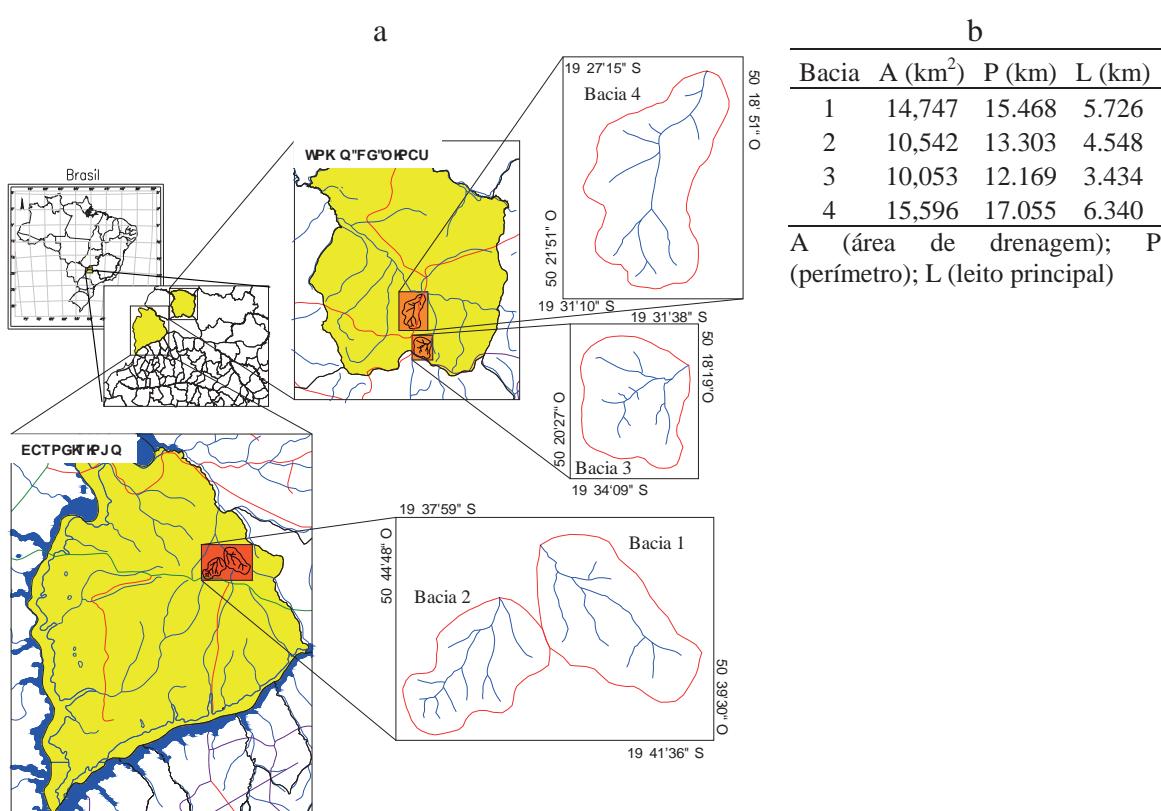
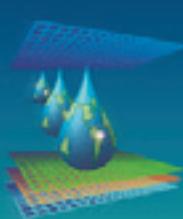


Figura 1. Localização das bacias avaliadas (a) e algumas características (b).

Segundo a classificação de Koppen o clima da região é classificado como Aw (tropical de altitude), com chuvas de verão e verões rigorosos. Os solos predominantes nas bacias hidrográficas são do grupo LV60 (Latossolos Vermelhos, Neossolos Quartzarênicos e Gleissolos Háplicos) e PV13 (Argissolos Vermelhos, e Latossolos Vermelhos) (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2009).

A variável avaliada foi vazão específica, ou seja, o quociente entre a vazão medida e a respectiva área de drenagem. As vazões foram medidas na foz das bacias, mensalmente durante 17 meses (15/05/2010 a 25/09/2011), pelo método do flutuador integrador (FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA, 1990) em função das pequenas dimensões das seções molhadas.



O mapeamento do uso e ocupação do solo nas bacias foi realizado a partir da digitalização manual e classificação visual das áreas sobre imagens do satélite CBERS 2B, sensor HRC (resolução de 2,7 m), com datas de passagem de 21/07/2008 e 18/06/2009. Ao todo, as classes de uso e ocupação identificadas foram pastagem, mata nativas, várzeas, área urbana e áreas agricultadas (Tabela 1).

Tabela 1. Percentuais das classes de uso e ocupação encontradas nas bacias.

Bacia	Pastagens	Matas	Várzeas	Área Urbana	Agricultura
1	82,4	8,5	9,2	0,0	0,0
2	84,4	9,9	5,7	0,0	0,0
3	53,3	5,3	5,5	1,8	34,1
4	56,4	3,3	10,2	0,0	30,1

A avaliação da influência da influência do uso e ocupação sobre a vazão foi realizada pela análise de regressão múltipla entre os valores de vazão específica e usos e ocupações encontrados em todas as bacias (pastagem, matas e várzeas). As médias também foram comparadas estatisticamente utilizando o critério de GRAVETTER e WALLNAU (1995), onde a diferença estatística entre as médias é obtida quando não há sobreposição dos limites superior e inferior dos erros padrão na comparação das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar que o modelo da resposta da vazão específica em função dos percentuais de áreas ocupadas por pastagens, várzeas e matas nativas (Equação 1) atinge a significância estatística com $p=0,08$ e apresentou uma correlação moderada de $r = 0,3109$ (HOPKINS, 2000).

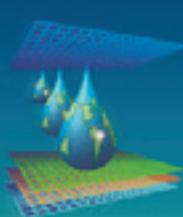
$$Q_{esp} = 92,35 - 4,74 \cdot P + 13,28 \cdot V + 27,30 \cdot M \quad (r = 0,3109, p = 0,08), \text{ sendo:} \quad (1)$$

Q_{esp} - vazão específica ($m^3 km^{-2} h^{-1}$);

P - percentual de áreas ocupadas por pastagens;

V - percentual de áreas ocupadas por várzeas;

M - percentual de áreas ocupadas por matas nativas.



Embora o modelo não tenha apresentado alta significância e alta correlação, se for considerando, verifica-se que a vazão média específica nas bacias avaliadas tende a reduzir com o aumento do percentual de áreas ocupadas por pastagens e a aumentar com aumento dos percentuais de áreas ocupadas por várzeas e matas nativas. Estes resultados foram diferentes dos observados por diversos autores que por meio de estudos em bacias experimentais verificaram aumento da vazão média com a retirada da floresta ou vegetação natural (TUCCI, 2003).

Porém, cabe ressaltar a capacidade da vegetação nativa em manter a água armazenada por mais tempo na microbacia (LIMA; ZAKIA, 2000) pelo aumento da infiltração, podendo favorecer o aumento das vazões mínimas nas bacias.

Outros fatores que exercem influência no escoamento superficial em bacias hidrográficas são os tipos de solos e a topografia do terreno, fato este que pode ter contribuído para que o modelo não apresentasse alta significância (PRUSKI *et al.*, 2003). Entretanto, o modelo obtido permite observar tendências do efeito conjunto das ocupações sobre as vazões específicas, já que este fator exerce um peso importante sobre o coeficiente de escoamento nas bacias, em função do escoamento volumétrico (DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA, 1994).

