

Conteúdo de N, P, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ no amaranto (*Amaranthus spp*) sob estresse salino e cobertura morta¹

Contents of N, P, K⁺, Ca²⁺ and Mg²⁺ in the amaranth (*Amaranthus spp*) under saline stress and mulch

Djerson Mateus Alves da Costa², Henio Normando de Souza Melo³, Sebastião Ribeiro Ferreira³ e José Araújo Dantas⁴

Resumo - O estresse salino pode afetar a absorção de nutrientes pelas plantas ocasionando, conseqüentemente, redução do seu potencial produtivo. Realizou-se 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 a novembro de 2006, para avaliar o conteúdo de macronutrientes no tecido vegetal do amaranto. Utilizaram-se colunas de PVC com 30 kg de um solo de textura franco-siltoso. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 8 tratamentos e 4 repetições, sendo testados o uso ou não de cobertura morta e quatro níveis de salinidade da água de irrigação (0,15; 1,50; 3,00 e 4,50 dS m⁻¹, a 25 °C), num total de 32 parcelas. O uso de cobertura morta aumentou os conteúdos de K⁺ e P nas raízes, de Cl⁻ nas folhas ao mesmo tempo em que diminuiu os de N e de Na⁺ na matéria seca do caule do amaranto. A produção total de biomassa seca das plantas foi acrescida com o uso de cobertura morta, comparado ao obtido em solo sem cobertura. O aumento da concentração salina na água de irrigação ocasionou redução nos teores de N, K⁺ e Mg²⁺ nas raízes, aumentou os teores de Cl⁻ no caule e de Na⁺ nas diferentes partes das plantas, porém os demais nutrientes não foram afetados. A produção total de biomassa seca do amaranto não foi afetada pelo aumento da salinidade da água de irrigação até o nível de 4,50 dS m⁻¹ (P < 0,05). O teor médio de proteína bruta na biomassa seca potencializa o uso do amaranto como ração animal.

Palavras-chave: Amaranto. Salinidade. Nutrientes. Água de irrigação. Cobertura morta.

Abstract - The saline stress can affect the absorption of nutrients by plants causing reduction of the production potential. A study was carried out, in greenhouse, in the experimental area of the Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, in Natal-RN, Brazil, from July to November 2006, to evaluate the contents of nutrients in the amaranth tissue. Columns of PVC with 30 kg of a silt loam soil were used. A completely randomized arrangement with eight treatments and four replications was tried to test the use or not of mulch and four levels of salinity (0.15; 1.50; 3.00 e 4.50 dS m⁻¹, a 25 °C), totalizing 32 plots. The use of the mulch increased the contents of K⁺ and P in the roots, of Cl⁻ in the leaves the same time that reduced N and Na⁺ in the dry biomass of the amaranth stem. The dry biomass production of plants was increased due to use of mulch, when compared to that obtained in the soil without mulch. The increase of the irrigation water salinity caused reduction in the contents of N, K⁺ and Mg²⁺ in the roots, also increased Cl⁻ in the stems and Na⁺ in different parts of the plants but didn't affected the others nutrients. The dry biomass production of amaranth was affected by the increase in saline concentration of the irrigation water up to the level of 4.50 dS m⁻¹ (P < 0.05). The average content of protein in the dry biomass of the amaranth makes possible its potential use as animal food.

Key words: Amaranth. Salinity. Nutrients. Irrigation water. Mulch.

