

Conteúdo de N, P, K, Ca e Mg no amaranto sob estresse salino e proteção do solo

Djeson Mateus Alves da Costa¹; Henio Normando de Souza Melo²; Sebastião Ribeiro Ferreira³

(1) Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Av. Sen. Salgado Filho, 1559, (84).

4005.2649, CEP: 59015-000. Natal-RN. E-mail: djeson@cefetrn.br

(2) Universidade Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: henio@eq.ufrn.br

(3) Universidade Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: ferreira@eq.ufrn.br

RESUMO

A desordem nutricional, causada pelo estresse salino, pode afetar o potencial produtivo das plantas. Foi realizado um estudo, em casa de vegetação, em área experimental do Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, em Natal-RN, de Julho à Novembro de 2006, para avaliar a conteúdo de macronutrientes no tecido vegetal do amaranto – raízes, caule e folhas - quando irrigado com água salina e sob proteção do substrato. Utilizaram-se colunas de PVC com 30 kg de um solo de textura franco-siltoso. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições e 8 tratamentos, sendo testados o uso ou não de cobertura morta e quatro níveis de salinidade (0,147; 1,500; 3,000 e 4,500 dS m⁻¹, a 25 °C), num total de 32 parcelas. O uso de proteção do solo aumentou os conteúdos de K⁺ e P nas raízes ao mesmo tempo em que diminuiu o teor de N na matéria seca do caule do amaranto. O conteúdo total de matéria seca das plantas foi acrescido com o uso de proteção do solo, comparado ao obtido em solo desprotegido. O aumento da concentração de NaCl na água de irrigação ocasionou redução dos conteúdos de N, K⁺ e Mg⁺² nas raízes, porém não afetou os demais nutrientes nas diferentes partes das plantas. A produção total de matéria seca do amaranto não foi afetada pelo aumento da concentração de NaCl na água de irrigação até o nível de 4,500 dS m⁻¹ (P≤0,05). O conteúdo médio de proteína bruta na matéria seca potencializa o uso do amaranto como ração animal.

Palavras-chave: Amaranto, salinidade, nutrientes, irrigação, proteção do solo.

1. INTRODUÇÃO

O amaranto (*Amaranthus spp*) é uma granífera adaptada a produzir em regiões de clima bastante severo, com alta insolação e elevada temperatura (GUILLEN-PORTAL et al., 1999), a condições de estresse salino (MACLER et al., 1990) e hídrico (CORKE, 2003; OMAMI, 2005), apresentando, portanto, grande potencial para ser cultivado na região semi-árida do nordeste brasileiro. Essa cultura se adapta, também, a altitudes que vão desde o nível do mar até 3.500 m (TEIXEIRA et al., 2003). O cultivo desse vegetal no mundo deve-se, também, as suas características nutricionais: teor de proteína variando de 12 a 17 % nos grãos (TEUTONICS & KNORR, 1985; PUTNAM et al., 1989; BELISLE, 1990; STALLKNECHT & SCHULZ-SCHAEFFER, 1993; MYERS, 1996) e de 15 a 24 % nas folhas (PUTNAM et al., 1989; MYERS, 1996) e digestibilidade de 93 % (PREGUNTAS FRECUENTES INDUSTRIAL, 2003).

O amaranto apresenta fácil manejo agrícola (SPEHAR et al., 2003) e pode ser usado com fins medicinais (NUTRITION COMMITTEE, 1988; QURESHI, 1991; WATKINS et al., 1993; NESARETNAM et al., 1995; KAMAT & DEVASAGAYAM, 1995; KOOYENGA et al., 1996). No entanto, a produção e comercialização desse vegetal e de seus subprodutos são praticamente desconhecidas no Brasil.

Algumas espécies vegetais apresentam rendimentos favoráveis ainda que cultivadas sob condições de altos índices de salinidade e sodicidade, enquanto outras são mais sensíveis. Segundo AYERS & WESTCOT (1991), essa diferença associa-se à melhor capacidade de adaptação de certas espécies, sendo capaz de absorver e acumular íons, utilizando-os na síntese de compostos orgânicos, além de absorver água quando submetidas a baixos potenciais osmóticos.

O cloreto de sódio (NaCl) é o sal predominante nos ambientes salinos, sendo responsável pelos maiores danos causados às plantas. Todavia, a presença dos íons Na^+ e Cl^- , em proporções excessivas, causam desequilíbrio nutricional e, conseqüentemente, diminuição da produção vegetal (YAHYA, 1998). O grau de sensibilidade à salinidade é controlado pela absorção, translocação e exclusão dos íons Na^+ e Cl^- , sendo que as plantas tolerantes absorvem esses íons rapidamente e os distribuem uniformemente nos diferentes tecidos do vegetal (GREENWAY & MUNS, 1980). Alguns estudos apontaram que o aumento da salinidade diminuiu a acumulação de N pelas plantas (FEIGIN et al., 1991; HU & SCHMIDHALTER, 1997).

