

IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E USO DE BIOFERTILIZANTE BOVINO NAS TROCAS GASOSAS E PRODUTIVIDADE DE FEIJÃO-DE-CORDA

FRANCISCO LEANDRO BARBOSA DA SILVA¹; CLAUDIVAN FEITOSA DE LACERDA²; ANTONIA LEILA ROCHA NEVES³; GEOCLEBER GOMES DE SOUSA³; CARLOS HENRIQUE CARVALHO DE SOUSA³ e FRANCISCO JARDELSON FEERIRA⁴

¹Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, CE. E-mail: leandrocmid@yahoo.com.br

²Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, CE. E-mail: cfeitosa@ufc.br

³Doutores em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, CE. E-mails: leilaneves7@hotmail.com ; sousamsa@yahoo.com.br; sousaibiapina@yahoo.com.br

⁵ Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Ceará, CE. E-mail: jardelsonaur@hotmail.com

1 RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação de biofertilizante bovino e da salinidade da água de irrigação, sobre as trocas gasosas e produtividade do feijão-de-corda. A pesquisa foi realizada na Fazenda Experimental do Vale do Curu, em Pentecoste, Ceará, entre novembro de 2010 a janeiro de 2011. As plantas foram dispostas em um arranjo de parcelas subdivididas, no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas consistiram de quatro diferentes concentrações de sais na água de irrigação (0,5, 2,2, 3,6 e 5,0 dS m⁻¹), via gotejamento, e as subparcelas consistiram de quatro níveis de biofertilizante, correspondendo a 0, 15, 30 e 45% do volume aplicado. Na condução do experimento foram analisadas as trocas gasosas e a produtividade. A salinidade da água de irrigação reduziu as trocas gasosas (condutância estomática, fotossíntese e concentração interna de CO₂) e a produtividade do feijão-de-corda. A aplicação do biofertilizante via foliar interferiu positivamente nos valores de transpiração, peso de grãos e produtividade na cultura do feijão-de-corda sob estresse salino.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata* L., salinização, insumo orgânico.

SILVA, F. L. B. da; LACERDA, C. F. de; NEVES, A. L. R.; SOUSA, G. G. de; SOUSA, C. H. C. de; FEERIRA, F. J.

IRRIGATION WITH SALINE WATER PLUS BOVINE BIOFERTILIZER IN THE GAS EXCHANGES AND PRODUCTIVITY OF COWPEA

2 ABSTRACT

Faced with the need for higher yields and lower costs in salinized areas, organic fertilizers (like bovine biofertilizers) have been widely adopted in agriculture. In that context, the objective of this study was to evaluate the effects of bovine biofertilizer and saline irrigation water, on cowpea gas exchanges and productivity. The research was conducted at the Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brazil, from November 2010 to January 2011. The plants were disposed in randomized blocks, in a split-plot design with four

replications. The plots corresponded to four different concentrations of salts in the drip irrigation water (0.5, 2.2, 3.6 and 5.0 dS m⁻¹), and the subplots consisted of four bovine biofertilizer ratios, representing 0, 15, 30 and 45% of the applied volume. The experiment evaluated the effects (of the controlled variables) on gas exchanges and productivity. The salinity of the irrigation water reduced cowpea gas exchanges (stomatal conductance, photosynthesis and internal CO₂ concentration) and cowpea productivity. The leaf application of bovine biofertilizer had positive influence on the values of transpiration, grain weight and productivity of the cowpea culture under salt stress.

KEYWORDS: *Vigna unguiculata* L. Salinization. Organic inputs.

3 INTRODUÇÃO

A salinidade do solo e da água é um dos principais obstáculos ao sistema de produção das culturas em todo o mundo. No entanto, seus efeitos vêm sendo 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 irrigação. A rotação de culturas, o uso de diferentes fontes de água nos distintos estádios de desenvolvimento das plantas, a mistura de águas de diferentes qualidades e o uso de insumos orgânicos alternativos, como por exemplo, o biofertilizante bovino têm sido recomendados (LACERDA et al., 2011; NEVES et al., 2008; QADIR; OSTER, 2004; SOUSA et al., 2012).

As interações iônicas que afetam a disponibilidade, absorção e transporte de nutrientes, são altamente complexas, mesmo na ausência de salinidade e de outros estresses. A salinidade adiciona um novo nível de complexidade para a nutrição mineral das culturas, afetando a atividade dos íons em solução e os processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição (NEVES et al., 2009; SOUSA et al., 2010).

O desenvolvimento de estratégias em áreas irrigadas da região semiárida brasileira, que vise à atenuação do estresse salino sobre as plantas, pode ser uma alternativa viável para se elevar a produtividade das culturas a esses ambientes. Dentre essas estratégias, está o uso de biofertilizante bovino. Segundo Cavalcante et al. (2010) além dos efeitos promovidos na estrutura física do solo, o esterco bovino líquido aplicado na superfície do substrato forma uma camada de impedimento às perdas elevadas de água por evaporação, o que possibilita às células vegetais permanecerem túrgidas por mais tempo em relação às plantas que não receberam o insumo.

A cultura do feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* L.) é considerada importante no contexto socioeconômico das regiões Norte e Nordeste do Brasil, não só por ser uma cultura de ampla aceitação popular, como também, pelo seu alto valor nutritivo (FREIRE FILHO et al., 2005). Trata-se de uma espécie considerada tolerante à seca e moderadamente tolerante à salinidade, sendo que, de acordo com Ayers & Westcot (1999), o feijão-de-corda tolera a irrigação com água salina com condutividade elétrica de até 3,3 dS m⁻¹, sem redução na produtividade.

