

## EFEITO DO NITRATO DE CÁLCIO NA REDUÇÃO DO ESTRESSE SALINO NO MELOEIRO<sup>1</sup>

OTONIEL BATISTA FERNANDES<sup>2</sup>, FRANCISCO HEVILÁSIO FREIRE PEREIRA<sup>2\*</sup>, WALDEMAR PEREIRA DE ANDRADE JÚNIOR<sup>2</sup>, ROBERTO CLEITON FERNANDES QUEIROGA<sup>2</sup>, FÁBIO MARTINS DE QUEIROGA<sup>3</sup>

**RESUMO** – Objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito da aplicação do nitrato de cálcio na redução do estresse no meloeiro submetido ao excesso de sais na água de irrigação. O experimento foi realizado no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA/UFCG) – Pombal - PB, no período de 19/09/2009 a 20/11/2009, utilizando o híbrido de melão ‘Hales Best Jumbo’. Os tratamentos foram constituídos de dois níveis de salinidade da água de irrigação (0,3 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>) versus doses de N na forma de nitrato de cálcio (5,5; 6,25; 7,0; 8,5 g de N por planta). O delineamento experimental foi o blocos casualizados, no esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições. Os maiores valores de fotossíntese, condutância estomática, transpiração, área foliar, massa seca total e produção de frutos por planta foram observados em plantas de melão irrigadas com água de baixa salinidade (0,3 dS m<sup>-1</sup>) em relação a salina (5,0 dS m<sup>-1</sup>) e nas doses de N compreendidas entre 6,10 e 8,5 g de N por planta para ambos os níveis de salinidade. O fornecimento de N na forma de nitrato de cálcio foi eficiente em reduzir no meloeiro o efeito estressante causado pela salinidade da água de irrigação até a dose de 6,20 g de N por planta. Em termos absolutos pode-se afirmar que o melhor desempenho do meloeiro foi obtido na dose de 6,25 g de N por planta para ambos os níveis de salinidade da água de irrigação.

**Palavras-chave:** *Cucumis melo*. Salinidade. Nitrogênio. Fotossíntese. Massa seca.

## EFFECT OF CALCIUM NITRATE IN THE REDUCTION OF SALINE STRESS IN MELON PLANT

**ABSTRACT** - This work aimed to evaluate the effect of the use of calcium nitrate on the reduction of stress in the melon plants exposed to excess salt in the irrigation water. The experiment was carried out at the Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA/UFCG), Pombal-PB, from 09/19/2009 to 11/20/2009, using the hybrid melon ‘Hales Best Jumbo’. The treatments consisted of the use of two levels of salinity of the irrigation water (0.3 and 5.0 dS m<sup>-1</sup>) versus rates of N in the form of calcium nitrate (5.5; 6.25; 7.0; 8.5 g N per plant). The experimental design was in randomized blocks, in factorial scheme 2x4, with four repetitions. The highest rates of photosynthesis, stomatic conductivity, transpiration, leaf area, total dry mass and the fruit yield per plant were observed in melon plants irrigated with water of low salinity (0.3 dS m<sup>-1</sup>) compared to the ones with the saline water (5.0 dS m<sup>-1</sup>), and for the rates of N between 6.10 and 8.5g of N per plant for both levels of salinity. The supply of N in the form of calcium nitrate was effective on reducing the stress in melon plant caused by the salinity of the irrigation water up to the rates of 6.20g of N per plant. In absolute terms we can affirm that the best performance of the melon plant was achieved with the dose of 6.25g of N per plant when irrigated with water of low salinity.

**Keywords:** *Cucumis melo*. Salinity. Nitrogen. Photosynthesis. Dry mass.

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 11/05/2010; aceito em 26/08/2010.

Trabalho de conclusão do curso de agronomia do primeiro autor.

<sup>2</sup>Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Campus Pombal, rua João Leite 517, Centro, 58840-000, Pombal - PB; otoniels-tr@hotmail.com; fhfpereira@ccta.ufcg.edu.br; jr-andrade@hotmail.com; robertocleiton@hotmail.com

<sup>3</sup>Departamento de Ciências Ambientais, UFRSA, Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró - RN; fmartinsubi@gmail.com

## INTRODUÇÃO

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma planta herbácea anual que se desenvolve bem em ambientes secos, quentes e bem ensolarados. A irrigação nessas regiões tem sido apontada como uma das alternativas para o desenvolvimento sócio-econômico, embora quando utilizada de maneira inadequada possa favorecer a salinização dos solos e a degradação dos recursos hídricos e edáficos (FONTES; PUIATTI, 2005).

O excesso de sais dissolvidos na solução do solo, ou mesmo na água de irrigação, é um dos mais graves problemas enfrentados pela agricultura mundial por proporcionar condições de estresse e de redução na produtividade nas mais variadas espécies de plantas cultivadas e, dentre elas, o meloeiro. Estima-se que atualmente cerca de 20% das terras cultivadas e aproximadamente metade das áreas irrigadas no mundo sejam afetadas por sais. No Brasil, existem cerca de 4,5 milhões de hectares salinizados, localizados principalmente na Região Nordeste, onde se concentram a maioria dos perímetros irrigados (GOMES et al., 2000).

A salinização dos solos pode ser tanto de origem natural como antropogênica. Entretanto, nessas áreas cultivadas, ela decorre, frequentemente, da ação do homem através da adoção de práticas agrícolas inadequadas que contribuem para o seu agravamento. Embora a ocorrência de solos salinos possa ser verificada nas mais distintas condições ambientais, este problema é mais freqüente em regiões áridas e semi-áridas. Isto se deve, principalmente, às condições climáticas favoráveis à concentração dos sais na superfície do solo, tais como, limitada precipitação pluvial, altas temperaturas, elevada demanda evaporativa e práticas de irrigação inadequadas como uso de água com elevada concentração salina, ou irrigação com manejo incorreto da lâmina de água (MELONI et al., 2003).

O meloeiro é considerado medianamente tolerante ao estresse salino (NAVARRO et al., 1999; SILVA JÚNIOR et al., 2006), apesar de reduções em sua produtividade terem sido comuns quando irrigado com água de elevada concentração salina. Barros et al. (2003) trabalhando com as cultivares de melão Trusty e Orange Flesh, obteve diminuição no rendimento comercial de 34% e 39%, respectivamente, com o aumento da salinidade da água de irrigação de 1,1 dS m<sup>-1</sup> a 4,5 dS m<sup>-1</sup>. Para Silva et al. (2005), a produtividade média de frutos comercializáveis para híbridos de melão, como o Gold Mine e o Trusty, teve declínio de 36%, sob água de irrigação de 4,4 dS m<sup>-1</sup> quando comparado com a água de 1,1 dS m<sup>-1</sup>.