¹ Recebido para publicação em 16/07/2007; aprovado em 07/01/2008

Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, área de concentração em Engenharia Ambiental, UFRN, RN

² Eng. Químico, D.Sc., Prof. do Dep. de Formação de Professores, DAFOP/CEFET-RN, Av. Sem. Salgado Filho, 1559, Tirol, CEP: 59 015-000 Natal, RN, djerson@cefetrn.br

³ Eng. Químico, D.Sc., Prof. do Dep. de Engenharia Química, DEQ/UFRN

⁴ Eng. Agrônomo, D.Sc., Pesq. da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte

Introdução

O amaranto (*Amaranthus spp*) é uma granífera adaptada a produzir em regiões 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) e se adapta também a altitudes que vão desde o nível do mar até 3.500 m (TEIXEIRA et al., 2003). O seu cultivo deve-se, também, as suas características nutricionais, como teor de proteína variando de 12 a 17% nos grãos e de 15 a 24% nas folhas (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 (KOOYENGA et al., 1996). No entanto, a produção e comercialização desse vegetal e de seus subprodutos são desconhecidas no Brasil.

O grau de sensibilidade das plantas à salinidade é controlado pela absorção, translocação e exclusão dos íons Na^+ e Cl^- , sendo que as plantas tolerantes os absorvem rapidamente e os distribuem uniformemente nos diferentes tecidos do vegetal (GREENWAY; MUNS, 1980). Estudos apontaram que o aumento da salinidade diminuiu a acumulação de N pelas plantas (HU; SCHMIDHALTER, 1997). A alta concentração salina (NaCl) compete com outros íons nutrientes, como K^+ , Ca^{2+} , N e P, resultando em prejuízo nutricional e eventualmente, redução na qualidade e produtividade do vegetal (GRATTAN; GRIEVE, 1994).

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 (KHAN et al., 2000). Observou-se aumento nos teores de N nas raízes até um nível de salinidade de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$, enquanto na parte aérea seus valores não foram afetados (ALHARBI, 1995).

A quantidade de nutrientes nas folhas do amaranto (*Amaranthus spp*) e de outras espécies vegetais é influenciada pelo genótipo, pelo clima, pela fertilidade do solo, pelo tempo para a colheita e pelas mudanças fisiológicas após o manejo da colheita (KANE et al., 1997). A cobertura morta mantém a umidade do solo, atua como uma fonte de nutrientes e de 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). Santos et al. (2002) observaram que o uso de proteção do solo, com casca de café, proporcionou aumento linear no número de folhas

por planta, na área foliar e na produção de biomassa seca do caruru de mancha (*Amaranthus viridis L.*).

Segundo Omami (2005), as diferenças na tolerância dos genótipos do amaranto à salinidade e ao estresse hídrico, particularmente para diferentes fases do desenvolvimento, não foi suficientemente pesquisado. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e do uso de cobertura morta nos conteúdos de proteínas e de nutrientes nas raízes, caule e folhas; e na produção de matéria seca do amaranto, ao final do seu ciclo vegetativo.

Material e Métodos

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 $5^{\circ}48'37,5''$ latitude sul e $35^{\circ}12'14,4''$ longitude oeste, numa altitude média de 57 m, apresentando insolação média anual de 2800 h, com incidência de $600 \text{ J m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (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 $46,0^{\circ}\text{C}$, $21,0^{\circ}\text{C}$ e $33,2^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1,3$), 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% ($\pm 3,6$).

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com oito tratamentos e quatro repetições, sendo testados o uso ou não de proteção do solo e quatro níveis de salinidades da água de irrigação (0,15; 1,50; 3,00 e $4,50 \text{ dS m}^{-1}$, a 25°C), num total de 32 parcelas. As mudas para implantação do experimento foram germinadas em copos plásticos, com capacidade para 0,15 kg de solo, transplantadas para coluna de PVC (diâmetro de 25 cm e altura de 60 cm) 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. 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 a sua facilidade de aquisição no local onde o experimento foi realizado. 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*) as plantas foram colhidas e, em seguida, separadas 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. Nas diferentes partes das plantas foram feitas as determinações dos macronutrientes (N, P, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺) e dos teores de Na⁺, de Cl⁻ e de proteína bruta (SOSULSKI; IMAFIDON, 1990), relacionando-os com a salinidade da água de irrigação, medidos em termos da condutividade elétrica (dS m⁻¹).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste F (P < 0,05) e suas médias comparadas pelo teste de Tukey, sendo feita a análise de regressão, sempre que os dados apresentavam significância (PIMENTEL-GOMES, 1978).

