

## CRESCIMENTO E ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM MELANCIA 'QUETZALE' CULTIVADA SOB DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO<sup>1</sup>

RAFAELLA RAYANE MACEDO DE LUCENA<sup>2\*</sup>, MARIA ZULEIDE DE NEGREIROS<sup>2</sup>, JOSÉ FRANCISMAR DE MEDEIROS<sup>3</sup>, LEILSON COSTA GRANGEIRO<sup>2</sup>, SAULO DE TARCIO PEREIRA MARROCOS<sup>2</sup>

**RESUMO** - Com o objetivo de avaliar o crescimento e o acúmulo de macronutrientes em melancia 'Quetzale' cultivada sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação desenvolveu-se, no período de novembro/2007 a janeiro/2008, um experimento na Fazenda Experimental "Rafael Fernandes", da Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró-RN. O experimento foi delineado em blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas pelos níveis de salinidade da água de irrigação: 0,60; 1,69; 2,36; 3,46 e 3,98 dS m<sup>-1</sup>; e as subparcelas constituídas pelas épocas de amostragem das plantas: 12, 22, 32, 42 e 52 dias após o transplante, DAT. Na obtenção dos níveis de salinidade foram misturadas águas naturais e/ou salinizadas de modo a se obter composição aproximada às águas naturais existentes na região. O crescimento das plantas, expresso pelo acúmulo de matéria seca total, e o acúmulo de macronutrientes pela melancieira, ao longo da idade das plantas, diminuiu com o aumento da salinidade das águas. Os maiores incrementos de massa seca e de macronutrientes aconteceram após a frutificação, que ocorreu a partir dos 42 DAT. O período de maior demanda para fósforo, potássio e cálcio foi de 42 a 52 DAT, e para nitrogênio e magnésio foi de 32 a 42 DAT. A ordem decrescente dos nutrientes extraídos foi: K>N>Ca>Mg>P.

**Palavras-chave:** *Citrullus lanatus* L. Qualidade da água de irrigação. Massa seca. Marcha de absorção de nutrientes.

## GROWTH AND ACCUMULATION OF NUTRIENTS IN WATERMELON 'QUETZALE' GROWN UNDER DIFFERENT LEVELS OF SALINITY OF IRRIGATION WATER

**ABSTRACT** - In order to evaluate the growth and accumulation of nutrients in watermelon 'Quetzal' grown under different levels of salinity of irrigation water, was developed in the period november/2007 to January 2008, an experiment at the Experimental Farm "Rafael Fernandes", University Federal Rural do Semi-arid (UFERSA) Mossoró-RN. The experiment was a randomized blocks design with four replications. The treatments were arranged in split plots with the plots represented by the salinity levels of irrigation water: 0.60, 1.69, 2.36, 3.46 and 3.98 dS m<sup>-1</sup>, and the subplots consist of samplings of plants: 12, 22, 32, 42 and 52 days after transplanting, DAT. In achieving the levels of salinity were mixed natural waters and / or saline in order to obtain approximate composition of natural waters in the region. Plant growth, expressed by the accumulation of dry matter and accumulation of macronutrients by watermelon over the age of the plants decreased with increasing water salinity. The largest increases of dry matter and macronutrients occurred after fruit set, which took place from 42 DAT. The period of greatest demand for phosphorus, potassium and calcium was 42-52 DAT, and nitrogen, and magnesium was 32-42 DAT. The order of extracted nutrients was K> N> Ca> Mg> P.

**Keywords:** *Citrullus lanatus* L. Quality of irrigation water. Dry mass. March of absorption of nutrients.

\* Autor para correspondência.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 20/06/2010; aceito em 06/09/2010.

Trabalho de monografia de conclusão do curso de graduação em agronomia do primeiro autor.

<sup>2</sup> Departamento de Ciências Vegetais, UFERSA, BR 110, km 47, Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró - RN; rafaellarayane@hotmail.com; zuleide@ufersa.edu.br; leilson@ufersa.edu.br; saulo\_tpm@hotmail.com.

<sup>3</sup> Departamento de Ciências Ambientais, UFERSA, BR 110, km 47, Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró - RN; jfmedeir@ufersa.edu.br.

## INTRODUÇÃO

Estima-se que no Brasil existam, aproximadamente, nove milhões de hectares com problemas de salinidade, a maior parte dessa área localizada nos perímetros irrigados do Nordeste. Nessa região, onde a precipitação é limitada e as temperaturas são elevadas, a salinidade tem sido um dos principais fatores responsáveis pela diminuição no crescimento e na produtividade das culturas (PEREIRA, 2008).

Nas áreas potiguar, como acontece mundialmente, o aumento da demanda por água tem reduzido a disponibilidade de fontes hídricas de boa qualidade, forçando os agricultores a utilizarem água de concentração relativamente elevada de sais, variando entre 3,5 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>. Embora a maioria das fontes de água da região apresentar qualidade inferior, estas podem ser utilizadas para o crescimento da área irrigada, ficando a sua utilização condicionada à tolerância das culturas à salinidade e às práticas de manejo da irrigação e adubação, que devem evitar impactos ambientais aos solos e conseqüentes prejuízos às culturas (MEDEIROS et al., 2003; ALENCAR, 2007).