Além do efeito osmótico da salinidade sobre as plantas e dos efeitos específicos, que podem ser de natureza tóxica ou de desbalanço entre nutrientes essenciais, existem evidências de competição na absorção entre nitrato e cloreto, de modo que um aumento na concentração de nitrato na zona radicular

pode inibir uma maior absorção de cloreto pela planta (AMOR et al., 2000). No meloeiro a aplicação suplementar de KNO<sub>3</sub> na concentração de 5mM reduziu o efeito salino por proporcionar aumento na relação K/Na, Ca/Na e na absorção de N (KAYA et al., 2007). Dessa forma, o aumento da dose de determinados fertilizantes aplicados em uma cultura sensível à salinidade poderá elevar estas relações nas folhas e, conseqüentemente, promover um aumento na tolerância da cultura à salinidade.

Diante do exposto o trabalho teve como objetivo aumentar o fornecimento de nitrogênio na forma de nitrato de cálcio como meio de reduzir a susceptibilidade da cultura do meloeiro ao excesso de sais na água de irrigação.

## MATERIAL E METODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Campus pom-bal – Pombal/PB, pertencente a Universidade Federal de Campina Grande (CCTA – UFCG), no período de 19/09/2009 a 20/11/2009. Utilizou-se o híbrido de melão 'Hales Best Jumbo', pertencente ao Grupo Cantaloupensis. O cultivo foi realizado em vasos com capacidade de 8L preenchido com solo peneirado (peneira nº 2). O solo utilizado é classificado como Neossolo flúvico, textura argilosa (areia grossa = 29; areia fina = 15; silte = 17 e argila = 39 dag kg<sup>-1</sup>), cujos resultados médios das análises químicas, antes da instalação do experimento, foram: pH em H<sub>2</sub>O (1:2,5) = 5,8; P = 58,5 mg dm<sup>-3</sup> e K = 76,0 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 4,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al = 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H + Al = 6,63 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB = 4,99 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC<sub>efetiva</sub> = 4,99 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e CTC<sub>total</sub> = 8,62 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. As características climáticas registradas no local durante a condução do experimento, encontram-se na Tabela 1.

A temperatura mínima e máxima e a umidade relativa do ar foram medidas diariamente, durante toda a condução do experimento, utilizando termohigrometro digital modelo HT-208 (ICEL-Manaus). A RFA foi medida ao longo do dia, em três diferentes épocas durante a condução do experimento, utilizando IRGA – LCPro<sup>+</sup> (Analytical Development, Kings Lynn, UK). Não houve precipitação pluviométrica durante a condução do experimento.

Os tratamentos foram constituídos por dois níveis de salinidade da água de irrigação (0,3 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>), utilizando-se para isso água de baixa salinidade suplementada ou não com NaCl, e quatro níveis de N fornecido na forma de nitrato de cálcio (5,5; 6,25; 7,0; 8,5 g de N por planta). Os três últimos níveis de nitrogênio propostos foram suplementares aos valores de nitrogênio recomendados para a cultura do meloeiro que é de 5,5 g por planta (CRISÓSTOMO et al., 2002). A dose de 5,5 g de N por planta foi obtida pela combinação entre nitrato

**Tabela 1.** Média dos dados climáticos coletados durante a condução do experimento.

Variáveis climáticas		Média diária
Temperatura do ar (°C)	Mínima	31,82
	Máxima	39,21
Umidade relativa do ar (%)	Mínima	16,15
	Máxima	45,30
RFA <sup>1</sup> ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )		1.317

<sup>1</sup>RFA – radiação fotossinteticamente ativa.

de potássio e cálcio na composição da solução nutritiva comum a todos os tratamentos. Os valores de N acima de 5,5 g de N por planta, nas demais doses, foram acrescidos utilizando-se apenas nitrato de cálcio. O delineamento experimental utilizado foi o blocos casualizados, no esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições. A unidade experimental foi composta por um vaso contendo duas plantas. Os vasos foram dispostos no espaçamento de 1,20 x 0,5 m.

A semeadura foi realizada em 19/09/2009, diretamente no solo a uma profundidade aproximada de 2,0 cm, colocando-se cinco sementes por vaso. A emergência, acima de 50% das plantas, foi observada após cinco dias da semeadura. O desbaste foi realizado 15 dias após a semeadura (DAS) deixando-se apenas duas plantas por vaso. Durante os 20 primei-

ros dias após a semeadura os vasos foram irrigados apenas com água de baixa salinidade. Após esse período foram aplicados juntamente com a água de irrigação os macro e micronutrientes, bem como, o NaCl nos tratamentos salinos e as doses suplementares de N. As quantidades de macro e micronutrientes aplicados durante a condução do experimento encontram-se na Tabela 2.

Os vasos foram alocados em valas e as plantas foram conduzidas na horizontal (rasteira) sem poda de ramos ou desbaste de frutos.

A quantidade de água aplicada por vaso variou no transcorrer do experimento de 0,2 a 4,0 L por dia, com um total durante o ciclo de 102,8 L por vaso. Foram realizadas três irrigações durante o dia (8, 12 e 16 h) elevando-se a umidade do solo a 100% da

**Tabela 2.** Quantidade de macro e micronutriente aplicados durante a condução do experimento.

Fertilizantes	Fórmula	Quantidade aplicada por vaso (g)
Fosfato de potássio	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	6,27
Nitrato de potássio	$\text{KNO}_3$	23,29*
Nitrato de cálcio	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	54,41*
Sulfato de magnésio	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	22,72
Ácido bórico	$\text{H}_3\text{BO}_3$	0,14
Sulfato de manganês	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0,08
Sulfato de zinco	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,01
Sulfato de cobre	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,03
Sulfato de ferro	$\text{FeSO}_4$	0,64
Molibdato de amônio	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0,06

\*As quantidades de nitrato de potássio e cálcio fornecidos nessa tabela são referentes apenas aos valores de N recomendado para a cultura do melão que é de 5,5 g por planta. Os valores de N superiores a 5,5 g por planta, nos demais níveis de N, foram suplementados apenas com nitrato de potássio.

capacidade de campo. O controle fitossanitário foi realizado de acordo com as necessidades e recomendações técnicas para a cultura (SILVA; COSTA, 2003).