Resultados e Discussão

Efeitos do uso de proteção do solo

O uso de cobertura morta não afetou significativamente os teores da maioria dos macronutrientes nas diferentes partes das plantas, à exceção do K⁺ e do P que aumentaram nas raízes, do N e do Na⁺ que diminuíram no caule e do Cl⁻ que aumentou na matéria seca das folhas do amaranto (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. Pode ser, ainda, que o tempo de exposição ao tratamento com proteção do solo não tenha sido suficiente para proporcionar a mineralização da matéria orgânica, o que ocasionaria melhor incorporação de nutrientes às plantas. A não incorporação de nutrientes às plantas, em decorrência do uso de proteção do solo, contraria as observações de Lamont Jr. (1996) e de Guerra e Teixeira (1997).

Os conteúdos médios de K⁺ (16,78 g kg⁻¹) e P (3,77 g kg⁻¹) nas raízes das plantas, em solo protegido, foram aumentados, respectivamente, de 54,09% e 15,64% em relação aos valores obtidos em solo sem proteção, que foram iguais a 10,89 g kg⁻¹ de K⁺ e 3,26 g kg⁻¹ de P. O teor de K⁺ encontrado nas raízes, em solo protegido, foi bastante superior (358,47%) ao obtido por Cole (1979) nas folhas do amaranto, que foi de 3,66 g kg⁻¹. Esse comportamento indica o efeito positivo na absorção desse elemento pelas raízes da planta, com o respectivo tratamento, fato também observado por Lamont Jr. (1996).

Comparativamente, no caule a concentração de N foi diminuída em 13,87% com o uso da proteção do solo (11,86 g kg⁻¹), em relação ao valor obtido em solo descoberto (13,77 g kg⁻¹). Esse desempenho indica o melhor deslocamento desse nutriente no caule do amaranto em cultivo protegido, comparado ao ocorrido em solo descoberto, visto que a maior concentração desse nutriente ocorreu nas folhas.

Efeitos da salinidade

O aumento da concentração salina na água de irrigação elevou significativamente o teor de Cl⁻ no caule e de Na⁺ nas diferentes partes da planta, contudo não afetou estatisticamente o conteúdo da maioria dos macronutrientes nas raízes, caule e folhas do amaranto, 90 DAE (Tabela 1).

Os teores de N, K⁺ e Mg²⁺ nas raízes foram reduzidos em função do aumento da concentração de NaCl na água de irrigação, como apresentado na Figura 1. Observou-se efeito interativo significativo (proteção do solo *versus* salinidade da água de irrigação) somente para o conteúdo do nutriente K⁺ nas raízes.

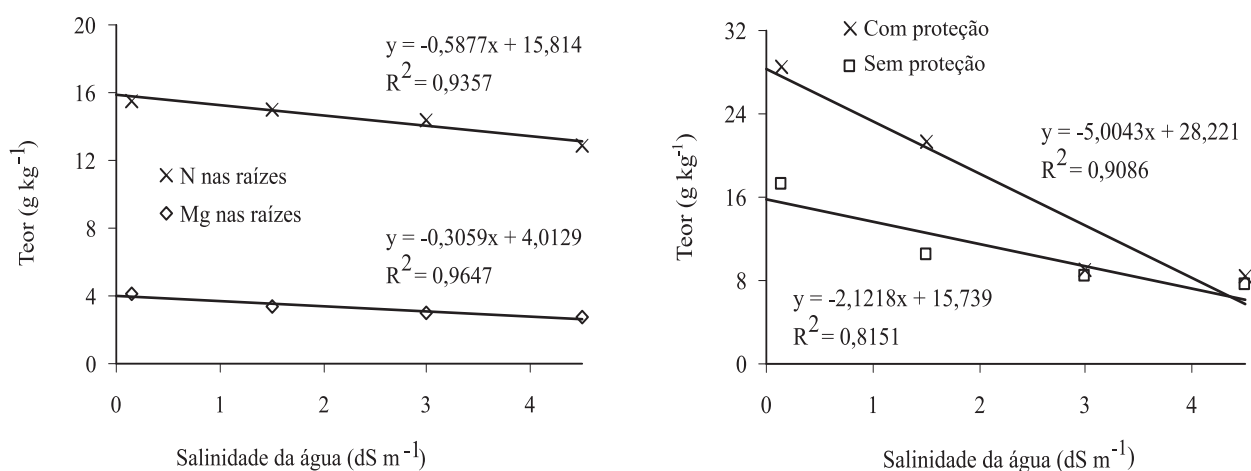
Os diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, com o uso ou não da proteção do solo, não apresentaram efeito interativo significativo para os demais nutrientes. A análise conjunta das concentrações de K⁺, Mg²⁺ e Na⁺, nas raízes do amaranto, indica que os decréscimos nas concentrações de K⁺ e Mg²⁺ ocorreram simultaneamente à elevação dos teores de Na⁺, fato também observado por Neves et al. (2004) ao trabalharem com mudas de umbuzeiro.

