



Teores foliares de nutrientes em meloeiro irrigado com águas de diferentes salinidades

Celsemy E. Maia¹, Elis Regina C. de Moraes¹, Francisco de Q. Porto Filho¹,
Hans R. Gueyi³ & José F. de Medeiros¹

¹UFERSA, DCA, Caixa Postal 137. CEP 59625-900, Mossoró-RN, Fone: (84) 3312-6864, E-mail: celsemy@ufersa.edu.br; ercmoraes@hotmail.com; porto@ufersa.edu.br; jfmedeir@ufersa.edu.br;

³UFCG/CCT/DEA, CEP 58109-970. Campina Grande-PB, hans@deag.ufcg.edu.br.

Protocolo 77

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar os teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio em plantas de melão irrigado com águas de diferentes salinidades. O experimento foi conduzido na fazenda Santa Júlia, no município de Mossoró-RN, em Luvissolo crômico. As águas utilizadas na irrigação das plantas apresentaram as seguintes salinidades: CE = 0,6; 1,9; 3,2 e 4,5 dS m⁻¹. O experimento foi montado em delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Os teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, foram avaliados durante 65 dias após o semeio. Observou-se efeito de diluição para nitrogênio e potássio e de concentração para o cálcio e magnésio. A salinidade da água influenciou negativamente os teores de potássio, cálcio e magnésio na cultura do melão irrigado na ordem K > Ca > Mg.

Palavras-chaves: fertirrigação, nutrição de plantas, qualidade de água para irrigação

Nutrients content in leaves of muskmelon irrigated with waters of different salinities

Abstract: The objective of this work was to evaluate the content of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in yellow melon irrigated with salinized waters. The experiment was carried out in Entissol at Santa Júlia farm in the State of Rio Grande do Norte, Brazil. Four waters were used with different salinities (EC = 0.6, 1.9, 3.2 and 4.5 dS m⁻¹). The experimental design was a completely by randomized block with four replicates. The content of nitrogen, potassium, calcium and magnesium were appraised during 65 days. The data showed that there was dilution effect for nitrogen and potassium and concentration effect for the calcium and magnesium. The salinity of the water influence negatively the content of potassium, calcium and magnesium in melon irrigated varied in the sequence K > Ca > Mg.

Key words: fertigation, plant nutrition, water quality

INTRODUÇÃO

No Brasil, em 2001 a produção de melão exportada foi de 29.000 toneladas em uma área colhida de 11.000 ha, sendo 95 % produzidos na região Nordeste, região onde a cultura encontra condições ideais para seu desenvolvimento como, clima quente e seco (FNP, 2002). O Rio Grande do Norte é o maior produtor de melão do País, sendo este, um dos produtos mais exportado para países da Europa e para os Estados Unidos.

Durante muitos anos estudou-se a cultura do melão com ênfase para os aspectos produtivos, contribuindo sobremaneira para o aumento da utilização de insumos agrícolas. O aumento da oferta do melão no mercado

internacional tornou obrigatória a diferenciação do produto ofertado, fazendo com que o produtor se alinhasse aos requerimentos de mercados mais exigentes (Menezes et al., 2000). Apesar da importância da cultura para a economia da região, poucos estudos têm sido conduzidos para avaliar o estado nutricional das plantas, principalmente em condições adversas, como é o caso da salinidade.

A absorção de nutrientes varia com a espécie e, dentro desta, com a cultivar. Segundo Glass (1989) tem-se reconhecido que espécies de plantas podem diferir quantitativa e qualitativamente quanto ao requerimento de nutrientes minerais. Junto com o conhecimento da absorção de nutriente pelo meloeiro, faz-se necessário obter respostas da cultura em função da qualidade da água de irrigação e da absorção de nutrientes; nas regiões

onde se desenvolve o plantio do meloeiro existem mananciais com níveis elevados de salinidade, influenciando diretamente na absorção dos nutrientes. Segundo Duarte (2002), trabalhando com as cultivares Trusty e Orange Fresh observou que as quantidades de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio exportados pelas plantas diminuiu com o aumento da salinidade da água de irrigação.

Para avaliação do estado nutricional das plantas, é imprescindível conhecer os fatores capazes de influenciar a concentração de nutrientes na planta, pois, em todos os métodos de interpretação do resultado da análise foliar, usa-se a concentração do nutriente como referencial. Todos os fatores que proporcionarem mudanças diferenciadas nos valores das taxas de crescimento e absorção dos nutrientes, acarretarão diferentes concentrações do nutriente no tecido vegetal (Fontes, 2001).