Sabe-se que a alta concentração salina (NaCl) compete com outros íons nutrientes, como K^+ , Ca^{+2} , N e P, resultando em prejuízo nutricional e eventualmente, redução da qualidade e produtividade do vegetal (GRATTAN & GRIEVE, 1994). Segundo KHAN et al. (2000), o aumento na concentração de NaCl na solução nutritiva induziu aumento de Na^+ e Cl^- e diminuiu os níveis de Ca^{+2} , Mg^{+2} e K^+ num considerado número de plantas. GHOUAM et al. (2002) observaram aumento nos níveis de Na^+ e Cl^- nas folhas e raízes da beterraba doce (*Beta vulgaris*) com o aumento da concentração de NaCl na zona radicular. O conteúdo de K^+ diminuiu nas folhas, porém, não foi afetado nas raízes, em resposta ao aumento da concentração de NaCl. Foram observadas diminuições nos conteúdos de Ca^{+2} e Mg^{+2} das folhas de mangues (*B. parviflora*) como resposta ao acúmulo de sais. (PARIDA et al., 2004).

NEVES et al. (2004), em trabalhos com o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), observaram que o aumento nas doses de NaCl na solução promoveram reduções de 50 % nos conteúdos de N, P, K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} e S acumulados nas plantas. Em outros estudos, foi observado aumento nos teores de N nas raízes até um nível de salinidade de 4,0 dS m^{-1} , enquanto na parte aérea, os teores de N não foram afetados (AL-HARBI, 1995).

A diminuição no teor de K^+ pode aumentar o potencial osmótico das células das raízes ocasionando o desequilíbrio no transporte de soluto via xilema e o balanço de água na planta (MARSCHNER, 1995).

Em geral, a maioria das plantas cresce devido à absorção de nutrientes do solo e esse processo depende da textura e do pH do substrato. Por outro lado, a quantidade de nutrientes nas folhas do amaranto (*Amaranthus spp*), e de outras espécies vegetais, é influenciada pelo genótipo, clima, fertilidade do solo, tempo para a colheita e das mudanças fisiológicas após o manejo da colheita (KANE et al., 1997).

A cobertura morta mantém a umidade do solo, sendo uma fonte de nutrientes e matéria orgânica. Esse manejo diminui o surgimento de ervas daninhas e protege o solo contra a erosão (GUERRA & TEIXEIRA, 1997). Essa proteção melhora a eficiência do uso da água e absorção de nutrientes pela planta (LAMONT Jr., 1996).

O uso de proteção do solo com cobertura plástica proporcionou maiores concentrações de N no tomateiro (SWEENEY et al., 1987) e acúmulos de Ca^{+2} e Zn^{+2} no pecíolo da melancia (BHELLA, 1988), quando comparado ao cultivo em solo descoberto.

SANTOS et al. (2002) observaram que o uso de proteção do solo, com casca de café, proporcionou aumento linear no número de folhas emitidas por planta, na área foliar e na produção de biomassa seca do caruru de mancha (*Amaranthus viridis* L.). O uso de proteção do solo, com filme plástico (polietileno preto) favoreceu valores mais elevados de área foliar, fitomassa seca da parte aérea e taxa de crescimento relativo do melão, que em solo descoberto (IBARRA et al., 2001).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da salinidade da água de irrigação e o uso de proteção do substrato na variabilidade de nutrientes nas raízes, caule e folhas do amaranto, ao final do seu ciclo vegetativo.

2. MATERIAL E METODO

O estudo foi realizado em casa de vegetação do Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte (CEFET-RN), na cidade de Natal-RN, situada nas coordenadas geográficas de 5°48'37,5'' latitude sul e 35°12'14,4'' longitude oeste, numa altitude média de 57 m, apresentando insolação média anual de 2800 h, com incidência de 0,86 cal cm⁻² min⁻¹ ou 600 J m⁻² s⁻¹ (FONTES NÃO CONVENCIONAIS DE ENERGIA, 1999). A classificação climática para a região, segundo KÖPPEN (1948), é do tipo Bsh (clima seco com chuvas de inverno e quente).

Foram observadas temperaturas muito altas durante o período experimental (23/07 a 27/10/2006), sendo que a máxima, mínima e média, para o interior da casa de vegetação, assumiram valores iguais a 46,0 °C, 21,0 °C e 33,2 °C (±1,3), respectivamente. A umidade relativa máxima e mínima diária do ar no interior da casa de vegetação foi de 99 % e 41 %, respectivamente, com valor médio para o período igual a 72,7 % (± 3,6).

