



¹ Mestre em Irrigação e drenagem, UFC; Bolsista CNPq. leilaneves7@hotmail.com

² outor, gerente do Laboratório de Solo e Água do Departamento de Ciências do Solo, UFC. E-mail: valderez@ufc.br

³ Professor Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza-CE. E-mail: cfeitosa@ufc.br

⁴ Professor Doutor, Departamento de Ciências do Solo, UFC, Fortaleza-CE. E-mail: ferrey@ufc.br

⁵ Bolsista PIBIC/CNPq; Estudante de graduação em Agronomia; UFC, Fortaleza-CE. E-mail:

agroflaviobatista@yahoo.com.br

⁶ Professor Doutor, Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, UFC, Fortaleza-CE. E-mail: jtprisco@uol.com.br

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi investigar os efeitos da aplicação de água salina nos diferentes estádios de desenvolvimento de plantas de feijão-de-corda sobre a extração e exportação de micronutrientes. O experimento foi conduzido no campo, e obedeceu ao delineamento em blocos ao acaso, com cinco tratamentos (T₁, T₂, T₃, T₄ e T₅) e cinco repetições. Os tratamentos utilizados foram: T₁ - plantas irrigadas com água de poço (CEa em torno de 0,8 dS m⁻¹) durante todo o ciclo; T₂ - Água salina com CEa de 5,0 dS m⁻¹, com aplicação iniciada após a germinação e permanecendo até o final do ciclo; T₃ - Água salina com CEa de 5,0 dS m⁻¹, da semente até 22 dias após o plantio (DAP), correspondendo às fases de germinação e crescimento inicial, e água do poço no restante do ciclo; T₄ - Água salina com CEa de 5,0 dS m⁻¹, aplicada de 23 a 42 DAP (fase de intenso crescimento vegetativo até a pré-floração), e água do poço nas demais fases do ciclo; T₅ - Água do poço da semente até 42 DAP e água salina (CEa de 5,0 dS m⁻¹) aplicada a partir dos 43 DAP (Floração e Frutificação). A irrigação com água salina na germinação e fase inicial de crescimento da cultura (T₃) reduziu a eficiência de utilização da maioria dos nutrientes.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, extração de minerais do solo, eficiência nutricional, tolerância à salinidade.

EFFICIENCY OF USE OF NUTRIENTS IN PLANTS FOR FEIJÃO-DE-CORDA IRRIGATION WITH WATER IN DIFFERENT SALINA ESTÁDIOS DEVELOPMENT

ABSTRACT: The objective of this paper was evaluate the effect of the irrigation with saline water, applied at different development stages of cowpea plants, on nutrient removal. The experiment was set up in the field, during the dry season. A completely randomized block design, with five treatments (T₁, T₂, T₃, T₄ and T₅) and five repetitions, was adopted. The treatments studied were: T₁ - Groundwater with electrical conductivity (ECw) of 0.8 dS m⁻¹ during the whole crop cycle; T₂ - Saline water (ECw = 5.0 dS m⁻¹) during the whole crop cycle, starting after germination; T₃ - Saline water (ECw = 5.0 dS m⁻¹) until

22th days after sowing (germination and initial growth) and groundwater in remaining stages of the crop cycle; T₄ - Saline water (EC_w = 5.0 dS m⁻¹) from the 23th to the 42th day sowing germination (intense growth and pre-flowering), and groundwater irrigation for the remaining growth stages. T₅- Groundwater until 42th days after sowing and saline water (EC_w = 5.0 dS m⁻¹) during flowering and pod-filling stages. The irrigation with saline water during germination and initial growth stage (T₃) reduced the mineral use efficiency for the most of analysed nutrients.

Key-words: *Vigna unguiculata*, mineral removal, nutrient use efficiency, salt tolerance

INTRODUÇÃO

A salinidade afeta a atividade dos íons em solução e os processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes na planta, sendo que as interações entre salinidade e nutrição mineral são complexas (Lacerda, 2005).

O nitrogênio é um dos nutrientes mais extraídos pelo feijão-de-corda (Oliveira & Dantas, 1984; Melo et al, 2005), sendo que grande parte desse nutriente é obtida pela fixação simbiótica entre suas raízes e as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* (Vasconcelos et al., 1987; Rumjanek et al., 2005).

O potássio é essencial em todos os estádios de desenvolvimento das culturas, devido está envolvido no balanço de cargas no citoplasma, contrabalançando as cargas negativas de proteínas e ácidos nucleicos. É ativador de reações enzimáticas vitais, contribui significativamente para a manutenção do potencial osmótico e da turgescência celular e é essencial na síntese de proteínas (Ferreira, 2005).

