



II Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Simpósio Brasileiro sobre o uso
Múltiplo da Água

10 a 13 de junho de 2008

Fortaleza - CE

EXTRAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE Ca, Na e Cl EM PLANTAS DE FEIJÃO-DE-CORDA IRRIGADAS COM ÁGUA SALINA EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO

Antonia Leila Rocha Neves¹; Francisco Valdez Augusto Guimarães²; Claudivan Feitosa de Lacerda³; Enéas Gomes Filho⁴; Flávio Batista Da Silva⁵; Hans Raj Gheyi⁶.

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

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

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

⁴Professor Doutor, Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, UFC, Fortaleza-CE. E-mail: egomesf@ufc.br

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

⁶Professor Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB. E-mail: hans@deag.ufcg.edu.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 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; T5 - Água do poço da semeadura até 42 DAP e água salina (CEa de 5,0 dS m⁻¹) aplicada a partir dos 43 DAP (Floração e Frutificação). Foram avaliados os totais extraídos e a distribuição de Ca, Na e Cl. De modo geral, os minerais analisados foram extraídos pelo feijão-de-corda na seguinte ordem decrescente: Cl > Ca > Na, sendo que a aplicação contínua de água salina (T2) reduziu a extração de Cl e Ca e aumentou a extração de Na. Os minerais Na, Cl e Ca, permanecem preferencialmente nas partes vegetativas.

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

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 ($EC_w = 5.0 \text{ dS m}^{-1}$) 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 ($EC_w = 5.0 \text{ dS m}^{-1}$) during flowering and pod-filling stages. The contents of Ca, Cl and Na removed from the soil were determined. In general, cowpea plants removed the minerals analysed in the following decreasing sequence: $Cl > Ca > Na$. The continuous use of saline water (T2) reduced the total extracted of Ca and Cl and increased the total of Na. These three minerals were distributed preferentially to vegetative plant parts.

Keywords: *Vigna unguiculata*, mineral removal, salt tolerance

INTRODUÇÃO

A irrigação é uma das tecnologias aplicadas na agricultura que mais tem contribuído para o aumento na produção de alimentos. No entanto, o uso inadequado dessa técnica vem causando problemas de degradação de solos, sendo a salinização um dos principais problemas encontrados atualmente nas áreas irrigadas, notadamente nas regiões áridas e semi-áridas (GHEYI, 2000; MURTAZA et al., 2006).

Em regiões áridas e semi-áridas, é comum a ocorrência de fontes de água com elevada concentração salina e com elevadas concentrações de sódio, dois fatores que reduzem a qualidade desse recurso para utilização na agricultura. Como consequência desse processo tem-se a perda da capacidade produtiva dos solos e enormes prejuízos sócio-econômicos. A salinização dos solos se dá pelo acúmulo predominante dos cátions Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} e dos ânions Cl^- e SO_4^{2-} .

Avaliou-se nesse trabalho as quantidades extraídas e a distribuição de Ca, Na e Cl em função da irrigação com água salina aplicada nos diferentes estádios de desenvolvimento do feijão-de-corda.

MATERIAL E MÉTODOS

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

Os tratamentos utilizados foram os seguintes: T1 - plantas irrigadas com água do poço (CEa em torno de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$) durante todo o ciclo; T2 - Água salina com CEa de $5,0 \text{ dS m}^{-1}$,

com aplicação iniciada após a germinação e permanecendo até o final do ciclo; T3 - Água salina com CEa de $5,0 \text{ dS m}^{-1}$, da sementeira 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 $5,0 \text{ dS m}^{-1}$, 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 sementeira 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 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 ($\text{mmol L}^{-1} = \text{CE} \times 10$), 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).

Aos 8, 23, 43 e 63 dias após a germinação as plantas foram colhidas, acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secagem em estufa de circulação forçada a 60°C , para posterior determinação dos teores de íons. Nas amostras secas em estufa (folhas, hastes, pericarpos e grãos) e finamente trituradas em moinho tipo Wiley foram determinados os teores de Ca, Na, e Cl, de acordo com as metodologias descritas por Malavolta et al. (1997). Com os dados de produção de matéria seca e os teores de minerais, calcularam-se os totais extraídos de Ca, Na e Cl e a distribuição percentual dos mesmos nas diferentes partes das plantas.

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. (RIBEIRO JÚNIOR et al., 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os conteúdos de nutrientes minerais na planta foram influenciados pelos tratamentos e pelas épocas de coleta, sendo que os efeitos dos tratamentos variaram de acordo com a coleta, o que foi revelado pela significância das interações entre esses fatores. De modo geral, as maiores

quantidades de nutrientes extraídas do solo foram verificadas nas fases de intenso crescimento vegetativo e no período reprodutivo (Tabelas 1). Isso reflete o aumento na matéria seca da planta e a demanda para a formação de vagens, sendo um resultado comumente observado em estudos com essas e outras espécies (OLIVEIRA & DANTAS, 1984; PRATA et al., 1999). As elevadas quantidades extraídas de Na e Cl, no presente estudo, se devem à presença dos mesmos na água de irrigação, inclusive na água do poço, e à aplicação do cloreto na adubação potássica (KCl).

