

ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS EM FEIJÃO-CAUPI IRRIGADO COM ÁGUA SALINA E ADUBAÇÃO NITROGENADA

PHYSIOLOGICAL CHANGES IN COWPEA UNDER SALINE WATER AND NITROGEN FERTILIZATION

Guilherme de Freitas Furtado^{1*}; Lauriane Almeida dos Anjos Soares¹; Jônatas Raulino Marques de Sousa¹; Elysson Marks Gonçalves de Andrade¹; Hugo Orlando Carvalho Guerra².

Resumo: O excesso de sais no solo causa prejuízos fisiológicos em vegetais como, redução da fotossíntese, transpiração e condutância estomática, comprometendo o desenvolvimento das culturas. Considerando a importância do feijão – caupi na dieta do nordestino, objetivou-se no presente estudo avaliar os parâmetros fisiológicos em feijão-caupi cv. BRS Pajeú sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio. O experimento foi conduzido em lisímetros de drenagem, no período de junho a setembro de 2013 em ambiente protegido. Utilizaram-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial (5 x 5), sendo cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,9; 1,8; 2,7; 3,6 e 4,5 dS m⁻¹) e cinco doses de adubação nitrogenada (70; 100; 130; 160 e 190% da recomendação indicada para ensaios em vasos). Avaliaram-se a fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), concentração interna de CO₂(Ci), eficiência instantânea da carboxilação (EICi) e eficiência intrínseca do uso da água (EUA). A adubação nitrogenada comportou-se de maneira semelhante nos diferentes níveis de salinidade da água utilizada na irrigação. Com exceção da concentração interna de CO₂ as trocas gasosas reduziram-se linearmente com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata* (L.) walp., condutividade elétrica, fertilização nitrogenada.

Abstract: Excess salts in the soil cause physiological damage in vegetables such as, reduction of photosynthesis, transpiration and stomatal conductance, compromising crop development. The objective was to study the physiological parameters in cowpea cv. BRS Pajeú under different levels of salinity of irrigation water and doses of nitrogen. The experiment was conducted in drainage lysimeters in the period June to September 2013 in a greenhouse. An experimental design of randomized blocks was used in factorial (5 x 5), five levels of electrical conductivity of irrigation water - ECw (0.9, 1.8, 2.7, 3.6 and 4, 5 dS m⁻¹) and five doses of nitrogen fertilization (70, 100, 130, 160 and 190% of nitrogen recommended for pot experiment). The study evaluated photosynthesis (A), transpiration (E), stomatal conductance (gs), internal concentration of CO₂ (Ci), instantaneous efficiency of carboxylation (EICi) and intrinsic water use efficiency (EUA). Nitrogen fertilization behaved similarly in different levels of salinity of irrigation water. Except internal concentration of CO₂ gas exchange decreased linearly with increasing electrical conductivity of irrigation water.

Keywords: *Vigna unguiculata* (L.) walp., electrical conductivity, nitrogen fertilization.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) walp.) é uma leguminosa de elevado valor socioeconômico para o Brasil, como suprimento alimentar, na fixação de mão de obra no campo e como componente da produção agrícola (BEZERRA et al., 2008; ROCHA et al., 2009), é cultivado, predominantemente, nas regiões Norte e Nordeste (FREIRE FILHO et al., 2005). A alta sensibilidade do feijão-caupi ao déficit hídrico no solo, aliada às incertezas climáticas, notadamente às variações pluviométricas entre anos e locais de cultivo, tem proporcionado baixos rendimentos desta cultura (ANDRADE JÚNIOR,

2000), que considerando a média da Paraíba foi de apenas 120, 6 kg ha⁻¹ na safra de 2012 (IBGE, 2012).