Doorenbos e Kassam (1994) relatam que a redução do rendimento da melancia devido à salinidade seja de 50%, quando se utiliza água de irrigação com salinidade de 4,2 dS m<sup>-1</sup>. A melancia, conforme Ayers e Westcot (1999), é classificada como moderadamente sensível à salinidade; isso significa que quando irrigada com águas de 1,5 a 2,0 dS m<sup>-1</sup>, não há perdas no rendimento potencial da cultura.

Em áreas com alta temperatura, o acúmulo de sais, especialmente Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>, tem afetado o funcionamento da raiz pela redução do potencial osmótico devido a um maior desequilíbrio iônico no solo, o que reduz a absorção de outros nutrientes minerais, principalmente, K<sup>+</sup> e Ca<sup>+</sup> (ZHU, 2001). Há evidências científicas de que a salinidade afeta os vasos condutores de água e nutrientes no fruto, tornando-se assim um impedimento a assimilação de cálcio e demais nutrientes, culminando em podridão apical dos frutos (GARCIA, 2000).

Em solos salino-sódicos, quando a concentração de Na aumenta, a necessidade de nutrientes para as plantas, tanto no substrato quanto nos tecidos vegetais, também aumenta (SANTOS; MURAOKA, 1997). Chow et al. (1990) demonstraram que o requerimento de K para o crescimento do espinafre foi maior em condições de alta salinidade que sob baixa salinidade e o aumento na quantidade de K aplicada resultou em um crescimento maior das plantas. Essa (2002) verificou aumento do teor de Na e diminuição do teor de K em folhas de soja submetidas a níveis crescentes de salinidade do solo, com conseqüente redução na altura e produção de matéria seca das plantas.

A resposta das culturas as condições salinas é complexa, já que é influenciado por muitos fatores inerentes à espécie, ao solo e ao ambiente

(RHOADES et al., 2000), o que torna necessários estudos para quantificar seus efeitos em diferentes condições de cultivo.

As informações sobre crescimento e estado nutricional da cultura ainda são pouco freqüentes na literatura, surgindo a necessidade da obtenção dessas informações com outras cultivares, como a 'Quetzale', sob distintos sistemas de produção, incluindo a qualidade da água de irrigação, na região de Mossoró, visando obter maior potencial produtivo da cultura utilizando águas não recomendadas para o cultivo convencional.

Nesse contexto, o trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento e o acúmulo de macronutrientes em melancia 'Quetzale' cultivada sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de novembro de 2007 a janeiro de 2008, na Fazenda Experimental "Rafael Fernandes", da Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), localizada na comunidade de Alagoinha, Mossoró-RN (Latitude: 5°03'37" S; Longitude: 37°23'50" W e Altitude: 72 m).

As médias de temperatura, umidade relativa, velocidade do vento e evapotranspiração, registrados durante o período de condução do experimento foram, respectivamente, 28,4 °C, 60,7%, 3,2 m s<sup>-1</sup> e 6,6 mm dia<sup>-1</sup>.

O solo da área experimental é classificado como um Latossolo Vermelho Amarelo Argissólico franco arenoso, conforme classificação proposta pela Embrapa (1999). Para a camada de 0-20 cm apresentou densidade do solo igual a 1,5 g cm<sup>-3</sup>, densidade de partículas de 2,64 g cm<sup>-3</sup> com conteúdo de areia, silte e argila de 82, 4 e 14%, respectivamente.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas pelos níveis de salinidade: 0,60; 1,69; 2,36; 3,46 e 3,98 dS m<sup>-1</sup>; e as subparcelas constituídas pelas épocas de amostragem de plantas: 12, 22, 32, 42 e 52 dias após o transplantio das mudas, DAT.

Para obtenção dos níveis de salinidade foram usadas águas naturais e/ou salinizadas, de modo a se obter composição aproximada às águas naturais existentes na região. A água de menor teor salino (CE = 0,6 dS m<sup>-1</sup> era água natural, proveniente de um poço artesiano profundo e continha: Na = 2,0; Ca = 2,5; Mg = 1,5; K = 0,3; Cl = 1,0 e HCO<sub>3</sub> = 2,3 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>). A água de maior salinidade (3,98 dS m<sup>-1</sup>) foi obtida pela adição de 28 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup> de NaCl e 4,8 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup> de MgSO<sub>4</sub> à água de menor condutividade elétrica, de modo que a relação catiônica Na:Mg foi de 8:2. Os demais níveis de salinidade das águas foram

obtidos a partir da mistura dessas duas águas até o nível salino pré-estabelecido (1,69; 2,36; 3,46 dS m<sup>-1</sup>).

A melancia 'Quetzale' foi semeada em bandejas de poliestireno expandido para 200 células, preenchidas com substrato comercial Goldmix 47® (Amafibra Fibras e Substratos Agrícolas da Amazônia Ltda., Holambra, SP). E quando as mudas apresentaram as duas folhas definitivas, 12 dias após a semeadura, foi feito o transplântio para a área experimental.

