

## IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E USO DE BIOFERTILIZANTE BOVINO NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE PINHÃO-MANSO

Lourival Ferreira Cavalcante\*<sup>1</sup>, Alex Matheus Rebequi<sup>1</sup>, Guilherme Sá Abrantes de Sena<sup>1</sup>, Járison Cavalcante Nunes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Solos e Engenharia Rural, Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias / Campus II, localizada na Rodovia BR 079-Km 12, CEP: 58.397-000, Areia-PB; \*Pesquisador INCTSal, Fortaleza, CE; e-mails: lofeca@cca.ufpb.br; alexrebequi@hotmail.com; guilhermesasena@hotmail.com; jarissonagro@hotmail.com.

### 1 RESUMO

Um experimento foi conduzido no período de março a maio de 2008, em ambiente telado, para avaliar os efeitos da salinidade da água de irrigação e do biofertilizante bovino na formação de mudas de pinhão-manso. O substrato foi material dos primeiros 20 cm de um Argissolo Amarelo Distrófico não salino. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2, com seis repetições, referente aos valores de condutividade elétrica da água de irrigação: 0,4; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS m<sup>-1</sup>, em solo sem e com biofertilizante comum, diluído em água na proporção de 1:1, aplicado de uma única vez, ao nível de 10% do volume do substrato, um dia antes da semeadura. Constatou que o aumento da salinidade da água inibiu o crescimento avaliado pela altura, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar e parte aérea das plantas, mas sempre em menores proporções nos tratamentos com o biofertilizante bovino em relação ao solo sem o insumo orgânico.

**Palavras-Chave:** *Jatropha curcas*, oleaginosa, salinidade, insumo orgânico.

CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; SENA, G. S. A. de; NUNES, J. C.  
IRRIGATION WITH WATER SALINE AND USE OF BOVINE BIOFERTILIZER IN  
SOIL ON SEEDLING FORMATION OF TAME PIÑON

### 2 ABSTRACT

An experiment was carried out during the period from March to May of 2008 in greenhouse conditions in order to evaluate effects of saline water and bovine biofertilizer on seedling production of rangpur tame piñon. The substrate used was composed by soil of the 20 cm depth of an Oxisoil no saline with treatments distributed in a factorial arrangement 5 x 2 with six repetitions, referring to electrical conductivity of water irrigation: 0.4, 1.0, 2.0, 3.0 e 4.0 dS m<sup>-1</sup> in soil with and without bovine biofertilizer diluted in water at ration 1:1 and applied in volume equivalent to 10% of volume substrate, one day before sowing. Data show more values of plant height, stem diameter, leaves number, leaf area, and dry matter production by aerial part of the pinion plants in treatments with saline water and bovine biofertilizer in relation to treatments without the respective organic manure.

**Keywords:** *Jatropha curcas*, oil crop, salinity, organic input.

### 3 INTRODUÇÃO

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) pertencente à família das *Euforbiaceae* é uma planta originária da América Central (Aba, 2007). É uma espécie que se adapta às temperaturas entre 18 a 28,5 °C, em altitude acima de 1.000 m e regiões com precipitação média anual de 480 a 2.380 mm (Beltrão, 2006). Sob condições de deficiência hídrica, essa cultura sobrevive com regime pluviométrico de 200 mm anuais, suporta até três anos consecutivos, paralisando seu crescimento, perdendo suas folhas e sobrevivendo com a água armazenada no caule e ramos durante os longos períodos áridos (Saturnino et al., 2005).

Atualmente diante da situação mundial com o aquecimento global e a escassez das reservas mundiais de combustível fóssil, as características agrônômicas do pinhão-manso têm despertado interesse dos produtores, do governo e das instituições de pesquisa (Nery et al., 2009; Silva et al., 2009a), devido o fornecimento de matéria prima à fabricação de biodiesel.

Adicionalmente à capacidade de produzir óleo vegetal, o pinhão-manso é utilizado como espécie teste na recuperação de áreas degradadas em função de suas raízes profundas, além de ser uma espécie nativa de bom porte, exigente em insolação e tolerante ao déficit hídrico para a região semiárida. Seu uso foi bem sucedido na conservação do solo pela ação no controle de erosão, adubação verde, produção de combustível, uso medicinal e utilização como inseticida (Brandenburg et al., 2007).