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições e oito tratamentos, sendo testados o uso ou não de proteção do solo e quatro níveis de salinidades da água de irrigação (0,147; 1,500; 3,000 e 4,500 dS m⁻¹, a 25 °C), num total de 32 parcelas. As mudas para implantação do experimento foram germinadas em copos plásticos, com capacidade para 150 g de solo, transplantadas, para coluna de PVC com 30 kg de solo, 10 dias após emergir do solo (DAE), sendo que as sementes não apresentaram dormência.

Utilizou-se o sistema de irrigação localizada (gotejamento) com um emissor por parcela (garrafa PET com capacidade de 350 mL). Diariamente as garrafas plásticas eram abastecidas com o respectivo fluido de irrigação. Nesta etapa foram utilizadas folhas secas de acácia (*Acacia mangium* Willd) trituradas como forma de proteção do solo. A escolha por esse tipo de material protetor deve-se à sua facilidade de aquisição nas proximidades do local onde foi realizado o experimento. As folhas secas foram colocadas e pressionadas manualmente sobre a superfície do solo, após o transplante das plantas para cada coluna, perfazendo uma espessura de camada de, aproximadamente, 5,0 cm.

Ao final do ciclo vegetativo do amaranto (*Amaranthus spp*) foi feita a coleta de plantas e, em seguida, separado em raiz, caule e folha. Todo o material foi lavado em água corrente, pesado e secado em estufa à temperatura de 65 °C, durante um período de 48 horas, tempo suficiente para a obtenção de peso constante. Toda a biomassa seca foi pesada, moída, armazenada em sacos plásticos e enviada para o laboratório, para proceder às análises químicas. Nas diferentes partes das plantas foram feitas as determinações dos macronutrientes e dos teores de proteína bruta (Sosulski & Imafidon, 1990), relacionando-os com os teores de NaCl presente na água de irrigação, medidos em termos da condutividade elétrica (dS m⁻¹).

As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância, pelo teste F ($P \leq 0,05$) e suas médias comparadas pelo teste de Tukey. O fator quantitativo (condutividade elétrica), quando significativo na ANOVA, teve seus graus de liberdade desdobrados em análise de regressão (PIMENTEL-GOMES, 1978). Para isso, foi utilizado o software "ASSISTAT" Versão 7.4 beta.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Efeitos do uso de proteção do solo

O uso de proteção do solo não afetou significativamente os teores da maioria dos macronutrientes nas diferentes partes das plantas, à exceção do K⁺ e P que aumentaram nas raízes, e do N que diminuiu na matéria seca do caule (Tabela 1). Esse fato evidencia que o acúmulo da maioria dos macronutrientes nas raízes, caule e folhas do amaranto, ao final do cultivo, em solo protegido por cobertura morta, não diferencia

daquele ocorrido em solo descoberto, nas respectivas partes da planta. A não incorporação de nutrientes às plantas, em decorrência de sua proteção, contraria as observações de LAMONT Jr. (1996) e GUERRA & TEIXEIRA (1997). Isto pode ser uma consequência da adição de fertilizantes, ao solo, durante a fase da floração da cultura.

Tabela 1 - Análise de variância para macronutrientes presentes no do amaranto, 90 dias após emergência.

Tratamentos		Macronutrientes				
		N	P	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²
Raízes	Proteção do solo	3,31 ^{ns}	4,98 [*]	26,16 ^{**}	3,68 ^{ns}	0,00 ^{ns}
	Salinidade	3,41 [*]	1,77 ^{ns}	30,73 ^{**}	0,61 ^{ns}	3,08 ^{ns}
	Interação	1,79 ^{ns}	2,63 ^{ns}	6,71 ^{**}	2,34 ^{ns}	2,27 ^{ns}
Caule	Proteção do solo	6,85 [*]	0,44 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,16 ^{ns}
	Salinidade	2,61 ^{ns}	1,06 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,35 ^{ns}	1,21 ^{ns}
	Interação	2,19 ^{ns}	0,66 ^{ns}	1,47 ^{ns}	0,35 ^{ns}	1,92 ^{ns}
Folhas	Proteção do solo	1,11 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,64 ^{ns}	4,15 ^{ns}	0,90 ^{ns}
	Salinidade	0,15 ^{ns}	0,81 ^{ns}	1,02 ^{ns}	0,92 ^{ns}	1,18 ^{ns}
	Interação	0,70 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,68 ^{ns}

** : Significativo ao nível de 1 %; * : significativo ao nível de 5 %; e ns : não significativo ao nível de 5 %.

Os conteúdos de K⁺ e P nas raízes das plantas, em solo protegido, foram minorados, respectivamente, de 35,11 % e 13,48 % em relação aos valores obtidos em solo descoberto, indicando o efeito positivo na translocação desses elementos, às outras partes da planta, com o respectivo tratamento. Comparativamente, no caule a concentração de N foi majorada, em 16,15 % com o uso da proteção do solo, em relação ao valor obtido em solo descoberto.