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados pode-se concluir que:

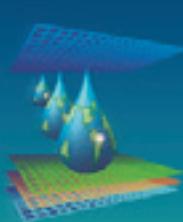
- As áreas ocupadas por pastagens contribuem para a redução da vazão média específica nas bacias do Sudoeste Mineiro;
- As áreas ocupadas por várzeas e matas nativas aumentam a vazão média específica nas bacias do Sudoeste Mineiro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. Manual de cálculos das vazões máximas, médias e mínimas nas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo. São Paulo: DAEE, 1994, 64p.

FUNDAÇÃO CENTRO TÉCNOLÓGICO DE HIDRÁULICA. Medidores de vazão para pequenos cursos d'água. Rio de Janeiro: PRONI, 1990. 88p.

GOMES, N. M.; FARIA, M. A. DE; SILVA, A. M. DA; MELLO, C. R. DE; VIOLA, M. R. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo associados ao uso e ocupação da



paisagem. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.11, n.4, p.427-435, 2007.

GRAVETTER, F.J.; WALLNAU, L.B. Statistics for the behavioral sciences. 2.ed. St. Paul: West Publishing, 1995. 429p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Mapa de solos do Brasil, Brasília, 2009. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 jan. 2010.

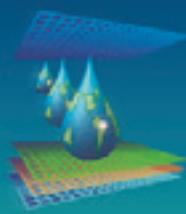
LIMA, W. P.; ZAKIA M. J. B.; Hidrologia de matas ciliares. In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. F. Matas Ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo / FAPESP, 2000. cap. 3, p.33-44.

PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. S.; SILVA, D. D. Escoamento superficial. Viçosa: UFV, 2003. 88p.

SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; AMORIM, R. S. S.; PAIVA, K. W. N. Efeito da cobertura nas perdas de solo em um Argissolo Vermelho-Amarelo utilizando simulador de chuva. Engenharia Agrícola, v.25, n.2, p.409-419, 2005.

TUCCI, C. E. M. Vazões médias. In: PAVA, J. B. D; PAIVA, E. M. C. D. Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas. Porto Alegre: ABRH, 2003. cap.1, p.113-124.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 2010, vol.14, n.1, pp. 55-64.

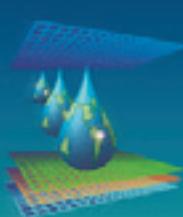


XXIII
CONIRD
Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

Evolução e Tecnologia
na Irrigação

13 º 18
OUTUBRO / 2013
Hotel Saint Louis
Luís Eduardo
Magalhães
Bahia - Brasil

TECNOLOGIAS ADAPTATIVAS



REMOÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS UTILIZANDO ELEMENTO FILTRANTE ALTERNATIVO DE MANTA SINTÉTICA

FRANCICLEITON F. DO CARMO¹, INDALÉCIO DUTRA², EUGÊNIO P. DE
MIRANDA³

RESUMO: Objetivou-se com o presente estudo determinar a eficiência de filtragem de um filtro artesanal de manta sintética e comparar com os convencionais de disco e tela. O trabalho foi realizado no Laboratório de Hidráulica, Irrigação e Drenagem, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)-Campus Iguatu. Foram utilizados no experimento três filtros: dois convencionais (disco e tela, de 150 e 120 mesh, respectivamente) e um filtro artesanal de manta sintética. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições. O teste “t” a 5% de significância mostrou que o filtro de manta sintética foi significativamente mais eficiente e apresentou melhor desempenho, com eficiência de filtragem de 77,1%. O filtro de disco e o de tela apresentaram 45,3 e 40,5% de eficiência, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: eficiência de filtragem. filtro artesanal. manta sintética.

REMOVAL OF SUSPENDED SOLIDS USING ALTERNATIVE FILTER ELEMENT OF SYNTHETIC MANTA

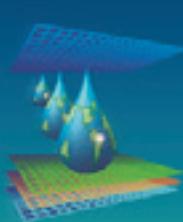
ABSTRACT: The objective of this study was to determine the filtering efficiency of a filter Plaid handcrafted synthetic and compare with conventional disk and screen. The work was performed at the Laboratory of Hydraulics, Irrigation and Drainage, Federal Institute of Education, Science and Technology of Ceará (IFCE)-Campus Iguatu. Were used in the experiment three filters: two conventional (disk and screen, 150 and 120 mesh, respectively) and a synthetic filter handcrafted Plaid. The experimental design was completely randomized with three treatments and four repetitions. The test “t” the 5% significance level showed that the synthetic manta filter was significantly more efficient and showed better performance with filtration efficiency of 77.1%. The disk filter screen and showed 45.3 and 40.5% efficiency, respectively.

KEYWORDS: filtering efficiency. Handmade filter. synthetic manta.

¹ Doutorando em Engenharia Agrícola, UFRB, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA. Fone (75) 92289725. E-mail: cleitonid@hotmail.com.

² Prof. Doutor, Depto. de Ciências ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró, RN.

³ Prof. Mestre do IFCE Campus Iguatu, Doutorando em Agronomia na UNESP, Botucatu, SP.



INTRODUÇÃO

De acordo com RIBEIRO et al. (2004), a filtração da água é o método mais utilizado e o mais barato para se tratar a água de irrigação, evitando, assim, o entupimento de orifícios e tubulações. Os tipos de filtros mais comuns são os filtros de tela, disco, areia, apresentando bons resultados quando utilizados no sistema de filtragem, porém se a água apresentar um elevado teor de sólidos suspensos é de suma importância a utilização de um pré-filtro na tomada de água, para a obtenção de melhores resultados.

A utilização de filtros de diversos tipos tem sido recomendada a fim de melhorar a qualidade físico-química da água, procurando reduzir os efeitos maléficos relacionados com entupimento de emissores (NASCIMENTO NETO et al., 2008).

Estudos vêm mostrando a eficiência da manta sintética como elemento filtrante na remoção de sólidos suspensos, em destaque os de (PARTENIANI; SCATOLINI, 2001; AIROLIDI et al., 2003; RIBEIRO et al., 2004; NASCIMENTO NETO et al., 2008; CARMO et al., 2011).

A necessidade de se encontrar uma técnica, que atenuasse os efeitos das variações sazonais da qualidade da água bruta, no desempenho dos filtros, além de proporcionar condições para a realização da limpeza com mais rapidez, foi o que levou alguns pesquisadores a investigar, o uso da manta sintética no processo de filtragem (DI BERNARDO; SABOGAL, 2008).

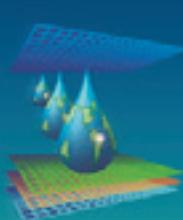
Quando terminada a filtração, essa manta é facilmente retirada do filtro e lavada, removendo as impurezas nela depositada. Limpa, a manta é então colocada de volta no filtro e pode ser novamente utilizada (PATERNANI; CONCEIÇÃO, 2004).

Objetivou-se com o presente trabalho determinar a eficiência de remoção de sólidos suspensos totais utilizando a manta sintética como elemento filtrante alternativo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no laboratório de Hidráulica, Irrigação e Drenagem, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Iguatu.