Comparando-se os tratamentos, verificou-se que a aplicação contínua de água salina (T2) reduziu os totais extraídos de Ca e Cl (Tabela 1). A menor extração de nutrientes nas plantas desse tratamento sugere que as quantidades de adubos aplicadas em cultivos irrigados com águas salinas devem ser menores do que as aplicadas em plantas irrigadas com águas não salinas (GRATTAN & GRIEVE, 1999). Caso contrário, as perdas de nutrientes por lixiviação poderão contribuir para a contaminação dos lençóis subterrâneos de água. Por outro lado, as plantas do T2 e as do T5 apresentaram maiores extrações de Na, o que pode ser explicado pela elevada absorção desse elemento na fase final do ciclo da cultura nesses dois tratamentos.

Tabela 1. Totais extraídos, em kg ha⁻¹, de Ca, Na e Cl em plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento.

Tratamentos	Coletas			
	8	23	43	63
Ca ¹				
1	0,13 ± 0,01	1,97 ± 0,24	23,97 ± 2,11	37,15 ± 6,55
2	0,15 ± 0,01	1,79 ± 0,11	16,02 ± 1,86	29,95 ± 2,42
3	0,18 ± 0,001	1,76 ± 0,15	17,33 ± 1,51	43,19 ± 3,15
4	0,14 ± 0,005	2,80 ± 0,31	27,72 ± 2,76	44,10 ± 3,82
5	0,13 ± 0,006	2,54 ± 0,32	27,98 ± 4,26	38,30 ± 1,28
Na				
1	0,05 ± 0,003 ¹	1,18 ± 0,08	13,04 ± 1,21	18,30 ± 1,33
2	0,05 ± 0,003	1,20 ± 0,04	8,72 ± 0,51	22,38 ± 2,06
3	0,06 ± 0,002	1,05 ± 0,03	6,43 ± 0,30	16,03 ± 1,63
4	0,04 ± 0,001	1,40 ± 0,07	11,84 ± 0,60	16,36 ± 1,46
5	0,05 ± 0,002	1,37 ± 0,05	9,34 ± 0,63	25,96 ± 2,25
Cl				
1	0,31 ± 0,01	5,68 ± 0,35	35,16 ± 2,10	74,58 ± 5,94
2	0,32 ± 0,01	5,09 ± 0,12	27,88 ± 1,47	61,04 ± 3,62
3	0,37 ± 0,01	4,38 ± 0,16	35,02 ± 1,78	84,07 ± 2,48
4	0,33 ± 0,01	6,04 ± 0,21	48,83 ± 2,01	72,88 ± 4,87
5	0,31 ± 0,01	6,72 ± 0,34	46,08 ± 3,15	81,69 ± 3,71

¹valores médios ± erro padrão

Na maioria dos tratamentos, os minerais Na, Cl e Ca (Tabela 2), permaneceram preferencialmente nas partes vegetativas, apresentando valores superiores a 70%. Isso mostra que os restos culturais de feijão-de-corda constituem-se fontes importantes desses minerais que podem retornar ao solo após a incorporação dos restolhos no final do ciclo.

Tabela 2. Distribuição (Kg ha^{-1}) e percentagem de Na, Cl e Ca nas partes vegetativas e reprodutivas de plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento.

	Tratamentos				
	1	2	3	4	5
	Na				
Vegetativa	14,65bcA(79)	19,25abA(86)	13,76bcA(86)	12,97cA(79)	21,95aA(84)
Reprodutiva	3,65 aB (21)	3,12 aB (14)	2,27 aB (14)	3,38 aB (21)	3,99 aB (16)
	Cl				
Vegetativa	53,52 abA(71)	49,40 bA (81)	66,88abA(80)	65,8abA (90)	69,63aA(85)
Reprodutiva	21,06 aB (29)	11,64aB (19)	17,18 aB (20)	7,07 aB (10)	12,06aB(15)
	Ca				
Vegetativa	34,45abA(92)	28,20 bA (94)	41,32 aA (95)	41,20 aA (93)	35,41 abA(92)
Reprodutiva	2,69 aB(08)	1,76 aB(06)	1,87 aB (05)	2,90 aB(07)	2,90 aB(08)

CONCLUSÕES

Os minerais analisados foram extraídos pelo feijão-de-corda na seguinte ordem decrescente: $\text{Cl} > \text{Ca} > \text{Na}$, sendo que a aplicação contínua de água salina (T2) reduz a extração de Cl e Ca e aumenta a extração de Na.

Os minerais Na, Cl e Ca, permanecem preferencialmente nas partes vegetativas.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FERNANDES, V. L. B. (Coord.). Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará. Fortaleza, CE: UFC, 1993. p. 248.
- GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, v. 78, p. 127–157, 1999.

- 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.
- GHEYI, H.J. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: OLIVEIRA, T.S.; ASSIS JR. R.N.; ROMERO, R.E.; SILVA, J.R.C. (eds). Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2000. p. 329-346.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2^a 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.
- MURTAZA, G.; GHAFOR. A.; QADIR, M. Irrigation and soil management strategies for using saline-sodic water in a cotton–wheat rotation. *Agricultural Water Management*, v.81, p. 98–114. 2006.
- PRATA, E. B. Acumulação de Biomassa e Absorção de Nutrientes por Híbridos de Meloeiro (*Cucumis melo* L.). 1999. 61 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1999.