Apesar de ser considerado por muitos como uma cultura de subsistência, o uso da irrigação tem sido uma prática recorrente no cultivo do feijão-caupi. De acordo com Mousinho et al. (2008) a prática da irrigação garante a viabilidade econômica do cultivo dessa leguminosa, principalmente em regiões onde há baixa disponibilidade hídrica. Entretanto o uso de água de qualidade inadequada, associado ao manejo do sistema solo-água-planta, e à deficiência do sistema de drenagem tem causado sérios problemas de salinidade em áreas irrigadas.

*autor para correspondência

Recebido para publicação em 29/09/2013; aprovado em 14/10/2013

¹ Eng. Agrônomo, Pós-graduando em Engenharia Agrícola, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil. E-mail: gfreitasagro@gmail.com

² Eng. Agrônomo, Professor Titular, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil. E-mail: hugo_carvalho@hotmail.com

O feijão-caupi é considerada uma espécie moderadamente tolerante à salinidade da água de irrigação, apresentando salinidade limiar de 3,3 dS m⁻¹ (AYERS & WESTCOT, 1999). O excesso de sais no solo causa prejuízos no desenvolvimento de plantas, reduzindo a atividade dos íons em solução e alterando os processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes na planta (LACERDA, 2005).

Grande parte dos vegetais acumula compostos nitrogenados na forma de aminoácidos como forma de tolerância ao estresse salino (GADALLAH 1999, MANSOUR, 2000; MELONI et al., 2001). Tais compostos atuam no ajuste osmótico, proteção de macromoléculas celulares, estocagem de nutrientes, manutenção do pH celular, desintoxicação de células e minimização dos efeitos das espécies reativas de oxigênio (ASHRAF & HARRIS, 2004). De acordo com Kaya et al. (2007) a aplicação de KNO₃ ou Ca(NO₃)₂ tem proporcionado redução no efeito salino devido a incrementos na relação K/Na, Ca/Na e na absorção de nitrogênio.

Diante do exposto objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de doses de nitrogênio sob os parâmetros fisiológicos em feijão-caupi irrigado com água salina.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período de junho a setembro de 2013 em ambiente protegido pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências e Tecnologia e Recursos Naturais (CTR/N), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), situada nas coordenadas geográficas de 7°13'11" latitude sul e 35°53'31" longitude oeste e altitude de 547,56 m(INMET).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos inteiramente casualizados, com tratamentos arranjados em esquema fatorial 5 x 5, com três repetições, sendo os tratamentos compostos pela combinação de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,9; 1,8; 2,7; 3,6 e 4,5 dS m⁻¹) e cinco doses de adubação nitrogenada-D [70; 100; 130; 160 e 190% da recomendação de adubação nitrogenada para ensaios em vasos, conforme Novais et al. (1991)].

A solução salina foi obtida pela dissolução de cloreto de sódio (NaCl), de cálcio (CaCl₂.2H₂O) e de magnésio (MgCl₂.6H₂O) na água de irrigação numa proporção de 7:2:1, respectivamente, tomando-se como base a água proveniente do sistema de abastecimento local de Campina Grande, PB, cuja quantidade foi determinada conforme descrito na equação de Richards (1954), levando em consideração a relação entre a CEa e a concentração de sais (10*meq L⁻¹ = 1 dS m⁻¹ de CEa). As respectivas águas foram acondicionadas e armazenadas em vasos plásticos de 100 L de capacidade.

Utilizou-se a cultivar de feijão-caupi 'BRS Pajeú', a qual possui crescimento indeterminado porte semi-prostrado, ciclo de 70 a 75 dias, com tempo médio de 39 dias para a floração e produtividade média sob irrigação de 1.863 kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2009).

Foram usados no experimento lisímetros de drenagem com capacidade para 10 L, preenchidos com 0,3 kg de brita (nº zero) a qual cobria a base e 14 kg de material de solo (tipo areia franca) não salino e não sódico, devidamente destorroado e proveniente do Município de Campina Grande, PB, cujas características físico-químicas (Tabela 1), foram determinadas conforme metodologia proposta pela Embrapa (1997).