Foi montada uma bancada onde os filtros foram instalados e testados alternadamente. A água provinha de uma caixa de 1000 L, onde foi adicionado solo antes das coletas de água para aumentar a concentração de sólidos suspensos. Fez-se uso de um agitador no momento



dos ensaios para garantir a homogeneização das amostras. A alimentação dos filtros se dava através de uma bomba centrífuga cuja potência do motor elétrico era de 1/3 cv. A pressão da água foi controlada por um manômetro inserido antes do filtro, para todos os ensaios foi mantida uma pressão de 200 kPa.

Foi utilizado no experimento três tipos de filtros: dois convencionais (disco e tela, de 150 e 120 mesh, respectivamente), ambos de 1" de diâmetro de entrada e saída, e um filtro artesanal de manta sintética. Este foi testado no corpo de um filtro de disco de 2", construído no próprio laboratório, fazendo uso de uma tubulação de PVC de 100 mm de diâmetro, furou-se sua superfície com uma furadeira com serra copo e adicionou em sua volta a manta sintética do tipo Bidim, a mesma comumente utilizada como envoltório de sistemas de drenagem subterrânea e prendeu-a nas extremidades da tubulação.

Coletou-se um total de 48 amostras de 50 ml cada, sendo 24 depois e 24 antes dos filtros. Para cada tratamento foram feitas 16 coletas, sendo 8 para determinação dos sólidos totais e 8 para sólidos dissolvidos, sendo 4 antes e 4 depois do filtro.

As análises de água foram feitas no Laboratório de Água, Solos e Tecidos Vegetais (LABAAS) do IFCE, campus Iguatu.

A quantificação de sólidos suspensos foi feita pela diferença entre os sólidos totais e os dissolvidos, utilizando a equação 1.

$$SS = ST - SD \quad (1)$$

em que,

SS - Sólidos suspensos, mg L^{-1} ;

ST - Sólidos totais, mg L^{-1} ; e

SD - Sólidos dissolvidos, mg L^{-1} .

Fez-se uso da eficiência de filtragem que visa determinar a capacidade do filtro em remover impurezas da água, a partir da avaliação das concentrações de sólidos suspensos das amostras de água, na entrada e na saída dos filtros através da equação 2.

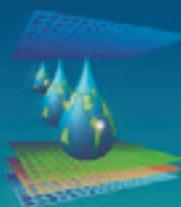
$$Ef = \left[1 - \frac{Ss_2}{Ss_1} \right] \cdot 100 \quad (2)$$

em que,

Ef - Eficiência de filtragem, %;

Ss₁ - Concentração de sólidos suspensos totais na entrada do filtro, mg L^{-1} ; e

Ss₂ - Concentração de sólidos suspensos totais na saída do filtro, mg L^{-1} .



Foi utilizado no experimento o delineamento de blocos inteiramente casualizados com três tratamentos: [T1 - Filtro de tela, T2 - Filtro de disco e T3 - Filtro de manta sintética] e quatro repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados das análises da concentração de sólidos suspensos totais da água antes e após os filtros, calculou-se a eficiência de filtragem para todos os filtros com seus respectivos meios filtrantes (Figura 1).

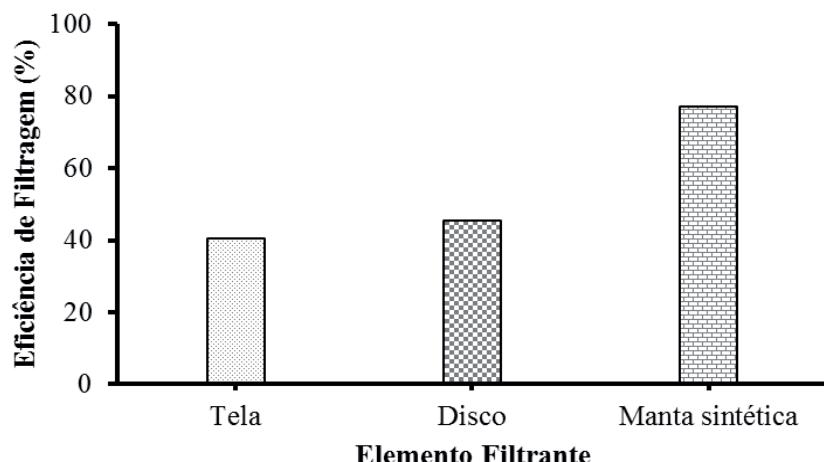


Figura 1. Remoção média de sólidos suspensos pelos diferentes meios filtrantes.

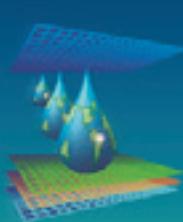
Os resultados das eficiências de filtragem mostram que o filtro artesanal de manta sintética foi mais eficiente que os filtros convencionais de disco e tela, com eficiência de 77,1 e 45,3% respectivamente, e o menos eficiente foi o filtro de tela convencional, com eficiência de 40,5%.

Para a avaliação de possíveis diferenças estatisticamente significativas na eficiência de remoção de sólidos em suspensão pelos diferentes meios filtrantes, foi aplicado a análise de variância (Tabela 1).

Tabela 1. Quadro de análise de variância.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	3177,01	1588,50	583,41**
Resíduo	9	24,50	2,72	-
Total	11	3201,51	-	-

NOTA: **Significativo ao nível de 5% de significância.



A análise foi significativa ao nível de 5% de significância, havendo diferenças significativas entre os processos de filtragens.

Foi aplicado o teste “t” de média ao nível de 5% de significância, para comparação das médias e saber entre quais tratamentos aconteceram às diferenças (Tabela 2).

Tabela 2. Teste t de médias de tratamentos.

Tratamento	Teste t
T1	40,5a
T2	45,3b
T3	77,1c

NOTA: Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância.

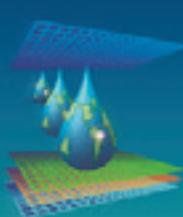
De acordo com os resultados do teste t de média (Tabela 2), verificou-se que houve diferença estatisticamente significativa de cada tratamento, entre os demais, ou seja, todos os tratamentos apresentaram diferenças entre si.

Outros trabalhos desenvolvidos com a manta sintética, também apresentaram resultados positivos com relação ao uso desta como elemento filtrante, como destaque os de (PARTENIANI; SCATOLINI, 2001; AIROLDI et al., 2003; NASCIMENTO NETO et al., 2008; CARMO et al., 2011).

Estes estudos mostram que a manta sintética é mais um elemento filtrante alternativo que pode ser usado para remover sólidos suspensos e obter resultados satisfatórios, visto que apresenta facilidade de aquisição e operação e alto poder de remoção de impurezas físicas da água.

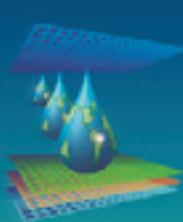
CONCLUSÃO

O elemento filtrante alternativo de manta sintética foi significativamente mais eficiente na remoção de sólidos suspensos totais do que os elementos convencionais de tela e disco.