As parcelas experimentais foram constituídas de três fileiras de plantas de 7 m de comprimento espaçadas de 2,0 m, com 14 plantas por fileira e espaçadas de 0,50 m, perfazendo 42 plantas.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, com vazão média do emissor de 1,3 L h<sup>-1</sup>, espaçado de 0,30 m, sendo cada água aplicada por um sistema independente com duas linhas laterais por fileira conforme o tratamento.

O cultivo foi realizado usando filme de polietileno branco como *mulching* de faces preta e branca. A cultura foi fertirrigada a partir do transplântio das mudas, com 105 kg ha<sup>-1</sup> de N, nas formas de uréia, nitrato de cálcio e ácido nítrico, isoladamente; 81 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de ácido fosfórico; e 160 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto de potássio.

As coletas de material vegetal foram feitas aos 12, 22, 32, 42 e 52 DAT, na primeira e segunda coleta foram amostradas, quatro e três plantas competitivas, respectivamente, enquanto nas demais, apenas uma planta. Após cada coleta as plantas foram separadas em caules, folhas e frutos postos a secarem em estufa com circulação de ar à temperatura de 65° C até atingirem massa constante para obtenção do acúmulo de massa seca total para cada época de coleta. Em seguidas as amostras secas de

caules, folhas e frutos foram triturados em moinho tipo Willey (peneira de 2 mm) para determinação dos teores de macronutrientes de N, P, K, Ca e Mg na matéria seca total das plantas.

A determinação de P, K, Ca e Mg foi feita em 0,5 g de massa seca após submetido a extração com ácido nítrico 1,0 mol L<sup>-1</sup>. Cálcio e magnésio foram determinados por complexometria (EMBRAPA, 1999); fósforo por colorimetria, utilizando o método do complexo fosfo-molibdico em meio redutor, adaptado por Braga e Defelipo (1974) e potássio por fotometria de emissão de chama (EMBRAPA, 1999). O nitrogênio foi determinado em 0,1 g de amostra, digerida com ácido sulfúrico em presença de uma mistura de selênio em pó, sulfato de cobre e sulfato de potássio, pelo método Micro-Kjeldahl (EMBRAPA, 1999).

A partir da massa seca e das concentrações de N, P, K, Ca e Mg, determinou-se o acúmulo de nutrientes total em cada época - DAT.

Os valores referentes à massa seca total da parte aérea (caule, folhas e frutos) e o total de macronutrientes foram submetidos à análise de variância utilizando-se o software SAEG (RIBEIRO JÚNIOR, 2001) e análise de regressão com o software Tablecurve (JANDEL SCIENTIFIC, 1991). Na escolha dos modelos das equações considerou-se a significância do F e do R<sup>2</sup> e a significância do teste t dos parâmetros da equação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

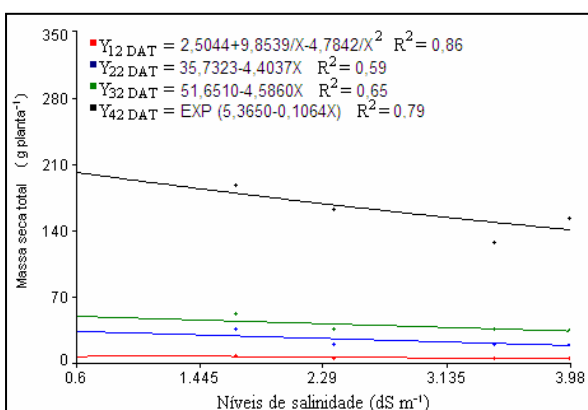
A interação salinidade da água x idade das plantas (DAT) exerceu efeitos significativos na produção de biomassa da parte aérea da melancieira (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para acúmulo de massa seca total da melancia irrigada com águas de diferentes níveis de salinidade e em diferentes épocas de amostragem de plantas.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio
		Massa Seca Total
Bloco	3	1476,788
Salinidade (S)	4	6345,936**
Erro a	12	1130,885
Épocas (E)	4	174573,100**
S x E	16	2209,294**
Erro b	60	861,758
CV (%)		32,55

\*\* = significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Observando-se os níveis de salinidade em cada época, verifica-se que até 32 DAT, não foram constatadas diferenças significativas entre as salinidades para o acúmulo de massa seca total da parte aérea (AMSPA). Aos 42 DAT o nível de salinidade 0,6 dS m<sup>-1</sup> promoveu maior AMSPA em relação o nível de 3,46 dS m<sup>-1</sup>, que por sua vez, não diferiu dos demais níveis. Aos 52 DAT os níveis de salinidade 0,6 e 1,69 dS m<sup>-1</sup> atingiram as maiores médias de AMSPA, embora o primeiro nível não tenha diferido estatisticamente dos níveis 3,46 e 3,98 dS m<sup>-1</sup>. Nenhuma função-resposta foi obtida para representar o acúmulo de massa seca da planta em função dos níveis de salinidade aos 52 dias após o transplantio (Figura 1).



**Figura 1.** Acúmulo de massa seca total da parte aérea de melancia 'Quetzale', em função da salinidade das águas e da idade das plantas após o transplantio, DAT.