Assis Júnior et al. (2007) concluíram que a redução na produtividade do feijão-de-corda ocasionada pela salinidade deveu-se, em parte, às reduções no crescimento vegetativo e na assimilação líquida de carbono, durante as fases de floração e frutificação, associadas aos efeitos osmóticos e ao acúmulo de íons potencialmente tóxicos (Na⁺ e Cl⁻) nos tecidos foliares. Nesta cultura, Silva et al. (2011) verificaram que o aumento do teor salino das águas prejudicou seu crescimento inicial, mas, com menor intensidade no solo onde foi aplicado o

biofertilizante bovino. Medeiros et al. (2011) e Sousa et al. (2012) também constataram efeitos benéficos do biofertilizante bovino em ambiente salino sobre as plantas de tomate cereja e milho, respectivamente. Na maioria destes estudos, no entanto, o biofertilizante foi aplicado no solo, havendo poucos estudos sobre a utilização desse insumo em aplicações foliares.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação foliar de biofertilizante bovino sobre as trocas gasosas e a produtividade do feijão-de-corda irrigado com águas de diferentes salinidades.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental do Vale do Curu (FEVC), no Município de Pentecoste, Ceará, no período de outubro de 2010 a janeiro de 2011. De acordo com a classificação de Köppen, a área experimental está localizada numa região de clima BSw'h', que se caracteriza por possuir um clima muito quente, semiárido, com estação chuvosa atrasando-se para o outono. Os dados meteorológicos mensais obtidos durante a realização do estudo encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios de temperatura (T em graus celsius (°C)) e umidade relativa do ar (UR em %) e totais mensais de precipitação (PPT em milímetros (mm)) e evapotranspiração potencial (ETP em milímetros (mm)), nos meses de condução do experimento.

Meses	T	UR	PPT	ETP
-	(°C)	(%)	(mm)	(mm)
out/10	31,1	46	0	174,2
nov/10	30,6	48	0	232,6
dez/10	30,4	59	0	166,3
jan/11	29,3	74	150	137,9

Fonte: Estação Meteorológica da Universidade Federal do Ceará/Campus do Pici.

O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Flúvico (EMBRAPA, 2006), cujas principais características físicas e químicas são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Atributos físicos e químicos do solo, antes da instalação dos tratamentos.

Características	Profundidade (cm)		
	0 a 30	30 a 60	60 a 90
Classe textural	Franco-arenosa	Franco-arenosa	Franco-arenosa
Dens. do solo (kg dm ⁻³)	1,27	1,29	1,34
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	3,60	3,40	4,80
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	4,10	4,20	2,40
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,10	0,08	0,06
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,55	1,19	1,46
H ⁺ + Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,50	0,33	0,33
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,55	0,55	0,55
pH em água (1:1,25)	7,9	7,8	7,7
CE dS m ⁻¹	1,26	1,70	2,00
PST (%)	6	13	16

Sementes de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* L.) cultivar EPACE 10 foram semeadas em covas espaçadas de 0,3 m na linha e 0,8 m entre linhas. Aos seis dias após o plantio (DAP) foi realizado o desbaste, deixando-se duas plantas por cova.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, com vazão de 3,2 L h⁻¹ a uma pressão de serviço de 1,0 kgf cm⁻². As lâminas de irrigação foram definidas com base nos valores de evapotranspiração de referência (ET_o) obtidos através do Tanque Classe A e dos coeficientes da cultura (K_c) recomendados por SOUZA, BEZERRA; TEÓFILO (2005), com um turno de rega (TR) predefinido de três dias. O coeficiente de cultivo foi aplicado de acordo com o estágio fenológico da cultura, sendo: 0,70 (até 12 DAP), 0,81 (de 13 até 33 DAP), 1,2 (de 34 até 54 DAP) e 0,77 (de 55 até 62 DAP).

A adubação seguiu a recomendação de FERNANDES (1993), aplicando-se 16 g m⁻¹ de ureia (N), 96 g m⁻¹ de superfosfato simples (P₂O₅) e 16 g m⁻¹ de cloreto de potássio (KCl). A dose de ureia e superfosfato simples foi aplicada toda no ato do plantio (fundação), enquanto o cloreto de potássio foi aplicado em duas vezes, sendo metade na fundação e o restante aos 30 DAP. O superfosfato simples, devido a sua baixa mobilidade no solo, foi aplicação em sua totalidade na fundação. Como fonte de micronutriente foi realizado adubação com FTE BR 12 (2,5 g m⁻¹), na fundação.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, com cinco repetições. Os tratamentos das parcelas foram compostos por quatro diferentes concentrações de sais na água de irrigação (0,5; 2,2; 3,6 e 5,0 dS m⁻¹), e as subparcelas pelas concentrações de biofertilizante bovino líquido aplicado via foliar, correspondendo a C1= 0%, C2= 15% (150 mL Bio+850 mL de água), C3=30% (300 mL Bio+700 mL de água) e C4= 45% (450 mL Bio+550 mL de água) para cada litro da solução aplicada, na proporção 1:1. A área foi dimensionada para que cada parcela tivesse o tamanho de 16 m x 4 m e as subparcelas com 3,2 m x 4 m, totalizando 1.024 m² de área total. Foram utilizadas duas fontes de água: água do canal de irrigação, proveniente do Açude General Sampaio, com condutividade elétrica (CEa) de 0,5 dS m⁻¹ (T1) e água de rejeitos proveniente do dessalinizador instalado na FEVC com CEa de 2,2 dS m⁻¹ (T2). Para os tratamentos com maiores concentrações de sais, com CEa de 3,6 (T3) e 5,0 dS m⁻¹ (T4), adicionaram-se ao rejeito os sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção 7:2:1 obedecendo a relação entre CEa e sua concentração (mmol_c L⁻¹= CE x 10), conforme (RHOADES et al., 2000). As principais características da água do canal e da água salina, utilizadas na irrigação, são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Característica da água do canal e das águas salinas utilizadas na irrigação de plantas de feijão-de-corda.