REFERÊNCIAS

- AIROLDI, R.P.S.; PARTENIANI, J.E.S.; RIBEIRO, T.A.P.; SILVA, M.J.M. **Comparação entre elementos filtrantes de manta sintética não tecida e de disco no tratamento de água para irrigação.** Revista Irriga, Botucatu, v. 8, n. 1, p. 218-233, 2003.
- CARMO, F. F.; LIMA, L. D. P.; MIRANDA, E. P.; SILVA, M. G.; LEDO, E. R. F. **Eficiência de remoção de sólidos suspensos utilizando filtros com elemento filtrante alternativo.** In: X Encontro de Iniciação Científica e Tecnológica – X ENICIT, X Encontro de Pesquisa e Pós-Graduação – X ENPPG & V Simpósio de Inovação Tecnológica – V SIMPIT, 2011, Maracanaú-CE. Anais... 2011.
- DI BERNARDO, L.; SABOGAL, L. P. P. **Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água.** Vol. 1. São Carlos: Ed. LDIBE LTDA, 2008.
- NASCIMENTO NETO, J. R.; MESQUITA, F. P.; MIRANDA, E. P.; SOUZA, R. O. R. M. **Construção e avaliação de um filtro de manta sintética não tecida para irrigação localizada.** In: II Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação & I Simpósio Brasileiro sobre o uso múltiplo da Água, Fortaleza. Anais... 2008. (CD-ROM).
- PARTENIANI, J.E.S.; SCATOLINI, M.E. **Eficiência de manta sintética não tecida na remoção de algas presentes na água de irrigação.** Revista Ecossistema. v. 26, n.1, p. 75-86, 2001.
- PATERNANI, J. E. S. CONCEIÇÃO, C. H. Z. **Eficiência da Pré-filtração e Filtração Lenta no Tratamento de Água para Pequenas Comunidades.** Engenharia ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v.1, n.1, p.123-137, 2004.
- RIBEIRO, T.A.P.; PATERNANI, J.E.S.; AIROLDI, R.P.S. & SILVA, M.J.M. **Efeito da qualidade da água na perda de carga em filtros utilizados na irrigação localizada.** Revista Irriga, Botucatu, v.1, n.2, p. 136-149, 2004.



AUTOMAÇÃO DE SISTEMA DE BOMBEAMENTO DE ÁGUA PARA PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS

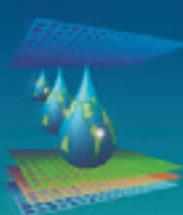
D. M. FLORES²; F. C. OLIVEIRA²; L. O. GEISENHOFF¹; R. A. JORDAN¹; G. A. BISCARO¹; A. C. dos S. ALMEIDA¹; V. H. CAVASSINI³; D. M. MELO³.

RESUMO: Devido ao custo elevado da água tratada, considerando que as propriedades rurais geralmente são desprovidas de rede de abastecimento, sendo este insumo indispensável para dessecação humana e animal e para suprir as necessidades hídricas de culturas, torna-se cada vez maior a utilização de sistemas de recalque de água, como solução prática para o aproveitamento de recursos hídricos locais. Este trabalho relata as diferenças técnicas observadas na construção de dois tipos de painéis elétricos de comando, sendo um de tecnologia convencional com contator eletromagnético, e outro de tecnologia numérica com controlador lógico programável - CLP. Ambos construídos para atender demandas que freqüentemente ocorrem em propriedades rurais. Com um sistema de recalque que possibilita suprir tanto o abastecimento de uma caixa d'água como a irrigação de uma horta ou pomar. O painel elétrico de comando com tecnologia numérica apresentou menor número de componentes, ligações elétricas de topologia mais simples e consequentemente tamanho físico menor, sendo ainda de grande facilidade para a implementação de novas funções.

PALAVRAS-CHAVE: tecnologias, abastecimento, irrigação.

AUTOMATION SYSTEM OF PUMPING WATER FOR SMALL RURAL PROPERTIES

SUMMARY: Due to the high cost of treated water, whereas the farms are generally devoid of the supply network, which is essential input for watering and feed and to meet the water requirements of crops, it becomes increasingly using systems water pumping, as practical solution to the use of local water resources. This paper describes the technical differences observed in the construction of two types of electrical control panels, being a technology with conventional electromagnetic contactor, and other digital technology with programmable logic controller - PLC. Both built to meet the demands that often occur on farms. With a pumping system that enables supply both supply a water tank as irrigation of a garden or orchard. The electric control panel with digital technology had fewer components, wiring



topology simpler and therefore smaller physical size, and still very easy to implement new functions.

KEYWORDS: technologies, supply, irrigation.

INTRODUÇÃO

De acordo com MANTOVANI et al. (2009), para promover a irrigação no meio rural é comum o emprego de sistemas de recalque para o aproveitamento da água de rios e poços, onde normalmente, uma bomba do tipo centrífuga de eixo horizontal e acionada por um motor elétrico de indução do tipo gaiola de esquilo.

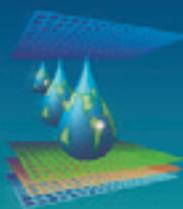
SOUZA & BOTREL (2009), recomendam o emprego da automação como ferramenta de modernização para as atividades produtivas rurais. Os autores citam as vantagens da automação sobre o operador humano, como: economia, assiduidade, rapidez, precisão e outros. Em contrapartida, advertem sobre sua incapacidade de reagir frente a perturbações e acidentes, além daqueles previstos em seu projeto.

Segundo MAMEDE FILHO (2007), um painel elétrico de comando é um quadro metálico construído para abrigar equipamentos de seccionamento, proteção, comando, sinalização, instrumentos de medição e outros, destinados ao controle e supervisão da instalação.

MENDES & JARDINI (2009), afirmam que há mais de três décadas a automação elétrica foi introduzida com sucesso nas atividades produtivas, entretanto devido aos avanços tecnológicos, atualmente os sistemas de automação são completamente diferente dos iniciais. Segundo os autores de acordo com a tecnologia utilizada os sistemas podem ser classificados em convencionais, numéricos ou modernos.

O tema do estudo deste trabalho trata da comparação técnica referente ao emprego de duas tecnologias diferentes, para realizar a automação de um sistema para recalque de água, com a finalidade de integrar o abastecimento e irrigação em propriedades rurais. O objetivo é colaborar com a modernização das atividades produtivas rurais, de forma prática e eficiente, reduzindo custos, mão de obra e tempo.

A automação pode proporcionar inúmeros benefícios nos processos produtivos rurais, fundamentais para garantir a produção econômica e sustentável de qualquer produto.



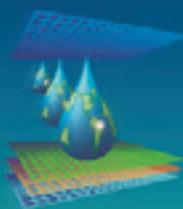
MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada no laboratório de Automação Agrícola da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD. Uma situação hipotética simulando a necessidade de uma propriedade rural, serviu como base para o planejamento dos painéis elétricos, conforme o esquema e as considerações abaixo:



- a) O sistema deverá ser comandado de mais de um local.
- b) Apenas uma saída de água deve ser liberada por vez.
- c) No modo abastecimento, a bomba somente será acionada se o reservatório estiver com o nível alto e a caixa d'água com o nível baixo.
- d) No modo irrigação horta ou no modo de irrigação pomar, a bomba só funcionará se o reservatório estiver com o nível alto. Nestes dois modos, a ativação e a desativação da bomba deverá ser feita de forma manual pelo operador.
- e) Além do controle, os painéis elétricos de comando também devem sinalizar via lâmpadas do tipo LED, todas as condições de funcionamento do sistema.
- f) O sistema deverá permitir a utilização de motor elétrico de indução monofásico ou trifásico, com acionamento através de partida direta.