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 > 0,70), medida em dS m⁻¹ (Figura 1). Esse comportamento é um indicador da dependência dessas variáveis, com alto valor de R, com a salinidade da

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

Tratamentos		Macronutrientes						
		N	P	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Cl ⁻
Raízes	Proteção do solo	3,31 ^{ns}	4,98*	26,16*	3,68 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,06 ^{ns}	3,39 ^{ns}
	Salinidade	3,41*	1,77 ^{ns}	30,73**	0,61 ^{ns}	3,08*	12,11**	0,63 ^{ns}
	Interação	1,79 ^{ns}	2,63 ^{ns}	6,71**	2,34 ^{ns}	2,27 ^{ns}	2,13 ^{ns}	0,36 ^{ns}
Caule	Proteção do solo	6,85*	0,44 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,16 ^{ns}	6,88*	0,30 ^{ns}
	Salinidade	2,61 ^{ns}	1,06 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,35 ^{ns}	1,21 ^{ns}	44,39**	5,25**
	Interação	2,19 ^{ns}	0,66 ^{ns}	1,47 ^{ns}	0,35 ^{ns}	1,92 ^{ns}	2,17 ^{ns}	2,23 ^{ns}
Folhas	Proteção do solo	1,11 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,64 ^{ns}	4,15 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,10 ^{ns}	5,53*
	Salinidade	0,15 ^{ns}	0,81 ^{ns}	1,02 ^{ns}	0,92 ^{ns}	1,18 ^{ns}	3,84*	1,04 ^{ns}
	Interação	0,70 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,68 ^{ns}	1,40 ^{ns}	2,47 ^{ns}

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

**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

solução nutritiva. O aumento da salinidade da água de irrigação de 0,15 para 4,50 dS m⁻¹ induziu uma redução de 16,99% no conteúdo de N, de 33,38% no conteúdo de Mg²⁺, de 70,85% no conteúdo de K⁺ (com proteção) e de 39,67% no conteúdo de K⁺ (sem proteção), ao mesmo tempo que elevou de 58,59% o teor de Na⁺, nas raízes das plantas (Figura 1). Esse comportamento demonstra a tendência do efeito negativo do estresse salino na solução nutritiva, fato que resulta em deficiência nutricional às plantas, conforme citado por Grattan e Grieve (1994) e por 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 Hu e Schmidhalter (1997) e por Grattan e 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 redu-

ção no teor de Mg²⁺, nas raízes do amaranto, foi relativamente superior àquela do N, porém inferior à do K⁺ (Figura 1). A redução no 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 e mais acentuado que do Mg²⁺, em decorrência do aumento da concentração 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 às 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).