As maiores concentrações encontradas foram: em relação ao N, P, Ca⁺² e Mg⁺² nas folhas e K⁺ no caule. O alto teor de N nas folhas esta relacionado ao acentuado nível de proteína que é sintetizado e acumulado nessa parte do vegetal, conforme citado por (PUTNAM et al., 1989; MYERS, 1996). Os elevados conteúdos de P e Ca⁺² encontrados nas folhas do amaranto foram também observados por STALLKNECHT & SCHULZ-SCHAEFFER (1993). O maior acúmulo dos nutrientes N, P, Mg⁺² nas folhas deve-se, também, a sua grande mobilidade, muito embora tenha havido acúmulo de Ca⁺² e, este, seja considerado pouco móvel nas plantas

3.1. Efeitos da salinidade

O aumento da concentração salina na água de irrigação, induzida com NaCl, não afetou estatisticamente a conteúdo da maioria dos macronutrientes nas raízes, caule e folhas do amaranto, 90 DAE. No entanto, os teores de N, K⁺ e Mg⁺² nas raízes foram reduzidos em função do aumento da concentração de NaCl na água de irrigação, como apresentado na Figura 1. NEVES et al. (2004) também observaram reduções nos conteúdos de N, K⁺ e Mg⁺², como consequência do aumento da concentração salina na solução, ao trabalharem com mudas de umbuzeiro. Observou-se efeito interativo significativo (proteção do solo *versus* salinidade da água de irrigação) para o conteúdo do nutriente K⁺ nas raízes, indicando que, em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, o uso ou não de proteção do solo apresentou comportamento semelhante para os demais nutrientes.

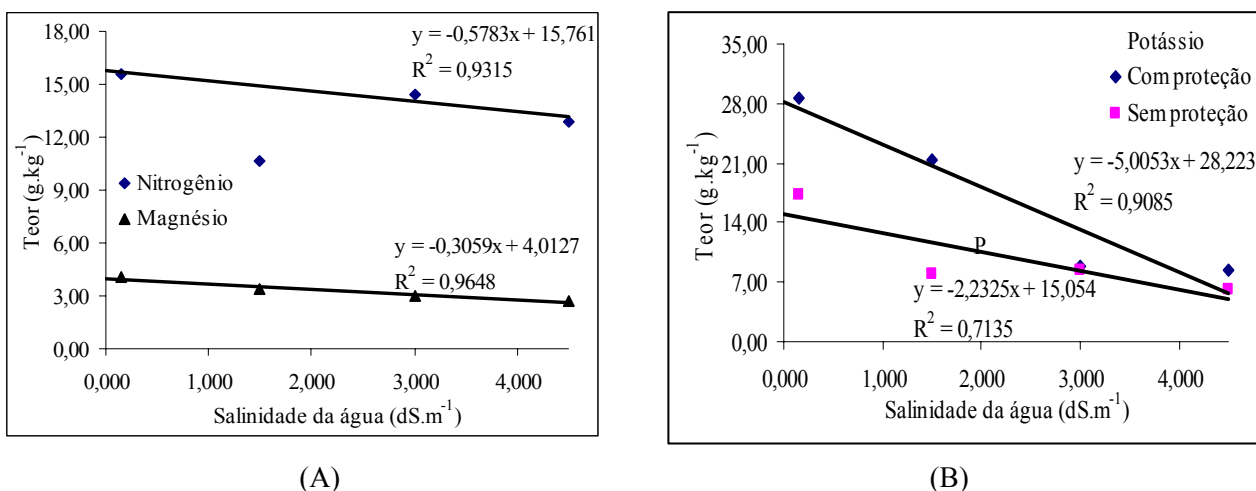


Figura 1: Teores de N e Mg²⁺ (A) e K⁺ (B) nas raízes do amaranto, em função da salinidade da água de irrigação, 90 dias após emergência.

A análise de regressão indicou variação linear para todas as variáveis afetadas significativamente pelo aumento da concentração salina na água de irrigação. Apresentou, ainda, alto coeficiente de determinação entre eles e o nível de salinidade da água ($R^2 > 0,70$), medida em dS m⁻¹ (Figura 1). Esse comportamento é um indicador da possibilidade de predição do conteúdo desses nutrientes, com alto valor de R^2 , a partir da salinidade da água de irrigação.

