



Ciência Rural

ISSN: 0103-8478

cienciarural@mail.ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria
Brasil

Bezerra, Anna Karine Paiva; Lacerda, Claudivan Feitosa de; Hernandez, Fernando Felipe Ferreyra;
Silva, Flávio Batista da; Gheyi, Hans Raj
Rotação cultural feijão caupi/milho utilizando-se águas de salinidades diferentes
Ciência Rural, vol. 40, núm. 5, mayo, 2010, pp. 1075-1082
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33118931008>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Rotação cultural feijão caupi/milho utilizando-se águas de salinidades diferentes

Cowpea/corn crop rotation utilizing waters of different salinities

Anna Karine Paiva Bezerra^I Claudivan Feitosa de Lacerda^{II*} Fernando Felipe Ferreyra Hernandez^{III}
Flávio Batista da Silva^{IV} Hans Raj Gheyi^V

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar as alterações nas propriedades químicas do solo, no crescimento e na produtividade, em um ciclo de rotação cultural feijão caupi/milho irrigado, com águas de diferentes salinidades. O experimento foi conduzido em Fortaleza, Ceará (CE), seguindo-se o delineamento em blocos ao acaso, com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 parcelas. Os tratamentos estudados foram: plantas irrigadas por sulcos com água do poço com CEa de 0,8 (T1); 2,2 (T2); 3,6 (T3); e 5,0dS m⁻¹(T4). Utilizou-se, primeiramente, o cultivo do feijão caupi (estação seca), com espaçamento de 0,8m entre linhas e 0,3m entre plantas, com duas plantas por cova. As parcelas permaneceram demarcadas para o cultivo do milho (estação chuvosa), com espaçamento de 0,8m entre linhas e 0,2m entre plantas e uma planta por cova. Foram avaliadas as propriedades químicas do solo, o crescimento vegetativo, a produtividade e a partição da matéria seca. A aplicação de água salina durante o cultivo do feijão caupi na estação seca aumentou a salinidade e a sodicidade do solo, reduzindo o crescimento e a produtividade do feijão caupi. As elevadas precipitações pluviométricas antes e durante o cultivo do milho reduziram os prováveis efeitos negativos da salinidade nessa cultura. As elevadas produtividades das culturas e as pequenas alterações nos teores de sais no solo sugerem a viabilidade de utilização da rotação cultural feijão caupi/milho nas condições semelhantes às do presente estudo.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, *Zea mays* L., feijão-de-corda, produtividade, tolerância à salinidade.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the changes in chemical properties of soil, growth and productivity of crops in a cowpea/corn rotation irrigated with water of different salinities. The experiment was conducted under field conditions in randomized block design in a factorial scheme with four treatments and five replications totaling twenty plots. The treatments consisted of plants irrigated with well water of ECw of 0.8 (T1), 2.2 (T2), 3.6 (T3) and 5.0dS m⁻¹ (T4). In the first crop with cowpea (dry season) the space used was 0.8m between rows and 0.3m between plants, with two plants per hole. The same plots were utilized for the cultivation of corn (rainy season), using a spacing between rows of 0.8m and 0.2m between plants and one plant per hole. During the trial period, the chemical properties of soil, plant growth, productivity and partitioning of dry matter were evaluated. The use of saline water during cultivation of the cowpea in the dry season increased the salinity and sodicity of the soil, which reduced the growth and productivity of cowpea. High rainfall before and during the cultivation of corn eliminated the possible negative effects of salinity in this crop. The high yield of crops and the relatively small alteration in the salt content of the soil suggest the feasibility of using cowpea/corn crop rotation under conditions similar to this study.

Key words: *Vigna unguiculata*, *Zea mays* L., cowpea, productivity, salt tolerance.

INTRODUÇÃO

O uso de águas salinas na irrigação para produção vegetal é um desafio que vem sendo

^IInstituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC), Sobral, CE, Brasil.

^{II}Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará (UFC), Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal), Bloco 804, Campus do Pici, 60455-970, Fortaleza, CE, Brasil. E-mail: cfeitosa@ufc.br. *Autor para correspondência.

^{III}Departamento de Ciências do Solo, UFC, INCTSal, Fortaleza, CE, Brasil.

^{IV}Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus Cariri, Juazeiro do Norte, CE, Brasil.

^VDepartamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), INCTSal, Campina Grande, PB, Brasil.

superado com sucesso em diversas partes do mundo, em razão da utilização de espécies tolerantes à salinidade e da adoção de práticas adequadas de manejo da cultura, do solo e da água de irrigação. A rotação de culturas (MURTAZA et al., 2006), o reúso e a mistura de águas de diferentes qualidades (QADIR & OSTER, 2004) e o uso de diferentes fontes de água nos distintos estádios de desenvolvimento das plantas (NEVES et al., 2008) têm sido recomendados. O emprego dessas técnicas pode permitir o uso racional das águas existentes na região e contribuir também para minimizar a degradação do solo.

