

Tamanho e composição mineral de sementes de feijão-de-corda irrigado com água salina¹

Size and mineral composition of cowpea seeds irrigated with saline water

Antonia Leila Rocha Neves², Francisco Valderéz Augusto Guimarães³, Claudivan Feitosa de Lacerda^{4,*}, Flávio Batista da Silva⁵ e Francisco Leandro Barbosa da Silva⁵

Resumo - O objetivo foi estudar os efeitos da aplicação de água salina nos diferentes estádios de desenvolvimento do feijão-de-corda sobre as características qualitativas e quantitativas das sementes. O experimento foi conduzido no campo, em Fortaleza, Ceará, durante a estação seca, utilizando-se delineamento em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos utilizados foram: T1-plantas irrigadas com água de poço profundo (CEa 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-aplicação de água salina da semente até 22 dias após o plantio (DAP); T4-água salina aplicada de 23 a 42 DAP; T5-água salina aplicada de 43 a 62 DAP. As plantas dos tratamentos T3, T4 e T5 foram irrigadas com água do poço nas demais fases do ciclo. Foram avaliados a massa de 1000 sementes, o diâmetro médio dos grãos, a reserva mineral e o teor de proteína bruta. A aplicação de água salina de 5,0 dS m⁻¹, de forma contínua (T2) ou em diferentes estádios de desenvolvimento (T3, T4 e T5) não afetou os aspectos quantitativos analisados e a qualidade nutricional, em termos de teor de proteína e de praticamente todos os minerais analisados. As únicas variações nos teores de minerais nas sementes e pericarpos foram os incrementos nos teores de Na, Cl e Ca, notadamente no T2, o que se deveu às elevadas concentrações desses íons na água de irrigação.

Palavras-chave - *Vigna unguiculata*. Estresse salino. Reserva mineral das sementes. Proteína bruta.

Abstract - The objective of this work was to evaluate the effect of the irrigation with saline water, applied at different development stages of cowpea on qualitative and quantitative characteristic of the seeds. The experiment was set up in the field, in Fortaleza, Ceará, during the dry season. A completely randomized block design, with five treatments and five replications, was adopted. The treatments studied were: T1-Groundwater with electrical conductivity (EC_w) of 0.8 dS m⁻¹ during the whole crop cycle; T2-saline water (EC_w = 5.0 dS m⁻¹) during the whole crop cycle, starting after germination; T3-saline water until 22 days after sowing, DAS; T4-saline water from the 23rd to the 42nd DAS; T5-saline water from the 43rd to 62nd DAS. The plants of T3, T4 and T5 were irrigated with groundwater in the remaining stages. At the end of the crop cycle the following parameters were evaluated: dry mass of 1000 seeds, seeds size, and mineral reserve and crude protein concentration. The application of saline water during the whole crop cycle (T2) or at different growth stages (T3, T4 and T5) did not affect the quantitative parameters evaluated and the nutritional quality of the seeds, considering the concentration of crude protein and practically all minerals analyzed. The only changes observed in minerals concentrations in seeds and pericarps were the increases in Na, Cl, and Ca concentrations, especially in plants irrigated continuously with saline water (T2), and these changes were related to the high concentrations of these ions in the irrigation water.

Key words - *Vigna unguiculata*. Salt stress. Mineral reserve of seeds. Crude protein.

* Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 05/05/2008; aprovado em 22/09/2008

Parte da dissertação de Mestrado da primeira autora, apresentada ao Dep. de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará-Fortaleza, 2008

²Mestre em Irrigação e Drenagem, UFC, Bloco 804, Campus do Pici, CEP: 60.455-970, Fone: (085) 3366-9756, Fortaleza-CE, leilaneves7@hotmail.com

³Eng. Agrônomo, Dr., Gerente do Laboratório de Solo e Água do Departamento de Ciências do Solo, UFC, Fortaleza-CE, valderez@ufc.br

⁴Eng. Agrônomo, Dr., Professor do Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza-CE, cfeitosa@ufc.br

⁵Bolsista PIBIC/CNPq, Estudante de Graduação em Agronomia, UFC, Fortaleza-CE, agrofaviobatista@yahoo.com.br; leandro_custela@hotmail.com

Introdução

Em regiões áridas e semi-áridas, é comum a ocorrência de fontes de água com elevada concentração salina e com elevadas concentrações de sódio, principalmente na forma de cloreto de sódio, dois fatores que reduzem a qualidade desses recursos para utilização na agricultura. Como consequência desse processo de salinização tem-se a perda da capacidade produtiva dos solos e enormes prejuízos sócio-econômicos (BARROS et al., 2005).