As trocas gasosas foram avaliadas aos 50 dias após a semeadura (DAS), que corresponde a aproximadamente 80% do crescimento vegetativo. Nesta

ocasião foram determinadas a fotossíntese (A), a condutância estomática ( $g_s$ ), a transpiração (E) e a concentração intercelular de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ), medido com analisador de gás no infravermelho (IRGA) LCpro<sup>+</sup> (Analytical Development, Kings Lynn, UK) com fonte de luz constante de  $1.200 \mu\text{mol de f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

O crescimento e o acúmulo de massa seca foram avaliados aos 62 DAS em duas plantas por unidade experimental coletada cortando-as rente ao solo. Nessas plantas foram avaliadas: a área foliar, o número de folhas por planta e a massa seca total. A massa seca total foi determinada pela soma da massa seca das folhas, ramos e frutos obtidas após secagem em estufa, com circulação de ar forçada a 70 °C, por 72 horas. Para avaliação da produção foram colhidos frutos de duas plantas por vaso aos 62 DAS.

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, sendo realizado o ajuste de equações em relação às doses de N e teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação entre médias dos níveis de salinidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre a salinidade da água de irrigação e doses de N na forma de nitrato de cálcio para fotossíntese (A), transpiração (E) e condutância estomática ( $g_s$ ) (Figuras 1 e 2). Não se verificou efeito significativo para a concentração intercelular de  $CO_2$  (Figura 2).

Os maiores valores de fotossíntese foram de 22,50 e 17,9  $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$  nas doses de 8,50 e 6,50 g de N por planta quando se utilizou água de irrigação de baixa salinidade ( $CE = 0,3\ dS\ m^{-1}$ ) e salina ( $CE = 5,0\ dS\ m^{-1}$ ), respectivamente (Figura 1A e B). O incremento na taxa fotossintética proporcionados pelas doses de 8,50 e 6,50 g de N em relação a dose de 5,5 g de N por planta, recomendada para a cultura do melão, foi de 28,58 % ( $CE = 0,3\ dS\ m^{-1}$ ) e 4,58% ( $CE = 5,0\ dS\ m^{-1}$ ). Esses resultados demonstram que o meloeiro responde a adubação com nitrato de cálcio independentemente da água ser salina ou não. Assim, pode-se considerar que o nitrogênio na forma de nitrato de cálcio até a dose de 6,50 g por planta foi eficiente em reduzir no meloeiro o efeito estressante causado pela salinidade da água de irrigação. Acima de 6,50 g de N por planta houve redução na fotossíntese, possivelmente, devido a redução do potencial osmótico da solução do solo abaixo do tolerado pela cultura interferindo, assim, nas características fisiológicas da planta.

Considerando-se os níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de N verificou-se que os maiores valores de fotossíntese foram obtidos quando se utilizou água de baixa salinidade em relação a salina nas doses de 7,0 e 8,5 g de N por planta e não diferindo, entretanto, na dose de 5,5 e 6,25 g de N por planta (Figura 1C).

Os maiores valores de transpiração foram de 6,3 e 5,4  $mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$  nas doses de 7,2 e 6,2 g de N por planta quando se utilizou água de irrigação de baixa salinidade ( $CE = 0,3\ dS\ m^{-1}$ ) e salina ( $CE = 5,0\ dS\ m^{-1}$ ), respectivamente (Figura 1D e E). O incremento na transpiração proporcionados pelas doses de 7,2 e 6,2 g de N em relação a dose de 5,5 g de N por

planta, recomendada para a cultura do melão, foi de 17,17% ( $CE = 0,3\ dS\ m^{-1}$ ) e 0,91% ( $CE = 5,0\ dS\ m^{-1}$ ). A transpiração em plantas irrigadas com água de baixa salinidade reduziu a partir da dose 7,2 g de N por planta diferindo, assim, do comportamento verificado pela fotossíntese a qual aumentou com o incremento nas doses de N.