Ao contrário dos teores de nutrientes na planta, em muitos estudos de absorção de nutrientes pelas plantas se tem verificado que elas seguem o mesmo padrão de acumulação de matéria seca, apresentando, em geral, três fases bem distintas, sendo a primeira fase de absorção lenta, a segunda de intensa absorção até atingir o ponto máximo, a partir do qual ocorre a terceira fase, com pequeno declínio, no final do ciclo vegetativo (Tyler & Lorenz, 1964). Estudando a acumulação de biomassa e absorção de nutrientes por híbridos de meloeiro, Prata (1999) observou que a absorção de nutrientes seguiu a curva de produção de biomassa e a absorção de macronutrientes pelos híbridos apresentou a seguinte ordem $Ca > K > N > Mg > P > S$, e para os micronutrientes, $Fe > Mn > Zn > Cu$. Para Rincón et al., (1998) o conhecimento das extrações totais de nutrientes não é suficiente para se realizar uma fertirrigação eficiente. As vantagens da fertirrigação se baseiam em aplicar os nutrientes diretamente na zona radicular, dosando as quantidades segundo a demanda da planta, para isto será conveniente conhecer a demanda de nutrientes por planta, em função do tempo (extrações periódicas), deduzindo-se as quantidades de fertilizantes que se tem de dosar ao longo do período de cultivo.

Diante da carência de resultados de pesquisa para este fim, este trabalho se propôs avaliar os teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio da cultura do melão irrigado com águas de diferentes salinidades.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Santa Júlia, no município de Mossoró, RN, cujas coordenadas geográficas são $5^{\circ} 02' 0,02''$ de latitude Sul, longitude $37^{\circ} 22' 33,6''$ Oeste de Greenwich e altitude de 60 m. Segundo a classificação de Köppen, o bioclima da região é do tipo BSw^h, com temperatura média anual de $27,4^{\circ}C$, precipitação pluviométrica anual bastante irregular, com média de 672,9 mm, e umidade relativa de 68,9% (Carmo Filho, 1989). O solo da área é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, textura franco-argilo-arenosa (EMBRAPA, 1999). A caracterização química da área é mostrada na Tabela 1. No ensaio foi utilizado o melão do tipo amarelo, c.v AF646, com fornecimento de água e nutrientes via irrigação por gotejamento. O preparo do solo seguiu a programação normalmente utilizada na Fazenda Santa Júlia.

Usou-se o plantio com duas plantas por gotejador, espaçadas de 0,5 m e 2,0 m, entre linhas. Os tratamentos foram estabelecidos aplicando-se águas de irrigação com quatro níveis de salinidade ($S_1 = 0,6 \text{ dS m}^{-1}$; $S_2 = 1,9 \text{ dS m}^{-1}$; $S_3 = 3,2 \text{ dS m}^{-1}$ e $S_4 = 4,5 \text{ dS m}^{-1}$). O experimento foi montado em delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, avaliaram-se os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na folhas em quatro épocas (15, 21, 49 e 65 DAS – dias após a semeadura) durante o ciclo da cultura.

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental

Característica Química	Horizontes		
	Ap	B ₁	B ₂
Cálcio ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$)	2,15	1,99	1,72
Magnésio ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$)	1,06	0,21	1,10
Sódio ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$)	0,23	0,23	0,21
Potássio ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$)	0,21	0,21	0,19
Fósforo (mg kg^{-1})	5,71	0,26	0,20
H+Al ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$)	0,00	0,00	0,00
pH (água 1:2,5)	7,94	7,53	5,04
pH extrato de saturação	7,42	7,07	4,79
CE extrato de saturação (dS m^{-1})	0,44	0,35	0,50
Matéria orgânica (%)	0,03	0,77	1,48

O material vegetal colhido foi secado em estufa de circulação forçada de ar, a $65^{\circ}C$ até peso constante, sendo posteriormente moído, processando-se as análises químicas segundo procedimentos recomendados por Silva (1999). Para se testar a igualdade dos modelos ajustados (equações de regressão ajustadas), aplicou-se o teste de identidade de modelo, segundo Regazzi (1999). As análises estatísticas foram feitas, através do software SAEG desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa, MG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), em função dos dias após a semeadura (DAS) para cada salinidade da água de irrigação utilizada, são mostrados nas Tabelas 3, 4 e 5, menos para fósforo devido não ter sido verificado ajuste significativo pela análise de regressão.