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), também conhecido como feijão-de-corda e feijão-macassar, constitui-se na principal cultura de subsistência das regiões Norte e Nordeste do Brasil. A área cultivada com essa cultura no país é de aproximadamente um milhão de hectares dos quais cerca de 90% estão situados na região Nordeste. A cultura apresenta grande importância na alimentação das populações que vivem nessas regiões, principalmente as mais carentes, pois fornece um alimento de alto valor nutritivo e, portanto, um dos principais componentes da dieta alimentar, gerando também emprego e renda, tanto na zona rural, quanto na zona urbana (LIMA et al., 2007). De acordo com AYERS & WESTCOT (1999), o feijão caupi tolera condutividade elétrica de até 3,3 dS m⁻¹ na água de irrigação, razão pela qual é considerada uma espécie moderadamente tolerante à salinidade; contudo, DANTAS et al. (2002) afirmam que o grau de tolerância do caupi ao estresse salino varia entre genótipos.

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta de ciclo anual, pertence à família *Poaceae*, apresenta baixo ponto de compensação de CO₂, alta taxa fotossintética e baixo consumo de água para formação de matéria fresca (AZEVEDO NETO & TABOSA, 2000). O milho é classificado como uma espécie moderadamente sensível à salinidade (AYERS & WESTCOT, 1999), sendo mais sensível ao estresse salino no período vegetativo e apresentando maior tolerância na época de floração. O estresse salino provoca redução progressiva do crescimento em razão da diminuição do potencial osmótico e/ou do acúmulo excessivo de íons, podendo induzir toxicidade iônica, desequilíbrio nutricional ou ambos (AZEVEDO NETO & TABOSA, 1997).

A utilização do milho e do feijão caupi é muito comum não somente em cultivos isolados, mas também em cultivos consorciados e em sistemas de rotação de cultura, em função de suas diferenças fisiológicas e morfológicas. A utilização de um sistema de rotação cultural feijão caupi/milho permite a avaliação

do efeito da rotação cultural entre leguminosas e gramíneas sobre as características químicas do solo. Em função do exposto anteriormente, o presente trabalho teve como objetivo avaliar alterações no acúmulo de sais no solo e no crescimento e na produtividade em um ciclo de rotação cultural feijão caupi/milho sob irrigação com águas de salinidades diferentes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi montado em Argissolo Vermelho Amarelo, de textura média, na área experimental do Laboratório de Hidráulica e Irrigação da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza, Ceará (CE) (3°45'S; 38° 33'W e altitude de 19m). De acordo com a classificação de Köppen, a área do experimento está localizada em região de clima Aw'.

O experimento teve duração total de cerca de sete meses, sendo o primeiro cultivo instalado durante a estação seca (outubro a dezembro de 2007) com a cultura do feijão caupi. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro tratamentos, água com condutividades elétricas de 0,8 (T1, água de poço profundo), 2,2 (T2), 3,6 (T3) e 5,0 (T4) dS m⁻¹, e cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Cada parcela tinha 3 m de comprimento e cinco linhas de plantio. Utilizou-se o espaçamento de 0,8x0,3m, com duas plantas por cova, correspondendo a uma densidade de plantio de 83.333 plantas ha⁻¹. Cada parcela tinha um total de 110 plantas, e 54 dessas plantas localizadas nas três fileiras centrais constituíam a parcela útil.

O preparo do solo consistiu de uma aração seguida de uma gradagem. O plantio foi realizado no dia 06/10/2007, sendo utilizadas sementes de feijão caupi da cultivar 'EPACE 10'. Após o estabelecimento das plântulas, cerca de 12 dias após o plantio (DAP), as plantas passaram a ser irrigadas conforme os tratamentos. Para o preparo das águas de irrigação, foram utilizados os sais de NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O na água do poço, na proporção equivalente de 7:2:1 (MEDEIROS, 1992; RHOADES et al., 2000).

Aplicaram-se 20, 60 e 30kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, conforme recomendação de FERNANDES (1993), sendo utilizados ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, e o N e o P foram aplicados na semeadura, enquanto a dose de K foi dividida em duas vezes, uma na semeadura e a outra em cobertura aos 25DAP. Capinas manual foram realizadas e, conforme as necessidades, foram feitas aplicações de defensivos agrícolas para combater o ataque de pragas e doenças.

