

## **AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DO SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) SUBMETIDO À REDUÇÃO DE ÁGUA NO SOLO**

**DJAIR MELO (1); JACOB SOUTO (2); ANTONIO SOUSA (3) RADÁCIA PEREIRA (4) EDILSON MENDES  
(5) IREMAR ANDRADE (6)**

(1) CEFET/UNED, AV. GLAYCON DE PAIVA, 2496 PRICUMÃ-BOA VISTA-RR, (95) 36218000, e-mail:

[djairalves@hotmail.com](mailto:djairalves@hotmail.com)

(2) UFCG, e-mail: [jacob\\_souto@uol.com.br](mailto:jacob_souto@uol.com.br)

(3) UFCG, e-mail: [aasousavini@uol.com.br](mailto:aasousavini@uol.com.br)

(4) UNOPAR, e-mail: [radaciamelo@hotmail.com](mailto:radaciamelo@hotmail.com)

(5) UFCG, e-mail: [edimenu@ig.com.br](mailto:edimenu@ig.com.br)

(6) UFCG, e-mail: [iremarandrade@hotmail.com](mailto:iremarandrade@hotmail.com)

### **RESUMO**

Com o objetivo de estudar o comportamento do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) submetido a diferentes níveis de água no solo, onde se estudou o rendimento e qualidade forrageira, desenvolveu-se o trabalho em vasos plástico, utilizando solo de textura média, proveniente de uma área de aluvião. Em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram aplicados da seguinte forma T1=100%, T2=75%, T3= 50% e T4= 25% de reposição da água consumida no processo evapotranspirativo, sendo que o tratamento T1 foi usado como referencial para o cálculo da quantidade de água aplicada nos demais tratamentos. Para avaliar o rendimento da cultura estudada, foi analisada as seguintes variáveis: produção de matéria verde e seca da parte aérea. A qualidade da forragem foi avaliada pelos teores (%) de matéria seca (MS), fibras em detergente neutro (FDN) e fibras em detergente ácido (FDA). Os resultados apresentados mostraram que o sorgo respondeu sensivelmente ao déficit hídrico, com severa redução na produção de matéria verde. Para a qualidade de forragem, o efeito estatístico foi verificado em todas as variáveis, no entanto na variável FDA, a FDN mostrou a mesma tendência em seus teores à medida que diminuiu o conteúdo de água disponível no solo e, o teor de MS, mostrou efeito inverso. Os rendimentos obtidos para a cultura do sorgo quando a disponibilidade de água foi mantida acima de 70% do consumo máximo indicando que esta cultura pode produzir dentro de um parâmetro satisfatório de déficit.

**Palavras-chave:** Irrigação, déficit hídrico, biomassa, qualidade de forragem.

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o sorgo tem mostrado grande potencial de produção, não somente por sua comprovada capacidade de suportar estresses ambientais, mas, também, por ser mecanizável do plantio à colheita; por apresentar grande amplitude de épocas de plantio e viabilidade de utilização de equipamentos empregados em outras culturas. O plantio do sorgo em regiões e épocas com riscos de, principalmente, déficit hídrico, pode contribuir para o aumento da sustentabilidade da produção de grãos e forragem com redução do ônus para o produtor.

No nordeste brasileiro, a cultura do sorgo é utilizada para consumo animal durante a estação seca, quando invariavelmente sofrem com o estresse hídrico devido à competição pelo limitado suprimento de água especialmente de irrigação onde os produtores preferem outras culturas.

O sorgo exibe mecanismos de tolerância à seca e, sob essas condições, produz muito mais matéria orgânica digerível, por hectare, do que o milho (MEESKE & BASSON, 1995). Plantas de sorgo sob estresse hídrico apresentam uma maior proporção de folhas e uma menor proporção de caule, sendo mais digestível e apresentando uma menor percentagem de lignina (AKIN et al., 1994).

A produção de sorgo no Brasil tem aumentado nos últimos anos, tanto pela expansão da área plantada, quanto pelos acréscimos de produtividade (Silva & Almeida, 2004).

Dessa forma, o trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a influência da variação de água disponível no solo sobre o rendimento e composição bromatológica de plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).

## DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE

### Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

O sorgo, originário do centro da África e parte da Ásia, tem se tornado uma alternativa para alimentação animal, especialmente em regiões de baixa disponibilidade de água, por apresentar sementes ricas em proteínas, vitaminas, hidrato de carbono e sais minerais, além de produzir plantas com elevado volume de massa verde e que apresentam tolerância à seca e a alta temperatura (Carvalho et al., 2000).