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento

Característica	Valor
Classificação textural	Areia franca
Densidade do solo – g cm ⁻³	1,77
Porosidade - %	38,59
Complexo sortivo (meq/100g de solo)	
Cálcio (Ca ²⁺)	2,37
Magnésio (Mg ²⁺)	3,09
Sódio (Na ⁺)	0,37
Potássio (K ⁺)	0,18
Extrato de saturação	
pH _{ps}	6,47
CE _{es} – dS m ⁻¹	1,52
Cloro (Cl ⁻) (meq L ⁻¹)	10,00
Carbonato (CO ₃ ²⁻) (meq L ⁻¹)	0,00
Bicarbonato (HCO ₃ ⁻) (meq L ⁻¹)	5,10
Cálcio (Ca ²⁺) (meq L ⁻¹)	5,00
Magnésio (Mg ²⁺) (meq L ⁻¹)	16,25
Sódio (Na ⁺) (meq L ⁻¹)	9,18
Potássio (K ⁺) (meq L ⁻¹)	0,60

Para adubação de fundação foi aplicado por vaso: 35 g de monoamônio fosfato, 3,5 g de KCl, 0,5 g de húmus de

minhoca e 1/3 de N (uréia). Após o condicionamento do material do solo nos lisímetros colocou-se em capacidade

de campo, saturando o solo por capilaridade, seguida por drenagem livre, com as distintas águas conforme tratamentos pré estabelecidos.

O resto do nitrogênio foi parcelado em duas vezes e aplicada via fertirrigação em intervalos de sete dias a partir de 15 DAS, sendo aplicados por vaso no tratamento com 100% da recomendação de N, 29,16 g de monoamônio fosfato (MAP) mais 0,95 g de uréia. A quantidade de adubo aplicado nos demais tratamentos foi calculada conforme a dosagem de 100% de N. Realizou-se ainda, uma adubação foliar aos 32 DAS, usando Ubyfol na proporção de 0,5 kg do fertilizante foliar para 100 L de água, distribuídos nas plantas com auxílio de um pulverizador costal.

O plantio foi realizado no dia 16 de junho de 2013, semeando-se quatro sementes por lisímetro a 5 cm de profundidade e distribuídas de forma equidistante, sendo os mesmos distribuídos em bancadas de 1 m de altura com fileiras simples espaçadas de 1,7 m e 0,40 m entre plantas dentro da fileira.

A emergência das plântulas teve início no terceiro dia após o semeio (DAS) e continuou até o sexto dia. Aos 10 DAS realizou-se o primeiro desbaste, deixando-se apenas duas plantas por lisímetro, as que apresentavam o melhor vigor. Aos 15 DAS foi realizado novo desbaste, onde eliminou-se uma planta por lisímetro.

As plantas foram irrigadas a cada dois dias, aplicando-se em cada lisímetro água com seus respectivos níveis de condutividade elétrica. As irrigações foram realizadas com base no balanço hídrico, acrescido em uma fração de lixiviação de aproximadamente 0,01. Os tratos culturais realizados durante a condução resumiram-se em eliminação manual de plantas daninhas, tutoramento das plantas, escarificação superficial do solo antes de cada irrigação e visando o controle fitossanitário foram realizadas duas pulverizações com fungicida à base de oxicleto de cobre de acordo com a recomendação para a cultura.

Aos 30 DAS foram avaliados as seguintes variáveis: taxa de assimilação de CO₂ (Fotossíntese) (A) (μmol m⁻² s⁻¹), transpiração (E) (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), condutância

estomática (gs) (mol de H₂O m⁻² s⁻¹), concentração interna de CO₂ (Ci) (μmol m⁻² s⁻¹) na terceira folha a partir do ápice, utilizando-se equipamento portátil de análises de trocas gasosas por meio de infravermelho (IRGA), denominado "LCPro+" da ADC BioScientific Ltda. Após a coleta dos dados foram quantificadas a eficiência intrínseca do uso da água (EUA) (A/E) [(μmol m⁻² s⁻¹) (mol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹] e a eficiência instantânea da carboxilação (EICi) (A/Ci) (KONRAD et al., 2005; MELO et al., 2009).