Os painéis elétricos de comando foram construídos e testados em laboratório utilizando kit modular didático para acionamento e controle de máquinas elétricas, conforme os seguintes projetos:

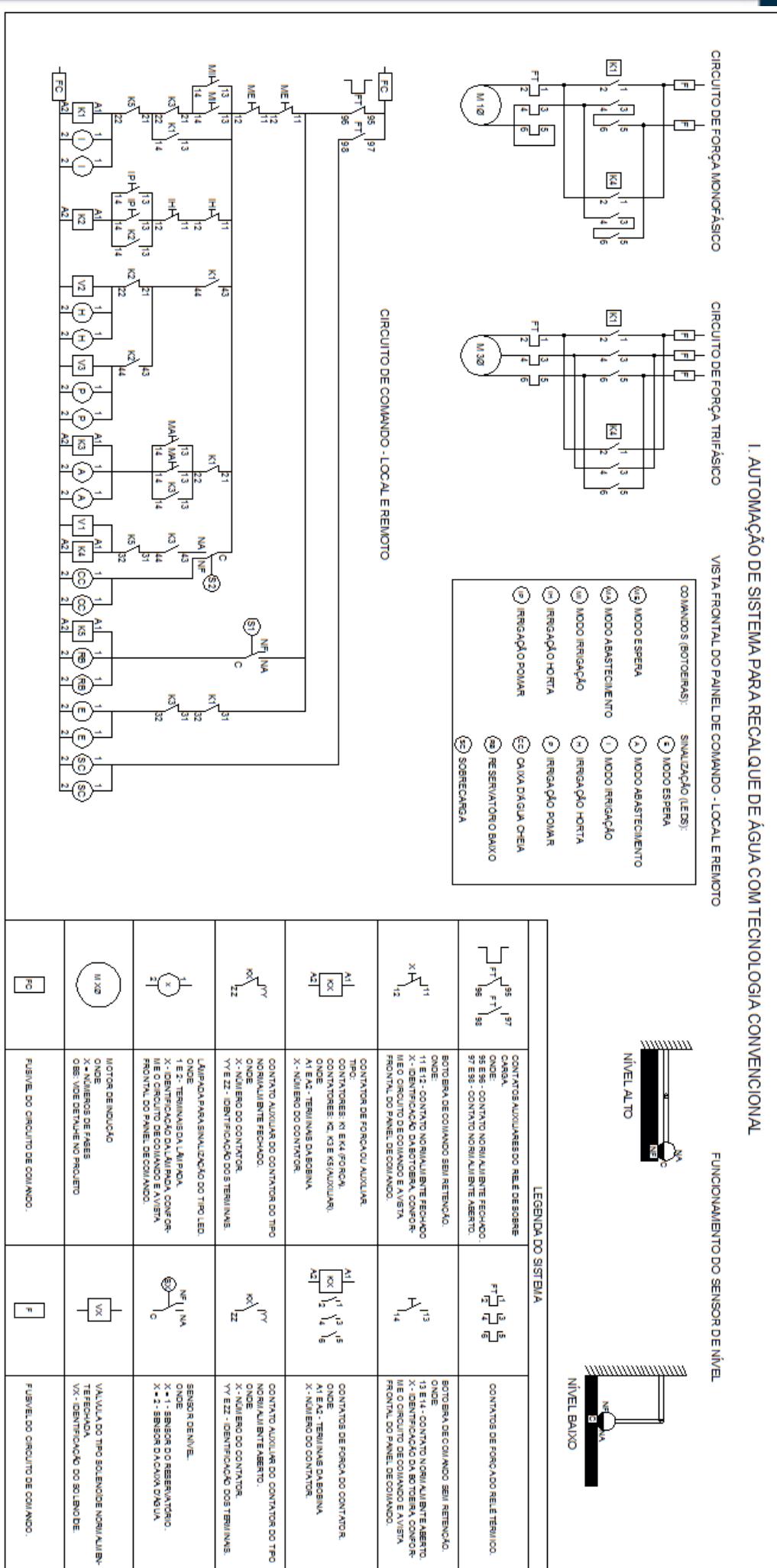


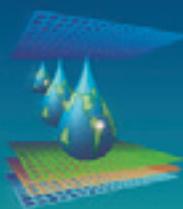
XXIII CONIRD

Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

Evolução e Tecnologia
na Irrigação

13º - 18º OUTUBRO / 2013
Hotel Saint Louis
Luis Eduardo
Magalhães
Bahia - Brasil



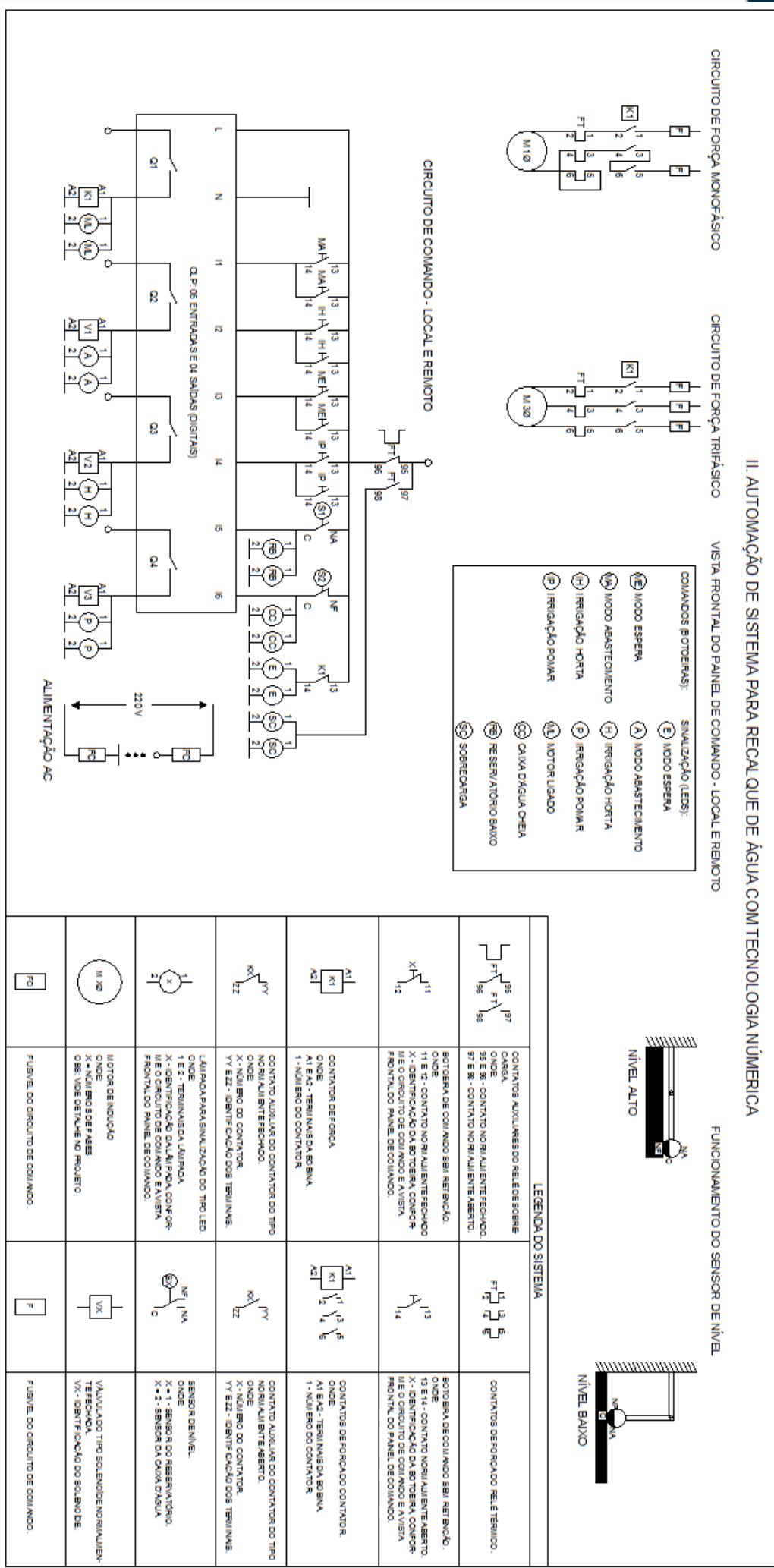


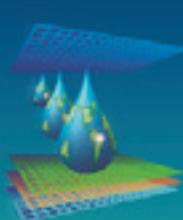
XXIII CONIRD

Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

Evolução e Tecnologia
na Irrigação

13º - 18º OUTUBRO / 2013
Hotel Saint Louis
Luis Eduardo
Magalhães
Bahia - Brasil





RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização da tecnologia convencional via contator eletromagnético, apresentou lógica limitada para processar os comandos do operador e monitorar o estado dos sensores, exigindo várias unidades deste dispositivo para contemplar a automação do sistema. Com isso, seu tamanho físico é maior e as conexões elétricas entre os dispositivos apresentam uma topologia de ligação mais complexa.

A implementação da lógica através de relés e contatores dificulta a manutenção e torna o sistema menos flexível às mudanças, a lógica é realizada por fios e qualquer modificação exige uma readequação das conexões. Entretanto, embora o sistema eletromecânico, em pequenas e até médias aplicações, possa apresentar um custo inicial menor, esta vantagem poderá ser perdida considerando-se a relação custo/benefício que o CLP proporciona (SOUZA, 2001).

O CLP de tecnologia numérica é um dispositivo programável tanto de forma manual como por computador, permitindo a configuração das saídas de acordo com o estado das entradas, o planejamento e a simulação da automação podem ser realizados durante a programação, utilizando software específico fornecido junto com o dispositivo.

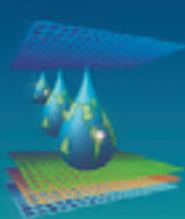
Além do intertravamento, o CLP permite a temporização e o agendamento do seu funcionamento, entre outras ferramentas úteis para a automação. Essa flexibilidade permite a implementação de novas funções ao sistema, sem a necessidade de mudanças físicas no seu circuito elétrico, como por exemplo, o agendamento do funcionamento de cada modo de operação e a temporização das irrigações.

CONCLUSÃO

Estudos dessa ordem são importantes, pois permitem de forma prática, conhecer os reais benefícios que podem ser agregados com o emprego de novas tecnologias em benefício das atividades produtivas rurais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

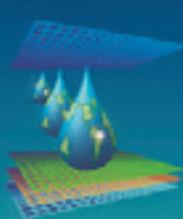