Tratamentos	CEa	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	pH
	(dS m ⁻¹)	(mmol _c L ⁻¹)	(mmo _c L ⁻¹)	(mmol _c L ⁻¹)	
T1 ¹	0,5	0,003	2,03	0,8	7,67
T2	2,2	0,011	12,6	1,1	8,07
T3	3,6	0,018	19,41	3,4	8,43
T4	5	0,026	26,96	9,3	7,77

¹ T1 = 0,5 dS m⁻¹ – água do canal (Açude General Sampaio); T2= 2,2 dS m⁻¹ – rejeito de dessalinizador; T3 e T4= água do rejeito + sais adicionados ao rejeito.

O biofertilizante foi preparado por meio da fermentação anaeróbica contendo esterco bovino fresco e água na proporção de 1:1 (volume/volume = v/v), por um período de trinta a sessenta dias, em recipiente plástico, na ausência de ar. Para se obter o sistema anaeróbio, a mistura foi colocada em uma bomba plástica de 240 L, deixando-se um espaço vazio de 20 cm no seu interior e fechada hermeticamente. Na tampa foi adaptada uma mangueira com a outra extremidade mergulhada num recipiente com água na altura de 20 cm, para a saída de gases (PENTEADO, 2007). As características químicas do biofertilizante bovino estão apresentados na Tabela 4. Após 15 DAP foram feitas aplicações semanais, até o início da floração, totalizando quatro aplicações.

Tabela 4. Características química do biofertilizante bovino líquido, utilizado na aplicação via foliar

Componentes	Biofertilizante
CE dS m ⁻¹	3,61
pH	7
N g L ⁻¹	16,8
P g L ⁻¹	8,1
K g L ⁻¹	25,2
Ca g L ⁻¹	25,9
Mg g L ⁻¹	19,4
Na g L ⁻¹	21,4
Fe mg L ⁻¹	1304
Cu mg ⁻¹	37,5
Zn mg ⁻¹	70,7
Mn mg ⁻¹	272
B mg ⁻¹	6,6

Aos 30 dias após a semeadura (DAS) foram realizadas medições de taxa de fotossíntese, transpiração, condutância estomática em folhas completamente maduras, utilizando-se um medidor de fotossíntese. As medições foram realizadas entre 9:00 e 11:00 horas, em folhas completamente expandida. Aos 58 DAP foram colhidas vagens das plantas nas três linhas úteis da parcela, excetuando as duas primeiras e as duas últimas utilizadas como bordadura. As variáveis avaliadas foram: matéria seca de grãos por planta (g) medida em balança de precisão, número de vagens, tamanho das vagens (cm) mensurada com régua, produtividade (kg ha⁻¹) em balança de precisão e índice de colheita, através da relação matéria seca de sementes dividida por matéria seca total multiplicando-se por 100.

Os resultados obtidos foram submetidos a análises de variância e de regressão, e, de acordo com o nível de significância no teste F para os níveis salinidade da água de irrigação e concentrações de biofertilizante bovino, procedeu-se análise de regressão polinomial, utilizando-se o nível de 0,01 ou 0,05 de probabilidade, sendo apresentados os modelos polinomiais de melhor ajuste. O programa computacional utilizando-se foi o SAEG/UFV.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados apresentados na Tabela 5, a interação salinidade da água x biofertilizante bovino exerceu efeito significativo apenas para a transpiração ($P < 0,05$). Por outro lado, a fotossíntese e a condutância estomática foram influenciadas apenas pelas concentrações de sais da água de irrigação ($P < 0,05$). Geralmente, o estresse salino, reduz a disponibilidade de água para os vegetais e pode, em consequência, afetar as trocas gasosas e inibir a expansão foliar (MUNSS, 2002; NEVES et al., 2009).

Tabela 5. Resumo da análise de variância para a fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E) em plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina sob diferentes concentrações de biofertilizante

Variáveis	Fonte de variação						
	Salinidade	Resíduo	Biofertilizante	Interação	Resíduos	CV(%)	CV(%)
	A	A	B	AxB	B	A	B
GL	3	6	3	9	24		
Fotossíntese	37,08*	7,37	2,39ns	9,92ns	8,07	12	12,65
Condutância	0,25*	0,05	0,02ns	0,07ns	0,06	32	34,39
Transpiração	8,29ns	3,16	2,75ns	2,75*	2,86	16,22	15,43

*Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%; ns= não significativo; CV= Coeficiente de variação; GL=Grau de liberdade

Através da análise de regressão, verifica-se que as diferentes concentrações de sais da água de irrigação, em consonância com a aplicação do biofertilizante via foliar, reduziram os valores de transpiração em plantas de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* L.) (Figura 1A, 1B, 1C e 1D). Para Assis Júnior et al. (2007), a aplicação contínua de água com $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ reduz a transpiração, independentemente do estado fenológico das plantas de feijão-de-corda. Larcher (2006) acrescenta ainda, que o estresse salino reduz a quantidade de água transpirada, podendo contribuir para redução na absorção e carregamento de ions Na^+ e Cl^- para o interior das plantas.