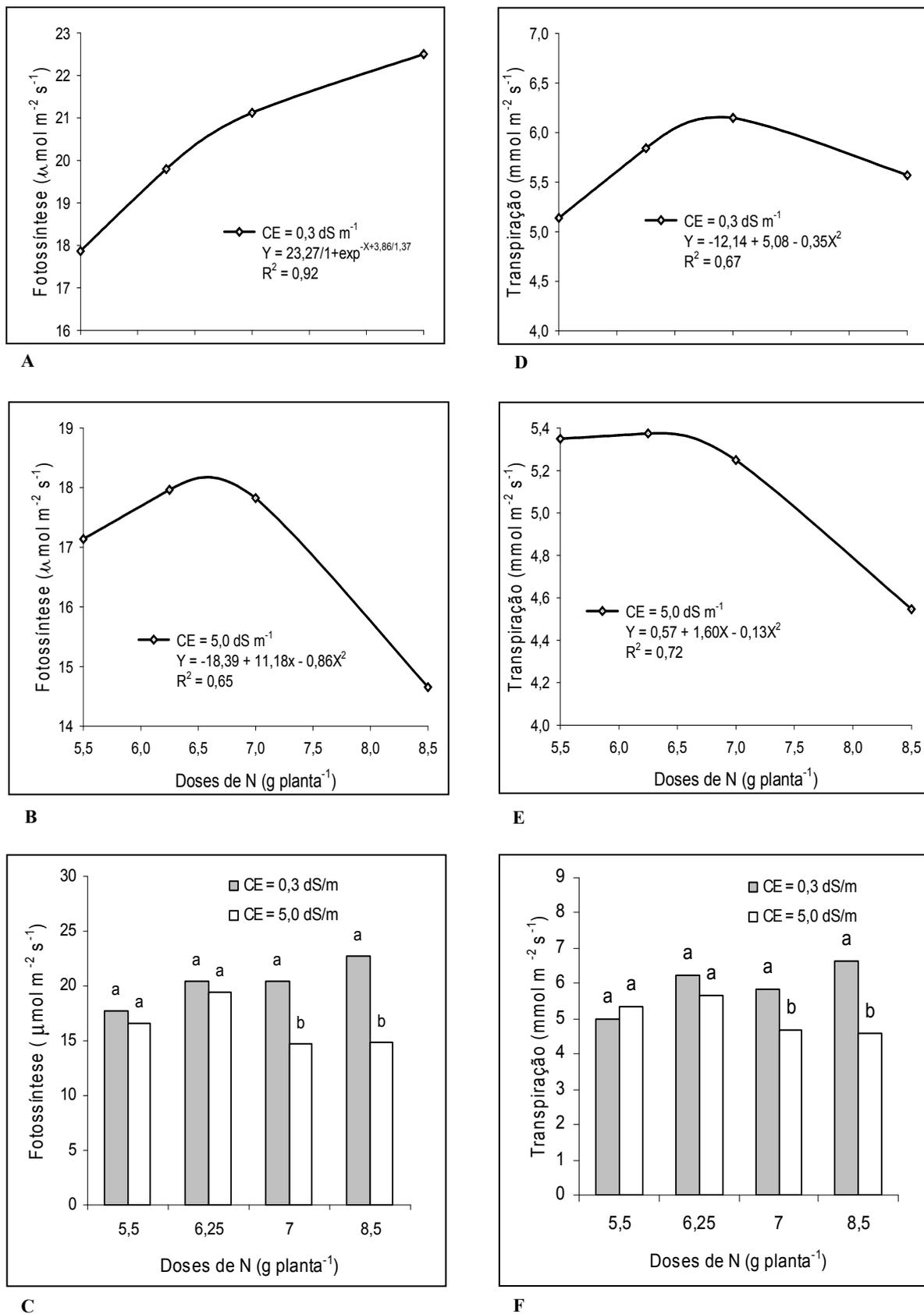
Esse comportamento não seguiu uma tendência comum ao verificado em trabalhos onde se avaliam as trocas gasosas. Normalmente a transpiração segue a mesma tendência da fotossíntese considerando-se que a assimilação de  $CO_2$  está atrelada a perda de água da planta para o ambiente. Por outro lado, a transpiração em plantas irrigadas com água salina apresentou o mesmo comportamento da fotossíntese. Acima de 6,2 g de N por planta verificou-se redução na transpiração, semelhantemente a fotossíntese que reduziu a partir da dose de 6,50 g de N por planta.

Considerando-se os níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de N verificou-se que os maiores valores de transpiração foram obtidos quando se utilizou água de baixa salinidade em relação a salina nas doses de 7,0 e 8,5 g de N por planta e, não diferindo, entretanto, nas doses de 5,5 e 6,25 g de N por planta (Figura 1F).

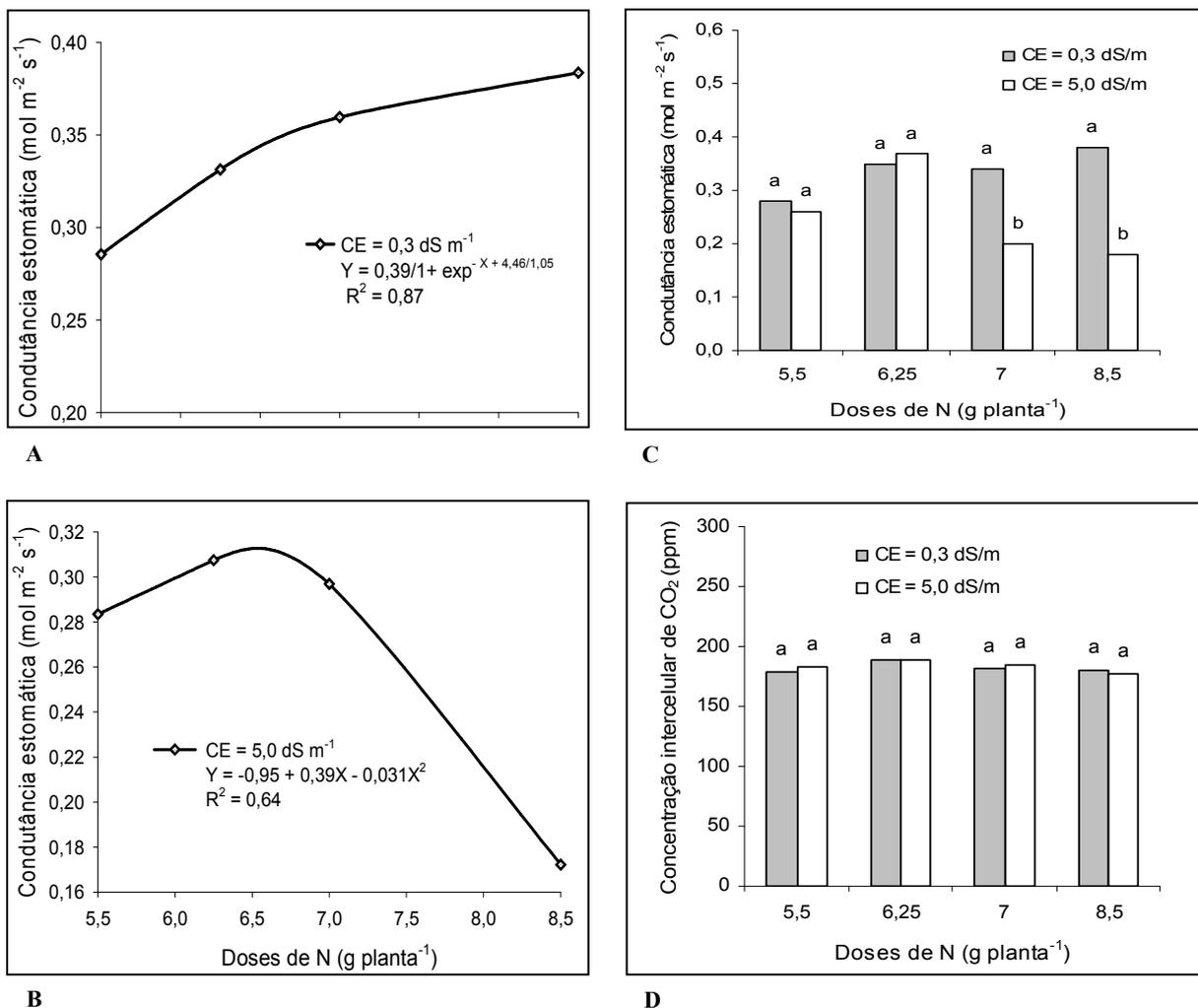
Os maiores valores de condutância estomática foram de 0,38 e 0,31  $mol\ m^{-2}\ s^{-1}$  nas doses de 8,5 e 6,29 g de N por planta quando se utilizou água de irrigação de baixa salinidade ( $CE = 0,3\ dS\ m^{-1}$ ) e salina ( $CE = 5,0\ dS\ m^{-1}$ ), respectivamente (Figura 2A e B). O incremento na condutância estomática proporcionados pelas doses de 8,5 e 6,29 g de N em relação a dose de 5,5 g de N por planta, recomendada para a cultura do melão, foi de 23,68% ( $CE = 0,3\ dS\ m^{-1}$ ) e 9,68% ( $CE = 5,0\ dS\ m^{-1}$ ). De acordo com esses resultados pode-se considerar que o nitrogênio na forma de nitrato de cálcio até as doses de 8,5 e 6,29 g por planta foi eficiente em induzir a abertura estomática no meloeiro o que proporcionou, em contrapartida, aumento na taxa fotossintética do meloeiro. Esse comportamento demonstra que o nitrato de cálcio utilizado de forma equilibrada pode reduzir no meloeiro o efeito negativo causado pela salinidade da água de irrigação. Acima de 6,29 g de N por planta houve redução na condutância estomática no tratamento salino, possivelmente, devido a redução do potencial osmótico-hídrico da solução do solo abaixo do tolerado pela cultura interferindo, assim, no processo de abertura estomática.