A água foi aplicada em sulcos nivelados e fechados, em turno de rega de três dias. As lâminas de irrigação foram definidas com base nos valores de evapotranspiração de referência (ET_o) obtidas pelo método do Tanque Classe A e dos coeficientes da cultura (K_c) para diferentes fases de crescimento (DOORENBOS & KASSAM, 1994).

A colheita foi iniciada após a maturação das primeiras vagens (cerca de 58DAP) e se estendeu até aos 70DAP, sendo realizadas nas plantas das três fileiras centrais. Aos 63DAP, foram colhidas, de forma aleatória, seis plantas contidas nas três fileiras úteis de cada parcela. Após secagem em estufa a 65°C, as plantas foram pesadas para obtenção da matéria seca da parte aérea e avaliadas as seguintes variáveis agrônomicas: número de vagens, tamanho médio de vagens, número de grãos por vagem, peso total dos grãos secos, peso da casca e peso de 1000 grãos. Com os dados de produção de matéria seca de cada parte da planta e da planta inteira, calculou-se a partição de matéria seca na parte aérea, incluindo-se o índice de colheita (IC), que relaciona a produção de grãos com a produção de matéria seca total da parte aérea. No caso da produção de vagens (casca e grãos), foi considerada a média de todas as plantas da parcela útil.

O cultivo do milho foi realizado nas mesmas parcelas em que foi cultivado o feijão caupi, durante a estação chuvosa (janeiro a abril de 2008), utilizando-se sementes do híbrido AG 1051. O espaçamento utilizado foi de 0,8x0,2m, com densidade de plantio de 62.500 plantas ha⁻¹. Cada parcela tinha um total de 80 plantas, e 42 dessas plantas localizadas nas três fileiras centrais constituíam a parcela útil.

A adubação seguiu a recomendação de FERNANDES (1993), sendo aplicadas as doses de 60, 30 e 30kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, e utilizadas as mesmas fontes citadas anteriormente. O P foi aplicado todo na semeadura, e os N e K foram aplicados em três vezes, uma na semeadura e duas em cobertura, aos 25 e 40DAP. Nesse caso, foi utilizada apenas irrigação suplementar com água do poço (T1) durante os veranicos que ocorreram na estação chuvosa.

Aos 96DAP 15 plantas foram colhidas aleatoriamente dentro das três fileiras centrais. As plantas foram separadas em limbos foliares, colmo + bainhas, pendão, espigas e material morto e, após secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C, todos os materiais foram pesados, e as espigas foram separadas em grãos, palha e sabugo. As variáveis avaliadas foram: produção de matéria seca das partes vegetativa e reprodutiva, produtividade da cultura, partição de matéria entre as diferentes partes da planta e índice de colheita (IC).

Antes da instalação do primeiro cultivo (agosto de 2007), após o cultivo do feijão caupi (dezembro de 2007) e após o cultivo do milho (abril de 2008), amostras de solo foram coletadas em diferentes camadas (0 a 0,3, 0,3 a 0,6 e 0,6 a 0,9m), nas cinco parcelas de cada tratamento, que depois foram homogeneizadas, formando uma amostra composta por tratamento. As amostras foram coletadas entre as plantas, no terço médio da fileira central de cada parcela, e posteriormente analisadas conforme metodologias recomendadas por SILVA (1999).

Os dados referentes ao cultivo do feijão caupi foram submetidos às análises de variância e de regressão, utilizando-se o programa computacional SAEG/UFV 9.0. A análise de variância também foi realizada para avaliar o efeito residual da salinidade das águas aplicadas na primeira cultura sobre o desenvolvimento da cultura do milho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características químicas do solo

Observou-se, após o cultivo do feijão caupi, aumento da condutividade elétrica e da PST no solo (Tabela 1); no entanto, os valores de condutividade elétrica medidos após o cultivo com o milho (período chuvoso) decresceram em todos os tratamentos, em consequência das chuvas ocorridas de janeiro a abril de 2008. O efeito de lavagem do solo, em decorrência da estação chuvosa, foi similar ao observado em outros estudos (MURTAZA et al., 2006; ASSIS JÚNIOR et al., 2007). Os valores de PST decresceram em todas as profundidades do solo após o período chuvoso, e os menores valores de PST foram encontrados na camada superficial do solo. Esse resultado reforça a necessidade de utilização de estratégias de manejo, principalmente em locais onde a precipitação pluviométrica e a disponibilidade de água de boa qualidade para irrigação são escassas, como a aplicação alternada de águas de baixa e alta salinidade em diferentes estádios do ciclo das culturas (NEVES et al., 2009), utilização de frações de lixiviação (ASSIS JÚNIOR et al., 2007), rotação de culturas (MURTAZA et al. 2006), dentre outras. Essas estratégias contribuem para a convivência com os problemas de salinidade e sodicidade na agricultura irrigada (SMEDEMA, 2007; RITZEMA et al., 2008).