As maiores concentrações encontradas foram: em relação ao Na⁺ (33,31 g kg⁻¹) nas raízes, K⁺ (49,82 g kg⁻¹) no caule, N (38,46 g kg⁻¹), P (4,80 g kg⁻¹), Ca²⁺ (29,63 g kg⁻¹), Mg²⁺ (38,46 g kg⁻¹) e Cl⁻ (90,39 g kg⁻¹) nas folhas. O alto teor de N nas folhas está relacionado ao acentuado nível de proteína que é sintetizado e acumulado nessa parte do vegetal (MYERS, 1996).

O maior acúmulo dos nutrientes N, P, Ca²⁺ e Mg²⁺ nas folhas deve-se, também, a sua grande mobilidade, muito embora tenha havido acúmulo de Ca²⁺ e este seja considerado pouco móvel nas plantas. Pode ser também uma consequência da redução gradativa do teor de Na⁺ (raiz > caule > folha), o que proporcionou melhoria na translocação e acúmulo desses nutrientes nessa parte da planta. Os elevados conteúdos de P e Ca²⁺ encontrados nas folhas do amaranto também foram observados por Stallknecht e Schulz-Schaeffer (1993).

A concentração média de Cl⁻ apresentou a seguinte seqüência de valores: folhas > caule > raízes. Esse comportamento evidencia a grande mobilidade do Cl⁻ em relação ao Na⁺, no amaranto, visto que a concentração de Na⁺ foi menos significativa nas folhas (Figura 2). Por outro lado, o aumento da concentração de Cl⁻, nas folhas do amaranto, não inibiu a fixação de N nesse tecido vegetal. Esse fato evidencia o não antagonismo do Cl⁻ em relação ao N, a grande tolerância da espécie a esse íon e a sua participação como nutriente essencial para o amaranto (GREENWAY; MUNS, 1980; UEXKULL, 1992).

Produção de biomassa seca

O manejo da proteção do solo produziu efeitos significativamente positivos na produção de biomassa seca

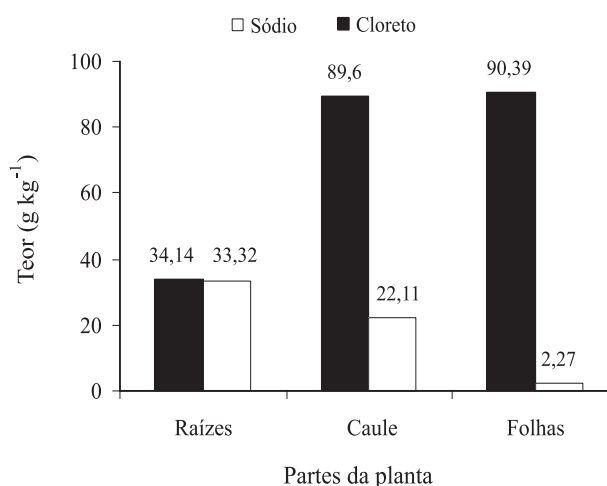


Figura 2 - Teores médios de cloreto e de sódio nas diferentes partes das plantas

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, da maior disponibilidade de água e de nutrientes às plantas e das melhores condições de desenvolvimento da cultura impostas pelo uso da proteção do solo, quando comparado ao solo desprotegido. Implicações semelhantes na produção de matéria seca, em decorrência do uso de proteção do solo, 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, Ca²⁺, Mg²⁺ e Cl⁻ 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.

O aumento da concentração salina de 0,15 para 4,50 dS m⁻¹ não afetou os teores de matéria seca relativos às raízes e caule do amaranto, porém proporcionou redução na quantidade de biomassa seca das folhas. Em solo com proteção a redução da produção de biomassa seca de folha foi igual a 19,23%, enquanto em solo descoberto

Tabela 2 - Componentes de produção de biomassa seca das diferentes partes das plantas

Tratamentos	Massa média seca (g planta ⁻¹)		
	Raízes	Caule	Folhas
Com proteção do solo	4,681 a	21,709 a	29,857 a
Sem proteção do solo	3,401 b	13,304 b	19,763 b
Média geral	4,041	17,506	24,81
Diferença mínima significativa (DMS)	0,691	5,159	2,899
Coefficiente de variação (CV %)	23,417	40,368	16,011

Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade

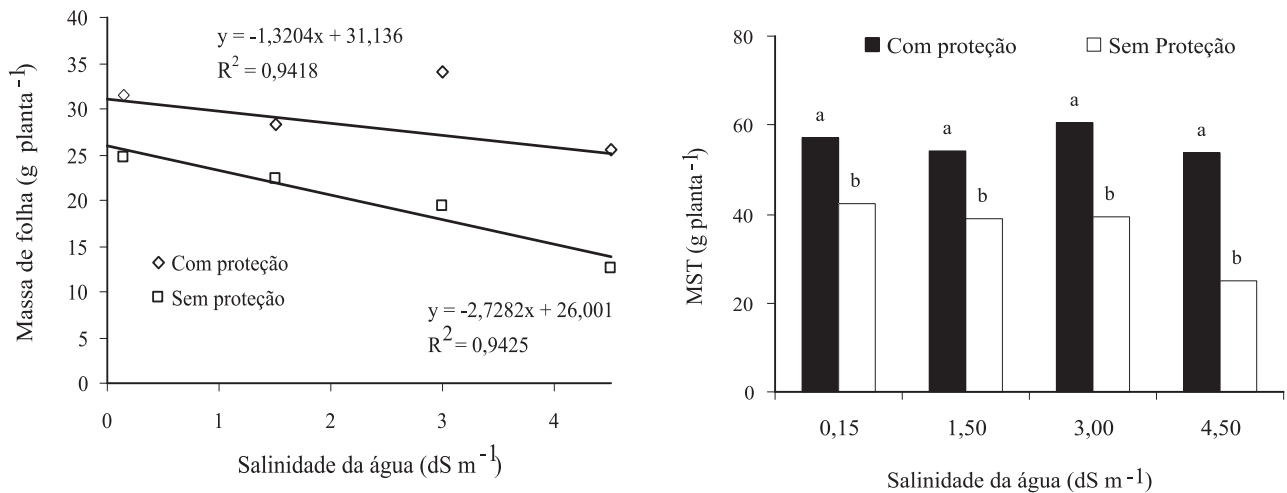


Figura 3 - Massa média seca das folhas (A) e massa média seca total (B) por planta, em função da salinidade da água de irrigação, 90 dias após emergência

foi igual a 49,25%. 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 3). 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, particularmente do N.

Diante das condições de cultivo submetidas e das características nutricionais e de produção de biomassa seca total apresentada pelo amaranto, 90 DAE, corroborando com as observações feitas por Macler et al. (1990), Stallknecht e Schulz-Schaeffer (1993), Myers (1996), Guillen-Portal et al. (1999), Corke (2003) e Spehar (2003), constatou-se que essa espécie, em cultivo protegido com cobertura morta, apresenta potencial para a diversificação da produção de forragem, no período da estiagem, no semi-árido do nordeste brasileiro. Isso é possível devido o teor de proteína bruta nas folhas desse vegetal ser superior ao observado em algumas plantas forrageiras como, por exemplo, no sorgo, cujo teor de proteína bruta é igual a 7,55% (PORTAS et al., 2007).