A utilização de fontes de águas salinas pode, dependendo de sua composição química, alterar de forma negativa as propriedades físicas e químicas do solo e, dependendo da sua forma de aplicação, pode provocar graus variados de estresse aos vegetais. Em geral, o estresse salino em plantas é acompanhado de acúmulo de íons potencialmente tóxicos e de efeitos osmóticos nutricionais, que podem afetar a fisiologia da planta, a produtividade, os teores de moléculas orgânicas (LACERDA et al., 2003) e a qualidade da biomassa (GLENN et al., 1998; VIEIRA et al., 2005). Essas respostas dependem da espécie vegetal, podendo-se encontrar diferenças, também, entre genótipos da mesma espécie (LACERDA et al., 2003; DANTAS et al., 2002). Portanto, a utilização de águas salinas na irrigação de determinadas culturas deve ser precedida de estudos científicos que comprovem o seu impacto sobre a qualidade e a quantidade dos produtos agrícolas e, também, sobre as propriedades do solo (SHARMA; RAO, 1998). Vale salientar, que informações dos efeitos da salinidade na qualidade da produção agrícola ainda são escassas, embora tais efeitos sejam aparentes e tenham sido observados sob condições de campo e de casa de vegetação (BOTIA et al., 2005; VIEIRA et al., 2005).

De acordo com Ayers e Westcot (1999), o feijão-de-corda é considerado moderadamente tolerante à salinidade. Embora existam muitos estudos relacionados com a tolerância à salinidade dessa espécie, sob condições de laboratório e casa de vegetação (MAAS; POSS, 1989; LACERDA, 1995; DANTAS et al., 2002; COSTA et al., 2003; LACERDA et al., 2006), poucas são as informações sobre os efeitos da salinidade na produtividade dessa cultura, sob condições de campo. Alguns estudos realizados nessas condições demonstraram que o uso de águas salinas na irrigação dessa cultura provocou acúmulo de sais no solo e reduziu o crescimento vegetativo e a produção de grãos (WILSON et al., 2006; ASSIS JÚNIOR et al., 2007), porém não foram avaliados nesses trabalhos os aspectos referentes à qualidade do produto de interesse agrônomico.

Nesse trabalho buscou-se avaliar os efeitos da irrigação com água salina aplicada nos diferentes estádios de desenvolvimento do feijão-de-corda, cultivar EPACE 10, sobre os aspectos quantitativos (massa de 100 sementes e o

diâmetro médio dos grãos) e qualitativos (reserva mineral e teor de proteína bruta) das sementes produzidas.

Material e métodos

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°45'S; 38° 33'W e altitude de 19 m em relação ao nível do mar). Segundo a classificação de Köppen (1948), 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. Essa cultivar apresenta porte semi-enramador, ciclo de 65-75 dias, e produtividade de 1000 kg ha⁻¹ sob condições de sequeiro e de 1500 a 2000 kg ha⁻¹ sob condições de irrigação, na região Nordeste (FREIRE FILHO et al., 2005). As plantas foram cultivadas em espaçamento de 0,8 m entre linhas e 0,3 m entre plantas, com duas plantas por cova.

Os tratamentos utilizados foram os seguintes: T1 - plantas irrigadas com água do poço profundo (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 e T5 - Água do poço da semente até 42 dias após o plantio e água salina (CEa de 5,0 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, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção de 7:2:1, obedecendo-se à relação entre CEa e concentração (mmol L⁻¹ = CE x 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 e Westcot (1999). A lâmina total de irrigação utilizada por tratamento foi de 326,3 mm. A adubação seguiu a recomendação de Fernandes (1993).

