

ÍNDICES FISIOLÓGICOS DO FEIJÃO-CAUPI IRRIGADO COM ÁGUA SALINA E ADUBAÇÃO NITROGENADA

PHYSIOLOGICAL INDECES COWPEA "FEIJÃO-CAUPI" IRRIGATION WITH SALINE WATER AND NITROGEN

Diego Azevedo Xavier^{1*}, Guilherme de Freitas Furtado², José Raimundo de Sousa Júnior³, Jônatas Raulino Marques de Sousa², Lauriane Almeida dos Anjos Soares².

RESUMO: Estudaram-se a biomassa do feijão-caupi cv. BRS Pajeú sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio. O experimento foi desenvolvido em lisímetros de drenagem, no período de junho a setembro de 2013 em ambiente protegido da UEAg/CTRN da UFCG. Utilizaram-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial (5x5), 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 ensaio em vaso). Avaliaram-se a fitomassa seca de folhas (FSF) (g), fitomassa seca de caule (FSC) (g), fitomassa seca da parte aérea (FSPA) (g), fitomassa seca total (FST) (g) e a razão da fitomassa foliar (RFF) (g). Houve efeito significativo entre a salinidade da água de irrigação e a adubação nitrogenada (S x D) apenas para FST (g). A irrigação com água salina proporcionou redução da FSF, FSC, FSPA. A RFF aumentou linearmente com o incremento da CEa. A adubação nitrogenada afetou positivamente a FST das plantas de feijão-caupi.

PALAVRAS-CHAVE: *Vigna unguiculata* (L.) Walp., adubação, fitomassa

ABSTRACT: We studied the biomass of cowpea cv. BRS Pajeú under different salinity levels of irrigation water and nitrogen. The experiment was conducted in drainage lysimeters in the period June to September 2013 in the protected environment of UEAg / CTRN UFCG. We used a randomized complete block design in a factorial design (5x5), 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 levels of nitrogen fertilization (70, 100, 130, 160 and 190% of the recommendation given to test vessel). Evaluations of dry biomass of leaves (FSF) (g), dry weight of stem (FSC) (g), dry weight of shoots (FSPA) (g), total dry matter (FST) (g) and the reason of foliar biomass (RFF) (g). There was a significant effect between the salinity of irrigation water and fertilizer N (S x D) only for FST (g). Irrigation with saline water caused a reduction of the FSF, FSC, FSPA. The RFF increased linearly with increasing ECw. Nitrogen fertilization positively affected the FST plants of cowpea.

Keywords: *Vigna unguiculata* (L.) Walp., fertilization, fitomass.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi é uma cultura de grande importância para o Brasil, notadamente para a região Nordeste, sendo utilizado 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). No entanto, essas regiões caracterizam-se por apresentar baixas precipitações pluviométricas e altas taxas evapotranspirométricas. Nesse sentido, o uso da irrigação torna-se uma prática indispensável para obtenção de bons rendimentos econômicos dessa leguminosa (Mousinho et al., 2008). Todavia 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. De acordo com Holanda & Amorim (1997) as águas utilizadas na irrigação na região Nordeste brasileira apresentam, na maioria das vezes condutividade elétrica de 0,1 a 3,0 dS m⁻¹. De acordo com a Embrapa (2001) águas com salinidade acima de 2,25 dS m⁻¹ possuem alto risco de salinização do solo.

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). Todavia estudos têm

*autor para correspondência

Recebido para publicação em 28/10/2013; aprovado em 26/01/2014

¹ Graduando UAEAg/CTRN/UFCG, Campina Grande, PB. Email: daxengagricola@gmail.com.

² Mestrando UAEAg/CTRN/UFCG, Campina Grande, PB. Email: gfreitasagro@gmail.com; jonatasraulyno@gmail.com; laurispo@hotmail.com

³ Agrônomo pelo CCTA/UFCG, Pombal, PB. Email: jrssjunior@gmail.com

demonstrado que a elevação da condutividade elétrica da água de irrigação prejudica o desenvolvimento das plantas em virtude da redução da fotossíntese, transpiração e condutância estomática (Silva et al., 2011; Furtado et al., 2013), reduzindo a atividade dos íons em solução e alterando os processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes na planta (Bezerra et al., 2010). Diante disso, o uso de diferentes estratégias de manejo que possibilite a irrigação das plantas com água salina sem que afete negativamente a produção e a qualidade dos produtos são fundamentais em áreas propícias a salinização.

A utilização de compostos nitrogenados como estratégia de redução dos efeitos do estresse salino tem sido uma estratégia recorrente reportada por diversos autores (Kaya et al. (2007; Furtado et al., 2012; Furtado et al., 2013). 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).

Diante do exposto objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de doses de nitrogênio a alocação de biomassa do feijão-caupi cv. BRS Pajeú irrigado com água de diferentes concentrações salinas.

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 (CTRN), 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 arranjos 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

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.