Considerando-se os níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de N verificou-se que os maiores valores de condutância foram observados quando se utilizou água de baixa salinidade em relação a salina nas doses de 7,0 e 8,5 g de N por planta e foram indiferentes nas doses de 5,5 e 6,25 g de N por planta (Figura 2C).

A concentração intercelular de  $CO_2$  não diferiu entre os níveis de salinidade e N (Figura



**Figura 1.** Fotossíntese e transpiração em plantas de melão submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de N.



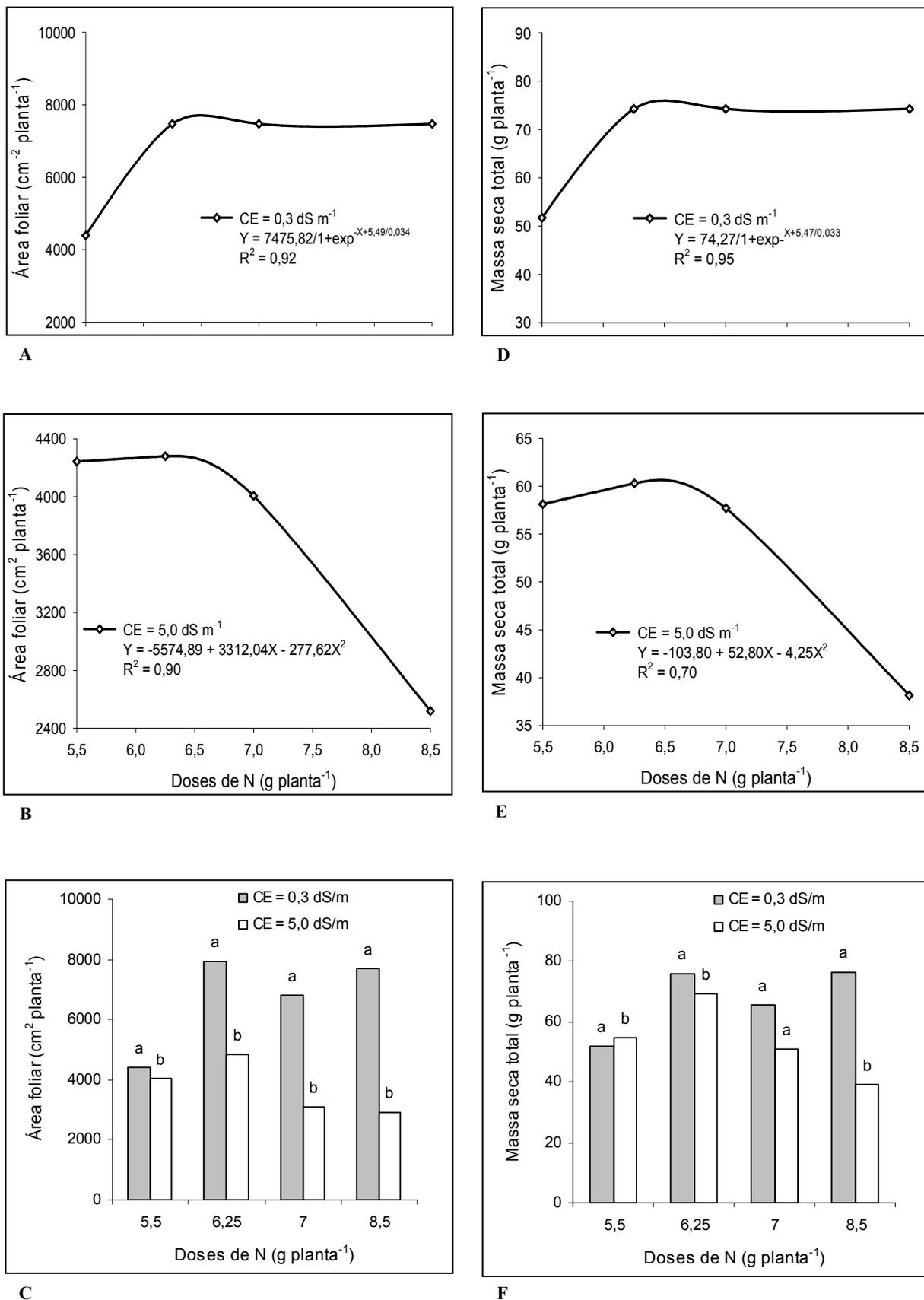
**Figura 2.** Condutância estomática e concentração intercelular de CO<sub>2</sub> em plantas de melão submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de N.

2D). Esse comportamento significa que a disponibilidade de CO<sub>2</sub> às plantas não foi limitada independentemente da concentração salina e de N aplicadas. Esse tipo de comportamento demonstra que a redução do processo fotossintético no tratamento salino não se deve apenas a redução da abertura estomática, mas, também, a danos na estrutura celular responsável pela assimilação de CO<sub>2</sub> provocadas, possivelmente, por redução no potencial osmótico-hídrico e acúmulo de íons fora da faixa tolerada pelas plantas de melão.