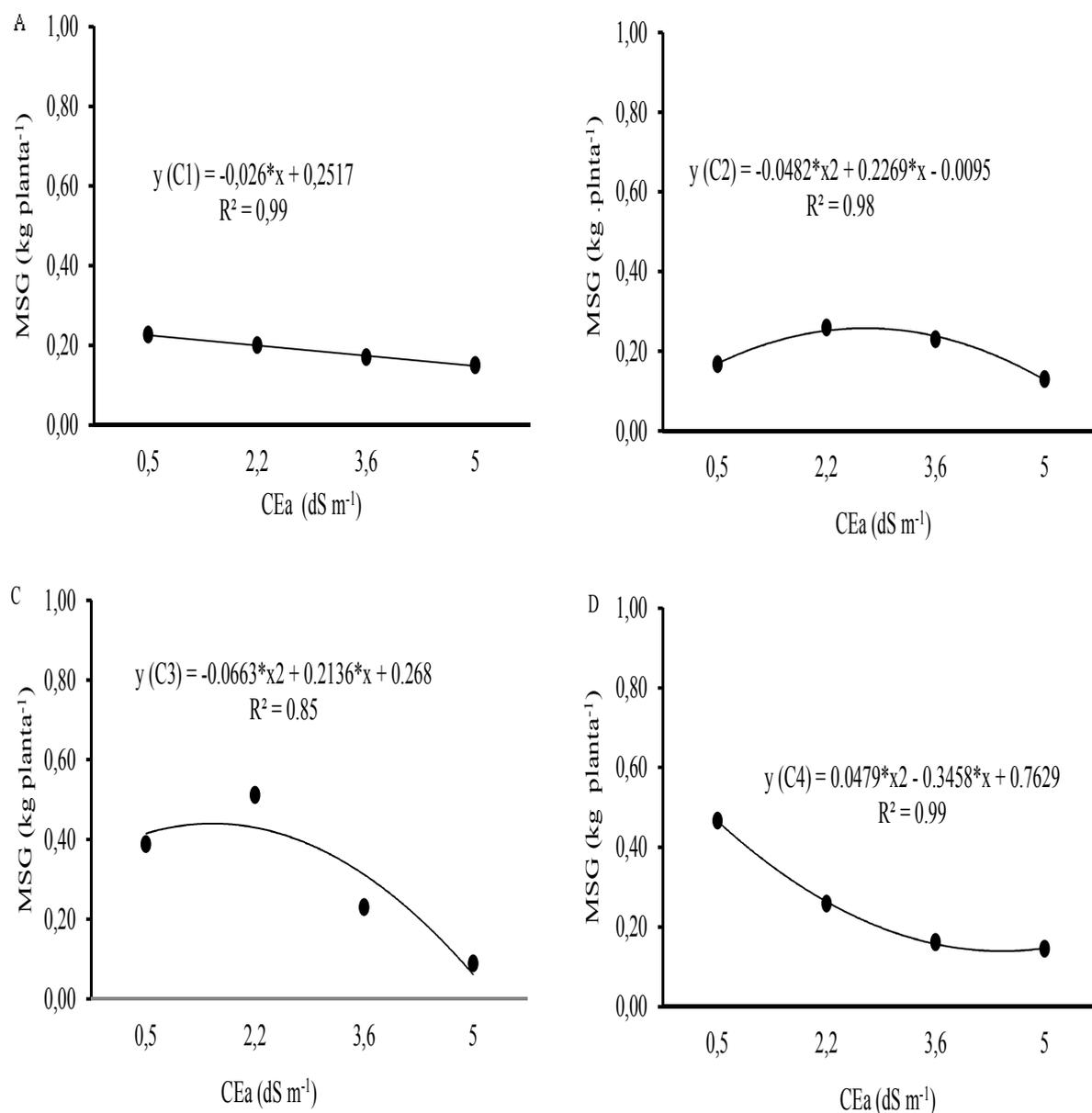


Figura 1. Influência da irrigação com água salina e concentrações de biofertilizante, C1 – 0% (A), C2 – 15% (B), C3 – 30% (C) e C4 – 45% (D), aplicadas via foliar, na transpiração do feijão-de-corda.

Neves et al. (2009) avaliando as trocas gasosas na cultura do feijão-de-corda sob diferentes concentrações de sais na água de irrigação, concluíram que o estresse salino afetou negativamente os valores de transpiração das plantas. É importante ressaltar que a salinidade causa redução na transpiração em várias espécies vegetais devido aos efeitos estomáticos. Em planta de feijão-de-corda, Silveira et al. (2001), trabalhando com estresse salino moderado, obtiveram respostas semelhantes ao estudo mencionado.

Para a condutância estomática das plantas de feijão-de-corda, o aumento da salinidade da água de irrigação reduziu de forma linear a condutância estomática (Figura 2A), sendo que o biofertilizante não exerceu efeito estatístico sobre essa variável. Larcher (2006), afirma que

a salinidade é um fator progressivo de distúrbios fisiológicos nas plantas e compromete a abertura dos estômatos, além de inibir o crescimento e produção de diversas culturas.

Trabalhando em condições de campo com a mesma cultivar de feijão-de-corda, Neves et al. (2009) concluíram que o estresse salino afetou a condutância estomática nos diferentes estádios de desenvolvimento. Já em condições de casa de vegetação Silva et al., (2011) também constataram queda nos parâmetros fisiológicos sob estresse salino.

A partir da análise de regressão apresentada na Figura 2B, nota-se que o aumento da salinidade da água de irrigação reduziu os valores de taxa de fotossíntese, ajustando-se a um modelo linear. Tal redução pode está relacionada ao fechamento parcial dos estômatos (Figura 2A), associado ao efeito osmótico e à toxicidade iônica sobre o metabolismo da planta (WILSON et al., 2006). Outros estudos realizados com feijão-de-corda demonstraram que o uso contínuo de água com salinidade acima do limiar da cultura, reduz a taxa fotossintética líquida em decorrência do fechamento parcial dos estômatos (ASSIS JÚNIOR et al., 2007; NEVES et al., 2009).