A colheita 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. O material colhido foi acondicionado em sacos de papel previamente identificados e, após secagem, foram feitas medições da massa de 1000 sementes (obtido de duas sub-amostras de cada parcela). Em seguida, o total de grãos por parcela foi separado por tamanho, utilizando-se o seguinte jogo de peneiras: 20 (7,94 mm), 19 (7,54 mm), 18 (7,14 mm), 17 (6,74 mm) e 16 (6,35 mm).

As amostras secas (pericarpos e grãos) em estufa de circulação forçada a 60 °C durante 72 horas 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 (Na, Cl, K, Ca, N, P, Fe, Cu, Zn e Mn), utilizando as metodologias descritas por Malavolta et al. (1997). Os teores de proteína bruta nos grãos foram obtidos multiplicando-se o teor de nitrogênio por 6,25 (SILVA; QUEIROZ, 2002). Os resultados foram submetidos à análise de variância tendo sido realizada a comparação entre médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se como ferramenta de apoio o programa SAEG/UFV.

Resultados e discussão

Tamanho das vagens e das sementes

A aplicação contínua de água salina (T2) ou nos diferentes estádios de desenvolvimento do feijão-de-corda (T3, T4 e T5) não influenciaram na massa de 1000 sementes e no diâmetro médio dos grãos (Tabela 1). Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Maas e Poss (1989), Assis Júnior et al. (2007) e Lacerda et al. (2006), sendo que os efeitos da salinidade sobre a produtividade do feijão-de-corda se devem mais à

redução no número de ramos reprodutivos por planta. Os valores médios encontrados para massa de 1000 sementes, média de 196,8 g, estão de acordo com os observados no cultivar EPACE 10 (ASSIS JÚNIOR et al., 2007) e em outros cultivares dessa espécie (FREIRE FILHO et al., 2005; MENDES et al., 2007).

Tabela 1 - Valores dos quadrados médios e da significância estatística para o peso de 1000 grãos (P1000GR) e diâmetro médio dos grãos (DMGR) em plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento

Variáveis	Quadrados médios			
	Trat	Bloco	Resíduo	CV
P1000G	278,1 ns	187,8 ns	295,8	8,7
DMGR	0,42 ns	0,46 ns	16,96	24,5

ns = não significativo pelo teste F a 5%

Na Tabela 2 tem-se a distribuição percentual dos grãos em peneiras de malhas: 20 (7,94 mm), 19 (7,54 mm), 18 (7,14 mm), 17 (6,74 mm) e 16 (6,35 mm). Os resultados indicam que cerca de 60 a 70% das sementes de feijão-de-corda, cultivar EPACE 10, apresentam tamanhos variando de 6,74 a 7,14 mm, o que está de acordo com resultados obtidos com essa cultura (FREIRE FILHO et al., 2005; ASSIS JÚNIOR, 2007). A inexistência de efeitos da salinidade sobre o peso de 1000 sementes e sobre o diâmetro médio das sementes (Tabelas 1 e 2) sugere que a salinidade tem pouca influência sobre a qualidade das sementes, pelos menos no seu aspecto visual.

Teores de minerais e de proteína bruta

Os teores de minerais encontrados nos grãos são semelhantes aos observados em outros estudos (LACERDA, 1995; FERREIRA NETO et al., 2006), e seguem a seguinte ordem decrescente: N > K > Cl > P > Na > Ca > Fe > Zn > Mn > Cu (Tabelas 3 e 4). O elevado teor de N está associado ao fato das sementes de

Tabela 2 - Distribuição percentual de sementes em peneiras de malhas 16 (P16), 17 (P17), 18 (P18), 19 (P19) e 20 (P20), obtidas de plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina¹