Os teores de N na matéria seca das folhas de melão diminuíram com a idade da planta, o que é evidenciado pelo modelo linear decrescente, em todas as águas utilizadas na irrigação. Para se verificar a diferença entre as quatro equações

Tabela 2. Equações de regressão e coeficientes de determinação, ajustados aos teores de nitrogênio (N) em função dos dias após a semeadura (DAS) para cada condutividade elétrica da água utilizada na irrigação das plantas de meloeiro

CE (dS m^{-1})	Equação	R ²
0,6	$N = 5,22 - 0,0475^* \text{ DAS}$	0,8334
1,9	$N = 5,17 - 0,0424^* \text{ DAS}$	0,7901
3,2	$N = 6,00 - 0,0599^* \text{ DAS}$	0,9526
4,5	$N = 5,15 - 0,0427^* \text{ DAS}$	0,9271
Conjunta	$N = 5,38 - 0,0481^{**} \text{ DAS}$	0,8541

*, ** - significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste t

de regressão ajustadas em cada nível de salinidade da água, fez-se a análise de identidade de modelo; verificou-se que as quatro equações ajustadas para cada salinidade da água, podem ser representadas por uma única equação de regressão, $N = 5,38 - 0,0481^{**}DAS$, com coeficiente de determinação de 0,8541, implicando na diminuição dos teores foliares em função de DAS, mas não com o aumento da salinidade da água de irrigação (Tabela 2).

O potássio, a exemplo nitrogênio, teve seus teores foliares reduzido com o tempo de semeadura. A diminuição do coeficiente angular da reta (Dk), com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, foi estimada pela reta $Dk = 0,0724 - 0,008^{*}CE$, com coeficiente de determinação 0,7509. Isso implica que a sensibilidade do teor de K, com o tempo de plantio, diminui com o aumento da salinidade da água de irrigação; porém, quando feita a análise de identidade de modelo para os quatro modelos ajustados, constatou-se que estes podem ser substituídos por um único modelo, $K = 5,30 - 0,0518^{**}DAS$, com coeficiente de determinação 0,7063 (Tabela 3).

Tabela 3. Equações de regressão e coeficientes de determinação, ajustados aos teores de potássio (K) em função dos dias após a semeadura (DAS) para cada condutividade elétrica da água utilizada na irrigação das plantas de meloeiro

CE (dS m ⁻¹)	Equação	R ²
0,6	$K = 6,07 - 0,0730^{\circ} DAS$	0,7120
1,9	$K = 5,45 - 0,0535^{*} DAS$	0,8181
3,2	$K = 4,80 - 0,0374^{*} DAS$	0,8293
4,5	$K = 4,89 - 0,0435^{\circ} DAS$	0,7687
Conjunta	$K = 5,30 - 0,0518^{**} DAS$	0,7063
Declividade	$Dk = 0,0724 - 0,008 CE$	0,7509

^o, *, ** - significativo a 10%, 5% e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste t

Ao contrário do que foi verificado para N e K, o teor de Ca na folha do melão aumentou com a idade da planta independente do nível de salinidade da água, coincidindo com dados obtidos por Durte (2002), trabalhando com as cultivares Trusty e Orange Fresh, irrigadas com águas salinizadas. Porém, assim como verificado para o K, as declividades das retas diminuíram com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. Considerando que a declividade da reta é uma medida de sensibilidade, esta diminui em função da salinidade da água com taxa de diminuição de -0,0051 por unidade de condutividade elétrica. Apesar da diminuição do coeficiente angular com o aumento da salinidade da água de irrigação, verificou-se que os modelos ajustados para cada água utilizada na irrigação podem ser substituídos por $Ca = 1,50 + 0,096^{**}DAS$ com coeficiente de determinação de 0,9072, (Tabela 4).

O comportamento para o Mg foi semelhante ao observado com Ca, aumentando o teor do nutriente com a idade da planta, porém diminuindo a declividade da reta ajustada (Mg) em função de DAS, quando aumentou a salinidade da água de irrigação. Também como observado para o Ca, a análise de identidade de modelo mostrou que as equações ajustadas dos teores de Mg, em função do tempo, para cada água estudada, podem ser substituídas por uma única equação, $Mg = 0,55 + 0,001^{**}DAS$, com coeficiente de determinação 0,7507 (Tabela 5).