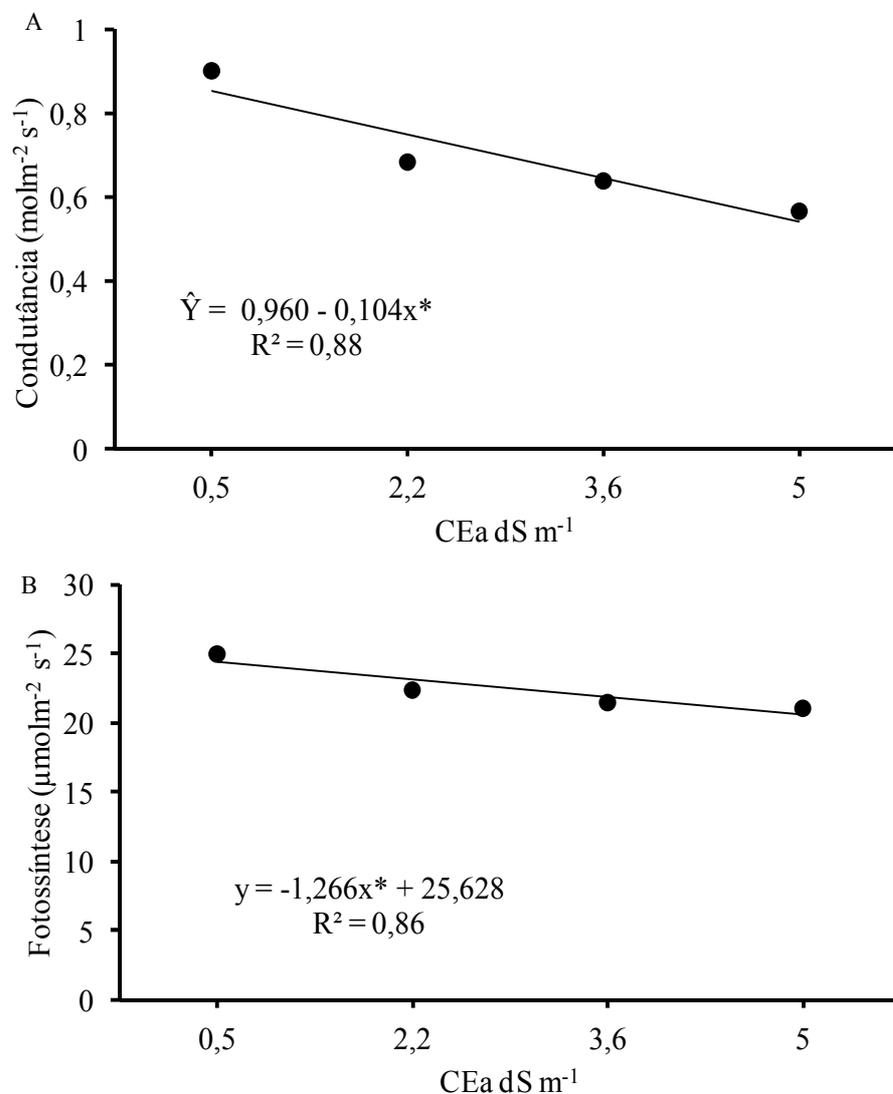


Figura 2. Valores de condutância estomática (A) e fotossíntese (B) em plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina.

A matéria seca de grãos e a produtividade do feijão-de-corda foram significativamente influenciadas pelos efeitos da interação entre os níveis de salinidade da água e aplicação de biofertilizante bovino via foliar ($P < 0,05$). O número de vagens, tamanho das vagens e o índice de colheita não sofreram interferência de nenhuma das fontes de variação (Tabela 6). Importante ressaltar que a salinidade é um dos fatores que mais reduz o crescimento e a produtividade das plantas em todo o mundo (BAGHALIAN et al., 2008), sendo que cada espécie apresenta determinado nível de tolerância à salinidade, a partir do qual o rendimento começa a decrescer (AYERS; WESTCOT, 1999).

Tabela 6. Resumo da análise de variância do número de vagem (NV), tamanho médio de vagem (TMV), matéria seca de grãos por planta (MSG), produtividade (PROD) e índice de colheita (IC) de plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina sob diferentes concentrações de biofertilizante.

Quadrados médios	Fonte de variação						
	Salinidade	Resíduo	Biofertilizante	Interação	Resíduos	CV	CV
	A	A	B	AxB	B	A	B
GL	3	6	3	9	24		
Variáveis							
Número de vagem	13898 ns	6164,5	4713,8 ns	2183 ns	2039,6	26	27,970
Tamanho médio de vagem	2,009ns	1,057	0,229ns	0,962ns	1	5,47	5,32
Massa seca de grãos	0,105*	0,013	0,028*	0,029**	0,028	36,31	23,16
Produtividade	317149*	38170,4	85202*	89201**	19572,5	30,31	23,16
Índice de colheita	0,1ns	0,06	0,07ns	0,27ns	0,04	30,44	27,96

*Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%; ns= não significativo; GL= grau de liberdade; FV= Fonte de variação; CV(%)= coeficiente de variação

A interação entre os níveis de salinidade da água de irrigação e as concentrações de biofertilizante bovino aplicado via foliar foi significativa para a matéria seca de grãos (Figura 3A, 3B, 3C e 3D). O estresse salino da água de irrigação reduziu a matéria seca de grãos das plantas de feijão-de-corda, no entanto, as maiores concentrações de biofertilizante bovino evidenciaram maiores valores dessa variável. Essa superioridade pode ser atribuída ao adequado fornecimento e disponibilidade de nutrientes fornecidos pelo biofertilizante (CAVALCANTE et al., 2011; SOUSA et al., 2012), bem como de possíveis melhorias nas atividades biológicas do solo (CAVALCANTE et al., 2010).