- MAMEDE FILHO, J. Instalações elétricas industriais. Rio de Janeiro: Ed. LTC, 2007. 914p.
MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. Irrigação: princípios e métodos. Viçosa: UFV, 2009. 355p.



MENDES, M. F.; JARDINI, J.A. Evolução dos sistemas de automação elétrica: caminhos das modernizações de usinas hidrelétricas. In: ERIAC, XIII. Puerto Iguazú. *Anais..* Puerto Iguazú, Eriac, 2009.

SOUZA, R. O. R. M.; BOTREL, T. A. Desenvolvimento e avaliação de um sistema de irrigação automatizado para áreas experimentais. *Irriga.* Botucatu, v.14, n.3, p. 365-382, 2009.

SOUZA ,Luiz Edival de. **Controladores Lógicos Programáveis.** Disponível em: www.leopoldina.cefetmg.br/moodle/file.php/40/clp3.pdf. Acesso em: 26 de outubro de 2012



Impacto social de Unidade de Demonstração com culturas irrigadas em
assentamento do semiárido brasileiro

I. Parizotto¹

T. S. M. da. Silva²

E. F. Coelho³

RESUMO

Reconhece-se a necessidade de uma regulação social sobre o mercado capitalista, com mais possibilidades e com uma liberdade mais ampla para todos os produtores envolvidos, contanto que a pobreza, a desigualdade econômica, social e educacional não permitem que os indivíduos se expressem adequadamente. A agricultura brasileira, subordinada às estratégias industrializantes, implicou na inversão das populações rural e urbana, ou seja, em 50 anos, 70% de residentes rurais em 1930 para pouco menos de 30% em 1980. A instalação de uma Unidade Demonstrativa (UD) de produção irrigada, passa a ser um instrumento de combate à pobreza rural, contribui para a emancipação. Apesar da pequena área de 0,5 ha, onde a produção irrigada acontece com o fornecimento de infraestrutura (bomba, canos, caixa d'água e conectores), assistência técnica, treinamentos, utilizando-se de abordagem participativa, resultando num clima de confiança que resulta em agricultores com maior capacidade de apropriação de conhecimentos e adoção de novas tecnologias. Este entusiasmo contagia outros postulantes a se integrar como moradores do Projeto de Assentamento, anteriormente desacreditado e sem perspectiva de um desenvolvimento sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: agricultura familiar, irrigação, cultivos irrigados.

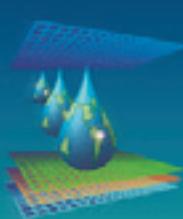
ÁREA DE SUBMISSÃO: tecnologias adaptativas.

¹Analista da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Rua Embrapa, s/n, C. Postal 7, 44380-000 - Cruz das Almas, BA.

Fone: (75-3312-8134. e-mail: ildos.parizotto@embrapa.br

²Analista da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Rua Embrapa, s/n, C. Postal 7, 44380-000 - Cruz das Almas, BA.

³Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Rua Embrapa, s/n, C. Postal 7, 44380-000 - Cruz das Almas, BA.