Para adubação de fundação foram aplicados por vaso: 35 g de monoamônio fosfato, 3,5 g de KCl, 0,5 kg de húmus de minhoca e 1/3 de N (ureia). Após o acondicionamento do material 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 restante 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 ureia. 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.

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 tratamentos 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 85 DAS (final do ciclo) as plantas foram coletadas, separadas, acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e levadas a estufa de circulação de ar forçado a temperatura de 65 °C até atingir o peso constante. Posteriormente foram pesadas em balança de precisão (0,1g), e determinadas a fitomassa seca de folhas (FSF) (g), fitomassa seca de caule (FSC) (g), fitomassa

seca da parte aérea (FSPA) (g), fitomassa seca total (FST) e a razão da fitomassa foliar (FSF/FSPA) - RFF (g).

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 (FERREIRA, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se a partir dos resultados do teste de "F" (Tabela 2) a salinidade da água de irrigação afetou significativamente todas as variáveis analisadas. Lima et al. (2007) também verificaram efeito significativo da salinidade da água de irrigação na produção de fitomassa em feijão-caupi. Com relação à interação entre os fatores salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada (S x D) verifica-se efeito significativo apenas para a variável de fitomassa seca total (FST) (g). Verifica-se ainda efeito significativo do fator doses de adubação nitrogenada apenas para fitomassa seca total (FST) (g). Tal resultado demonstra que as doses de adubação nitrogenada comportaram-se de forma semelhante em diferentes níveis de salinidade da água para as demais variáveis analisadas.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para fitomassa seca de folhas (FSF), fitomassa seca de caule (FSC), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa seca total (FST) e razão da fitomassa foliar (RFF) do feijão-caupi em função da condutividade elétrica da água de irrigação e doses de nitrogênio

Fonte de Variação	Teste de F					
	FSF (g)	FSC (g)	FSPA (g)	FST (g)	RFF (g)	FSF (g)
Níveis salinos (S)	**	**	**	**	**	**
Doses de N (D)	ns	ns	ns	**	ns	ns
S x D	ns	ns	ns	**	ns	ns
Bloco	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	28,56	19,04	20,47	17,58	15,96	28,56

(**), (*); (ns) significativos a ($p \leq 0,01$) e ($p \leq 0,05$) e não significativo respectivamente, pelo teste de F

O aumento dos níveis salinos da água de irrigação promoveram redução linear da fitomassa seca de folhas (FSF) (g), fitomassa seca do caule (FSC) (g) e fitomassa seca da parte aérea (FSPA) (g), apresentando uma decréscimo respectivamente de 7,61% (0,63 g), 13,38% (1,77 g) e 11,15% (2,4 g) por incremento unitário da CEa, ou seja, as plantas quando irrigadas com água de 4,5 dS m⁻¹ tiveram uma diminuição respectivamente de 29,41% (2,26 g), 54,78% (6,39 g) e 44,63% (8,64 g) em relação às plantas que receberam água de 0,9 dS m⁻¹ (Figura 1A, B e C). De acordo com Neves et al. (2009) a aplicação de água salina reduz a produção de biomassa feijão-caupi. Essa redução pode estar associada a os efeitos tóxicos e nutricionais decorrentes do acúmulo de sais na zona radicular, reduzindo a assimilação líquida de CO₂, expansão foliar, consequentemente a produção total de fotoassimilados (Munns, 2002; Wilson et al., 2006). Para Leonardo et al. (2007), sob condições de estresse salino

ocorre redução da disponibilidade de água para as plantas em virtude da redução do potencial total da água no solo, consequentemente, o excesso de sais proporciona maior gasto de energia nas plantas para a absorção da água.

A razão de fitomassa foliar (RFF) (g) (Figura 2) aumentou linearmente com o incremento da salinidade da água de irrigação, apresentando um acréscimo de 6,97% por incremento unitário da CEa, ou seja, as plantas quando irrigadas com água de 4,5 dS m⁻¹ tiveram um aumento de 23,63% em relação às plantas que receberam água de 0,9 dS m⁻¹. De acordo com Taiz & Zeiger (2013) plantas sob estresse salino tendem a desenvolver adaptações morfológicas, como, redução de área foliar, pela formação de um menor número de folhas, pela redução de seu tamanho ou por abscisão foliar a fim de reduzir os efeitos do excesso de sais. No entanto, tais resultados podem estar relacionados à redução mais acentuada na FSPA em

detrimento a FSF (Figura 1C), o que conseqüentemente aumentaria a relação entre essas variáveis.