Crescimento e produtividade do feijão caupi

O aumento da salinidade da água de irrigação causou redução significativa ($P \leq 0,05$) da matéria seca da folha (MSFO), da haste (MSH), da vagem (MSVG) e da parte aérea (MSPA) das plantas, e

Tabela 1 - Condutividade elétrica do extrato solo/água ($CE_{1:1}$) e percentagem de sódio trocável (PST) em amostras de diferentes camadas de um Argissolo Vermelho Amarelo coletados antes da instalação do primeiro cultivo (setembro de 2007), após o cultivo do feijão caupi (dezembro de 2007) e após o cultivo do milho (abril de 2008).

CEa dS m ⁻¹	-----CE _{1:1} (dS m ⁻¹) -----			-----PST (%)-----		
	-----Profundidade (m) -----					
	0-0,30	0,30-0,60	0,60-0,90	0-0,30	0,30-0,60	0,60-0,90
	-----setembro de 2007 (antes do cultivo do feijão) -----					
	0,30	0,25	0,39	6	10	5
	-----dezembro de 2007 (após o cultivo do feijão) -----					
0,8	0,66	0,83	0,54	18	21	15
2,2	0,98	1,58	1,53	22	21	24
3,6	1,46	2,11	1,48	31	25	22
5,0	1,65	2,74	1,92	24	23	21
	-----abril de 2008 (após o cultivo do milho) -----					
0,8 ^{#,a}	0,30	0,37	0,42	2	9	10
0,8 ^{#,b}	0,23	0,37	0,40	3	6	8
0,8 ^{#,c}	0,25	0,37	0,39	3	9	9
0,8 ^{#,d}	0,23	0,19	0,26	2	13	11

[#] Irrigado com água de Tratamento 1 ($CEa=0,8dS m^{-1}$) em caráter suplementar, nas parcelas anteriormente irrigadas com as águas de 0,8; 2,2; 3,6 e 5,0dS m⁻¹ (^a, ^b, ^c, ^d, respectivamente).

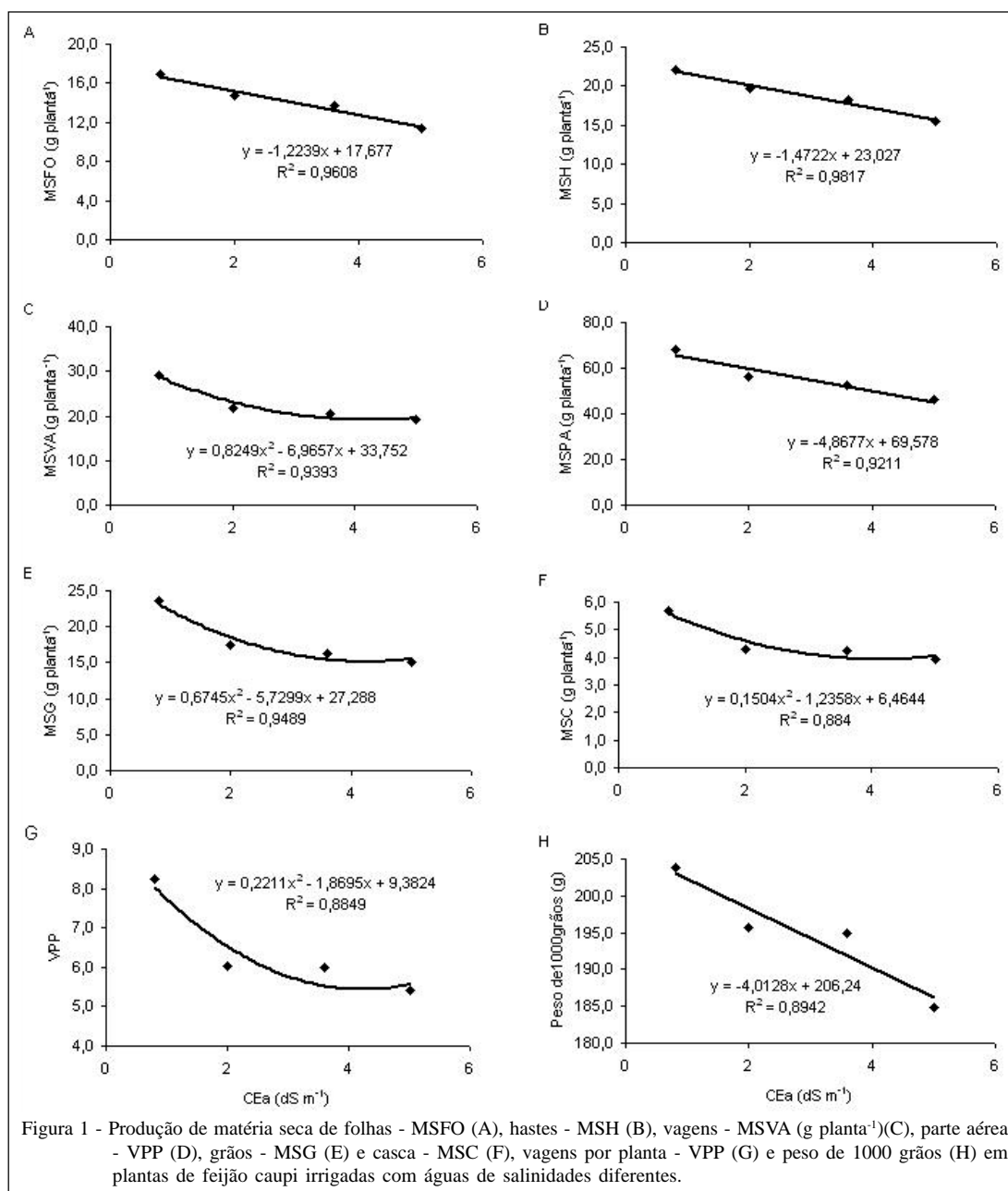
reduções nessas variáveis foram observadas nas plantas do tratamento irrigado com condutividade elétrica a partir de 2,2dS m⁻¹ (Figura 1 - A, B, C e D). Esses resultados evidenciam um grau menor de tolerância da cultura do feijão caupi em comparação com os resultados de AYERS & WESTCOT (1999), que consideram a salinidade limiar da água de 3,3dS m⁻¹. A diferença entre esses resultados pode ser em razão da variação no grau de tolerância da cultivar, em função do método de irrigação e das condições climatológicas locais. Tal fato sugere que se deve, sempre que possível, dar primazia a resultados revelados por pesquisas *in loco*. A diminuição do crescimento das plantas de feijão caupi, ocasionada pelo estresse salino progressivo, também observada em outros estudos (DANTAS et al., 2002), pode ser reflexo do custo metabólico de energia associada a uma tentativa de adaptação da planta à salinidade (MUNNS, 2002).