A região semiárida do Brasil é caracterizada por apresentar insuficiência hídrica e irregularidade de distribuição das chuvas e, desta forma o sistema de produção necessariamente depende da irrigação. Entretanto, o uso pouco eficiente dessa técnica (Ayers & Westcot, 1999) associada ao manejo, nem sempre adequado da adubação, são as principais causas do aumento da salinização dos solos agrícolas. Esses problemas inibem o crescimento e se refletem na perda de qualidade das mudas, na inibição do crescimento e produção agrícola da grande maioria das plantas cultivadas, inclusive nas plantas do pinhão-manso (Vale et al., 2006; Cunha, 2009; Silva et al., 2009b; Andreo-Souza et al., 2010).

Uma das alternativas para minimizar os efeitos danosos dos sais às plantas é o emprego de substâncias que reduzam a intensidade dos efeitos danosos dos sais, possibilitando o uso de águas salinas durante a formação de mudas e crescimento das plantas (Cavalcante et al., 2005). Nesse sentido, Sousa et al. (2008), Nunes et al. (2009) e Cavalcante et al. (2010) detectaram ação atenuante do biofertilizante bovino à salinidade da água de irrigação no crescimento inicial do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis*), noni (*Morinda citrifolia*) e da goiabeira paluma (*Psidium guajava*).

Apesar da rusticidade às mais variadas condições de clima, solo e altitude, exercer ação positiva na recuperação de áreas degradadas, sobreviver a três ou mais anos de seca consecutiva e ser uma fonte com perspectivas promissoras à produção de biodiesel, as informações sobre o comportamento do pinhão-manso à salinidade do solo e da água de irrigação ainda são pouco frequentes na literatura. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento das mudas de pinhão-manso em solo sem e com biofertilizante bovino irrigado com águas salinas.

### 4 MATERIAL E MÉTODOS

No período de março a maio de 2008, um experimento foi desenvolvido em ambiente telado do Departamento de Solos e Engenharia Rural da Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB. O solo utilizado como substrato foi um Argissolo Amarelo Distrófico não salino

(Santos et al., 2006), que na camada de 0 a 20 cm apresentava os atributos químicos: pH 6,3; matéria orgânica 20,79 g kg<sup>-1</sup>; fósforo e potássio 20,1 e 24,6 mg dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Na<sup>+</sup> os valores de 0,35; 0,60 e 0,07 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; soma de bases (SB) igual a 1,08 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup> 3,30 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; capacidade de troca catiônica (CTC) 4,38 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e porcentagem de saturação por bases (V) 24,7%; na mesma camada os atributos físicos foram: areia, silte e argila 557, 63 e 380 g kg<sup>-1</sup>; densidade do solo e das partículas 1,24 e 2,67 g cm<sup>-3</sup>; porosidade total 0,53 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>; umidade no nível de capacidade de campo e no ponto de murchamento permanente e água disponível 148, 49 e 99 g kg<sup>-1</sup> (Embrapa,1997). O biofertilizante foi aplicado na forma líquida, por isso a caracterização química dos teores solúveis quanto à salinidade do solo, da água utilizada para irrigação e do biofertilizante (Tabela 1) foi feita empregando as metodologias sugeridas por Richards (1954) e Embrapa (1997).

**Tabela 1.** Caracterização do solo antes da aplicação dos tratamentos, da água e do biofertilizante para fim de irrigação.

Características	Solo	Água	Biofertilizante*
pH	6,15	6,14	6,21
CE (dS m <sup>-1</sup> )	0,32	0,40	2,98
Ca <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,83	0,86	6,31
Mg <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,34	0,55	10,16
Na <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,73	2,42	5,34
K <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,25	0,28	8,44
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,48	0,49	24,34
CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Ausente	Ausente	0,32
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,03	0,86	1,82
Cl <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,60	2,68	3,32
RAS (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	2,26	2,87	2,05
Classificação	Não salino	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>

RAS = Na<sup>+</sup>[(Ca<sup>2+</sup>+Mg<sup>2+</sup>)/2]<sup>1/2</sup> = Razão de adsorção de sódio; CE = Condutividade elétrica; \* Diluído em água não salina; C<sub>1</sub> e C<sub>3</sub> = Respectivamente risco baixo e alto de salinizar o solo; S<sub>1</sub> = Risco baixo de sodificar o solo