Importante destacar que o uso de águas salinas na irrigação do feijão-de-corda provoca acúmulo de sais no solo e reduz o crescimento vegetativo e a produção de grãos, sugerindo que a utilização de água salina na irrigação depende de algumas estratégias de manejo que garantam a sustentabilidade socioeconômica e ambiental dos sistemas agrícolas (BEZERRA et al., 2010; LACERDA et al., 2011; NEVES et al., 2009; SHARMA; RAO, 1998).

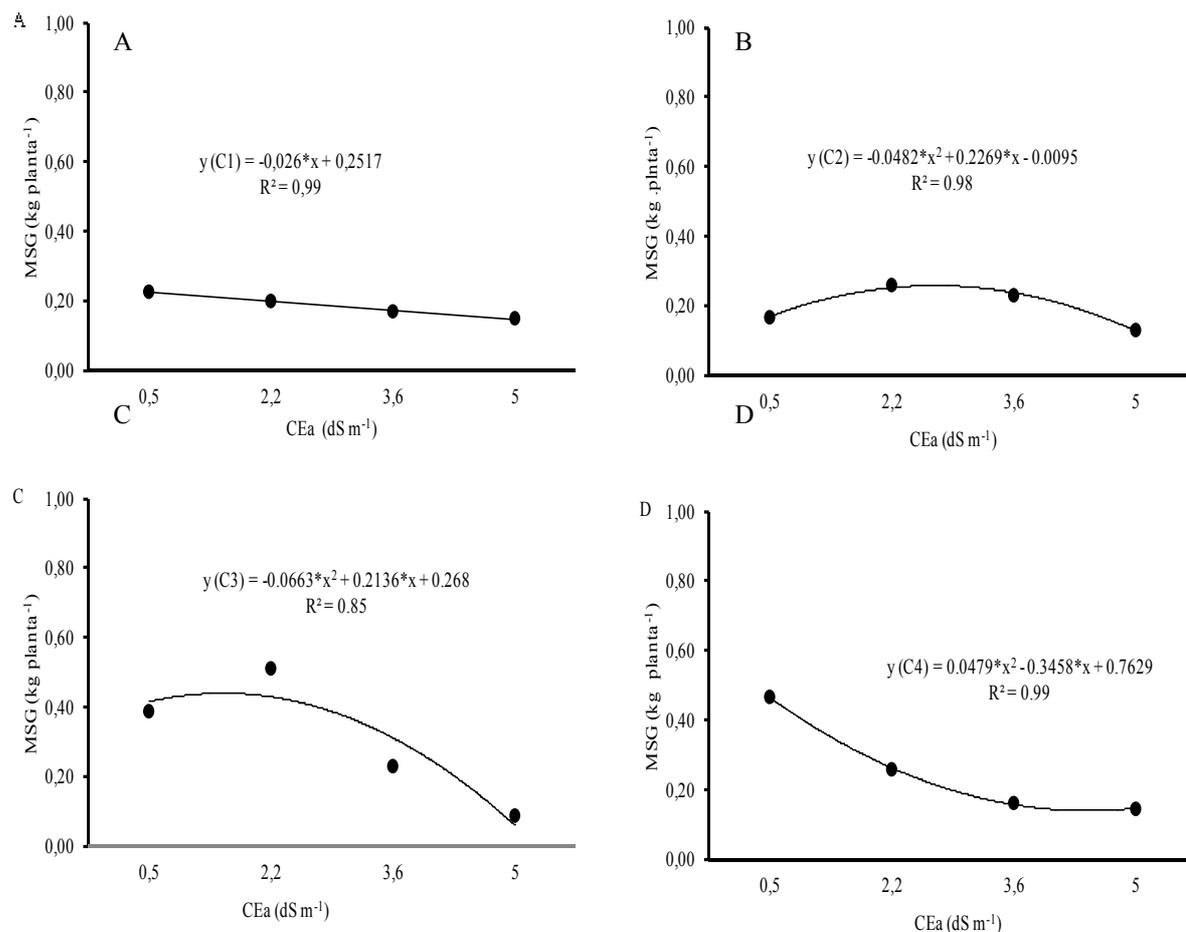


Figura 3. Influência da irrigação com água salina e concentrações de biofertilizante, C1 – 0% (A), C2 – 15% (B), C3 – 30% (C) e C4 – 45% (D), aplicadas via foliar, na matéria seca dos grãos.

Trabalhando em ambiente salino, Santana et al. (2003), verificaram tendências similares ao avaliarem o efeito da irrigação com água salina em um solo cultivado com feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Segundo Assis Júnior et al. (2007) a irrigação com níveis de salinidade de 5 dS m⁻¹ reduziu a produtividade do feijão-de-corda em 36%, quando comparado à irrigação com água de baixa salinidade.

A interação significativa entre a salinidade da água de irrigação e a aplicação foliar do biofertilizante bovino para a produtividade da cultura do feijão-de-corda, pode ser observada na Figura 4A, 4B, 4C e 4D.