No caso dos componentes de produção, o acréscimo de salinidade na água de irrigação afetou significativamente ($P \leq 0,05$) a matéria seca dos grãos (MSGR) e da casca (MSCASC), o tamanho da vagem (TV), o número de vagens por planta (VPP) e o peso de 1000 grãos (P1000), porém não influenciou ($P \geq 0,05$) o número de grãos por vagem (GPV). Os resultados de P1000 grãos divergem dos obtidos por ASSIS JÚNIOR et al. (2007) e NEVES et al. (2008), que não constataram efeito da salinidade sobre essa variável. Os totais de MSGR, MSCAS, VPP e o P1000 decresceram em função

do aumento da salinidade de água de irrigação (Figura 1 - E, F, G e H). ASSIS JÚNIOR et al. (2007) obtiveram, em ensaio de campo, resultado semelhante em relação ao número de vagens por planta. A produtividade dos grãos do feijão caupi resulta do número de vagens (NV) por unidade de área, do número de grãos por vagens (NGV) e do P1000 (CARDOSO et al., 2005). O NV é um dos importantes componentes de produção quando se estuda a produtividade do feijão caupi. A concentração de sais proveniente da água de irrigação pode ser um fator crucial na produtividade das culturas (ASSIS JÚNIOR et al., 2007).

A diminuição da produtividade é consequência dos acréscimos salinos impostos à cultura, por meio da água de irrigação, durante seu ciclo. Alguns estudos demonstraram que o uso de águas salinas na irrigação do feijão caupi provocou acúmulo de sais no solo e reduziu o crescimento vegetativo e a produção de grãos (WILSON et al., 2006), sugerindo que a utilização de água salina na irrigação depende de estratégias de longo prazo que garantam a sustentabilidade sócio-econômica e ambiental dos sistemas agrícolas (SHARMA & RAO, 1998).