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F' e nos casos de significância, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática utilizando do software estatístico SISVAR-ESAL (Lavras, MG) (FERREIRA, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se a partir dos resultados do teste de F (Tabela 2) que a salinidade da água de irrigação afetou significativamente as variáveis: taxa de assimilação de CO₂ (A) (μmol m⁻² s⁻¹), transpiração (E) (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), condutância estomática (gs) (mol de H₂O m⁻² s⁻¹), eficiência instantânea da carboxilação (EICi) (A/Ci) e eficiência intrínseca do uso da água (EUA) [(μmol m⁻² s⁻¹) (mol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹]. Todavia não houve efeito significativo do fator doses de adubação nitrogenada e da interação entre os fatores S x D para nenhuma variável analisada. Tal resultado demonstra que as doses de N comportaram-se de maneira semelhante em diferentes níveis de salinidade da água utilizada na irrigação. No entanto, de acordo com Feijão et al. (2011) a nutrição de plantas de sorgo com 8,0 mM de NO₃⁻ proporcionou maiores trocas gasosas em relação a plantas nutridas com apenas 0,5 mM de NO₃⁻. Tabatabaei (2006) verificou que o aumento da concentração de N no meio de cultivo induziu a redução da A, E e gs em oliveira. Dessa forma, verifica-se que a aplicação de N como atenuador do estresse salino em plantas comporta-se de maneira diferenciada entre as espécies vegetais.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para a taxa de assimilação de CO₂ (Fotossíntese) (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), concentração interna de CO₂ (Ci), eficiência instantânea da carboxilação (EICi) e a eficiência intrínseca do uso da água (EUA) do feijão-caupi em função da condutividade elétrica da água de irrigação e doses de nitrogênio

Fonte de Variação	Quadrados médios					
	A	E	gs	Ci	EICi	EUA
Níveis salinos (S)	54,9576*	0,6451*	0,0354**	996,5533 ^{ns}	0,0013*	4,1406*
Reg. Linear	219,6392**	2,1816**	0,1249**	977,9266 ^{ns}	0,0050**	9,3000*
Reg. Quadrática	0,0676 ^{ns}	0,2118 ^{ns}	0,0120 ^{ns}	1872,0428 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	3,6351 ^{ns}
Doses de N (D)	8,1933 ^{ns}	0,1672 ^{ns}	0,0077 ^{ns}	236,2866 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,4072 ^{ns}
S x D	8,8824 ^{ns}	0,1416 ^{ns}	0,0063 ^{ns}	725,2450 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	1,3882 ^{ns}
Bloco	120,6213**	0,6708*	0,1035**	13243,3600**	0,0061**	6,3838 ^{ns}
CV (%)	28,41	22,28	35,28	11,07	35,35	18,66

(**), (*), (ns) significativos a (p ≤ 0,01) e (p ≤ 0,05) e não significativo respectivamente, pelo teste de F.

O aumento dos níveis salinos das águas de irrigação provocou redução linear da taxa de assimilação de CO₂ (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e condutância estomática (gs) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), apresentando uma redução respectivamente de 7,5%, 5, 45% e 9,33% por incremento unitário da CEa, ou seja, as plantas quando irrigadas com água de 4,5 dS m⁻¹ tiveram uma diminuição respectivamente de 29,99%, 21,81% e 37,32% em relação às plantas que receberam água de 0,9 dS m⁻¹ (Figura 2A, B e C). De acordo com Silva et al. (2011) a elevação da salinidade do solo decorrente da irrigação com água salina provoca redução nas trocas gasosas do feijão-caupi. Assis Junior et al. (2007)