O aumento da salinidade da água de irrigação de 0,147 a 4,500 dS m⁻¹ induziu uma redução de 16,99 % do conteúdo de N, de 33,38 % do conteúdo de Mg²⁺ e, de 70,85 % do conteúdo de K⁺ (com proteção) e de 39,67 % do conteúdo de K⁺ (sem proteção), nas raízes das plantas (Figura 1). Este comportamento indica o efeito negativo do estresse salino na solução nutritiva, fato que resulta em deficiência nutricional às plantas, conforme citado por GRATTAN & GRIEVE (1994) e KHAN et al. (2000).

A redução da concentração de N nas raízes, como resposta ao aumento do teor de NaCl, tem sido verificado em estudos realizados por FEIGIN et al. (1991), HU & SCHMIDHALTER (1997) e GRATTAN & GRIEVE (1994) e, a intensidade desse efeito depende do nível de salinidade, do período vegetativo em que a planta é submetida ao estresse salino e dos diferentes graus de tolerância que as espécies ou genótipos apresentam. A não afetação dos quantitativos de N na parte aérea da planta, para os níveis de salinidade testados, estão de acordo com os resultados obtidos por AL-HARBI (1995), muito embora os efeitos apresentados nas raízes expressem o contrário.

A redução do conteúdo de Mg²⁺, nas raízes do amaranto, foi relativamente superior àquela do N, porém inferior à do K⁺ (Figura 1). A redução do conteúdo de Mg²⁺ pode estar associada a competição iônica com o Na⁺ presente na água de irrigação. PARIDA et al. (2004) também observaram reduções no conteúdo de Mg²⁺ em resposta ao acúmulo de sais.

O declínio linear no teor de K⁺ nas raízes, em decorrência do aumento do conteúdo de NaCl na água de irrigação, evidencia a menor absorção desse nutriente com o aumento do estresse salino (Figura 1). Esse efeito antagônico do Na⁺ sobre o K⁺ pode reduzir os níveis desse elemento essencial nas plantas, ocasionando a elevação do potencial osmótico das células das raízes, tornando-se mais difícil o transporte de soluto no xilema e o balanço de água nas plantas (MARSCHNER, 1995).

3.2. Produção de biomassa seca

O manejo da proteção do solo produziu efeitos significativamente positivos na produção de biomassa seca das diferentes partes das plantas e, conseqüentemente, da matéria seca total (Tabela 2). Tal efeito pode estar relacionado às menores oscilações da temperatura do solo, a maior conteúdo de água e de nutrientes às plantas e as melhores condições de desenvolvimento da cultura impostas pelo uso da proteção do substrato, quando comparado ao solo desprotegido. Implicações semelhantes na produção de matéria seca, em decorrência do uso de proteção também foram observadas por IBARRA et al. (2001) e SANTOS et al. (2002).

O maior conteúdo médio de matéria seca se apresentou nas folhas, sendo 41,72 % superior ao obtido no caule e 514,01 % superior ao obtido nas raízes. Esse fenômeno pode ser uma implicação do maior acúmulo

da maioria dos nutrientes analisados - N, P, Ca^{+2} e Mg^{+2} - nesse tecido do vegetal. Por outro lado, obteve-se nessa parte das plantas o menor coeficiente de variação, expressando, independente da ordem de grandeza, uma menor variabilidade de nutrientes (Tabela 2). Em solo protegido por cobertura morta, a magnitude da quantidade de biomassa seca foi 54,24 % superior à magnitude do valor desse material obtido em solo desprotegido, fato que ratifica a importância dessa técnica como manejo para obtenção de uma melhor produtividade agrícola.

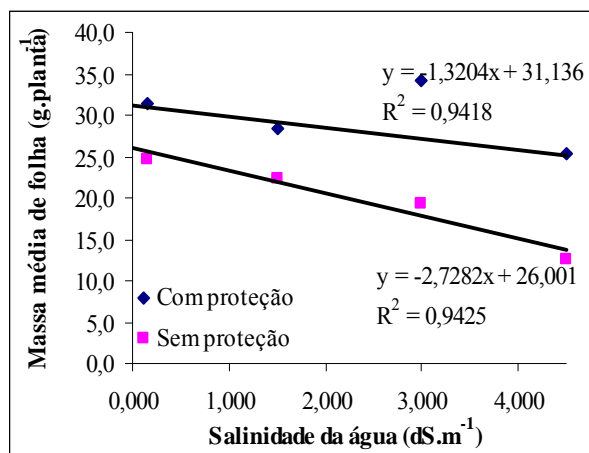
Tabela 2: Componentes de produção de biomassa seca das diferentes partes das plantas, 90 dias após emergência.