As produtividades do feijão caupi obtidas com base na produção por planta e na densidade de plantio foram de 1.958, 1.458, 1.358 e 1.266kg ha⁻¹, respectivamente, para os tratamentos T1, T2, T3 e T4. Esse resultado é compatível com os resultados encontrados na literatura (FREIRE FILHO et al., 2005;



ASSIS JÚNIOR et al., 2007; NEVES et al., 2009) dentro, portanto, da faixa (1.500 a 2.000kg ha⁻¹) obtida sob condições de irrigação, na região Nordeste, indicando que as produtividades foram relativamente altas, mesmo sob irrigação com águas salinas com CEa de 3,6dS m⁻¹. Comparando-se os dados de maior nível de salinidade (T4) com os dados de menor nível (T1), verifica-se que as reduções na produtividade e na produção de matéria seca da parte vegetativa foram de 35 e 30%, respectivamente. A redução da produtividade observada no presente estudo foi menor que os

resultados obtidos por NEVES et al. (2009), que obtiveram 47% de redução, considerando-se o maior nível de salinidade da água de irrigação (5dS m⁻¹).

Observando-se os resultados da partição da matéria seca na planta, nota-se que não houve efeito significativo dos tratamentos ($P \geq 0,05$), indicando que a salinidade de água não teve influência (Tabela 2). Esses resultados são semelhantes aos obtidos por ASSIS JÚNIOR et al. (2007). Observa-se, em todos os tratamentos, que os valores de partição de matéria seca de grãos (índice de colheita) e hastes foram os maiores

Tabela 2 – Partição da matéria seca da parte aérea em plantas de feijão caupi irrigadas com água de diferentes salinidades.

CEa (dS m ⁻¹)	Folhas	Hastes	Casca	IC
	-----%-----			
0,8	24,7±2,3	32,1±1,7	8,4±0,7	34,7±2,1
2,2	26,1±1,6	35,0±2,1	7,6±0,5	31,2±2,5
3,6	26,0±2,9	34,1±3,2	8,3±1,1	31,6±3,2
5,0	24,2±5,8	33,3±4,1	8,8±2,2	33,8±7,7
Teste F	ns	ns	ns	ns
CV (%)	6,1	4,1	6,6	6,0

¹ médias ± desvio padrão; n=5; ns – não significativo.

de todos os parâmetros analisados, variando dentro dos tratamentos de 31,2 a 34,7% para grãos e 32,1 a 35,0% para hastes do peso total da matéria seca da parte aérea da planta. Os valores do IC foram inferiores aos encontrados por ASSIS JÚNIOR et al. (2007), que variaram de 43 a 47%, e aos obtidos por NEVES et al. (2009), que ficaram em torno de 40% nos tratamentos de baixa e alta salinidade. O peso dos pericarpos das vagens foi o que apresentou menor valor, variando de 7,6 a 8,8% do peso total da parte aérea.

Crescimento e produtividade do milho

O acúmulo de sódio e de sais no solo durante o cultivo do feijão caupi (Tabela 1) não foi o bastante para causar efeitos significativos no crescimento e na produtividade do milho (Tabela 3A) durante a estação chuvosa, devido, em grande parte, ao total de 250mm de chuvas ocorrido entre o cultivo do feijão caupi e do milho. Durante a condução do experimento do milho (janeiro a abril de 2008), também foi constatado elevado valor de precipitação

Tabela 3 - Matéria seca de limbos foliares - MSFO, de colmos - MSCO, de material morto - MSMM, de espigas - MSEP, de pendão - MSPEN e da parte aérea - MSPA (A) e partição da matéria seca da parte aérea (B) de plantas de milho cultivadas nas parcelas experimentais que foram previamente cultivadas com feijão caupi irrigado com águas de salinidade diferentes.

A	-----Matéria seca (g planta ⁻¹)-----						
CEa dS m ⁻¹	MSFO	MSCO	MSMM	MSESP	MSPEN	MSPA	
0,8 ^{#,a}	23,7±2,8	59,6±5,3	8,7± 1,8	112,8±24,4	2,9±0,4	207,7±34,7	
0,8 ^{#,b}	21,2±3,8	56,6±8,6	9,5± 3,1	111,6±7,5	2,8±0,3	201,7±23,3	
0,8 ^{#,c}	23,4±3,5	53,0±9,3	9,9± 1,3	109,6±21,6	2,8±0,2	198,7±35,9	
0,8 ^{#,d}	24,4±4,5	55,4±10,4	8,0± 2,5	116,0±27,3	2,8± 0,3	206,6±45,0	
F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
CV	15,4	13,5	26,4	12,9	11,1	10,6	
B	COL	FOL	PEN	PAL	SAB	MM	IC
CEa dS m ⁻¹				%			
0,8 ^{#,a}	29,0±3,3	11,5±0,5	1,4±0,2	6,8±0,6	7,3±0,2	4,2±1,0	39,7±5,1
0,8 ^{#,b}	28,0±3,4	10,5±1,7	1,4±0,1	6,9±0,4	7,3±0,2	4,7±1,5	41,2±3,8
0,8 ^{#,c}	26,7±1,9	11,9±1,1	1,4±0,1	7,0±0,7	7,2±0,4	5,1±1,3	40,7±3,4
0,8 ^{#,d}	26,9±3,9	11,8±0,7	1,4±0,2	7,3±1,0	7,5±0,5	4,0±1,4	41,1±5,8
F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV	15,4	12,8	10,3	13,2	12,9	20,2	12,0