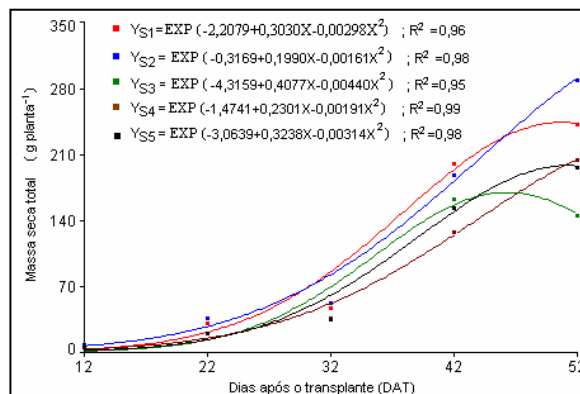
Toda e qualquer planta, de acordo com o seu nível de sensibilidade ou tolerância aos efeitos adversos dos sais, possui uma tolerância limiar. A melancia, sob essas condições mostrou-se moderadamente sensível à salinidade, segundo classificação de Ayers e Westcot (1999), significando que quando irrigada com águas de 0,6 e 1,69 dS m<sup>-1</sup> obteve maior produção de matéria seca.

A utilização das águas de maior salinidade, 2,36; 3,46 e 3,98 dS m<sup>-1</sup>, diminuiu a produção de massa seca da melancia, proporcionando um menor crescimento da planta (Figura 1). A acumulação gradativa de sais solúveis no solo, principalmente na zona das raízes, compromete o crescimento das plantas porque reduz o potencial osmótico da solução do solo, provocando estresse hídrico, toxicidade e desordens nutricionais das plantas, além de afetar os processos fisiológicos e as reações bioquímicas (HASEGAWA et al., 2000; FREIRE et al., 2010).

Silva et al. (2009) verificaram que a salinidade da água de irrigação reduziu de forma significativa o crescimento do feijão caupi, afetando mais fortemente a área foliar e a massa seca total das plantas.

Observou-se que o crescimento da melancia 'Quetzale', expresso pelo acúmulo de matéria seca total da parte aérea foi lento até 22 DAT; a partir dessa idade o crescimento foi significativamente

mais acelerado, atingindo aos 51, 52, 46, 52 e 52 DAT os valores máximos estimados de 243,03, 289,37, 168,80, 203,60 e 197,65 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente, para os níveis de salinidade 0,6, 1,69, 2,36, 3,46 e 3,98 dS m<sup>-1</sup> (Figura 2).



**Figura 2.** Acúmulo de massa seca total da parte aérea de melancia 'Quetzale', em função da idade das plantas após o transplantio DAT e da salinidade das águas.

O crescimento da melancia 'Quetzale', com base na matéria seca total da parte aérea, está em consonância com Grangeiro e Cecílio Filho (2004) ao constatarem que o crescimento da cultivar de melancia Tide, também foi lento, onde o acúmulo de massa seca total cresceu expressivamente a partir dos 30 DAT.

A determinação de matéria seca acumulada e concentração de nutrientes na planta permite construir a curva de absorção de nutrientes, muito importante para uma recomendação mais precisa de adubação, em função das épocas de maior demanda de cada nutriente (GURGEL et al., 2010). E tanto a produção de biomassa, como a acumulação de nutrientes podem ser influenciadas por fatores externos à planta, como por exemplo, a qualidade da água de irrigação.

A interação salinidade da água x idade das plantas, com exceção do cálcio, não interferiu na acumulação de nitrogênio, magnésio, fósforo e potássio na matéria seca total da parte aérea das plantas, mas constataram-se efeitos significativos dos níveis de salinidade e das épocas de amostragem das plantas sobre os acúmulos desses nutrientes. O potássio foi afetado apenas pelas épocas de amostragem das plantas (Tabela 2)

Para os níveis de salinidade verificou-se que a acumulação de nitrogênio e de magnésio na matéria seca total da parte aérea das plantas diminuiu linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação (Figuras 3 e 4).

A redução no acúmulo de nitrogênio nas plantas com o aumento dos níveis de salinidade foi devido, provavelmente, ao efeito deletério da salinidade sobre AMSPA (Figura 1), em razão do teor de nutrientes no tecido vegetal está diretamente relacionado com o acúmulo de fotoassimilados.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para acúmulo de nitrogênio (ACNT), magnésio (ACMgT), fósforo (ACPT), potássio (ACKT) e cálcio (ACCaT) total da melancia irrigada com águas de diferentes níveis de salinidade e em diferentes épocas de amostragem de plantas.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio (QM)				
		ACNT	ACMgT	ACPT	ACKT	ACCaT
Bloco	3	1,9085	0,4190	0,0215	25,1991	0,2823
Salinidade (S)	4	5,7124*	1,0156**	0,0197*	4,9162 <sup>ns</sup>	2,3950**
Erro a	12	1,7199	0,2616	0,0071	11,4981	0,6031
Épocas (E)	4	152,6003**	16,6431**	0,7355**	895,9413**	53,8469**
S x E	16	1,4189 <sup>ns</sup>	0,3360 <sup>ns</sup>	0,0114 <sup>ns</sup>	6,7744 <sup>ns</sup>	1,0597*
Erro b	60	1,2589	0,2527	0,0084	10,4699	0,5038
CV (%)		34,75	47,26	44,48	58,89	45,43