Conclusões

1. O uso de proteção do solo, por melhorar a translocação de nutrientes, aumenta os conteúdos de K⁺ e P nas raízes e de Cl⁻ nas folhas ao mesmo tempo em que reduz o teores de N e de Na⁺ na matéria seca do caule do amaranto;
2. A produção de biomassa seca total do amaranto é beneficiada com o uso de proteção do solo, comparada à obtida em solo desprotegido;
3. O aumento da concentração de NaCl na água de irrigação, ao elevar os teores Cl⁻ no caule e de Na⁺ nas diferentes partes da planta, inibe a absorção de nutrientes ocasionando redução nos teores de N, K⁺ e Mg²⁺ nas raízes das plantas;
4. A produção de biomassa 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 4,50 dS m⁻¹; e
5. 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**, v. 18, n. 07, p. 1403-1416, 1995.
- COLE, J. N. **Amaranth: from the past, for the future**, Rodale Press, Emmaus, PA. 1979.
- CORKE, H. **Grain Amaranth** – Integrated Development of Starch and Other Co-Products. Department of Botany, University of Hong Kong. Pokfulam Road, Hong Kong. 2003.
- FONTES NÃO CONVENCIONAIS DE ENERGIA. **As Tecnologias Solar, Eólica e de Biomassa**. 3 ed. – Revista, Modificada e Ampliada - UFSC. 218 p. 1999.
- 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**, 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. 7 p.
- 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, p. 190-193, 1999.
- HU, Y.; SCHMIDHALTER, U. Interactive effects of salinity and macronutrient level on wheat - part II: composition. **Journal of Plant Nutrition**, v. 20, n. 09, 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**, v. 87, n. 01-02, p. 139-145, 2001.
- KANE, M. V. et al. Early-maturing Soybean Cropping System III: Protein and Oil Contents and Oil Composition. **Agronomy Journal**, v. 89, p. 464-469, 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**, v. 31, 2763-2774, 2000.
- KOOYENGA, D. K. et al. **Antioxidant effects of tocotrienols in patients with hyperlipidemia and carotid stenosis**. PORIM International Palm Oil Congress, Kuala Lumpur, Malaysia. Nutrition Conference, p.152-160, 1996.
- KÖPPEN, W. **Climatologia**. Fondo de Cultura Econômica. México, 478 p, 1948.
- LAMONT Jr., W. J. What are the components of a plasticulture vegetable system? **HortTechnology**, v. 06, n. 03, p. 150-154, 1996.
- MACLER, B. et al. **Effects of salinity and nitrogen on growth, productivity and food value of Amaranthus in controlled culture**. Proc. 4th Nat. Amaranth Symp. p. 129-141, 1990.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2. ed. New York: Academy, 1995. 889 p.
- MYERS, R. L. Amaranth: New Crop Opportunity. In: J. Janick (Ed.), **Progress in New Crops**. ASHS Press, Alexandria, VA, 1996. p. 207-220.
- 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**, v. 28, n. 05, p. 997-1006, 2004.
- OMAMI, E. N. **Response of amaranth to salinity stress**. 2005. 255 f. Thesis (Ph.D. Horticulture). Department of Plant Production and Soils Science. Faculty of Natural and Agricultural Sciences. University of Pretoria. South Africa.
- 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**, v. 18, p. 167-174, 2004.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 8.ed. São Paulo: Nobel, 1978. 430 p.
- PORTAS, A. A.; DENUCCI, S.; TESTA, J. E. A. **Catissorgo: A variedade de sorgo de dupla aptidão**. Centro de Asistencia

Técnica Integral. Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo. 01/01/2008. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/_Cati2007/_tecnologias/cereais/cr58catissorgo.php>. Acesso em: **01 jan. 2008.**

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

SANTOS, J. C. F. et al. Efeitos de extratos de cascas de café e de arroz na emergência e no crescimento do caruru de mancha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 06, p. 783-790, 2002.

SOSULSKI, F. W.; IMAFIDON, G. I. Amino acid composition and nitrogen-protein conversion factor for animal and plant foods. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 38, p. 1351-1356, 1990.

SPEHAR, C. R. et al. Amaranato BRS Alegria: alternativa para diversificar os sistemas de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 05, 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, p. 211-218, 1993.

TEIXEIRA, D. L.; SPEHAR, C. R.; SOUZA, L. A. C. Caracterização Agronômica de Amaranato para Cultivo na Entressafra no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 01, p. 45-51, 2003.

UEXKULL, H. R. Von. Drought and chloride deficiency. A deadly combination for hybrid coconuts. **Better Crops International**, v. 08, n. 01, p. 8-9, 1992.