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis repetições em esquema fatorial 5 x 2 relativo aos valores da condutividade elétrica da água de 0,4; 1, 2, 3 e 4 dS m<sup>-1</sup>, obtidos pela diluição de uma água fortemente salina (12,8 dS m<sup>-1</sup>) com água não salina (0,4 dS m<sup>-1</sup>); em substrato sem e com biofertilizante bovino. O biofertilizante foi preparado via fermentação anaeróbica misturando partes iguais de esterco fresco de bovino e água não salina e não clorada, em recipiente de polietileno mantido hermeticamente fechado durante trinta dias. Para liberação do gás metano produzido durante a fermentação, foi conectado na parte superior do biodigestor uma mangueira fina e a outra extremidade permaneceu submersa em um recipiente com água para evitar a entrada de ar (Santos & Akibas, 1996). O biofertilizante depois de preparado foi diluído em água não salina na proporção de 1:1 (água: esterco fresco de bovino) e aplicado, uma única vez, um dia antes da semeadura, fornecendo a cada unidade experimental o equivalente a 10% do volume de substrato.

Os teores de N e K foram elevados para 100 mg kg<sup>-1</sup> de solo na forma de uréia e sulfato de potássio que possuem menor índice salino que sulfato de amônio e cloreto de potássio. O de fósforo para 30 mg kg<sup>-1</sup> de solo oriundo do superfosfato triplo. Pelos baixos

teores de cálcio e magnésio foi aplicado calcário dolomítico, de PRNT = 88%, CaO = 39,6%, MgO = 17,5%, ao nível 2.750 kg ha<sup>-1</sup> referente ao volume de solo na camada de 20 cm, correspondente a 1.750 g m<sup>-3</sup> de substrato, de modo a elevar a saturação por bases do solo para 80%. Cada unidade experimental foi composta por 3 L de substrato acondicionado em bolsas de polietileno com capacidade para 3,5 L. Em cada repetição foram semeadas quatro sementes de pinhão-manso, com viabilidade de 96%. O desbaste foi realizado quinze dias após a emergência, mantendo-se apenas a planta mais vigorosa por unidade experimental. O manejo de irrigação empregado foi pelo processo de pesagem, fornecendo-se a cada planta o volume de água evapotranspirada a cada dois dias sem aplicar lâmina de lixiviação. A adição de sais ao solo por cada tipo de água foi avaliada com base na condutividade elétrica do extrato de saturação do solo ao final do experimento.

As avaliações feitas aos 60 dias após a semeadura consistiram da medição da altura de plantas (AP) do colo à inserção da última folha; diâmetro do caule (DC) medido com paquímetro digital de 6" 150 mm DC-60 Westerno ® no colo da planta; área foliar (AF) obtida em pixels através de imagens fotográficas obtidas com câmera fotográfica digital e processadas pelo software Sigma Scan Pro 5.0 Demo. A massa seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR) foram, após separadas e devidamente lavadas, colocadas em estufa com circulação de ar à temperatura de 65 °C, para desidratação até atingir massa constante. Amostras de solo foram obtidas de cada repetição para preparação da pasta saturada e determinação da condutividade elétrica do extrato de saturação usando a metodologia sugerida por Richards (1954).

Os resultados foram submetidos a análise de variância e testados pelo Teste F e por análise de regressão polinomial.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as variáveis estudadas, o crescimento das plantas em altura foi a única que não sofreu interferência da interação salinidade da água x biofertilizante bovino, mas respondeu significativamente ( $p < 0,01$ ) aos efeitos isolados da salinidade da água de irrigação e da aplicação do biofertilizante bovino (Tabela 2).