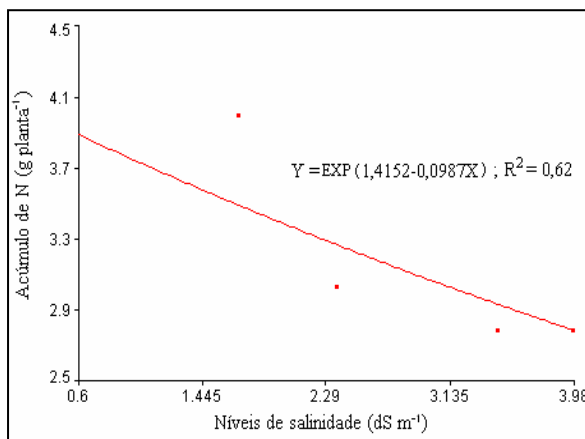
\* = significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; \*\* = significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Pessarakli e Tucker (1988) verificaram que sob baixas concentrações de NaCl na solução nutritiva a absorção de N não foi afetada, porém esta foi reduzida em 70% sob altos níveis de salinidade. A inibição da absorção de nitrato pode ocorrer devido à interação NO<sub>3</sub>/Cl nos sítios de absorção ou à despolarização da membrana pelo Na, o que tem sido associado à inibição não-competitiva de absorção de NO<sub>3</sub> (HAWKINS; LEWIS, 1993).

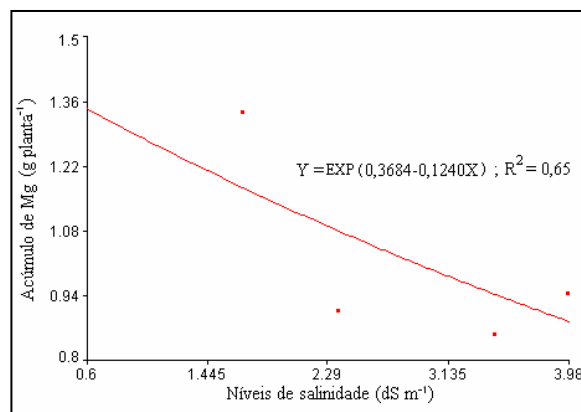
Apesar da importância do magnésio no metabolismo vegetal, a literatura referente a estudos sobre as concentrações deste nutriente em plantas cultivadas sob estresse salino é bastante limitada, tanto para melancia, como para outras espécies. O magnésio além de exercer papel na atividade como co-fator em quase todas as enzimas do metabolismo energético e na molécula de clorofila, este íon é

requerido para a integridade dos ribossomos e contribui efetivamente para a estabilidade estrutural dos ácidos nucleicos e membranas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Com relação ao efeito da salinidade sobre a absorção de fósforo, foi observado decréscimo desse nutriente a partir de níveis superiores a 1,69 dS m<sup>-1</sup> (Figura 5).



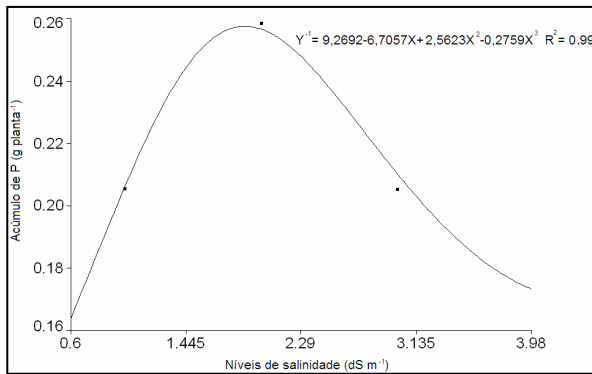
**Figura 3.** Acúmulo de nitrogênio total (ACNT) de melancia 'Quetzale' em função dos níveis de salinidade.



**Figura 4.** Acúmulo de magnésio total (ACMgT) de melancia 'Quetzale' em função dos níveis de salinidade.

O fósforo tem função importante na composição do ATP, responsável pelo armazenamento e transporte de energia para processos e absorção ativa de nutrientes (TAIZ; ZEIGER, 2004). Grant et al. (2001) ressalta que o déficit de P no início do desenvolvimento da planta restringe o crescimento, condição da qual a planta não mais se recupera.

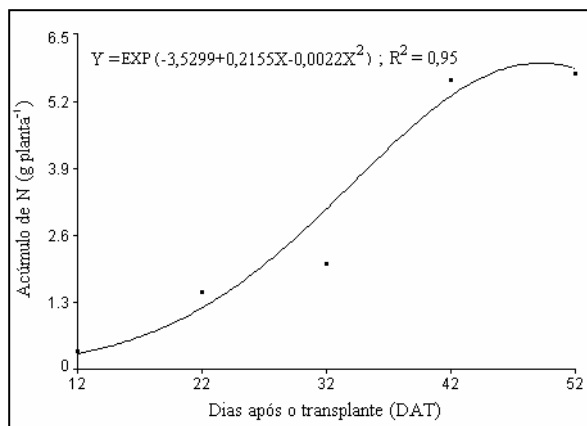
Não houve efeito significativo do fator salinidade na acumulação de potássio (Tabela 2). Na maioria dos casos, as plantas tolerantes à salinidade