Tratamentos	Massa média seca (g planta ⁻¹)		
	Raízes	Caule	Folhas
Com proteção do solo	4,68063 a	21,70938 a	29,85687 a
Sem proteção do solo	3,40063 b	13,30375 b	19,76312 b
Média geral	4,04063	17,50656	24,81000
Diferença mínima significativa (DMS)	0,69072	5,15890	2,89977
Coeficiente de variação (CV %)	23,41700	40,36761	16,01082

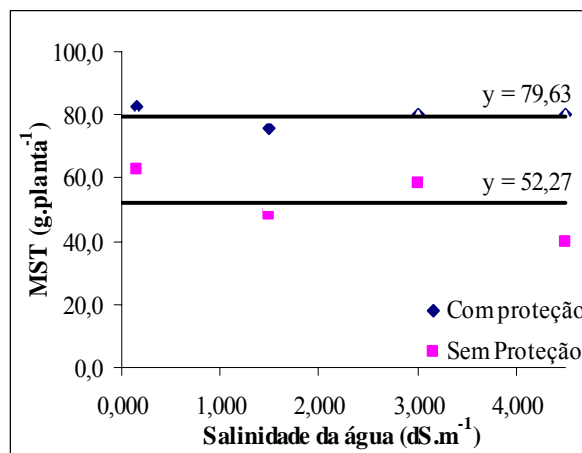
Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem significativamente entre si pelo teste de t com a mesma significância de F ($P \leq 0,01$).

O aumento da concentração salina não afetou os teores de matéria seca relativos às raízes e caule do amaranto, porém proporcionou reduções expressivas na quantidade de biomassa seca das folhas. No geral, a produção total de biomassa seca (MST) não foi afetada pelo estresse salino, imposto pela presença de NaCl, da água de irrigação (Figura 2). Essa é uma particularidade que atribui ao amaranto certa tolerância à salinidade da água de irrigação, relativa aos níveis testados.

Os teores médios de proteína bruta, determinados nas diferentes partes da planta, foram iguais a 7,63 % nas raízes, 7,30 % no caule e 21,92 % nas folhas, com média geral de 12,28 %. O maior acúmulo de proteína bruta nas folhas do amaranto pode ser explicado como sendo uma consequência da maior concentração dos macronutrientes nessa parte da planta.



(A)



(B)

Figura 2: Massa média seca das folhas (A) e massa média seca total (B) por planta, em função da salinidade da água de irrigação, 90 dias após emergência.

Diante às condições de cultivo submetidas e às características nutricionais e de produção de biomassa seca apresentadas pelo amaranto, 90 DAE, corroborando com as observações feitas por TEUTONICS & KNORR (1985), NUTRITION COMMITTEE (1988), PUTNAM et al. (1989), BELISLE (1990), MACLER (1990), QURESHI (1991), STALLKNECHT & SCHULZ-SCHAEFFER (1993), WATKINS et al. (1993), NESARETNAM et al. (1995), KAMAT & DEVASAGAYAM (1995), KOOYENGA et al. (1996), MYERS (1996), GUILLEN-PORTAL et al. (1999), CORKE (2003), (PREGUNTAS FRECUENTES INDUSTRIAL (2003), SPEHAR (2003) e OMAMI (2005), constatou-se que essa cultura agrícola apresenta grande potencial para a diversificação da produção de forragem, no período da estiagem, no semi-árido do nordeste brasileiro.

4. CONCLUSÕES

O uso de proteção do solo, por melhorar a translocação de nutrientes, aumenta os conteúdos de K^+ e P nas raízes ao mesmo tempo em que diminui o teor de N na matéria seca do caule do amaranto.

O conteúdo de matéria seca total das plantas é acrescido com o uso de proteção do solo, comparado ao obtido em solo desprotegido.

O aumento da concentração de NaCl na água de irrigação, ao inibir a absorção de nutrientes, ocasiona redução dos conteúdos de N, K^+ e Mg^{+2} nas raízes das plantas.

A produção de matéria seca total do amaranto não é afetada pelo aumento da concentração de NaCl na água de irrigação, o que o torna tolerante ao estresse salino até o nível de $4,500 \text{ dS m}^{-1}$.

O amaranto apresenta potencial nutricional para uso como ração animal, na forma de forragem.