Tratamentos.	Porcentagem ²					
	P16	P17	P18	P19	P20	Resto
T1	13,4 ± 1,9	33,6 ± 2,9	35,4 ± 2,7	11,9 ± 2,1	1,2 ± 0,3	4,5 ± 0,5
T2	14,3 ± 2,2	36,8 ± 1,2	33,9 ± 3,5	9,2 ± 0,9	0,9 ± 0,4	4,9 ± 1,6
T3	15,9 ± 2,1	33,1 ± 1,3	31,1 ± 1,8	11,3 ± 1,3	1,9 ± 0,6	6,7 ± 0,8
T4	17,0 ± 5,4	37,7 ± 3,7	30,5 ± 6,2	8,7 ± 3,7	1,0 ± 0,7	5,1 ± 1,3
T5	17,3 ± 2,2	34,4 ± 5,1	33,8 ± 6,7	8,3 ± 2,6	0,8 ± 0,3	5,4 ± 0,8

¹Valores médios ± desvio padrão. n = 5; ²A porcentagem foi obtida dividindo-se a matéria seca das sementes retidas na peneira pela matéria seca total das sementes selecionadas nas quatro peneiras; o resto corresponde às sementes trituradas do total colhido em cada tratamento

feijão-de-corda apresentarem teores relativamente altos de proteínas (DANTAS et al., 2002; FERREIRA NETO et al., 2006). De modo contrário, o cálcio apresentou os menores teores, dentre os macronutrientes, refletindo sua baixa translocação das folhas para as sementes em desenvolvimento (MARSCHNER, 1995). No pericarpo, observou-se alteração na ordem apresentada acima, com predominância do íon potássio, sendo que os íons encontrados obedeceram à seguinte ordem decrescente: K > N > Cl > Ca > Na > P > Fe > Mn > Zn > Cu (Tabelas 3 e 4). Comparativamente aos grãos observa-se grande redução nos teores de N e P e aumento nos teores de Ca nos pericarpos. Isso se deve ao fato de que a semente possui reservas não contidas no pericarpo, como as proteínas (principal fonte de N) e a fitina (fonte de minerais das sementes, principalmente P e K) (BEWLEY; BLACK, 1994), enquanto os pericarpos apresentam paredes celulares mais espessas, das quais o Ca é importante componente (TAIZ; ZEIGER, 2002).

Os tratamentos em que se aplicaram água salina ao longo de todo o ciclo (T2) e nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura (T3, T4 e T5) não influenciaram de forma significativa os teores de K, Ca, P, N, Fe, Mn, Cu e Zn nos grãos, porém, foram verificados efeitos significativos dos tratamentos sobre os teores de K, Ca, Na, Cl e Mn no pericarpo (Tabelas 3 e 4). Resultados semelhantes foram obtidos por Lacerda (1995), sugerindo que a salinidade não parece afetar de maneira significativa a reserva mineral das sementes de feijão-de-corda. No presente estudo, constatou-se aumento nos teores de Na tanto nos grãos como no pericarpo e de Ca nos pericarpos das plantas do tratamento T2, e aumento no teor de Cl

Tabela 4 - Teores de micronutrientes em grãos e pericarpos de plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento

Tratamentos	Grãos (mg kg ⁻¹)			
	Fe	Mn	Cu	Zn
T1	115,71 a	33,09 a	15,84 a	49,32 a
T2	104,24 a	30,33 a	14,98 a	47,57 a
T3	131,34 a	29,41 a	11,98 a	49,54 a
T4	121,96 a	30,64 a	12,41 a	57,43 a
T5	127,17 a	34,62 a	12,84 a	56,99 a
Pericarpos (mg kg ⁻¹)				
T1	129,79 a	91,00 a	11,55 a	44,94 a
T2	133,85 a	79,66 ab	10,27 a	28,54 a
T3	129,79 a	65,87 b	12,84 a	34,94 a
T4	67,94 a	68,02 b	21,34 a	24,99 a
T5	97,34 a	81,56 ab	11,13 a	30,91 a