**Figura 5.** Acúmulo de fósforo total (ACPT) de melancia 'Quetzale' em função dos níveis de salinidade.

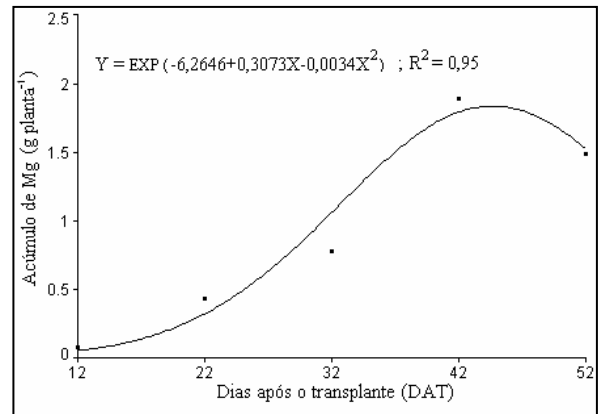
são capazes de manter altas relações K/Na nos tecidos. Pelo aumento da absorção de K e conseqüente redução da absorção de Na, o K contribui para manter a relação K/Na alta. Gurgel et al. (2008) verificaram que a aplicação de água salina (condutividade elétrica de 3,02 dS m<sup>-1</sup>) reduziu em 39% o conteúdo de potássio em melão cultivar Goldex, nutriente este mais exportado também por esta cultura.

Os acúmulos de nitrogênio, magnésio, fósforo e potássio, assim como, observado na matéria seca total da parte aérea (Figura 2), foram lentos durante os primeiros 22 DAT. A partir dessa idade observou-se um incremento significativo no acúmulo destes nutrientes, atingindo valores máximos estimados de 5,71, 1,88, 0,52 e 16,12 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente, aos 51, 42, 52 e 52 DAT (Figuras 6, 7, 8 e 9).

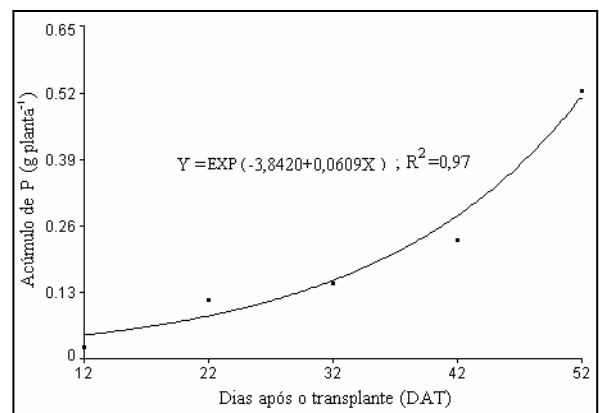


**Figura 6.** Acúmulo de nitrogênio na matéria seca total da parte aérea de melancia 'Quetzale', em função da idade das plantas após o transplante (DAT).

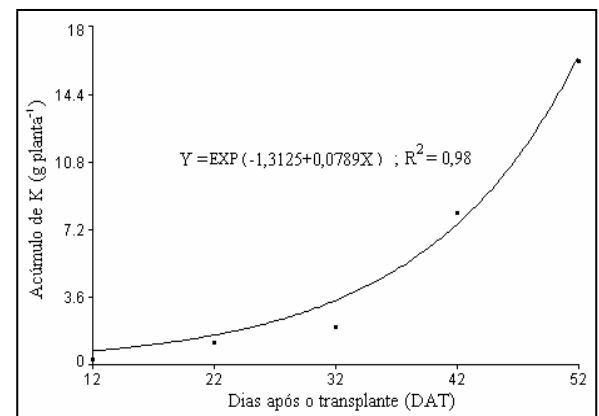
A interação salinidade da água x idade das plantas interferiu na acumulação de cálcio na matéria seca total da parte aérea das plantas (Tabela 2). Observou-se que o acúmulo de cálcio em todas as épocas, DAT, diminuiu com o aumento dos níveis de salinidade, registrando significativamente os maiores valores aos 42 DAT. Nenhuma função-resposta foi obtida para representar o acúmulo de cálcio da planta em função dos níveis de salinidade aos 52 dias após o transplante (Figura 10).



**Figura 7.** Acúmulo de magnésio na matéria seca total da parte aérea de melancia 'Quetzale', em função da idade das plantas após o transplante (DAT).



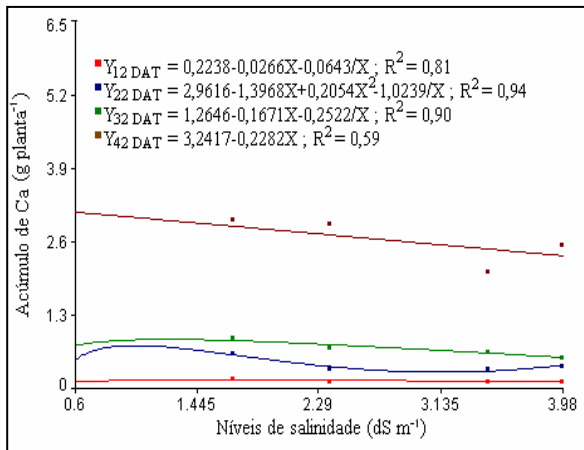
**Figura 8.** Acúmulo de fósforo na matéria seca total da parte aérea de melancia 'Quetzale', em função da idade das plantas após o transplante (DAT).