Sob condições salinas tem-se verificado redução na fotossíntese, na transpiração, na condutância estomática e redução ou aumento na concentração intercelular de CO<sub>2</sub> a depender do nível de estresse a que foi submetido a planta (LORETO et al., 1997; STEPIEN; KLOBUS, 2006; SCHMUTZ, 2000; MELONI et al., 2003). No entanto, em sua maioria essa diminuição é atribuída a redução na aquisição CO<sub>2</sub> pelo fechamento estomático. Em cv. de algodão sensível a salinidade a redução na taxa fotossintética foi de 35% em todas as concentrações de NaCl (50, 100

e 200 mol m<sup>-3</sup>), enquanto na cv. tolerante a redução foi de 10, 25 e 30%, nas respectivas concentrações. A condutância estomática (g<sub>s</sub>) seguiu a mesma tendência de redução em ambas as cultivares com o aumento da concentração salina (MELONI et al., 2003). Em espinafre (LORETO et al., 1997) e manga (SCHMUTZ, 2000) também verificaram diminuição na condutância estomática e difusão de CO<sub>2</sub> no mesófilo e, como conseqüência, diminuição na taxa fotossintética sob condições salinas.

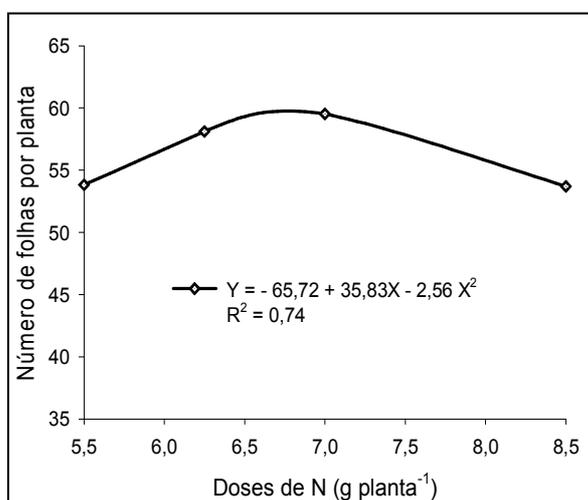
Os resultados apresentados nesse trabalho demonstram que o aumento até a dose de 6,50 g de N por planta na forma de nitrato de cálcio reduziu o efeito do estresse salino provocado por água de má qualidade. Existem evidências de competição na absorção entre nitrato e cloreto, de modo que um aumento na concentração de nitrato na zona radicular pode inibir uma maior absorção de cloreto pela planta. Em tomate tem-se verificado reduções nos teores de Cl<sup>-</sup> e Na<sup>+</sup> com o aumento das doses de N e K, respectivamente (KAFKAFI, 1984). Estes autores afirmam que plantas mais tolerante à salinidade exi-



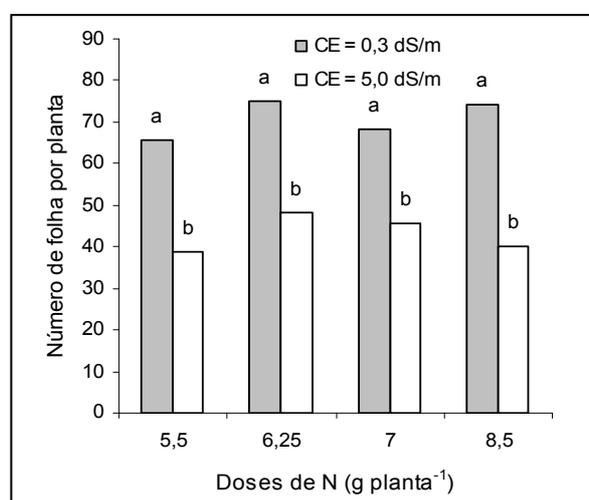
**Figura 3.** Área foliar e massa seca total em plantas de melão submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de N.

bem valores mais elevados de certas relações de nutrientes nas folhas do que aquelas menos tolerantes, sendo as relações N/Cl, K/Na e Ca/Na, as que mais se destacam. No meloeiro a aplicação suplementar de  $\text{KNO}_3$  na concentração de 5mM reduziu o efeito salino por proporcionar aumento na relação K/Na, Ca/Na e na absorção de N (KAYA et al., 2007). Sendo assim, a determinação de doses ótimas de determinados fertilizantes como o nitrato de potássio em culturas sensíveis à salinidade pode promover um aumento na tolerância a esse tipo de estresse.

Houve interação significativa entre a salinidade da água de irrigação e doses de N na forma de nitrato de cálcio para área foliar por planta (AFP) e massa seca total (MST) (Figuras 3). Para o número de folhas por planta verificou-se efeito significativo isolado para os fatores salinidade e doses de N (Figura 4).



A



B

**Figura 4.** Número de folhas em plantas de melão submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de N.

O maior número de folhas por planta foi de 59,63 obtido na dose de 6,90 g de N por planta. O maior número de folhas e as maiores áreas foliares por planta foram observadas em valores semelhantes de doses de N o que reforça a importância dessa variável no incremento da área foliar em plantas irrigadas com água de baixa salinidade ou salina. Considerando-se os níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de N verificou-se que os maiores números de folhas por planta foram obtidos quando se utilizou água de baixa salinidade em relação a salina independentemente das doses de N por planta (Figura 4B).