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

no pericarpo das plantas do tratamento T3, em relação às plantas irrigadas com água do poço. Esses resultados também estão de acordo com os obtidos por Lacerda (1995), sendo que os maiores teores de Na e Cl nos pericarpos das plantas com o tratamento T2 sugerem um mecanismo de retenção nesse tecido vegetal, evitando maior acúmulo desses íons nas sementes. É importante destacar, também, que os íons Na, Cl e Ca estavam presentes em maiores concentrações no respectivo tratamento, o que justifica a

Tabela 3 - Teores de macronutrientes em grãos e pericarpos de plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento

Tratamentos	Grãos (g kg ⁻¹)					
	K	Ca	P	N	Na	Cl
T1	16,63 a	0,54 a	3,72 a	26,76 a	1,27 ab	10,38 a
T2	15,79 a	0,48 a	3,30 a	30,91 a	1,56 a	7,48 a
T3	15,79 a	0,51 a	3,43 a	31,75 a	1,12 b	11,88 a
T4	16,97 a	0,47 a	3,59 a	34,49 a	1,16 b	11,18 a
T5	17,14 a	0,47 a	3,49 a	35,11 a	1,23 ab	9,69 a
Pericarpos (g kg ⁻¹)						
T1	14,95 ab	3,62 b	1,46 a	11,73 a	2,72 b	5,18 b
T2	13,27 ab	4,74 a	1,12 a	11,87 a	5,89 a	15,94 a
T3	18,82 a	3,72 b	2,36 a	20,30 a	2,70 b	11,24 ab
T4	10,58 b	4,44 ab	0,70 a	7,95 a	2,75 b	6,54 b
T5	12,77 b	4,05 ab	1,16 a	11,50 a	3,31 b	8,70 ab

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

acumulação desses nutrientes nas plantas mais expostas à aplicação dessa fonte de água (T2).

A salinidade não influenciou os teores de proteínas nos grãos de plantas de feijão-de-corda (Figura 1), sendo que os valores médios obtidos variaram de 18,39 a 21,49%. Os valores encontrados no presente estudo foram inferiores aos observados em outros trabalhos. Dantas et al. (2002) estudaram 14 genótipos de feijão-de-corda submetidos à salinidade variando de 0,3 a 12 dS m⁻¹, em condições de casa de vegetação, e encontraram variações de 22,72 a 28,38% nos teores de proteína, sendo que o cultivar EPACE 10 apresentou teor de 23,07%. Outros trabalhos, no entanto, têm apresentado resultados dentro da faixa encontrada no presente estudo (FREIRE FILHO et al., 2005; FERREIRA NETO et al., 2006).

A aplicação de água com salinidade de 5 dS m⁻¹ não influenciou os teores de proteína nos grãos de feijão-de-corda (Figura 1), nem mesmo quando essa água foi utilizada durante todo o ciclo (T2). Trabalho desenvolvido por Dantas et al. (2002) com 14 cultivares de feijão-de-corda, sob condições de casa de vegetação, demonstrou que a aplicação de água salina com CEA de até 6,0 dS m⁻¹ não afetou o teor de proteína nos grãos do cultivar EPACE 10, embora tenham sido verificados reduções superiores a 10% em cinco outros cultivares.

No Cultivar EPACE 10, os teores de proteína somente decresceram quando se utilizou água com CEA de 12 dS m⁻¹ (DANTAS et al., 2002). Esses resultados mostram que a salinidade tem pouca influência sobre a qualidade dos grãos produzidos por essa cultura, embora diferenças nessa variável possam depender do cultivar em estudo.

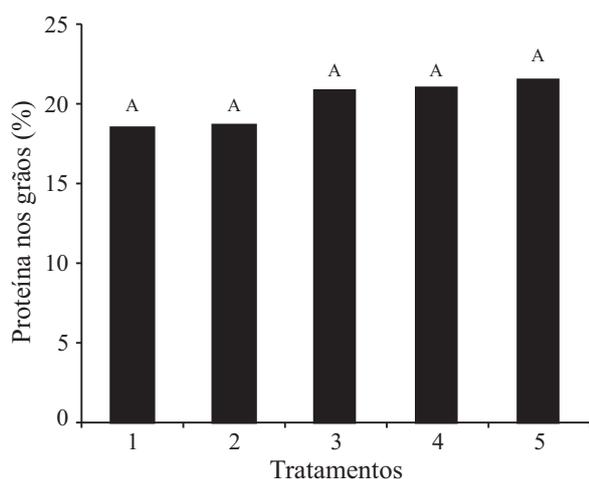


Figura 1 - Percentagem de proteína bruta nos grãos de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estágios de desenvolvimento. Barras com as mesmas letras, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). $n = 5$