verificaram que a irrigação com água de condutividade elétrica de 5 dS m⁻¹ afeta as trocas gasosas em plantas de feijão-de-corda. Tais resultados podem estar relacionados ao fechamento estomático associado aos efeitos osmóticos e iônicos causados pela salinidade da água de irrigação (LARCHER, 2006). Segundo Taiz & Zeiger (2009) o processo de difusão de CO₂ depende da abertura dos estômatos, o que reflete na transpiração. No entanto, segundo Kurbanet al. (1999) a redução na taxa fotossintética pelo estresse salino estão mais relacionadas com os danos no aparelho fotossintético e/ou no sistema enzimático de fixação do CO₂ em decorrência da toxidez iônica sobre o metabolismo fotossintético.

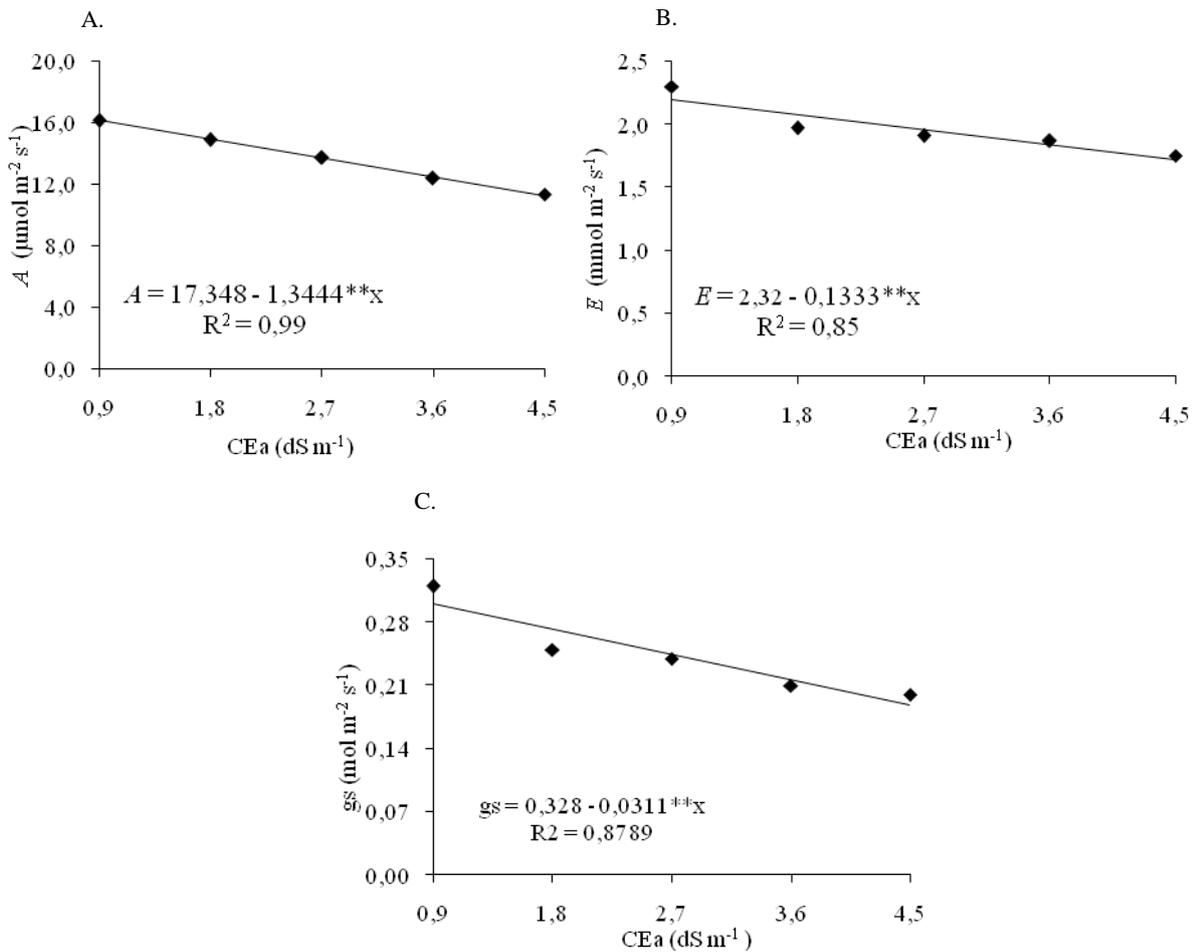


Figura 1. Taxa de assimilação de CO₂ – A (A), transpiração – E (B) e condutância estomática – gs (C) do feijão-caupi em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) (dS m⁻¹)

A concentração interna de CO₂ (Ci) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) não foi influenciada pela salinidade da água de irrigação, sendo em média de 226,4 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Resultados semelhantes são reportados por Furtado et al. (2012) avaliando o efeito do nitrato de cálcio na redução do estresse salino em melancia. Tais resultados demonstram que a salinidade da água de irrigação não foi

fator limitante na Ci ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). De acordo com Furtado et al. (2012) esses resultados podem estar relacionados a limitações não estomáticas, como redução na atividade de enzimas envolvidas na assimilação do CO₂.

A eficiência instantânea da carboxilação (EICi) (A/Ci) (Figura 2A) reduziu linearmente com o aumento da