Apesar de muitos trabalhos terem demonstrado os efeitos da salinidade na nutrição mineral das plantas (Guimarães, 2005), verifica-se que os estudos sobre eficiência de utilização pelas plantas em meios salinos são escassos.

Estudou-se nesse trabalho a eficiência de utilização dos nutrientes K, Ca, P, N, Fe, Mn, Cu e Zn em função da irrigação com água salina aplicada nos diferentes estádios de desenvolvimento do feijão-de-corda.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo, na Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, em Fortaleza (3°45'S; 38° 33'W e altitude de 19 m em relação ao nível do mar). Em uma área de Argissolo Vermelho Amarelo, localizada no Laboratório de Hidráulica e Irrigação Segundo a classificação de Köppen, a área do experimento está localizada numa região de clima Aw'.

Foram utilizadas sementes de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) cultivar Epace 10. As plantas foram cultivadas em espaçamento de 0,8 m entre linhas e 0,3 m entre plantas, com duas plantas por cova, sendo submetidas aos seguintes tratamentos: T₁ - plantas irrigadas com água do poço (CEa em torno de 0,8 dS m⁻¹) durante todo o ciclo; T₂ - Água salina com CEa de 5,0 dS m⁻¹, com aplicação iniciada após a germinação e permanecendo até o final do ciclo; T₃ - Água salina com CEa de 5,0 dS m⁻¹, da semeadura até 22 dias após o plantio (DAP), correspondendo às fases de germinação e crescimento inicial, e água do poço no restante do ciclo; T₄ - Água salina com CEa de 5,0 dS m⁻¹, aplicada de 23 a 42 DAP (fase de intenso crescimento vegetativo até a pré-floração), e água do poço nas demais fases do ciclo e T₅ - Água do poço da semeadura até 42

dias após o plantio e água salina (CEa de $5,0 \text{ dS.m}^{-1}$) aplicada a partir de 43 DAP (Floração e Frutificação). As irrigações foram realizadas até 62 DAP, em todos os tratamentos.

O delineamento experimental utilizado foi o em blocos ao acaso com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo que cada parcela teve o comprimento de 5,0 m com 3,2 m de largura, com quatro linhas de plantio.

Para o preparo das soluções salinas, foram utilizados os sais de NaCl, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, na proporção de 7:2:1, obedecendo-se à relação entre CEa e concentração ($\text{mmolc L}^{-1} = \text{CE} \times 10$), extraída de Rhoades et al. (2000). A água foi aplicada em sulcos nivelados e fechados e sua quantidade foi calculada para atender às necessidades da cultura, através de dados de uma estação meteorológica localizada a cerca de 40 m do local do experimento, adicionando-se a fração de lixiviação calculada de acordo com Ayers & Westcot (1999). A lâmina total de irrigação utilizada por tratamento foi de 352 mm. A adubação das plantas seguiu a recomendação de Fernandes (1993).

Ao final do ciclo, grupos de oito plantas de cada parcela foram coletados, separando as folhas (limbos foliares) e hastes (ramos e pecíolos). A colheita das vagens foi iniciada após a maturação das primeiras vagens e se estendeu até aos 71 DAP, sendo realizadas colheitas aos 58, 62, 67 e 71 DAP, em cerca de 40 plantas das duas fileiras centrais. As amostras secas (limbos foliares, hastes, pericarpos e grãos) foram trituradas em moinho tipo Wiley e acondicionadas em sacos de papel devidamente identificadas, sendo esse o material utilizado nas determinações dos teores dos elementos minerais (N, K, Ca, P, Na, Cl, Fe, Cu, Zn e Mn), de acordo com as metodologias descritas por Malavolta et al. (1997).

Com os totais extraídos pela cultura e a produção de grãos, em cada tratamento, calculou-se a eficiência de utilização de nutrientes em kg de grãos produzidos/kg de nutriente extraído do solo (Fageria, 1998).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, tendo sido realizada a comparação entre médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do programa SAEG/UFV.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A eficiência na utilização de nutrientes, representada pela relação entre a produção de grãos e a extração total de nutrientes pelas plantas, foi afetada significativamente pelos tratamentos empregados, com exceção de Mn e Cu (Tabela 1).