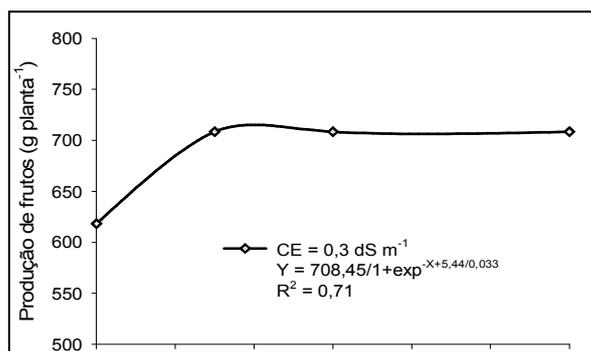
Os maiores valores de massa seca total foram de 74,27 e 60,19 g por planta nas doses de 6,25 e 6,21 g de N por planta quando se utilizou água de irrigação de baixa salinidade ( $\text{CE} = 0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) e salina ( $\text{CE} = 5,0 \text{ dS m}^{-1}$ ), respectivamente (Figura 3D e E). O incremento na massa seca total propor-

Os maiores valores de área foliar foram de 7.475,82 e 4.303,03  $\text{cm}^2$  por planta nas doses de 6,25 e 6,20 g de N por planta quando se utilizou água de irrigação com baixa concentração de sais ( $\text{CE} = 0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) e salina ( $\text{CE} = 5,0 \text{ dS m}^{-1}$ ), respectivamente (Figura 3A e B). O incremento na área foliar proporcionados pelas doses de 6,25 e 6,20 g de N em relação a dose de 5,5 g de N por planta foi de 41,19% ( $\text{CE} = 0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) e 1,39% ( $\text{CE} = 5,0 \text{ dS m}^{-1}$ ). Esses resultados demonstram que o aumento na adubação com nitrato de cálcio até a dose de 6,25 ( $\text{CE} = 0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) e 6,20 g de N por planta ( $\text{CE} = 5,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) favorece o aumento da pressão de turgor e, consequentemente, a maior expansão do limbo foliar.

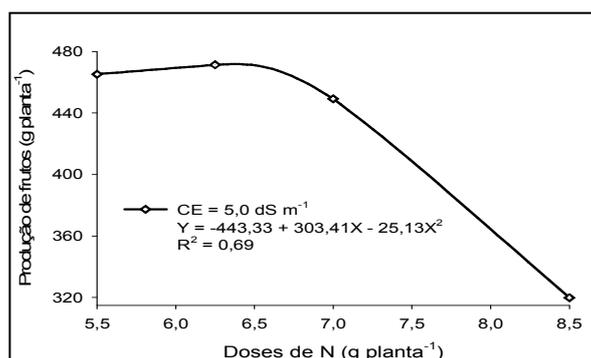
Outro fator que contribuiu para o aumento na área foliar, independentemente da salinidade da água de irrigação, foi o número de folhas por planta (Figura 4A).

cionados pelas doses de 6,25 e 6,21 g de N em relação a dose de 5,5 g de N por planta, recomendada para a cultura do melão, foi de 30,34% ( $\text{CE} = 0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) e 3,57% ( $\text{CE} = 5,0 \text{ dS m}^{-1}$ ). Esses resultados demonstram que o aumento na adubação com nitrato de cálcio até a dose de 6,25 ( $\text{CE} = 0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) e 6,21 g de N por planta ( $\text{CE} = 5,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) contribuiu para o maior aporte de fotoassimilados pelo meloeiro. O maior acúmulo de massa seca total nessas doses de N é proporcionado por um efeito combinado entre as maiores taxas de fotossíntese e de área foliar por planta em doses de N semelhantes.

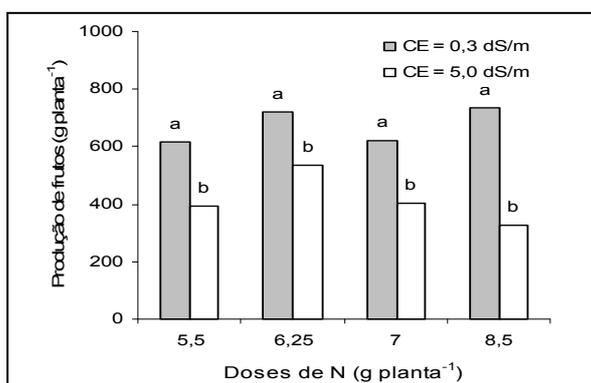
Considerando-se os níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de N verificou-se que os maiores valores de massa seca total foram observados quando se utilizou água de baixa salinidade em relação a salina nas doses de 5,5; 6,25; 8,5 g de N por planta e indiferentes na dose de 7,0 g de N por planta (Figura 3F).



A



B



C

**Figura 5.** Produção de frutos em plantas de melão submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de N.

Redução geral no crescimento e acúmulo de massa seca na planta tem sido um comportamento clássico verificado por diversos autores quando as plantas são submetidas ao estresse salino (FARIAS et al., 2003; MEDEIROS et al., 2007; SILVA et al., 2008; ARAGÃO et al., 2009). Este comportamento é atribuído possivelmente a redução no potencial hídrico da solução externa gerado pelo efeito osmótico dos sais  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  adicionados, dificultando a absorção de água pelas raízes das plantas e, conseqüentemente, reduzindo a turgescência foliar. Como a água é um dos fatores essenciais para a expansão celular, a sua limitação implica em menor crescimento de células e tecidos. Outro fator que devemos conside-

rar está relacionado a diminuição nas taxas fotossintéticas possivelmente devido ao comprometimento do complexo enzimático que compõem a fase carbocilativa causado pelo efeito tóxico das altas concentrações de sais, diminuindo assim a fixação do  $\text{CO}_2$  (Figuras 1C) e formação de esqueletos carbônicos importantes no incremento da biomassa. Botía et al. (2005) verificaram que o aumento salinidade da água de irrigação de 1,3 a 6,1 dS m<sup>-1</sup> reduziu significativamente o crescimento vegetativo em 30% para o melão Gália e em 25% para o Amarelo Ouro. Em tomate verificou-se que o aumento nos níveis de salinidade também proporcionou redução de 52,47% na área folia, de 35,90% no número de folha por planta, 63,20% na massa seca total (PEREIRA et al., 2005). Resultados semelhantes foram obtidos em algodoeiro com redução na área foliar e massa seca em todas as partes da planta com o aumento na concentração salina (MELONI et al., 2001).

Houve interação significativa entre salinidade da água de irrigação e doses de N na forma de nitrato de cálcio para produção de frutos (Figura 5). Os maiores valores de produção de frutos foram de 708,45 e 472,28 g por planta nas doses de 6,25 e 6,10 g de N por planta quando se utilizou água de irrigação de baixa salinidade (CE = 0,3 dS m<sup>-1</sup>) e salina (CE = 5,0 dS m<sup>-1</sup>), respectivamente (Figura 5A e B). O incremento na produção de frutos proporcionados pelas doses de 6,25 e 6,1 g de N em relação a dose de 5,5 g de N por planta, recomendada para a cultura do melão, foi de 12,72% (CE = 0,3 dS m<sup>-1</sup>) e 1,51% (CE = 5,0 dS m<sup>-1</sup>). A produção de frutos por planta é um reflexo dos maiores valores de fotossíntese e de área foliar por planta em doses de N semelhantes. As doses de 6,25 e 6,10 g de N correspondem a 125 e 122 kg ha<sup>-1</sup>, levando-se em consideração uma população de 20.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Faria et al. (1994) obtiveram a dose ótima de 74 kg/ha de N para a produção de melão em um Vertissolo.