*[#] Irrigado com água de Tratamento 1 (CEa = 0,8dS m⁻¹) em caráter suplementar, nas parcelas anteriormente irrigadas com as águas de 0,8; 2,2; 3,6 e 5,0dS m⁻¹ (^a, ^b, ^c, ^d, respectivamente); médias ± desvio padrão; n=5; ¹COL – colmo, FOL – folha, PEN – pendão, PAL – palha, SAB – sabugo, MM – material morto, IC – índice de colheita.

(1248,5mm). Essas chuvas proporcionaram boa lixiviação dos sais, tanto antes, como durante o cultivo na estação chuvosa (Tabela 1). De acordo com SANTOS et al. (2005) e ASSIS JÚNIOR et al. (2007), o excedente da água de irrigação ou da chuva lixivia o excesso de sais no perfil do solo, resultando em menor efeito da salinidade no ambiente radicular, o que favorece o crescimento e o desenvolvimento da cultura. MURTAZA et al. (2006) também notaram pouca influência da irrigação com água salina no cultivo do algodão, na estação seca, em um sistema de rotação cultural com trigo irrigado com água de baixa salinidade na estação chuvosa.

As produtividades obtidas para a cultura do milho foram de 5.212, 5.181, 5.093 e 5.350 kg ha⁻¹, respectivamente, para as parcelas que foram irrigadas com águas salinas no cultivo do feijão caupi, correspondendo aos tratamentos T1, T2, T3 e T4. Esse resultado é superior aos resultados encontrados por SOUSA (2008) em cultivo realizado na mesma área com o mesmo híbrido (AG 1051), porém sob condições de irrigação na estação seca. Tais resultados mostram, ainda, a viabilidade do sistema de rotação de culturas nas condições edafoclimáticas da região, indicada pelas boas produtividades obtidas nos cultivos do feijão caupi e do milho e pelas pequenas influências da salinidade sobre o solo; entretanto, estudos de longo prazo são necessários, não só para se estudar os efeitos benéficos do sistema de rotação cultural, mas também os efeitos acumulativos dos sais sobre as propriedades do solo e sobre a produtividade vegetal.

A distribuição de matéria seca do milho nas diferentes partes da planta (Tabela 3B) não foi influenciada pela salinidade existente no solo por ocasião do plantio, o que se deve aos fatores climáticos já mencionados. A cultura apresentou elevada proporção do colmo (em torno de 30%) em relação à proporção de folhas (em torno de 11%), o que é uma característica desta e de outras gramíneas (AQUINO et al., 2007). O índice de colheita (IC) ficou em torno de 40%, valor superior ao encontrado por SOUSA (2008). Os maiores valores de IC obtidos no presente estudo estão diretamente relacionados à maior produtividade, indicando que as condições de cultivo influenciam a partição de fotoassimilados na cultura do milho.

CONCLUSÃO

A salinidade da água de irrigação reduziu o crescimento e a produtividade do feijão caupi. Os elevados totais de precipitação pluviométrica, antes e durante o cultivo do milho, proporcionaram a lixiviação do excesso de sais no solo e eliminaram os possíveis

efeitos negativos da salinidade nessa cultura. As elevadas produtividades das culturas e os pequenos efeitos dos sais no solo sugerem a viabilidade do sistema de rotação cultural feijão caupi/milho nas condições do presente estudo.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