salinidade da água de irrigação, sendo apresentando uma redução de 7,72% por incremento unitário da CEa, ou seja, as plantas quando irrigadas com água de 4,5 dS m⁻¹ tiveram uma diminuição de 30,87% em relação às plantas que receberam água de 0,9 dS m⁻¹. Machado et al. (2005), citam que a EICi possui estreita relação com a concentração interna de CO₂ e com a taxa de assimilação de CO₂ (A). Nesse sentido, verifica-se que a redução da EICi se deu principalmente pela redução da A. De acordo com Konrad et al. (2005) a EICi relaciona-se a fatores não-estomáticos que estão interferindo na taxa fotossintética.

Assim como a EICi a eficiência intrínseca no uso da água (EUA) também reduziu linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação, observando-se uma redução de 3,34% por incremento unitário da CEa, ou seja, as plantas quando irrigadas com água de 4,5 dS m⁻¹

tiveram uma diminuição de 13,36% em relação às plantas que receberam água de 0,9 dS m⁻¹ (Figura 2B). Lacerda et al. (2009) encontraram também que a aplicação de água salina durante todo o ciclo reduziu a EUA do feijão-caupi da cultivar Epace 10. As trocas gasosas, reguladas pela abertura e fechamento estomático promovem perda de água em função da entrada de CO₂, em que a diminuição dessa perda também restringe a entrada de CO₂ (SHIMAZAKI et al., 2007); nesse sentido, a maior eficiência no uso da água garantem maior absorção de CO₂ com o mínimo de perda de água (JAIMEZ et al., 2005; TAIZ & ZEIGER, 2009). Dessa forma, a redução da EUA verificada, está relacionada à redução da taxa de assimilação de CO₂(A), da transpiração (E) e da condutância estomática (gs) em função do estresse salino (Figura 1).