De acordo com Magalhães et al. (2003), o sorgo é uma espécie do tipo C4, de dia curto e com altas taxas fotossintéticas. A grande maioria dos materiais genéticos de sorgo requer temperaturas superiores a 21°C para um bom crescimento e desenvolvimento.

O sorgo é um cereal cultivado na maior parte das regiões tropicais e subtropicais do mundo, constituindo-se como a maior fonte de alimento e de rações da África, Oriente e Oriente Médio, especialmente na Nigéria, Etiópia e Índia (Marchezan, 1987).

Segundo Oliveira (1986), em muitas regiões da África o sorgo faz parte da alimentação básica da população, suprimindo cerca de 70% da ingestão calórica diária. Nos países industrializados cultiva-se, sobretudo, como planta forrageira.

É uma gramínea rústica, cuja altura varia de 0,50 m a 5,0 m. É muito parecido com o milho, sendo que as plantas jovens podem ser diferenciadas pela presença das margens dentadas da folha. O início da floração ocorre de 30 a 40 dias após a germinação, mas a formação da gema floral pode variar de 19 a 70 dias ou mais (House, 1985). É uma planta de clima tropical, cultivada em diversas regiões do mundo até cerca de 1.800 m de altitude, cuja temperatura média gira entre 21 e 30 °C. Atualmente, o sorgo forrageiro já dispõe de certa tradição entre os agricultores brasileiros e é muito semeado principalmente no sul de Minas Gerais e no Vale do Paraíba, SP (Embrapa, 1997).

Segundo Camacho et al. (2002), o sorgo possui tolerância a períodos de estiagem durante seu ciclo vital e produz colheitas de grãos e massa verde, economicamente compensadora, em condições de pluviosidade baixa e em solos de baixa fertilidade. Assim, vem sendo cultivado principalmente em zonas áridas e semi-áridas, tornando-se um alimento básico, por apresentar um elevado potencial de produção, grande versatilidade (silagem, feno e pastejo direto) e potencial de adaptação a regiões mais secas (Neumann et al., 2002).

Com o aumento da demanda e as dificuldades de importação de milho na Região Nordeste, o sorgo vem sendo incentivado com sucesso também nas regiões do semi-árido, onde ocorrem altas temperaturas e precipitações inferiores a 600 mm anuais (Waquil & Viana, 2004).

De modo geral, o sorgo apresenta tipo e comportamento semelhantes ao milheto. Todavia, ao contrário deste, o produtor não pode colher sementes para vender ou usar na propriedade, pois em geral os genótipos disponíveis no comércio são de híbridos, cujas sementes produzem população de plantas atípicas. Na produção de sorgo para forragem existe cultivares adaptados para uso em silagem, pastejo direto, corte verde e feno. Dentre as principais características consideradas na escolha de uma determinada cultivar, destacam-se rendimento de massa verde e valor nutritivo.

O uso do sorgo na alimentação animal é justificado por apresentar características bromatológicas semelhante à do milho, apresentando-se com teores mais elevados de proteína bruta em algumas variedades (White et al., 1991) e pelas características agrônômicas, que, entre outras, incluem maior tolerância à seca (Cummins, 1981; Lusk et al., 1984).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Descrição da Área de Estudo**

O experimento foi conduzido em telado de náilon, no Viveiro Florestal do Departamento de Engenharia Florestal/ CSTR/UFCG, Campus de Patos - PB.

A cidade de Patos está localizada na depressão sertaneja, semi-árido paraibano, situando-se geograficamente nas coordenadas 7°01'28"S e 37°16'48"W, com altitude média de 249 m. O clima da região, conforme classificação de Köppen, é do tipo Bsh, quente e seco, com chuvas de inverno. O período mais seco compreende os meses de Julho a Fevereiro e o mais chuvoso no período de Março a Junho. A pluviosidade média anual é de 675 mm, com distribuição irregular de chuvas e temperaturas médias superiores a 25°C.

### **Caracterização Física e Química do Solo**

O solo utilizado foi proveniente de uma área de aluvião (Neossolo Flúvico) da Fazenda Lameirão, localizada no município de Santa Terezinha - PB, semi-árido paraibano, tendo sido cultivada pela última vez no ano de 2001, com a cultura do milho, permanecendo em repouso a partir de então até a data da retirada do solo.