Considerando-se os níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de N verificou-se que os maiores valores de produção de frutos foram observados quando se utilizou água de baixa salinidade em relação a salina independentemente das doses de N aplicadas por planta (Figura 5C).

Redução na produtividade do meloeiro tem sido comportamento comum quando se utiliza água de irrigação com elevada concentração de sais. Barros et al. (2003) trabalhando com as cultivares de melão Trusty e Orange Flesh obteve diminuição linear no rendimento comercial de 34% e 39%, respectivamente, com o aumento da salinidade da água de irrigação de 1,1 dS m<sup>-1</sup> a 4,5 dS m<sup>-1</sup>. De acordo com Silva et al. (2005) a produtividade média de frutos comercializáveis para híbridos de melão, como o Gold Mine e o Trusty, teve declínio de 36%, utilizando água de irrigação de 4,4 dS m<sup>-1</sup> quando comparado com a água de 1,1 dS m<sup>-1</sup>. Botía et al. (2005) verificaram redução na produção de frutos comerciais de 12% para o melão Gália e de 39% para o melão A-

marelo Ouro, quando a salinidade da água de irrigação variou de 1,3 a 6,1 dS m<sup>-1</sup>.

## CONCLUSÕES

Os maiores valores de fotossíntese, condutância estomática, transpiração, área foliar, massa seca total e produção de frutos por planta são observados em plantas de melão irrigadas com água de concentração salina de 0,3 dS m<sup>-1</sup> em relação a 5,0 dS m<sup>-1</sup> e nas doses de N compreendidas entre 6,10 e 8,5 g de N;

O fornecimento de N na forma de nitrato de cálcio é eficiente na redução do estresse no meloeiro causado pela salinidade da água de irrigação até a dose de 6,20 g de N por planta;

Em termos absolutos pode-se afirmar que o melhor desempenho do meloeiro é obtido na dose de 6,25 g de N por planta para ambos os níveis de salinidade da água de irrigação.

## REFERÊNCIAS

- AMOR, F. M. del et al. Gás Exchange, water relations, and ions concentrations of salt-stressed tomato and melon plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 23, n. 9, p. 1315-1325, 2000.
- ARAGÃO, C. A. et al. Avaliação de cultivares de melão sob condições de estresse salino. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 161-169, 2009.
- BARROS, A. D. et al. Comportamento produtivo do meloeiro em relação à salinidade e frequência de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v. 8, n. 1, p. 44-50, 2003.
- BOTÍA, P. et al. V. Yield and fruit quality of two melon cultivars irrigated with saline water at different stages of development. **European Journal of Agronomy**, v. 23, p. 243-253, 2005.
- CRISÓSTOMO, L. A. et al. **Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no Nordeste**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 21 p. (Circular Técnica, 14).
- FARIAS, C. H. A. et al. Crescimento e desenvolvimento da cultura do melão sob diferentes lâminas de irrigação e salinidade da água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 445-450, 2003.
- FONTES, P. C. R.; PUIATTI, M. Cultura do melão. In: FONTES, P. C. R. (Ed.). **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa, MG: UFV, 2005. p. 407-428.
- GOMES, E. M.; GHEYI, H. R.; SILVA, E. F. F. Melhorias nas propriedades químicas de um solo salino-sódico e rendimento de arroz, sob diferentes tratamentos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 355-361, 2000.
- KAFKAFI, U. Plant nutrition under saline conditions. In: SHAINBERG, I.; SHALHEVET, K (Ed.). **Soil salinity under irrigation**. Berlin: Springer-Verlag, 1984. p. 319-338. (Ecological Studies, 51).
- KAYA, C. et al. Improved salt tolerance of melon (*Cucumis melo* L.) by the addition of proline and potassium nitrate. **Environmental and Experimental Botany**, v. 60, n. 3, p. 397-403, 2007.
- LORETO, F.; DELFINE, S.; ALVINO, A. On the contribution of mesophyll resistance to CO<sub>2</sub> diffusion to photosynthesis limitation during water and salt stress. **Acta Horticulturae**, v. 449, n. 2, p. 417-422, 1997.
- MEDEIROS, J. F. et al. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 3, p. 248-255, 2007.
- MELONI, D. A. et al. Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. **Journal of Plant Nutrition**, v. 24, n. 3, p. 599-612, 2001.
- MELONI, D. A. et al. Photosynthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress. **Environmental and Experimental Botany**, v. 49, n. 1, p. 69-76, 2003.
- NAVARRO, J. M.; BOTELLA, M. A.; MARTINEZ, V. Yield and fruit quality of melon plants grown under saline conditions in relation to phosphate and calcium nutrition. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 74, n. 5, p. 573-578, 1999.
- PEREIRA, F. H. F. et al. Trocas gasosas em plantas de tomateiro submetidas a condições salinas. **Horticultura Brasileira**, Campo Grande, v. 22, n. 2, 2005. CD-ROM.
- SCHMUTZ, U. Effect of salt stress (NaCl) on whole plant CO<sub>2</sub>-gas exchange in mango. **Acta Horticulturae**, v. 509, n. 1, p. 269-276, 2000.
- SILVA JÚNIOR, M. J. et al. Acúmulo de matéria seca e absorção de nutrientes pelo meloeiro pele-de-sapo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 364-368, 2006.

SILVA, H. R.; COSTA, N. D. **Melão produção:** aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Hortaliças e Semiárido. 225 p. 2003. (Embrapa Informação Tecnológica).

SILVA, J. K. M. et al. Efeito da salinidade e adubos orgânicos no desenvolvimento da rúcula. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 5, p. 30-35, 2008.

SILVA, M. M. C. et al. Produtividade de frutos do meloeiro sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, com e sem cobertura do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 202-205, 2005.

STEPIEN, P.; KLOBUS, G. Water relations and photosynthesis in *Cucumis sativus* L. leaves under salt stress. **Biologia Plantarum**, v. 50, n. 4, p. 610-616, 2006.