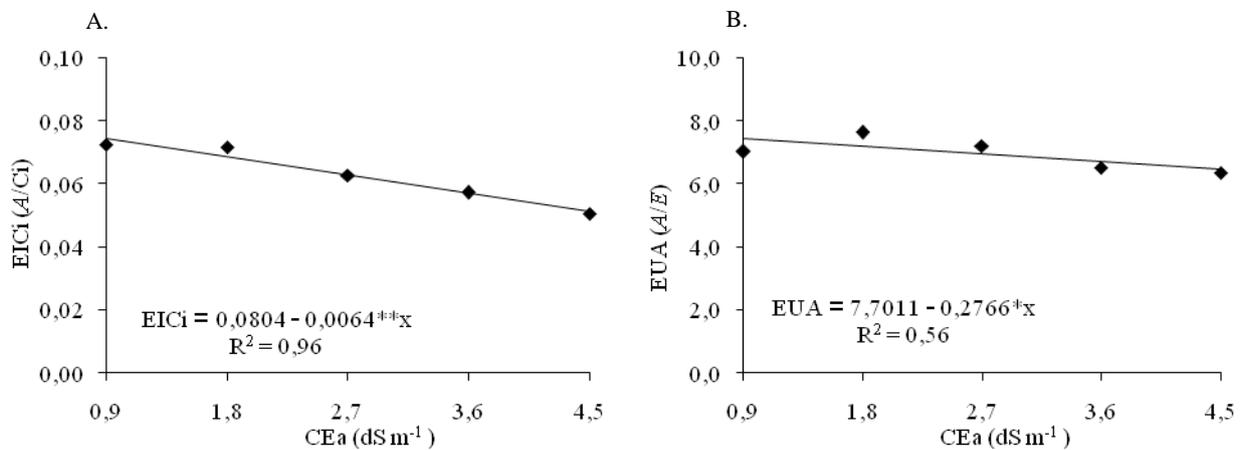


Figura 2. Eficiência instantânea da carboxilação – EICi (A) e eficiência intrínseca do uso da água – EUA (B) do feijão-caupi em função da condutividade elétrica da água de irrigação.

CONCLUSÕES

1. A adubação nitrogenada comportou-se de maneira semelhante nos diferentes níveis de salinidade da água utilizada na irrigação.

2. A irrigação com água de CEa a partir 0,9 dS m⁻¹ proporcionou redução linear na taxa de assimilação de CO₂, transpiração, condutância estomática, Eficiência instantânea da carboxilação e eficiência intrínseca do uso da água.

3. Não houve interação entre a salinidade da água de irrigação e a fertilização nitrogenada para nenhuma variável analisada.

REFERÊNCIAS

ANDRADE JÚNIOR, A. S. **Viabilidade da irrigação, sob risco climático e econômico, nas microrregiões de Teresina e litoral Piauiense.** Piracicaba: ESALQ, 2000. 564p. Tese Doutorado.

ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v.166, p.3–16, 2004.

ASSIS JÚNIOR, J. O.; LACERDA, C. F.; SILVA, F. B.; SILVA F. L. B.; BEZERRA, M. A.; GHEYIH. R. Produtividade do feijão-de-corda e acúmulo de sais no solo em função da fração de lixiviação e da salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v.27, n.3, p.702-713, 2007.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura.** Campina Grande: UFPB, 1999. 218p.