Foram coletadas amostras de solo do horizonte superficial (0 a 20 cm), coincidindo aproximadamente com a camada de aradura, onde se desenvolve a maior parte das raízes. Este solo foi selecionado para o experimento devido ser típico de locais onde se cultiva o sorgo na região.

Após a coleta, o solo foi seco ao ar, destorroado, homogeneizado e passado em peneira de malha grossa, para então serem retiradas amostras para análise em laboratório, com a finalidade de caracterizá-lo

química e fisicamente. As análises foram realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade do Departamento de Engenharia Agrícola e os resultados estão na Tabela 1.

**Tabela 1. Atributos físicos e químicos do solo utilizado no experimento.**

Atributos físicos								
Granulometria			Classificação textural				dg	dp
Areia	Silte	Argila						
g*kg <sup>-1</sup>							g cm <sup>-3</sup>	
719	70	211	Textura média				1,55	2,70
Atributos químicos								
pH	P	Ca	Mg	K	Na	H+Al	T	V
CaCl <sub>2</sub> 0,01M	mg.dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				%		
5,5	15,8	6,2	1,4	0,48	0,5	1,8	10,3	80

A caracterização física foi realizada determinando-se a composição granulométrica e argila dispersa em água pelo método da pipeta; a densidade do solo, pelo método do anel volumétrico; a densidade das partículas, pelo método do balão volumétrico, todos segundo EMBRAPA (1997).

Na caracterização química, determinaram-se: o pH, potássio e sódio por fotometria de chama, após extração com HCl 0,05 molL<sup>-1</sup>; cálcio, magnésio e alumínio trocáveis, por espectrofotometria de absorção atômica, após extração com KCl 1 molL<sup>-1</sup>; a acidez potencial (Al+H), por extração com acetato de cálcio 0,5 molL<sup>-1</sup> a pH 7,0 e fósforo disponível, por colorimetria em presença de ácido ascórbico, depois da extração com solução de Mehlich-1 (EMBRAPA, 1997).

### Delineamento Experimental

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições, que foram igualmente testados na cultura do sorgo.

Foram aplicados frações das reposições de T<sub>1</sub> nos tratamentos correspondendo à reposição total da água utilizada pelas plantas no processo de evapotranspiração, conforme mostra a Tabela 2. Assim, as plantas se desenvolveram sob diferentes conteúdos de água no solo, na faixa de disponibilidade, definida por Doorembos & Prutt (1974) como a diferença em termos percentuais entre a água retida à Capacidade de Campo (-33kPa) e a água retida ao Ponto de Murcha Permanente (-1.500 kPa), que correspondem aos valores de 0,33 atm e 15 atm, respectivamente, na curva característica média de retenção de água no solo.

**Tabela 2. Definição dos tratamentos utilizados para a cultura do sorgo de acordo com o delineamento estatístico adotado.**

T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
100%=CC*	75%	50%	25%

\* Capacidade de Campo

A definição dos tratamentos teve como objetivo testar o estresse hídrico sobre o crescimento e rendimento das culturas, por meio de déficits crescentes de suprimento de água entre os tratamentos, aplicados ao longo do período de crescimento.

## **INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO**

### **Preparação do Solo para Semeadura e Adubação**

De acordo com o delineamento experimental foram utilizados 20 vasos plásticos, distribuídos sobre bancadas de madeira, onde permaneceram durante a condução do experimento. Em cada um deles foram colocados 9 kg de solo mais 11,7 g de  $P_2O_5$ . Esta adubação foi realizada com base no resultado da análise química (Tabela 1) e seguindo orientação de adubação de manutenção do Laboratório de Solos e Água do Centro de Saúde e Tecnologia Rural/UFCEG. A adubação nitrogenada foi parcelada em duas aplicações, utilizando-se 0,41 g de uréia por vaso, em solução (5ml), sendo uma aplicação na semeadura e outra, 20 dias após a germinação.

Antes da semeadura foi realizada a primeira irrigação, com o objetivo de elevar o teor de água no solo até o ponto de capacidade de campo, aplicando-se água até provocar uma pequena percolação em todas as parcelas (vasos).

### **Semeadura e Desbaste**

Na semeadura colocaram-se cinco sementes por vaso, bem distribuídas, a cerca de 1,0 cm de profundidade.

No desbaste, realizado uma semana após a germinação, procurou-se eliminar as plantas menores e mais fracas, sendo que na primeira fase foram deixadas duas plantas por vaso e, na segunda, três plantas por vaso. Neste caso, o objetivo foi obter resultados mais homogêneos entre as parcelas, no caso de alguma planta ser perdida.