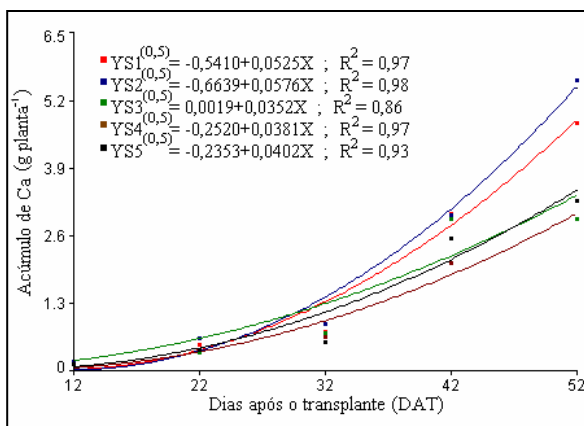
**Figura 9.** Acúmulo de potássio na matéria seca total da parte aérea de melancia 'Quetzale', em função da idade das plantas após o transplante (DAT).

Tem sido demonstrado que o aumento da salinidade pode induzir deficiência desse nutriente (LACERDA, 2000). A redução na absorção de Ca pode levar à perda da integridade da membrana plasmática, com conseqüente perda da capacidade de absorção de alguns íons, principalmente o K<sup>+</sup> (MIRANDA et al., 2002).

O acúmulo de cálcio na matéria seca total da melancia, em função dos DAT foi lento nos primei-



**Figura 10.** Acúmulo de cálcio na matéria seca total da parte aérea de melancia 'Quetzale', em função da salinidade das águas e da idade das plantas após o transplante, DAT.



**Figura 11.** Acúmulo de cálcio na matéria seca total da parte aérea de melancia 'Quetzale', em função da idade das plantas após o transplante, DAT, e da salinidade das águas.

ros 22 DAT, mas a partir dessa idade, houve uma aceleração no acúmulo desse nutriente pela melancieira atingindo o máximo aos 52 DAT, cujas médias estimadas variaram com os níveis de salinidade das águas (Figura 11).

O aumento da salinidade das águas prejudicou a absorção dos macronutrientes pela melancieira. Esse fenômeno é resultado da acumulação gradativa de sais solúveis na zona radicular como  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , o que contribuiu para redução na absorção e transporte de outros nutrientes para a parte aérea comprometendo o crescimento e o estado nutricional das plantas.

O acúmulo de nutrientes na matéria seca total da parte aérea da melancia foi baixo nos primeiros 22 DAT (Figuras 6, 7, 8, 9 e 11), coincidindo com o período de menor acúmulo de massa seca total (Figura 2). Os maiores incrementos de massa seca e de macronutrientes foram registrados após a frutificação, que ocorreu a partir dos 42 DAT. O período de maior demanda de nutrientes pela planta foi caracterizado dos 42 aos 52 DAT, exceto para nitrogênio e magnésio onde o maior acúmulo ocor-

reu de 32 a 42 DAT.

O potássio foi o nutriente mais acumulado na matéria seca total da parte aérea de melancia, situação que está em acordo com Grangeiro e Cecilio Filho (2004) e Grangeiro et al. (2005) ao concluírem que o potássio foi o nutriente mais acumulado pelas plantas 'Tide' e 'Mickylee' respectivamente. Mesmo não fazendo parte da estrutura de nenhum composto orgânico, o potássio desempenha importantes funções nas plantas como na fotossíntese, ativação enzimática, síntese de proteínas e transporte de carboidratos entre outros e, portanto, estimula o crescimento e a produção dos vegetais (TAIZ; ZEIGER 2004).

O nitrogênio e o cálcio foram o segundo e terceiro nutrientes, respectivamente, mais acumulados na matéria seca total da parte aérea das plantas. O nitrogênio é o nutriente mais importante para aumentar as produções das plantas. Para Trani et al. (1993) o  $\text{Ca}^{2+}$  é um dos mais importantes nutrientes para as cucurbitáceas, estando associado com a formação de flores perfeitas, a qualidade do fruto e a produtividade.

O fósforo foi o nutriente que menos foi acumulado pela melancieira. Os valores desse nutriente extraídos do solo pelas plantas são geralmente baixos, principalmente quando comparadas com o nitrogênio e o potássio. Entretanto, apesar dessa baixa exigência, os teores desse nutriente na solução do solo, bem como a velocidade do seu restabelecimento na mesma, não são suficientes para atender as necessidades das culturas, sendo necessária sua aplicação no plantio (COUTINHO et al. 2007).