- BEZERRA, A. A. de C.; TÁVORA, F. J. A. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, n.1, v.8, p.85-93, 2008.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. **BRS PAJEÚ, cultivar de feijão-caupi com grão mulato-claro**. Teresina, 2009. (Folder).
- FEIJÃO, A. R.; SILVA, J. C. B. da; MARQUES, E. C.; PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Efeito da nutrição de nitrato na tolerância de plantas de sorgo sudão à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 675-683, 2011.
- FERREIRA, D. F. SISVAR 4.6 - **Sistema de análises estatísticas**. Lavras: UFLA, p.32, 2003.
- FURTADO, G. F.; PEREIRA, F. H. F.; ANDRADE, E. M. G.; PEREIRA FILHO, R. R.; SILVA, S. S. da. Efeito do nitrato de cálcio na redução do estresse salino em melanciaira. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável Grupo Verde de Agricultura Alternativa**, v. 7, n. 3, p. 33-40, 2012.
- GADALLAH, M. A. A. Effects of proline and glycinebetaine on Vicia faba response to salt stress. **Biologia Plantarum**, v.42, p.249-257, 1999.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática - Sidra. Banco de dados agregados: produção agrícola estadual. 2012. <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda>. 10 Ago. 2013.
- JAIMEZ, R. E.; RADA, F.; GARCIA-NÚÑEZ, C.; AZÓCAR, A. Seasonal variations in leaf gas exchange of platin cv. Hartón (Musa AAB) under different soil water conditions in a humidtropical region. **Scientia Horticulturae**, v.104, n.1, p.79-89, 2005.
- KAYA, C.; TUNA, A. L.; ASHRAF, M.; ALTUNLU, H. Improved salt tolerance of melon (*cucumis melo* L.) by the addition of proline and potassium nitrate. **Environmental and Experimental Botany**, v. 60, p. 397-403, 2007.
- KONRAD, M. L. F.; SILVA, J. A. B.; FURLANI, P. R.; MACHADO, E. C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de café sob estresse de alumínio. **Revista Bragantia**, v.64, n.3, p.339-347, 2005.
- KURBAN, H.; SANEOKA, H.; NEHIRA, K.; ADILLA, R.; PREMACHANDRA, G. S.; FUJITA, K. Effect of salinity on growth, photosynthesis and mineral composition in leguminous plant *Alhagi pseudoalhagi* (Bieb.). **Soil Science and Plant Nutrition**, v.45, p.851-862. 1999.
- LACERDA, C. F. Interação salinidade x nutrição mineral. In: NOGUEIRA, R. J. C.; ARAÚJO, E. L.; WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U., eds. **Estresses ambientais: Danos e benefícios em plantas**. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. p.127-137.
- LACERDA, C. F. de.; NEVES, A. L. R.; GUIMARÃES, F. V. A.; SILVA, F. L. B. da.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Eficiência de utilização de água e nutrientes em plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Engenharia Agrícola**, v.29, n.2, p.221-230, 2009
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2006. 550p.
- MANSOUR, M.M.F. Nitrogen containing compounds and adaptation of plants to salinity stress. **Biologia Plantarum**, v.43, n.4, p.491-500, 2000.
- MACHADO, E. C.; SCHMIDT, P. T.; MEDINA, C. L.; RIBEIRO, R. V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1161-1170, 2005.
- MELO, A. S. de; SILVA JÚNIOR, C. D. da; FERNANDES, P. D.; SOBRAL, L. F.; BRITO, M. E. B.; DANTAS, J. D. M. Alterações das características fisiológicas da bananeira sob condições de fertirrigação. **Revista Ciência Rural**, v.39, n.3, 2009.
- MELONI, D. A.; OLIVA, M. A.; RUIZ, H.A.; MARTINEZ, C. A. Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. **Journal of Plant Nutrition**, v.24, p.599-612, 2001.
- MOUSINHO, F. E. P.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; FRIZZONE, J. A. Viabilidade econômica do cultivo irrigado do feijão-caupi no Estado do Piauí. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.30, n.1, p.139-145, 2008.
- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA A. J. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: EMBRAPA-SEA. p. 189-253, 1991.
- ROCHA, M. de M.; CARVALHO, K.J.M. de; FREIRE FILHO, F.R.; LOPES, A.C. de A.; GOMES, R. L. F.; SOUSA, I. da S. Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.270-275, 2009.
- SILVA, F. L. B. da; LACERDA, C. F. de; SOUSA, G. G. de; NEVES, A. L. R.; SILVA, G. L. da; SOUSA, C. H. C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de**

Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, n.4, p.383-389, 2011.

SHIMAZAKI, K. I.; DOI, M.; ASSMANN, S. M.; KINOSHITA, T. Light regulation of stomatal movement. **Annual Review of Plant Biology**, v.58, p.219-247, 2007.

TABATABAEI, S. J. Effects of salinity and N on the growth, photosynthesis and N status of olive (*Olea europaea* L.) trees. **Scientia Horticulturae**, v. 108, n. 04, p. 432-438, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Art Med, 2009. 819p.