### **Irrigação**

A irrigação foi realizada manualmente, repondo-se o total ou fração da água consumida pelas plantas, de acordo com cada tratamento. Pelo arranjo mostrado no delineamento experimental  $T_1$ , sendo à base de cálculo para a aplicação de água nos demais tratamentos. Entretanto, para atender o objetivo do trabalho, os tratamentos diferiram entre si com relação à magnitude do estresse aplicado: para o tratamento  $T_1$ , e por consequência para  $T_2$ ,  $T_3$ , e  $T_4$ , foram estabelecidos turnos de rega de três dias na primeira metade do período de crescimento e de dois dias na segunda, quando as exigências hídricas aumentaram.

Para evitar perdas de nutrientes por lixiviação, principalmente o nitrogênio aplicado, a fração percolada (eluente) em  $T_1$  era devolvida à respectiva parcela junto à água de irrigação da aplicação seguinte.

Assim, a quantidade de água repostas nestes tratamentos, em cada irrigação, foi sempre a diferença entre a quantidade fornecida e a fração percolada, funcionando como controle. Os demais tratamentos receberam, ao longo de todo o experimento, as respectivas porcentagens, calculadas com base em  $T_1$ .

O início dos tratamentos ocorreu no 13º dia após a semeadura, quando as plantas apresentavam entre 3 e 4 folhas. Este período foi considerado como fase de estabelecimento das plantas.

No início do experimento, ocorreu num período de baixa evaporação (dias nublados e com ocorrência de chuvas), sendo considerado um dos fatores, ao lado do estágio inicial de crescimento, que influenciaram na magnitude do turno de rega utilizado.

### Variáveis Estudadas

Para avaliar a resposta da cultura aos diferentes volumes de água aplicados consideraram-se como variáveis a serem estudadas: pesos de massa verde e matéria seca da parte aérea das plantas; matéria seca (MS); Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA). O peso de massa verde da parte aérea foi obtido logo após o corte, enquanto os pesos de matéria seca da parte aérea foram obtidos após o material secar em estufa, acondicionado em sacos de papel, à temperatura de 65°C, por 72 horas. A pesagem foi feita em balança digital de 0,01g de precisão.

As determinações de MS, FDN e FDA foram feitas de acordo com metodologia de Van Soest (1991), a partir de amostras do material da parte aérea seco em estufa a 105°C e moído em moinho estacionário do tipo “Willey” com peneira de 1 mm. Todas as determinações foram feitas em duplicata.

### Análise Estatística

Os dados obtidos para as duas fases foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, conforme esquema de experimento inteiramente ao acaso, e, para a comparação de médias, utilizou-se o teste de Tukey (GOMES, 1987). As análises foram feitas utilizando o programa estatístico SISVAR da Universidade Federal de Lavras.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Produção de Massa Verde da Parte Aérea

A Tabela 3 contém os valores médios da produção de massa verde da parte aérea do sorgo, por tratamento, e comparação de médias.

TRATAMENTO	SORGO
	——— g ———
100%	173,60* a
75%	156,80 a
50%	93,00 b
25%	48,40 c
CV %	11,71

\*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Foi observado na Tabela 3 redução na produção de massa verde da parte aérea do sorgo à medida que diminuiu a quantidade de água aplicada ao solo. Por outro lado, ocorreu efeito significativo, entre os tratamentos T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>, que tiveram aplicação de 75% e 25% da quantidade aplicada em T<sub>1</sub> (100%), respectivamente.

O efeito significativo verificado entre os tratamentos T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>, e, principalmente, destes em relação à T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub>, mostra que o sorgo respondeu sensivelmente ao forte estresse hídrico, com drástica redução da produção de matéria verde, nas condições estudadas.

A maior produção de massa verde de sorgo foi obtida no tratamento T<sub>1</sub> e, a menor, no tratamento T<sub>4</sub>, que representam os dois extremos em disponibilidade de água neste experimento.

Desta forma, a resposta da cultura aos conteúdos extremos de água no solo (75% e 100%), mostrou uma tendência de maior aproveitamento da água disponível para produção de massa verde.

A diminuição da massa verde pode ser atribuída à redução da lâmina foliar, ocorrido no presente estudo, confirmando de que a expansão foliar está ligada diretamente aos efeitos do estresse hídrico Lea et al. (1992), uma vez que as células só crescem quando estão túrgidas (Felippe, 1985).