- AQUINO, A.J.S. et al. Crescimento, partição de matéria seca e retenção de Na⁺, K⁺ e Cl⁻ em dois genótipos de sorgo irrigados com águas salinas. **R Bras Ci Solo**, Viçosa, v.31, n.5, p.961-971, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832007000500013&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 26 abr. 2010. doi: 10.1590/S0100-06832007000500013.
- 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. **Eng Agríc**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.702-713, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162007000400013&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 26 abr. 2010. doi: 10.1590/S0100-69162007000400013.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A. qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).
- AZEVEDO NETO, A.D.; TABOSA, J.N. Estresse salino em plântulas de milho: parte I análise do crescimento. **Rev Bras de Eng Agríc Ambient**, Campina Grande, v.4, n.2, p.159-164, 2000. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br>>. Acesso em: 26 abr. 2010.
- CARDOSO, J.M. et al. Ecofisiologia e manejo de plantio. In: FREIRE FILHO, F.R. et al. **Feijão caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: EMBRAPA, 2005. Cap.5, p.213-225.
- DANTAS, J.P. et al. Avaliação de genótipos de caupi sob salinidade. **Rev Bras de Eng Agríc Ambient**, Campina Grande, v.6, n.3, p.425-430, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662002000300008&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 26 abr. 2010. doi: 10.1590/S1415-43662002000300008.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, 33).
- FERNANDES, V.L.B. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. Fortaleza, CE: UFC, 1993. 248p.
- FREIRE FILHO, F.R. et al. **Feijão caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: EMBRAPA, 2005. 519p.
- LIMA, C.J.G.S. et al. Resposta do feijão caupi a salinidade da água de irrigação. **Rev Verde Agroec Desenv Sustent**, Mossoró, v.2, n.2, p.79-86, 2007. Disponível em: <<http://revista.gvaa.com.br/>>. Acesso em: 26 abr. 2010.

- MEDEIROS, J.F. **Qualidade da água de irrigação utilizada nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos Estados do RN, PB, CE e avaliação da salinidade dos solos.** 1992. 173f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB.
- MURTAZA, G. et al. Irrigation and soil management strategies for using saline-sodic water in a cotton-wheat rotation. **Agric Water Manage**, Amsterdam, v.81, n.1-2, p.98-114, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/03783774>>. Acesso em: 26 abr. 2010. doi:10.1016/j.agwat.2005.03.003.
- MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant Cell Environ**, Logan, v.25, p.239-250, 2002. Disponível em: <<http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&hid=107&sid=be84072f-3a9c-4019-a8a2-b0dc0202200e%40sessionmgr104>>. Acesso em: 26 abr. 2010. doi: 10.1046/j.0016-8025.2001.00808.x.
- NEVES, A.L.R. et al. Tamanho e composição mineral de sementes de feijão-de-corda irrigado com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Rev Ci Agron**, Fortaleza, v.39, p.569-574, 2008. Disponível em: <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/viewFile/389/285>>. Acesso em: 26 abr. 2010.
- NEVES, A.L.R. et al. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciênc Rural**, Santa Maria, v.39, n.3, p.758-765, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782009000300019&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 26 abr. 2010. doi: 10.1590/S0103-847820090005000014.
- QADIR, M.; OSTER, J.D. Crop and irrigation management strategies for saline-sodic soils and waters aimed at environmentally sustainable agriculture. **Sci Total Environ**, Ann Arbor, v.323, p.1-19, 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/00489697>>. Acesso em: 26 abr. 2010. doi:10.1016/j.scitotenv.2003.10.012.
- RHOADES, J. D. et al. **Uso de águas salinas para produção agrícola.** Campina Grande: UFPB, 2000. 117p.
- RITZEMA, H.P. et al. Subsurface drainage to combat waterlogging and salinity in irrigation lands in India: lessons learned in farmers' fields. **Agric Water Manage**, Amsterdam, v.95, n.3, p.179-189, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/03783774>>. Acesso em: 26 abr. 2010. doi:10.1016/j.agwat.2007.09.012.
- SANTOS, D.B. et al. Estratégias de manejo da irrigação do feijoeiro com água salina. **Rev Bras Eng Agri Ambient**, Campina Grande, v.9 (suplemento), p.16-20, 2005. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br>>. Acesso em: 26 abr. 2010.
- SHARMA, D.P.; RAO, K.V.G.K. Strategy for long term use of saline drainage water for irrigation in semi-arid regions. **Soil and Tillage Res**, Amsterdam, v.48, n.4, p.287-295, 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/01671987>>. Acesso em: 26 abr. 2010.
- SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Brasília: EMBRAPA, 1999. 370p.
- SMEDEMA, L.K. Revisiting currently applied pipe drain depths for waterlogging and salinity control of irrigated lands in the (semi) arid zone. **Irrig Drain**, Utrecht, v.56, p.379-387, 2007. Disponível em: <<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/114276392/PDFSTART>>. Acesso em: 26 abr. 2010. doi: 10.1002/ird.325.
- SOUZA, G.G. **Avaliação de um ciclo de rotação cultural milho e feijão-de-corda, utilizando-se água de baixa e de alta salinidade.** 2008. 96f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.
- WILSON, C. et al. Growth response of major USA cowpea cultivars: II. Effect of salinity on leaf gas exchange. **Plant Sci**, Dordrecht, v.170, n.6, p.1095-1101, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/01689452>>. Acesso em: 26 abr. 2010. doi:10.1016/j.plantsci.2006.01.010.