A água de irrigação de alta salinidade (5,0 dS m⁻¹) reduziu em 61,1% a produtividade, quando comparado a água de irrigação de baixa salinidade (0,5 dS m⁻¹). Neves et al. (2010), avaliando a mesma cultivar, mostrou que a aplicação com água de 5 dS m⁻¹ em diferentes estádios de desenvolvimento diminuiu a produtividade em 40%, quando comparado ao tratamento com água de baixa salinidade. Esses efeitos estão associados aos processos osmóticos, tóxicos e nutricionais do estresse salino, que afetam a assimilação líquida de CO₂, inibe a expansão foliar e aceleram a senescência de folhas maduras, reduzindo, conseqüentemente, a área destinada ao processo fotossintético e a produção total de fotoassimilados, diminuindo assim, a produção de grãos da cultura (MUNNS, 2002; LACERDA et al., 2006, SOUSA et al., 2010).

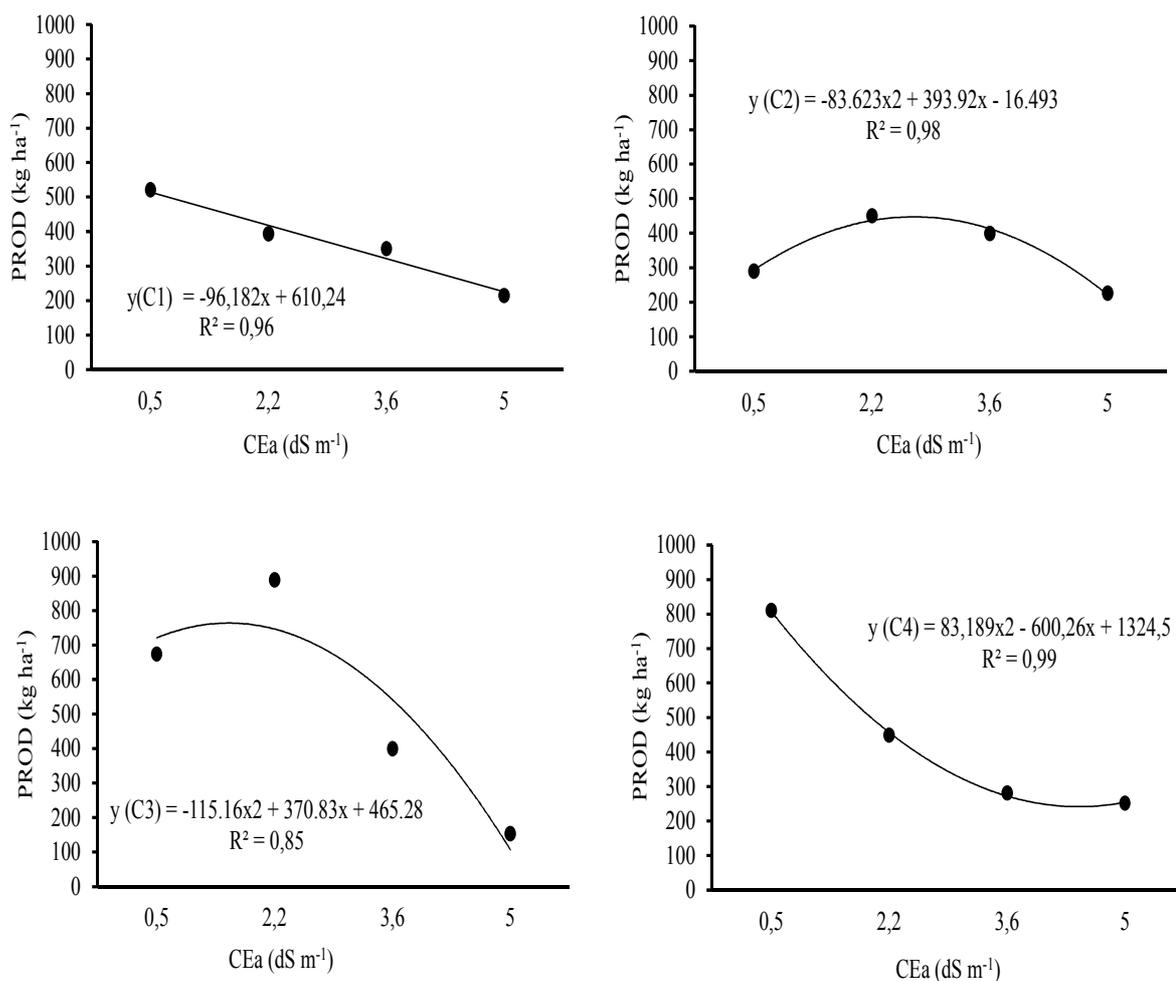


Figura 4. Influência da irrigação com água salina e concentrações de biofertilizante, C1 – 0% (A), C2 – 15% (B), C3 – 30% (C) e C4 – 45% (D), aplicadas via foliar, na produtividade estimada.

Avaliando o efeito do biofertilizante bovino sobre a produtividade, observou-se efeito significativo na aplicação do insumo orgânico (Figura 4). O biofertilizante aumentou em 21% a produtividade, quando comparado ao maior nível de biofertilizante bovino aplicado via foliar com o menor. Beltrão Júnior et al. (2012) constataram um ganho no rendimento produtivo do feijão-de-corda ao aplicar biofertilizante ao solo como fonte orgânica.

A adubação orgânica contribui de forma decisiva para a melhoria das características do solo, podendo inclusive reduzir o custo de produção (SEDYAMA et al., 2009). Confirmando essa informação, Dias et al. (2011) avaliando a produção do maracujazeiro amarelo em solo com biofertilizante e irrigado com água salina, verificaram que o insumo orgânico interferiu positivamente na produção do maracujazeiro amarelo, com superioridade quando aplicado uma semana antes e a cada 90 dias após o transplântio das mudas.