Conforme equações de regressão (Figura 3) verificam-se efeito linear decrescente sobre FST das plantas adubadas com 70 e 130% da recomendação de adubação, cujo decréscimo foi respectivamente de 9,00% (1,96 g) 11,24% (2,99 g) por incremento unitário da CEa, ou seja as plantas quando irrigadas com água de 4,5 dS m⁻¹ tiveram uma redução respectivamente de 35,29 e 45,04% em relação às plantas que receberam água de 0,9 dS m⁻¹, o que corresponde a uma redução respectivamente, de 7,06 e 10,78 g de matéria seca. Em relação às doses de nitrogênio de 160 e 190% verifica-se melhor ajuste para o modelo quadrático, onde se observa que, os maiores valores de FST (30,59 e 23,48 g) foram alcançados, respectivamente, com CEa de 0,9; e 1,65 dS m⁻¹, no entanto, constata-se que apesar da salinidade crescente da água de irrigação ter promovido decréscimos da FST do feijão-caupi verifica-se que até o nível de CEa de 2,7 dS m⁻¹ as doses de 160 e 190% de N promoveram menor variação na FST. O nitrogênio está diretamente ligado ao metabolismo vegetal, por participar, na biossíntese de proteínas e clorofilas (Andrade et al. 2003). Nesse sentido a nutrição de plantas com nitrogênio pode promover redução dos efeitos do excesso de sais no solo, em virtude da acumulação desse soluto elevar a capacidade de ajustamento osmótico das plantas e aumentar a resistência das culturas ao estresse hídrico e salino (Ashraf & Harris, 2004).

CONCLUSÕES

A irrigação com água de CEa a partir 0,9 dS m⁻¹ proporcionou redução linear na FSF, FSC e FSPA.

A adubação nitrogenada nas doses de 160 e 190% de N promoveram menor variação na FST até o nível de CEa de 2,7 dS m⁻¹.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A.C.; FONSECA, D.M.; QUEIROZ, D.S.; SALGADO, L.T.; CECON, P.R. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). Ciência e Agrotecnologia, Edição especial, p. 1643-1651, 2003.

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

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

BEZERRA, A.A.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.

BEZERRA, A.K.P.; LACERDA, C.F.; HERNANDEZ, F.F.F.; SILVA, F.B.; GHEYI, H.R. Rotação cultural feijão caupi/milho utilizando-se águas de salinidades diferentes. Ciência Rural, v.40, p.1075-1082, 2010.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. BRS PAJEÚ, cultivar de feijão-caupi com grão mulato-claro. Teresina, 2009. (Folder).

EMBRAPA. Manual e métodos de análise de solo. 2. Ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, p.212, 1997.

EMBRAPA. Qualidade de água para fins de irrigação (Conceitos básicos e práticas). Petrolina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2001. 32 p. (Documentos; 167).

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. Efeito do nitrato de cálcio na redução do estresse salino em melancia. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável Grupo Verde de Agricultura Alternativa, v. 7, n. 3, p. 33-40, 2012.

FURTADO, G.F.; SOARES, L.A.A.; SOUSA, J.R.M.; ANDRADE, E.M.G.; GUERRA, H.O.C. Alterações fisiológicas em feijão-caupi irrigado com água salina e adubação nitrogenada. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável Grupo Verde de Agricultura Alternativa, v. 8, n. 3, p. 175-181, 2013.

HOLANDA, J.P.; AMORIM, J.R.A. Qualidade de água para irrigação. In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.M. (ed.) Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB, 1997. p.137-169

LIMA, C.J.G.S.; OLIVEIRA, F.A.O.; MEDEIROS, J.F.; OLIVEIRA, M.K.T.; ALMEIDA JÚNIOR, A.B. Resposta do feijão caupi a salinidade da água de irrigação. Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável grupo verde de agricultura alternativa, v.2, n.2, p. 79-86, 2007.

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.

LEONARDO, M.; BROETTO, F.; BÔAS, R.L.V.; ALMEIDA, R.S.; MARHCESE, J.A. Produção de frutos de pimentão em diferentes condições salinas. Revista Irriga, v. 12, n. 1, p. 73-82, 2007.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant and Cell Environment*, v.25, p.239-250, 2002.

NEVES, A.L.R.; LACERDA, C.F.; GUIMARÃES, F.V.A.; HERNANDEZ, F.F.F; SILVA, F.B.; PRISCO, J.T.; GHEYI, H.R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. *Ciência Rural*, v.39, n.3, 2009.

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.

RICHARDS, L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, Washington: U.S, Department of Agriculture, 1954. 160p.

ROCHA, M.M.; CARVALHO, K.J.M.; FREIRE FILHO, F.R.; LOPES, A.C.A.; GOMES, R.L.F.; SOUSA, I.S. Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão-caupi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, p.270-275, 2009.

SILVA, F.L.B.; LACERDA, C.F.; SOUSA, G.G.; NEVES, A.L.R.; SILVA, G.L.; 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, p.383–389, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

WILSON, C.; LIU, X.; LESCH, S.M.; SUAREZ, D.L. Growth response of major USA cowpea cultivars: Biomass accumulation and salt tolerance. *HortScience*, v.41, p.225-230. 2006.