A quantidade e a proporcionalidade dos nutrientes absorvidos pelas plantas são funções de características intrínsecas do vegetal, como, também, dos fatores externos que condicionam o processo. Numa espécie, a capacidade em retirar os nutrientes do solo e as quantidades requeridas variam não só com a cultivar, mas também com o grau de competição existente. Variações nos fatores ambientais como temperatura, umidade do solo e qualidade da água de irrigação podem afetar o conteúdo de nutrientes minerais na planta consideravelmente. Esses fatores influenciam tanto a disponibilidade dos nutrientes como a absorção destes pelas raízes e, conseqüentemente, o crescimento da parte aérea. Por outro lado, o acúmulo e a distribuição dos nutrientes minerais na planta dependem de seu estágio de desenvolvimento (GOTO et al., 2001).

## CONCLUSÕES

A salinidade da água de irrigação reduz o crescimento e compromete a composição de macronutrientes em melancia 'Quetzale'. A ordem de extração de nutrientes na matéria seca total da parte aérea das plantas é:  $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P}$ .

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, R. D. **Monitoramento da qualidade da água de poços no Calcário Jandaíra e restrições na agricultura irrigada**. 2007. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2007.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução de H. R. GHEY, J. F. de MEDEIROS, F. A. V. DAMASCENO. Campina Grande: UFPB, 1999, 153 p. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29).
- BRAGA, J. M.; DEFELIPO B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 21, n. 1, p. 73-85, 1974.
- CHOW, W. S.; BALL, M. C.; ANDERSON, J. M. Growth and photosynthetic responses of spinach to salinity: implications of K<sup>+</sup> nutrition for salt tolerance. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 17, n. 5, p. 563-578, 1990.
- COUTINHO, E. L. M.; NATALE, W.; SOUZA, E. C. A. Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. In: GRANGEIRO, L. C. et al. **Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 31, n. 2, p. 267-273, 2007.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Tradução de GHEYI, H. R. et al. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p. (FAO. Estudos de irrigação e Drenagem, 33).
- EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. In: SILVA, F. C. (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.
- ESSA, T. A. Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivars. **Journal of Agronomy & Crop Science**, v. 188, n. 2, p. 86-93, 2002.
- FREIRE, A. L. O. et al. Crescimento e nutrição mineral do nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) e cinamomo (*Melia azedarach* Linn.) submetidos à salinidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 207-215, 2010.
- GARCIA, F. **Informaciones Agronomicas**. Argentina: Instituto de la potasa y el fósforo, 2000. 16 p. (Boletim Científico, 39).
- GOTO, R.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M. Aspectos fisiológicos e nutricionais no crescimento e desenvolvimento de plantas hortícolas. In: FOLEGATTI, M. V. et al. (Cord.). **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, v. 2, p. 241-268, 2001.
- GRANT, C. A. et al. **A Importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta**. Piracicaba: POTAFOS, 2001. p. 1-5. (Informações Agronômicas, 95).
- GURGEL, M. T. et al. Nutrição de cultivares de meloeiro irrigadas com águas de baixa e alta salinidade. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 5, p. 36-43, 2008.
- GURGEL, M. T. et al. Crescimento de meloeiro sob estresse salino e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 3-10, 2010.
- GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 93-97, 2004.
- GRANGEIRO, L. C. et al. Acúmulo e exportação de nutrientes pela cultivar de melancia Mickylee. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 2, p. 73-81, 2005.
- HASEGAWA, P. M. et al. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 51, p. 463-499, 2000.
- HAWKINS H. J.; LEWIS O. A. M. 1993. Effect of NaCl salinity, nitrogen form, calcium and potassium concentration on nitrogen uptake and kinetics in *Triticum aestivum* L. cv. Gamtoos. **New Phytologist**, v. 124, p. 171-177. 1993
- JANDEL SCIENTIFIC. **User's manual**. Califórnia: Jandel Scientific, 1991, 280 p.
- LACERDA, C. F. **Crescimento e acúmulo de solutos orgânicos e inorgânicos em dois genótipos de sorgo forrageiros submetidos a estresse salino**. 2000. 163 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.
- MEDEIROS, J. F., LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 469-472, 2003.
- MIRANDA, J. R. P. et al. Silício e cloreto de sódio na nutrição mineral e produção de matéria seca de plantas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Revis-**



**ta Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 957-965, 2002.

PEREIRA, F. H. F. Professor da UFERSA tem estudo para reduzir salinidade. **Tribuna do Norte**, Natal, 7 de mar. 2008.

PESSARAKLI, M.; TUCKER, T. C. Dry matter yield and nitrogen-15 uptake by tomatoes and sodium chloride stress. **Soil Science Society of American Journal**, v. 52, n. 3, p. 698-700, 1988.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MARSHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 48).

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001, 301 p.

SANTOS, R. V.; MURAOKA, T. Interações salinidade e fertilidade do solo. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. (Ed.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, 1997. cap. 9, p. 289-317.

SILVA, F. E. O. et al. Desenvolvimento vegetativo do feijão caupi irrigado com água salina em casa de vegetação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 156-159, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 722 p.

TRANI, P. E.; VILLA, W.; MINAMI, K. Nutrição mineral, calagem e adubação da melancia. In: MINAMI, K.; IAMAUTI, M. **Cultura da melancia**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, 1993. p. 19-47.

ZHU, J. K. Plant salt tolerance. **Trends in Plant Science**, v. 6, p. 66-71, 2001.