Conclusões

A aplicação de água salina de 5,0 dS m⁻¹, de forma contínua ou em diferentes estágios de desenvolvimento não afeta o tamanho e a qualidade nutricional das sementes de feijão-de-corda, em termos de teor de proteína e de praticamente todos os minerais analisados.

As principais variações nos teores de minerais nas sementes e pericarpos são os incrementos nos teores de Na, Cl e Ca, notadamente no tratamento em que a água salina foi utilizada continuamente ao longo do ciclo, o que se deve às elevadas concentrações desses íons na água de irrigação.

Agradecimentos

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

Referências

- ASSIS JÚNIOR, J. O. et al. Produtividade do feijão-de-corda e acúmulo de sais no solo em função da fração de lixiviação e da salinidade da água de irrigação. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 03, p. 702-713, 2007.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p.
- BARROS, M. F. C. et al. Aplicação de gesso e calcário na recuperação de solos salino-sódicos do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 09, p. 320-326, 2005.
- BEWLEY J. D.; BLACK M. **Seeds: Physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BOTÍIA, P. et al. 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.
- COSTA, P. H. A. et al. Crescimento e níveis de solutos orgânicos e inorgânicos em cultivares de *Vigna unguiculata* submetidos à salinidade. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 03, p. 289-297, 2003.
- DANTAS, J. P. et al. Avaliação de genótipos de caupi sob salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 06, n. 03, p. 425-430, 2002.
- FERNANDES, V. L. B. (Coord.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. Fortaleza-CE: UFC, 1993. 248 p.
- FERREIRA NETO, J. R. C. et al. Composição química dos grãos secos em genótipos de feijão-caupi. In: CONGRESSO

- NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 6., 2006, Teresina. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio Norte, 2006. CD ROM.
- FREIRE FILHO, F. R. et al. **Feijão caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: EMBRAPA, 2005. 519 p.
- GLENN, E. et al. Water use, productivity and forage quality of the halophyte *Atriplex nummularia* grown on saline waste water in a desert environment. **Journal of Arid Environments**, v. 38, p. 45-62, 1998.
- KÖPPEN, N. W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478 p.
- LACERDA, C. F. et al. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental Botany**, v. 49, p. 107-120, 2003.
- LACERDA, C. F. **Efeitos da salinidade no desenvolvimento e composição mineral do feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e utilização do Ca²⁺ como meio para minorar tais efeitos**. 1995. 87 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- LACERDA, C. F. et al. Morpho-physiological responses of cowpea leaves to salt stress. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, p. 455-465, 2006.
- MAAS, E. V.; POSS, J. A. Salt sensitive of cowpea at various growth stages. **Irrigation Science**, v. 10, p. 313-320, 1989.
- MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 674 p.
- MENDES, R. M. S. et al. Relações fonte-dreno em feijão-de-corda submetido à deficiência hídrica. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 38, n. 01, p. 95-103, 2007.
- RHOADES, J. D. et al. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117 p.
- SHARMA, D. P.; RAO, K. V. G. K. Strategy for long term use of saline drainage water for irrigation in semi-arid regions. **Soil & Tillage Research**, v. 48, p. 287-295, 1998.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 3. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2002. 690 p.
- VIEIRA, M. R. et al. Produtividade e qualidade da forragem de sorgo irrigado com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 09, p. 42-46, 2005. (Suplemento).
- WILSON, C. et al. Growth response of major USA cowpea cultivars: biomass accumulation and salt tolerance. **HortScience**, v. 41, p. 225-230, 2006.