### Qualidade da forragem

Os dados referentes aos teores médios MS, FDN e FDA, determinados para a planta de sorgo, em função dos níveis de água utilizados na primeira fase, apresentam-se na Tabela 4.

Os dados mostram que ocorreu efeito de tratamentos ( $P < 0,05$ ) para o sorgo em todas as variáveis

O percentual de matéria seca das plantas de sorgo aumentou com a redução da quantidade de água aplicada ao solo, de modo que o maior rendimento (11,81%) foi obtido com reposição de 25% do total e, o menor (8,15%), com 100% de reposição. Já para os valores de FDN e FDA, verifica-se o inverso, ou seja, seus teores decresceram com o conteúdo de água no solo.

**Tabela 4. Percentuais médios para as variáveis matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) do sorgo.**

Tratamentos	Sorgo		
	MS	FDN	FDA
		%	
100%	8,15* b	66,35 a	39,37 a
75%	8,84 b	64,14 a	33,92 b
50%	10,90 a	63,59 a	31,13 b
25%	11,81 a	57,37 b	26,45 c
CV%	10,25	4,03	5,89

\*Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Os dados de FDN mostraram uma tendência de redução à medida que diminuiu a quantidade de água aplicada ao solo, onde essa tendência se define melhor com efeito significativo ( $P < 0,05$ ) entre  $T_4$  e os demais tratamentos.

O teor mais baixo de FDN foi verificado no tratamento onde se aplicou estresse hídrico, com somente 25% da reposição total (57,37%), que diferiu estatisticamente dos demais tratamentos ( $P < 0,05$ ), sendo que o maior teor (66,34%) foi atingido quando as plantas receberam 100% de reposição de água ao solo. Estes resultados estão de acordo com os valores encontrados em trabalhos realizados por Gontijo Neto et al. (2000), onde o FDN variou de 51,6% a 67,4% com o sorgo dentro do período estudado.

São poucas as informações contidas na literatura sobre a relação entre o estresse hídrico, e a proporção de tecidos e a espessura da parede celular. Segundo Wilson & Mertens (1980), é esperado que as plantas sob déficit hídrico apresentem maior produção de tecidos estruturais e paredes celulares mais espessas, apesar de que trabalhos realizados por estes autores, com gramíneas forrageiras, não tenham evidenciado tal afirmação.

Os teores médios de FDA são os que melhor explicam as diferenças entre tratamentos. Nas plantas de sorgo,  $T_1$  e  $T_4$  diferiram entre si ( $P < 0,05$ ) e de  $T_2$  e  $T_3$ , que não diferiram entre si. Este resultado indica uma boa correlação ( $R^2 = 0,9865$ ) entre a variável estudada e o teor de água aplicado no solo, conforme se pode observar na Figura 1.

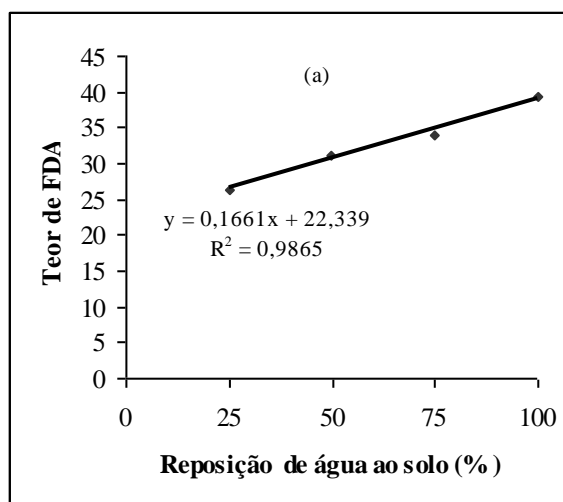


FIGURA 1. Curva ajustada para a relação entre teor de FDA e teor de água no solo, obtidas para plantas de sorgo (a) sob diferentes conteúdos de água no solo.