REFERÊNCIAS

AL-HARBI, A. R. **Growth and nutrient composition of tomato and cucumber seedlings as affected by sodium chloride salinity and supplemental calcium**. Journal of Plant Nutrition, New York, v.18, n.7, p.1403-1416, 1995.

AYERS, R. S. & WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Campina Grande, 1991. 218p.

BELISLE, D. **Amaranth. Saskatchewan Agriculture**, Food and Rural Revitalization. 3085 Albert Street, Regina, Saskatchewan, Canada S4S 0B1. February, 1990.

BHELLA, H. S. **Effect of trickle irrigation and black mulch on growth, yield, and mineral composition of watermelon**. HortScience, v.23, n.1, p.123-125, 1988.

CORKE, H. **Grain Amaranth** – Integrated Development of Starch and Other Co-Products. Department of Botany, University of Hong Kong. Pokfulam Road, Hong Kong. 2003.

FEIGIN, A.; PRESSAN, E.; IMAS, P. & MILTAU, O. **Combined effect of KNO_3 and salinity on yield and chemical composition of lettuce and Chinese cabbage**. Irrigation Science. v.12, p.223-230, 1991.

FONTES NÃO CONVENCIONAIS DE ENERGIA. **As Tecnologias Solar, Eólica e de Biomassa**. 3ª Edição – Revista, Modificada e Ampliada - UFSC. 1999. 218p.

GHOULAM, C.; FOURSRY, A. & FARES, K. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and praline accumulation in relation osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. **Environment Express Botanic**. v.47, p.39-50, 2002.

GRATTAN, S. R. & GRIEVE, C. M. **Mineral nutrient acquisition and response by plant grown in saline environments**. In: M. Pessarakli (ed.), Handbook of Plant and crop stress. Marcel Dekker, New York, 1994. p.203-226.

GREENWAY, H. & MUNS, R. **Mechanisms of salt tolerance in crop plants**. Plant Physiology, Rockville, v.31, p.149-190, 1980.

GUERRA, J. G. M. & TEIXEIRA, M. G. **Avaliação inicial de algumas leguminosas herbáceas perenes para utilização como cobertura viva permanente de solo**. Seropédica: EMBRAPA-CNPAB, 1997. 7p. (EMBRAPA-CNPAB. Comunicado Técnico, 16).

GUILLEN-PORTAL, F. R.; BALTENSPERGER, D. D. & NELSON, L. A. **Plant Population Influence on Yield and Agronomic Traits in Plainsman Grain Amaranth**. In: J. Janick (ed.), Perspectives on New Crops and New Uses. ASHS Press, Alexandria, VA. 1999. p.190-193.

HU, Y. & SCHMIDHALTER, U. **Interactive effects of salinity and macronutrient level on wheat - part II: composition**. Journal of Plant Nutrition, New York, v.20, n.9, p.1169-1182, 1997.

IBARRA, L.; FLORES, J. & DÍAZ-PÉREZ, J. C. **Growth and yield musk-melon in response to plastic mulch and row covers**. Scientia Horticulturae, Coah, v.87, n.1-2, p.139-145, 2001.

KAMAT, J. P. & DEVASAGAYAM, T. P. A. **Tocotrienols from palm oil as potent inhibitor of lipid peroxidation and protein oxidation in rat brain mitochondria**. Neuroscience Letter. v.195, p.179-182, 1995.

KANE, M. V.; STEELE, C. C.; GRABAU, L. J.; MACKOWN, C. T.; HILDEBRAND, D. F.. **Early-maturing Soybean Cropping System III: Protein and Oil Contents and Oil Composition**. Agronomics Journal. v.89, p.464-472, 1997.

KHAN, M. A.; UNGAR, I. A. & SHOWALTER, A. M. **Effects of sodium chloride treatments on growth and ion accumulation of the halophyte *Haloxylon recurvum***. *Commun. Soil Science. Plant Anal.* v.31, p.2763-2774, 2000.

KOOYENGA, D.K.; GELLER, M.; WATKINS, T.R.; GAPOR, A.; DIAKOUMAKIS, E.& BIERENBAUM, M.L. **Antioxidant effects of tocotrienols in patients with hyperlipidemia and carotid stenosis**. PORIM International Palm Oil Congress, September. Kuala Lumpur, Malaysia. Nutrition Conference. v.23, n.28, p.152-160, 1996.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. Fondo de Cultura Econômica. México, 1948. 438p.

LAMONT Jr., W. J. **What are the components of a plasticulture vegetable system?** HortTechnology, v.6, n.3, p.150-154, 1996.

MACLER, B.; BAMBERG, G.; MOFFATT, E.; BUE, H. & NISHIOKA, L. **Effects of salinity and nitrogen on growth, productivity and food value of *Amaranthus* in controlled culture.** Proc. 4th Natural. Amaranth Symposium. Aug. v.23, n.25, p.129-141, 1990.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant.** 2^a ed. New York: Academy, 1995. 889p.