Tabela 4. Equações de regressão e coeficientes de determinação, ajustados aos teores de cálcio (Ca) em função dos dias após a semeadura (DAS) para cada condutividade elétrica da água utilizada na irrigação das plantas de meloeiro

CE (dS m ⁻¹)	Equação	R ²
0,6	$Ca = 0,90 + 0,105^{*} DAS$	0,9494
1,9	$Ca = 1,44 + 0,102^{*} DAS$	0,9605
3,2	$Ca = 1,66 + 0,087^{*} DAS$	0,8873
4,5	$Ca = 2,00 + 0,088^{*} DAS$	0,8875
Conjunta	$Ca = 1,50 + 0,096^{**} DAS$	0,9072
Declividade	$Dca = 0,1084 - 0,0051CE$	0,8345

* e ** - significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste t

Tabela 5. Equações de regressão e coeficientes de determinação, ajustados aos teores de magnésio (Mg) em função dos dias após a semeadura (DAS) para cada condutividade elétrica da água utilizada na irrigação das plantas de meloeiro

CE (dS m ⁻¹)	Equação	R ²
0,6	$Mg = 0,48 + 0,011^{*} DAS$	0,8414
1,9	$Mg = 0,56 + 0,010^{*} DAS$	0,8408
3,2	$Mg = 0,58 + 0,009^{\circ} DAS$	0,6639
4,5	$Mg = 0,57 + 0,001^{\circ} DAS$	0,7178
Conjunta	$Mg = 0,55 + 0,001^{**} DAS$	0,7507
Declividade	$Dmg = 0,0138 - 0,0024 CE$	0,7657

^o, * e ** - significativo a 10%, 5% e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste t

Avaliando as declividades das retas dos nutrientes em função de DAS, observa-se que estas diminuem com aumento da condutividade elétrica das águas, verificando que o aumento da condutividade influencia negativamente mais na absorção de potássio, depois no cálcio e por último no magnésio, indicado pelas declividades de -0,0080, -0,0051, -0,0024 para potássio, cálcio e magnésio, respectivamente. A diminuição na declividade com o aumento da salinidade da água indica diminuição na absorção de K, Ca e Mg. Isso provavelmente se deve a que, apesar da seletividade das plantas terem uma preferência pelo potássio em relação ao sódio, em meio salino, o sódio pode induzir a deficiência de potássio como também induzir a deficiência de cálcio, principalmente quanto a relação Na/Ca é maior que o valor limiar para cada cultura, como verificado por Janzen & Chang (1987).

A diminuição dos teores de N e K com o tempo deve-se ao efeito diluição desses nutrientes na planta. Este efeito é caracterizado quando a taxa de crescimento relativo de matéria seca é superior à taxa de absorção relativa do nutriente. Outro efeito que contribui para a diminuição dos teores de alguns nutrientes na planta é a retranslocação do nutriente das folhas mais velhas para o fruto que passa a se comportar como dreno, fato que é observado para elementos móveis na planta, como o nitrogênio e o potássio, principalmente nas épocas de enchimento e maturação dos frutos. Para Fontes (2001), é importante conhecer os fatores capazes de influenciar a concentração de nutrientes na planta, pois em todos os métodos de interpretação do resultado da análise foliar usa-se a concentração do nutriente como referencial. Todos os fatores que proporcionarem mudanças diferenciadas nos valores das taxas de crescimento e absorção dos nutrientes, acarretarão

diferentes concentrações do nutriente no tecido vegetal, caso a taxa de crescimento seja nula, isto é, houve paralisação do crescimento da planta e o nutriente continua a ser absorvido, ocorrerá a concentração do nutriente; se porém, ocorrer o oposto, ou seja, rápido crescimento da planta, e o nutriente estiver sendo absorvido em menor taxa, dar-se-á à diluição. A planta, ao iniciar o desenvolvimento, emite as raízes e, posteriormente, a parte aérea se desenvolve, tornando-se apta a fixar o CO₂ em presença de luz. Quando as folhas são ainda jovens (drenos) necessitam receber carboidratos e aminoácidos que advêm, inicialmente, das reservas das sementes e, posteriormente, das folhas já desenvolvidas (fonte), que podem exportar até 50 % dos fotossintetizados; o restante é usado no próximo metabolismo e na própria respiração.