A otimização da eficiência nutricional é de grande importância na produção das culturas anuais, devido ao custo dos fertilizantes, imprescindíveis para o aumento da produtividade (Fageria, 1998). De modo geral, a eficiência nutricional pode ser medida pelas eficiências de absorção e utilização, sendo que nos cálculos pode ser considerada a produção primária ou a produção de interesse agrônomo (Fageria, 1998). No presente estudo, constatou-se que as plantas dos tratamentos T_1 , T_2 , T_4 e T_5 apresentaram comportamentos semelhantes em relação à eficiência de utilização de K, N, P, Fe, Mn, Cu e Zn (Tabela 1), quando se considerou a relação entre a produção de grãos e os totais de nutrientes extraídos pelas plantas. Isso sugere que as plantas que foram irrigadas com água salina durante todo o ciclo (T_2) apresentaram um ajuste entre o crescimento, a produção e a extração de nutrientes, de modo que a eficiência de

Tabela 1. Eficiência de utilização de nutrientes, kg de grãos produzidos/kg de nutriente extraído, em plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento.

Elementos	Tratamentos				
	1	2	3	4	5
K ⁺	20,04 a	20,53 a	13,34 b	20,73 a	19,30 a
Ca ₂ ⁺	55,55 a	33,72 bc	29,22 c	49,10 ab	42,69 ab
P	182,72 a	197,96 a	143,32 b	202,66 a	198,42 a
N	21,19 a	17,13 ab	13,31 b	17,82 ab	17,65 ab
Fe	1,73 a	1,36 ab	1,31 b	1,72 a	1,70 a
Mn	5,51 a	3,41 a	3,17 a	3,88 a	4,27 a
Cu	31,96 a	33,33 a	29,50 a	33,84 a	36,30 a
Zn	10,39 a	9,05 ab	7,23 b	9,01 ab	9,35 ab

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P = 0,05). n= 5

utilização se manteve semelhante ao tratamento irrigado com água de baixa salinidade. Os tratamentos T₄ e T₅ também não diferiram do T₁, indicando que a aplicação de água salina na fase anterior à floração e na fase de formação e desenvolvimento das vagens não interfere na eficiência nutricional da cultura. Por outro lado, as plantas do T₃ apresentaram valores inferiores para a eficiência de utilização da maioria dos nutrientes, o que se deve à baixa produção de grãos destas plantas.

CONCLUSÕES

A irrigação com água salina na germinação e fase inicial de crescimento da cultura (T₃) reduz a eficiência de utilização da maioria dos nutrientes, não sendo observadas diferenças significativas entre os demais tratamentos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Fundo Setorial CT-HIDRO e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERS, R.S.; WESCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. Tradução de H.R. Gheyi, J.F. de Medeiros e F.A.V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1999.153p.
- FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental, v.2, p.6-16. 1998.
- FERNANDES, V. L. B. (Coord.). Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará. Fortaleza, CE: UFC, 1993. p. 248.
- FERREIRA, M. C. da C. Efeito do sal no crescimento e metabolismo de *Vigna unguiculata* L. walp e *Vigna luteola* (Jacq) Benth. 2005. 63 f. Dissertação (Mestrado em biologia vegetal) Universidade Estadual de Campinas, 2005.

- GUIMARÃES, F.V. Respostas fisiológicas e bioquímicas em plantas de feijão de corda cv Pitiúba submetidas ao estresse com NaCl em diferentes concentrações de CaCl₂ e CaSO₄. Fortaleza, 2005. 176 p. Tese (Doutorado em bioquímica), Universidade Federal do Ceará, UFC.
- LACERDA, C. F. Interação salinidade x nutrição mineral. In: NOGUEIRA, R. J. C.; ARAÚJO, E. L.; WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U. M. T. (eds.). Estresses Ambientais: danos e benefícios em plantas. Recife: UFRPE: Imprensa universitária, 2005, p. 95-105.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2a ed., Piracicaba: POTAFOS, 1997. p.319.
- MELO, F. de B.; CARDOSO, M. J.; SALVIANO, A. A. C. Fertilidade do solo e adubação. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. Feijão caupi: avanços tecnológicos. Brasília: EMBRAPA, 2005. cap. 6, p 231 – 242.
- OLIVEIRA, I. P.; DANTAS, J. P. Sintomas de deficiências nutricionais e recomendações de adubação para o caupi. EMBRAPA-CNPAF, 1984. 23p.
- RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB, (Estudos FAO. Irrigação e drenagem, 48). 2000. 117p.
- RUMJANEK, N. G.; MARTINS, L. M. V.; XAVIER, G. R.; NEVES, M. C. P.; FREIRE, E. A.; CAJAZEIRAS, J. B.; ANDRADE NETO, M.; GRANJEIRO, M. B.; CAVADA, B. S. Composição química da semente. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. Feijão caupi: avanços tecnológicos. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2005. cap. 8. p. 339-365.
- VASCONCELOS, I.; MENDES FILHO, P.F.; ALMEIDA, R. T. Nodulação e desenvolvimento do feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L) Walp., em solos com diferentes níveis de salinidade. Ciência Agronômica, v.18, p. 125-130. 1987.