SUMMARY

Social impact of a demonstration unit with irrigated crops in a rural settlement of the Brazilian semiarid

Summary: It is known the need for social regulation over the capitalist Market with more possibilities and with a wide freedom for all farmers involved, as long as poverty, economic, social and educational inequality do not allow that individuals may express suitably. Brazilian agriculture submitted to industry strategy caused the inversion of urban and rural population, i.e., 70% of rural population in 1930 to less than 30% in 1980. The installation of a demonstrative unity becomes a tool against rural poverty and contributes to emancipation.

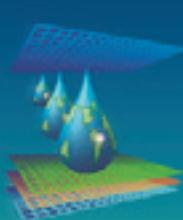
Despite the small area of 0,5 ha where production occurs with supply of infra-structure (pump, pipes, water reservoir and connectors), technical assistance, training by using a participative work which results in a confidence climate where farmers are more capable of getting knowledge and adoption of new technologies. This behavior affects other people and may make them to move to the Settlement project, that in the past did not have credit or perspective for a sustainable development.

KEYWORDS: family farming, irrigation, irrigated crops.

INTRODUÇÃO

A instalação de Unidades de Demonstração (UD) de culturas irrigadas em assentamentos do semiárido será um espaço de transferência de tecnologias e apropriação de conhecimentos em sistemas de irrigação e cultivos irrigados. A instalação de uma UD, passa a ser um instrumento de combate à pobreza rural, contribui para a emancipação, já que os empréstimos ofertados pelos bancos oficiais, além de não beneficiarem todos os setores, neste caso os assentados, sofrem impedimentos legais como: cadastro do imóvel, falta de assistência técnica e dívidas contraídas não saldadas. Apesar da pequena área de 0,5 ha, onde a produção irrigada acontece com o fornecimento de infraestrutura (bomba, canos, caixa d'água e conectores), assistência técnica, treinamentos com dia de campo na época de plantio e na primeira colheita, estimulam o grupo de agricultores assentados a explorar a produção de culturas que desconhecem o modo de produção.

A distribuição de água em sistemas de irrigação de baixo custo para agricultores familiares pode ser realizada de duas formas: por gravidade ou por meio de conjuntos motobombas. O bombeamento é feito por meio de conjunto motobomba movida à diesel, já



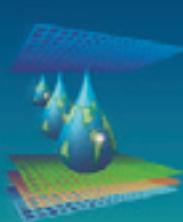
que não possuem energia elétrica. O conjunto motobomba funciona para mais de um agricultor, já que a UD está instalada na área comum do PA Santo Expedito. A unidade de condução de água que compreende uma tubulação de PVC de diâmetro de 125 mm que inicia junto ao sistema de bombeamento indo até a área de produção, onde a água pode ser aduzida a um reservatório de água elevado (caixa d'água) ou se conectar diretamente a registros equivalentes aos respectivos setores a serem irrigados. O reservatório elevado permite um menor tempo de funcionamento do conjunto motobomba, significando redução de gastos com combustível e do desgaste do conjunto motobomba. No caso, a irrigação é feita prioritariamente com sistemas de baixa pressão (menor de 10 metros de coluna d'água - mca).

Além disso, a UD colaborará para a decréscimo da insegurança alimentar favorecendo a produção de alimentos frescos, e também contribuir para acréscimo de renda com a venda do excedente. O âmbito de implantação dessa UD, marcado por muitos fatores limitantes, envolveu um pequeno grupo de recém-assentados, a menos de cinco anos ocupando a antiga fazenda Queimada do Vale, localizada no Distrito de Igarité, a 84 Km da sede do município, Barra, BA, que no início das atividades do projeto não havia atingido metade de sua capacidade de ocupação. Este grupo de agricultores não difere do que acontece nos assentamentos: produtores alocados num espaço sem os meios de produção agrícola; constroe-se a agrovila; e, na maioria das vezes, ficam sem atividade produtiva fora da época das chuvas. E o período seco é muito grande, normalmente de mais de nove meses, sendo que a irrigação, muda esta dinâmica, ou seja, pode-se plantar e colher em todos os meses do ano.

O governo federal tem buscado, através de aumento dos montantes disponíveis, bem como aprimoramento do Pronaf, promover a produção da agricultura de base familiar, isto tem demonstrado que a agricultura familiar possui capacidade de gerar produção agrícola em escala econômica, gerando empregos, além de frear a corrente migratória campo-cidade, por proporcionar melhores condições de vida ao homem que vive no campo e do campo. Apesar dos avanços, o Nordeste é a região brasileira mais pobre, “portanto faz-se necessário priorizar esse instrumento de política pública, de modo a permitir o ingresso de milhares de outros brasileiros na condição de sujeitos produtivos capazes de gerar renda e consequentemente, proporcionar um melhor padrão de vida social para si e para seus familiares” (Mesquita, 2011).

MATERIAL E MÉTODOS

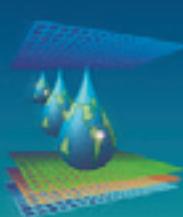
O Projeto de Assentamento (PA) Santo Expedito está localizado a 84 km da sede do município de Barra, BA, numa área de aproximadamente 17 mil hectares. A Instalação da UD



aconteceu de forma comunitária, iniciou-se com a aplicação de ferramentas de Diagnóstico Rápido Participativo (DRP) no dia 16 de novembro de 2011. A escolha de implantar a UD em área de assentados faz parte das ações do projeto denominado: “Sistemas produtivos irrigados para agricultores familiares de assentamentos no semiárido brasileiro”. Nesta data, encontrou-se os agricultores organizados em Associação, com 59 associados, pertencem a Luta Camponesa (ligada a CPT). Estão ocupando a área da antiga fazenda Queimada do Vale, há cinco anos, na qual possuem uma divisão parcial de lotes de 40 por 100 metros onde moram em um barraco construído de barro sem cozimento e outros com taipa, ou seja, um misto de estrutura de paus e barro. Não possuem: luz elétrica, estrutura de ruas, trator ou qualquer máquina para auxiliar no trabalho de campo, nem acesso à água e distribuição dos lotes. Os objetivos foram conhecer os agricultores e suas necessidades, contribuir com treinamento nas culturas que os agricultores optassem em produzir. Produzir para alimentar às famílias, ou seja, diminuir a insegurança alimentar e contribuir com aumento de renda, com a venda do excedente.

O principal problema apontado foi a falta de água para consumo e para produção. O rio São Francisco está a menos de 500 metros do local da reunião que aconteceu no barraco de um assentado que se recuperava de problemas de saúde. Uma rede de energia elétrica passa ao lado da estrada asfaltada, porém os agricultores não tem acesso a mesma. A principal atividade, mesmo que perigosa, é atravessar a pista pavimentada, todos os dias carregando água para consumo doméstico. Outros problemas foram apontados como limitantes do desenvolvimento do PA como: falta de auxílio para arrar as terras; carregar água para tudo; falta de energia elétrica; maquinário para auxiliar e aliviar o trabalho braçal; e, o problema com perigo/insegurança, pois estão à margem de uma rodovia pavimentada. A nova diretoria da associação está eleita, mas falta a legalização devido a problemas de falta de documentos de alguns agricultores, em especial, RG e CPF. Documentos essenciais para acesso a qualquer política pública de inclusão, renda ou benefícios aos cidadãos.