MYERS, R. L. **Amaranth: New Crop Opportunity.** In: J. Janick (ed.), Progress in New Crops. ASHS Press, Alexandria, VA. 1996. p.207-220.

NESARETNAM, K.; GUTHRIE, N.; CHAMBERS, A. F. & CARROLL, K. K. **Effect of tocotrienols on the growth of a human breast cancer cell line in culture.** Lipids; v.30, p.1139-1143, 1995.

NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G. & RODRIGUES, C. R. **Crescimento e nutrição mineral de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) submetidas a níveis de salinidade em solução nutritiva.** Ciência agrotécnica., Lavras, v.28, n.5, p.997-1006, 2004.

NUTRITION COMMITTEE, AMERICAN HEART ASSOCIATION. **Dietary guidelines for healthy American adults.** Circulation. v.122, p.513-519, 1988.

OMAMI, E. N. **Response of amaranth to salinity stress.** Department of Plant Production and Soils Science. Faculty of Natural and Agricultural Sciences. University of Pretoria. South Africa. 2005. 255p. (Tese de Doutorado).

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. & MITTRA, B. **Effects of salt on growth, ion accumulation, photosynthesis and leaf anatomy of the mangrove, *Bruguiera parviflora*.** Trees-struct. Funct. v.18, p.167-174, 2004.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estadística Experimental.** 8^a ed. São Paulo: Nobel, 1978. 430p.

PREGUNTAS FRECUENTES INDUSTRIAL. 28/07/2003. Disponível em:
<http://www.amaranto.org.mx/article/articleprint/86/-1/30/>. 11/12/2006.

PUTNAM, D. H.; OPLINGER, E. S.; DOLL, J. D. & SCHULTE, E. M. **Amaranth.** Center for Alternative Plant & Animal Products, Minnesota Extension Service, University of Minnesota, St. Paul, MN 55108. Departments of Agronomy and Soil Science, College of Agricultural and Life Sciences and Cooperative Extension Service, University of Wisconsin – Madison, WI 53706. 1989.

QURESHI, A. A. **The structure of an inhibitor of cholesterol biosynthesis isolated from barley.** Journal Biology Chemical, v.261, p.10544-10550, 1991.

SANTOS, J. C. F.; SOUZA, I. F. de; MENDES, A. N. G.; MORAIS, A. R. de; CONCEIÇÃO, H. E. O. da & MARINHO, J. T. S. **Efeitos de extratos de cascas de café e de arroz na emergência e no crescimento do caruru de mancha.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.37, n.6, p.783-790, 2002.

SOSULSKI, F. W. & IMAFIDON, G. I. **Amino acid composition and nitrogen-protein conversion factor for animal and plant foods.** J. Agric. Food Chem., Washington, v.38, p.1351-1356, 1990.

SPEHAR, C. R.; TEIXEIRA, D. L.; LARA CABEZAS, W. A. R. & ERASMO, E. A. L.. **Amaranto BRS Alegria: alternativa para diversificar os sistemas de produção.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.38, n.5, p.659-663, 2003.

STALLKNECHT, G. F. & SCHULZ-SCHAEFFER, J. R. **Amaranth Rediscovered.** In: J. Janick and J. E. Simon (eds.), New Crops. Wiley , New York, 1993. p.211-218.

SWEENEY, D. W.; GRAETZD, A & BOTTCHEER, A. B. **Tomato yield and nitrogen recovery as influenced by irrigation method, nitrogen source and mulch.** HortScience, v.22, p.27-29, 1987.

TEIXEIRA, D. L.; SPEHAR, C. R. & SOUZA, L. A. C. **Caracterização Agronômica de Amaranto para Cultivo na Entressafra no Cerrado.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.38, n.1, p.45-51, 2003.

TEUTONICO, R. A. & KNORR, D. **Amaranth: Composition, Proprieties and Applications of a Rediscovered Food Crop.** Food Technology. v.39, p.49-60, 1985.

WATKINS, T.; LENZ, P.; GAPOR, A.; STRUCK, M.; TOMEO, A. & BIERENBAUM, M. **Gamma-tocotrienol as a hypocholesterolemic and antioxidant agent in rats fed atherogenic diets.** Lipids, v.28, p.1113-1118, 1993.

YAHYA, A. **Salinity effects on growth and on uptake and distribution of sodium and some essential mineral nutrients in sesame.** Journal of Plant Nutrition, New York, v.21, n.7, p.1439-1451, 1998.