## CONCLUSÕES

Apesar de indicadas na literatura como plantas que se adaptam bem às condições de suprimento limitado de água, foi verificado que o estresse hídrico severo durante todo o período de crescimento afetou sensivelmente o rendimento de forragem da cultura do sorgo;

O estresse hídrico ocasionou redução nos teores de fibra (FDA e FDN) da massa forrageira do sorgo;

Os rendimentos obtidos para a cultura do sorgo quando o suprimento de água foi mantido acima de 70% do consumo máximo são bons, comparados aos seus rendimentos máximos, indicando que esta cultura pode produzir satisfatoriamente sob déficit moderado em condições de irrigação.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKIN, D.E.; KIMBALL, B.A.; MAUNEY, J.R.; LA MORTE, R.L.; HENDREY, G.R.; LEWIN, K.; NAGY, J.; GATES, R.N. Influence of enhanced CO<sub>2</sub> concentration and irrigation on Sudan grass digestibility. *Agric. For. Meteorol.* v. 70, n. 1-4, p. 279-287, 1994.
- CAMACHO, R.; MALAVOLTA, E.; GUEIREIRO-ALVES, J.; CAMACHO, T. Vegetative growth of grain sorghum in response to phosphorus nutrition. *Scientia Agrícola*, v.59, n. 4. p. 771-776, 2002.
- CARVALHO, L.Z.; FILHO, S.M.; ROSSETTI, A.G.; TEÓFILO, Condicionamento osmótico em sementes de sorgo. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 22, n 1, p.185-192, 2000.
- CUMMINS, D.G. Yield and quality changes with maturity of silage type sorghum fodder. *Agronomy Journal*, v. 73, n. 3, p. 988-990, 1981.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. GHEYI, H.R.; SOUZA, A.A.; DAMASCENO, F.A.V.; MEDEIROS, J.F. (Tradutores) Campina Grande: UFPB, 1994. 306p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- FELIPPE, G.M. 1985. Etileno. In: FERRI, M.G. (Ed.) *Fisiologia vegetal*. 2.ed. São Paulo: EPU, v.2, p.163-192.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Nobel, 1987. 467 p.
- GONTIJO NETO, M.M.; OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G. et al. Avaliação de características agronômicas de cinco híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. (CD Room).
- HOUSE, L. R. The sorghum plant: growth stages and morphology. In: \_\_\_\_\_. **A guide to sorghum breeding**. 2<sup>nd</sup> ed. Patancheru: Internacional crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 1985. section 2, p. 11 – 25.
- LEA, P.J.; AL-SULAITI, A., PALMER, S. I *et al.* Absorção e metabolismo denitrogênio sob estresse hídrico. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ESTRESSE AMBIENTAL: O MILHO EM PERSPECTIVA, 1992, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: EMBRAPA-CNPMS, 1992. p. 26-27.
- LUSK, J.W.; KARAU, P.K.; BALOGU, D.O. Brow hibrid sorghum or corn silage for milk production. *J. Dairy Sci.*, v. 67, n. 8, p. 1739-1744, 1984.
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; RODRIGUES, J.A.S. **Ecofisiologia da Produção de Sorgo**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2003. p. 4. (Comunicado Técnico, 86).
- MARCHEZAN, E. Resultados do Ensaio Nacional do Sorgo em Santa Maria, RS. Reunião Técnica Anual do Sorgo, XVI, 1987. **Anais...** Pelotas-RS, 1987.
- MEESKE, R.; BASSON, H.M. Maize and forage sorghum as silage crops under drought conditions. *Afr. J. Range For. Sci.*, v. 12, n. 2, p. 133-134, 1995.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L.; MENEZES, L.F.G. Resposta econômica da terminação de novilhos em confinamento, alimentados com silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). *Ciência Rural*, v. 32, n.5., p. 123-133, 2002.
- OLIVEIRA, F. M. Consumo Humano do Sorgo na Propriedade Agrícola. **Informe Agropecuário**, n. 144, p. 11-13, 1986.
- SILVA, A.V.; ALMEIDA, F.A. Cultura do sorgo granífero na Região do Brasil Central. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá. **Anais**. Cuiabá: Embrapa Gado de Corte; Empaer-MT, 2004.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

WAQUIL, J.M.; VIANA, P.A. **Ocorrência e controle de pragas na cultura do sorgo nas regiões Alta Mogiana de São Paulo e Triângulo Mineiro**. Sete Lagoas: EMBRAPA: Milho e Sorgo, 2004, p 1-14, (Circular Técnica, 49).

WHITE, J.S.; BOLSEN, K.K.; POSLER, G. Forage sorghum dry matter disappearance as influenced by plant part proportion. *Anim. Feed Sci. Techn.*, v. 33, n. ¾, p. 313-322, 1991.

WILSON, J.R.; MERTENS, D.R. Cell wall accessibility and cell structure limitations to microbial digestions of four forage species. *Aust. J. Plant Physiol.*, v. 7, p. 207-209, 1980.