6 CONCLUSÕES

1 - A salinidade da água de irrigação reduziu as trocas gasosas (condutância estomática e fotossíntese, crescimento e produção) na cultura do feijão-de-corda.

2 - A aplicação do biofertilizante via foliar provocou aumento nos valores de transpiração, matéria seca de grãos e produtividade da cultura do feijão-de-corda sob estresse salino.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS JÚNIOR J. O.; LACERDA C. F.; SILVA F. B.; FRANCISCO SILVA L. B.; BEZERRA M. A.; GHEYI H. R. Produtividade do feijão-de-corda e acúmulo de sais no solo em função da fração de lixiviação e da salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 3, p.702-713, 2007.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande:UFPB, 1999. 218 p.
- BAGHALIAN, K.; HAGHIRY, A.; NAGHAVI, M.R.; MOHAMMADI, A. Effect of saline irrigation water on agronomical and phytochemical characters of chamomile (*Matricaria recutita L.*). **Scientia Horticulturae**, v.116, p.437-441, 2008.
- BELTRÃO JÚNIOR, J.A.; JOSCELIA DA SILVA CRUZ, J.S.; EDGLEUDO COELHO DE SOUSA, E. C.; SILVA, L. A. Rendimento do feijão-caupi adubado com diferentes doses de biofertilizante orgânico produzido através da biodegradação acelerada de resíduos do coqueiro no município de Trairi – Ce. **Irriga**, Edição Especial, p. 423 - 437, 2012.
- 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, n. 05, p. 1075-1082, 2010.
- CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, W. M.; NASCIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 251-261, 2010.
- DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; LEON, M. J.; SANTOS, G. P.; ALBUQUERQUE, R. P. F. Produção do maracujazeiro e resistência mecânica do solo com biofertilizante sob irrigação com águas salinas. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 3, p. 644-65, 2011.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- FERNANDES, V. L. B. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. Fortaleza, CE: UFC, 1993. 248p.
- FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D. SANTOS, A. A. Melhoramento genético. In: _____. **Feijão caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: EMBRAPA, 2005. Cap. 1. p. 29–92.
- LACERDA, C. F.; ASSIS JUNIOR J. O.; LEMOS FILHO L. C. A; GUIMARÃES, F. V. A; OLIVEIRA T. S; GOMES FILH, E; PRISCO J. T; BEZERRA M. A. Morpho-physiological

responses of cowpea leaves to salt stress. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v. 18, p. 455-465, 2006.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2006. 550p.

LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; CANO, A. O.; RUIZ, H. A.; PRISCO, J. T. Solute accumulation and distribution during shoot leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental Botany**, v. 49, p 107–120, 2003.

LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; SILVA, F. L. B.; GUIMARÃES, F. V. A.; SILVA, G. L.; CAVALCANTE, L. F. Soil salinization and maize and cowpea yield in the crop rotation system using saline waters. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.4, p.663-675, 2011.

MEDEIROS, R. F. CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; RODRIGUES, R. M.; SOUSA, G. G.; DINIZ, A. A. Crescimento inicial do tomateiro-cereja sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes bovino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 15, n. 5, p.505-511, 2011.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environmental**, 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-cordas irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural**, v. 39, p.758-765, 2009.

PENTEADO, S. R. **Adubação Orgânica**: Compostos orgânicos e biofertilizantes. 2.ed. Campinas: Edição do autor, 2007. 162 p.

PRAXEDES, S. C. **Alterações fisiológicas e bioquímicas em dois cultivares de feijão-de-corda com tolerância diferencial à salinidade**. 2008. 153 f. Tese (Doutorado em fitotecnia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

QADIR, M.; OSTER, J.D. Crop and irrigation management strategies for saline-sodic soils and waters aimed at environmentally sustainable agriculture. **Science Total Environmental**, v.323, p.1-19, 2004.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117 p.

SANTOS, J. F.; LEMOS, J. N. R.; NÓBREGA, J. Q.; GRANJEIRO, J. I. T.; BRITO, L. M. P.; OLIVEIRA, M. E. C. Produtividade de feijão caupi utilizando biofertilizante e uréia. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.1, n.1, p. 25-29, 2007.

SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; SILVA, E.L.; MIGUEL, D. S. Efeito da irrigação com água salina em um solo cultivado com o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 2, p. 443-450, 2003.

SEDIYAMA, M. A. N.; MARLEI ROSA DOS SANTOS, M. R. S.; VIDIGAL, S. M.; SALGADO, L. T.; PEDROSA, M. W.; JACOB, L. L. Produtividade e estado nutricional do quiabeiro em função da densidade populacional e do biofertilizante suíno. **Revista Bragantina**, v.68, n.4, p.913-920, 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, n. 4, p. 383–389, Jan. 2011.

SILVA, F. A S.; AZEVEDO C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina grande, v. 4. n. 1, p. 71-78, 2002.

SILVEIRA, J. A. G. et al. Salinity-induced effects on nitrogen assimilation related to growth in cowpea plants. **Environmental and Experimental Botany**, v. 46, n.02, p. 171-179, 2001.

SOUSA, G. G.; LACERDA, C. F.; CAVALCANTE, L. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; BEZERRA, M. E. J.; SILVA, G. L. Nutrição mineral e extração de nutrientes de planta de milho irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.1143-1151, 2010.

SOUSA, G. G.; MARINHO, A. B.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 237-245, 2012.

WILSON, C., LIU, S., LESCH, S. M., SUAREZ, D. L. Growth response of major USA cowpea cultivars. **Plant and Science**, v.170, p.1095-1101, 2006.