A equipe do projeto fez um exercício, utilizando-se da ferramenta de Planejamento Estratégico Participativo (PEP), para, junto com os assentados, planejar a resolução de dois problemas principais que são a energia e o acesso à água. Neste exercício buscou-se alternativas de planejar atividades para solucionar os principais problemas limitantes do desenvolvimento dos assentados no PA Santo Expedito. Após a implantação das culturas escolhidas que foram bananeiras, aipim e horta, foram vencidas as etapas como: instalação da bomba com água para consumo em dezembro de 2011; implantação da UD em março de 2012; treinamentos em irrigação e em cultivos orgânicos; acompanhamento com visitas



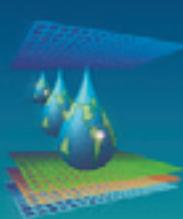
mensais e com estagiários do Centro Estadual de Educação Profissional Águas de Barra; dia de campo e restituição do DRP em janeiro de 2013. Os agricultores tomaram iniciativas de produção de hortaliças, plantio de fruteiras nos quintais.

Em junho de 2013, após vinte meses desde a primeira atividade, o DRP e PEP com os agricultores, aplicou-se uma entrevista focal com os novos moradores do PA Santo Expedito, buscando identificar as razões que motivaram novos agricultores em se fixar no assentamento para completar a capacidade de 100 famílias. Em 27 de junho entrevistou-se seis das dez novas famílias moradoras do PA Santo Expedito. Apesar de todos estarem morando a até três meses no local, estão integrados, animados com a opção de trabalhar e construir suas vidas neste ambiente.

Família	Escolaridade	Nr. Filhos	Tempo	Documentos	Plantios
1	2º Grau	-,-	20 dias	Todos (CNH)	Feijão de corda e arranque, milhos, hortaliças e aipim
2	2º Grau	2	60 dias	Todos	Coentro (no distrito)
3	3ª série – 1º grau	1	60 dias	Todos (pesca)	Mandioca (aipim)
4	3ª série – 1º grau	3	60 dias	Todos	Coentro
5	2º Grau	3	90 dias	Todos (pesca)	Coentro e artesanato
6	3ª série - 1º grau	3	90 dias	Todos	Feijão, coentro e hortaliças

Legenda: Todos (RG, CPF, Previdência Social, Carteira de Trabalho)

Os fatores motivacionais indicados pelos agricultores ao responder a pergunta aberta “*O que te levou a procurar o PA Santo Expedito para morar*”, foram: acesso à terra e à água; trabalhar e produzir sem ser assalariado; o sossego; a energia elétrica, a construção das casas e a regularização (distribuição dos lotes) que estão sendo resolvidas; plantio irrigado garante a produção, especialmente a horta (rápida colheita); e, ainda querem se dedicar ao artesanato utilizando palha de bananeira. A renda fixa dos novos agricultores advém: do bolsa família; do seguro safra; do auxílio pesca na época do defeso e de alguns trabalhos temporários em fazendas da região. A instalação da UD de produção irrigada contribuiu para motivar o interesse de outras famílias se interessarem em viver e trabalhar no PA Santo Expedito. Atualmente a água para o consumo é suficiente, porém a água para irrigação atende somente ao coletivo, deixando uma lacuna para o uso da irrigação nos lotes individuais. Os novos assentados indicam que com a energia elétrica será possível cada um individualmente produzir e entregar na Cooperativa, já que os conhecimentos adquiridos em sistemas irrigados com a UD coletiva será “transportado” para os lotes individuais.



CONCLUSÕES

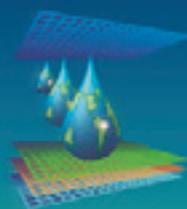
Conclui-se, portanto, que a instalação de UD de produção irrigadas permite a adequação de sistemas de irrigação para agricultores assentados do semiárido baiano, propicia acesso a treinamento, a técnicas e oportunidades de incremento na renda, bem como, apropriação dos conhecimentos. A UD colaborou para o decréscimo da insegurança alimentar com a produção de alimentos frescos, e também contribuiu para acréscimo de renda com a venda do excedente da produção. Outros agricultores sem terra, ao conhecerem a UD de produção irrigada do PA Santo Expedito, motivaram-se a mudar suas vidas vislumbrando um futuro mais promissor.

Os agricultores assentados necessitam de mais acesso aos serviços prestados pelo Estado e os bens de consumo, contudo, para superar o abandono, há a necessidade de políticas que propiciem uma maneira mais eficaz de reverter o quadro de atraso tecnológico e de conhecimentos técnicos existente no semiárido baiano. Esses agricultores acostumados, desde a infância, a produzir grãos como feijão e milho, agora deparam-se com o cultivo de fruteiras e hortaliças que, além do modo diferente de produzir, não podem ser estocadas nem vendidas quando aparece a melhor oportunidade. Muitas vezes os agricultores tem ainda que descobrir novas maneiras de comercializar esses produtos, para obter o melhor aproveitamento e auferir melhor renda.

Urgem, portanto, políticas públicas integradas para garantir plena cidadania e a efetivação do estado democrático previsto na Constituição Federal. Políticas de crédito, informação, escolaridade, assistência técnica, sistemas de produção adequados a pequenas propriedades, democratização do acesso aos mercados, política ambiental de reparação para preservação e recuperação de rios, riachos e aguadas são necessárias num sistema integrado que vise desenvolvimento rural mais sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.
- FAO/INCRA. **Diretrizes de política agrária e desenvolvimento sustentável**. Resumo do Relatório Final do Projeto UTF/BRA, março de 1995.
- JUNIOR, L.H.S. **Pobreza na população rural nordestina: uma análise de suas características durante os anos noventa**. Revista BNDES, Rio de Janeiro, 2006.
- MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Irrigação**. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. (Ed.) Tomate para processamento industrial. Brasília: Embrapa Hortalícias, 2000. p. 60-71.
- VERDEJO, M. E. **Diagnóstico rural participativo**: um guia prático. Disponível em: <www.mda.gov.br/saf/> Acesso em: 10 de março de 2013.

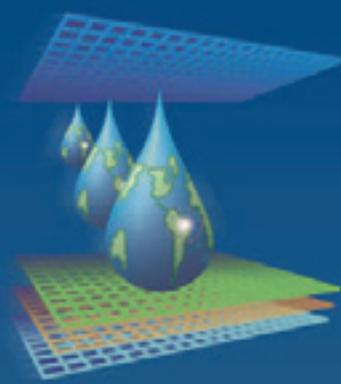


XXIII CONIRD

Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

Evolução e Tecnologia
na Irrigação

13 º 18
OUTUBRO / 2013
Hotel Saint Louis
Luís Eduardo
Mogolhôes
Bahia - Brasil



XXIII CONIRD

Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

Evolução e Tecnologia na Irrigação

13 a 18
OUTUBRO / 2013

Hotel Saint Louis
Luís Eduardo Magalhães
Bahia - Brasil

**TRABALHOS
APRESENTADOS**

Realização



SECRETARIA DA AGRICULTURA,
PESCA, IRIGAÇÃO, RECURSOS
AGUAJAS, PESCA E AQUICULTURA



Operadora de turismo



Serviços de Viagens



Apoio