O efeito concentração foi verificado para o cálcio e o magnésio, ou seja, aumento no teor desses nutrientes durante o ciclo da cultura. Isso era previsto para o Ca que é tido como imóvel na planta (Marschner, 1995), porém o mesmo comportamento foi verificado para o Mg, provavelmente devido ao solo apresentar teores altos deste cátion. O Mg não foi limitante ao crescimento e desenvolvimento das plantas de meloeiro. Além disso, uma quantidade de Mg foi aplicada ao solo pela presença deste nutriente na composição iônica da água de irrigação que, como já estando solúvel, apresenta alta disponibilidade do nutriente no solo, podendo não ser limitante ao meloeiro, conseqüentemente não translocando no interior das plantas. Mesmo tendo efeito concentração de Ca e Mg, estes diminuíram com aumento da salinidade da água de irrigação, implicando que a diminuição na absorção de Ca com aumento da salinidade pode causar deficiência do nutriente, afetando a fotossíntese, conseqüentemente o crescimento da planta, como verificado por Alarcón et al. (1999). A diminuição da taxa fotossintética diminui a fixação de carbono pela planta, diminuindo a energia disponível para a translocação dos nutrientes (Schwarz, 1995).

CONCLUSÕES

1. Para todas as águas, houve efeito diluição para os teores de nitrogênio e potássio enquanto para o cálcio e magnésio, houve efeito concentração em função dos dias de plantio;

2. Diminuíram os teores foliares de K, Ca e Mg com o aumento da salinidade da água de irrigação, afetando a salinidade negativamente a sua absorção, na seguinte ordem: K > Ca > Mg.

LITERATURA CITADA

- Alarcón, A.L., Madrid, R., Egea, C., Guillén, I. Calcium deficiency provoked by the application of different forms and concentrations of Ca²⁺ to soil-less cultivated muskmelons. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.81, p.89-102, 1999.
- Black, C.A. Soil fertility evaluation and control. Boca Raton: CRC Press, 1993. 746p.
- Carmo Filho, F. Mossoró: Um município do semi-árido: características climáticas e aspectos florestais. 2.ed. Mossoró: ESAM, 1989. 62p. (Coleção Mossoroense).
- Duarte, S.R. Alterações na nutrição mineral do meloeiro em função da salinidade da água de irrigação. Campina Grande: UFCG, 2002. 90 p. Dissertação de Mestrado
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999. 412p.
- Fontes, P.C.R. Diagnóstico do estado nutricional das plantas. Viçosa: UFV, 2001. 122p.
- FNP Consultoria e Comercio. Agriannual 2002: Anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2002. p.412-414.
- Glass, A. D. M. Plant nutrition: on introduction to current concepts. Boston: Jones and Bartlett Publishers, 1989. 234 p.
- Jazen, H.H., Chang, C. Cation nutrition of barley as influenced by soil solution composition in a saline soil. *Canadian Journal of Soil Science*, Ottawa v. 67, p.619-629. 1987.
- Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. New York: Academic Press, 1995. 889p.
- Menezes, J.B.; Filgueiras, H.A.C.; Alves, R.E.; Maia, C.E.; Andrade, G.G.; Almeida, J.H.S.; Viana, F.M.P. Características do melão para exportação. In: Alves, R.E. (org.). Melão pós-colheita. Brasília: Embrapa, 2000. cap.2, p.13-16.
- Prata, E. B. Acumulação de biomassa e absorção de nutrientes por híbridos de meloeiro (*Cucumis melo* L.). Fortaleza: UFC, 1999. 59 p. Dissertação Mestrado
- Regazzi, A.J. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão e a igualdade de alguns parâmetros no caso de dados de delineamentos experimentais. *Revista Ceres*, Viçosa, v.46, n.266, p.383-409, 1999.
- Rincon, L. S.; Saez, J.; Gomez, A.; Pellicer, C.; Madrid, R. Growth and nutrient absorption by muskmelon under greenhouse conditions. *Acta Horticulturae*, 458. In: International Symposium on Water Quality & Quantity – Greenhouse. v.1, 1998. 416p.
- Schwarz, M. Soilless culture management. New York: Springer-Verlag. 1995. 197p.
- Silva, F.C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa, 1999. 370p.
- Tyler, K. B.; Lorenz, O. A. Nutrient absorption on growth of four muskmelon varieties. *American Society of Horticulture Science*, Alexandria, v.84, p.364-371, 1964.