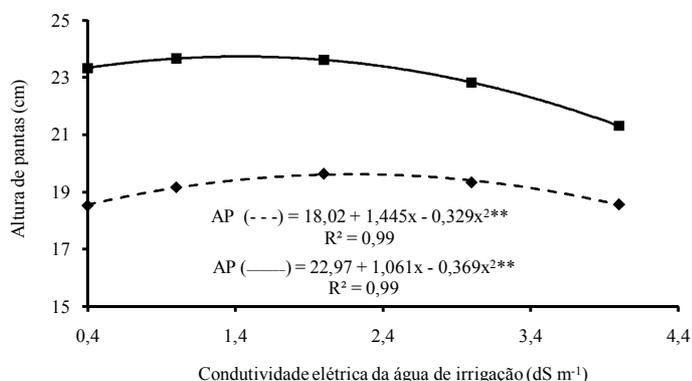
**Tabela 2.** Resumos das análises de variância para altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), radicular (MSR) do pinhão-manso e da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) irrigado com águas salinas e biofertilizante bovino.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios					
		AP	DC	AF	MSPA	MSR	CEes
Água salina (A)	4	5,97 **	3,14 **	1023,02 ns	6,55 **	9,37 **	72,26 **
Biofertilizante (B)	1	234,83 **	29,82 **	673905,62 **	240,80 **	37,45 **	69,99 **
A x B	4	2,06 ns	1,93 *	6579,07 *	2,72 **	3,41 **	8,27 *
Resíduo	50	1,51	0,58	2407,46	2407,46	0,65	0,32
CV (%)	----	5,85	5,00	12,84	12,84	9,05	12,43

GL = graus de liberdade; ns = não significativo; \* e \*\* respectivamente significativos para  $p < 0,05$  e  $p < 0,01$ ; CV = Coeficiente de variação %.

No solo sem biofertilizante o pinhão-manso cresceu em altura até a salinidade máxima da água estimada de 2,14 dS m<sup>-1</sup> e nos tratamentos com o insumo orgânico até 1,44 dS m<sup>-1</sup>,

atingindo, em cada situação, os valores de 19,66 e 23,74 cm, respectivamente. A irrigação com águas de salinidade superior a máxima estimada, em cada caso, inibiu o crescimento em altura das plantas que atingiu os menores valores referentes às irrigações com a água de maior teor salino ( $4 \text{ dS m}^{-1}$ ), como indicado na Figura 1.



**Figura 1.** Altura de plantas do pinhão-mansão irrigado com águas salinas no solo sem (- - -) e com (—) de biofertilizante bovino, aos 60 dias após a semeadura.

Os mais baixos valores nos tratamentos sem biofertilizante, para qualquer nível de salinidade das águas, são resultados dos efeitos da adição de sais pelas contínuas irrigações ao solo de cada tratamento. Essa situação, além do limite tolerado pela cultura, como indicado pelo valor de  $2,14 \text{ dS m}^{-1}$ , se reflete na inibição do crescimento das plantas e na perda de qualidade das mudas para o plantio. Sob estresse salino, conforme El – Hendawy et al. (2005) e Munns & Tester (2008), as plantas glicófitas, em geral, sofrem declínios nas trocas gasosas, eficiência fotossintética e produção de solutos orgânicos como açúcares, carboidratos, proteínas e outras substâncias vitais com os ácidos nucleicos, com reflexos negativos no crescimento.

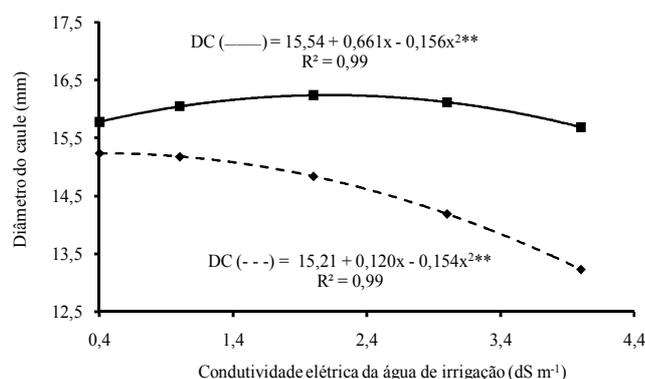
Tendências semelhantes da inibição do crescimento com o aumento da salinidade da água em pinhão-mansão também foram apresentados por Vale et al. (2006) com declínio de 32,5% em plantas irrigadas com águas de condutividade elétrica de  $0,06$  e  $4,2 \text{ dS m}^{-1}$ . Nery et al. (2009) após irrigarem pinhão-mansão com águas de  $0,6$  até  $3 \text{ dS m}^{-1}$  registraram decréscimos médios na altura de 8,57; 14,01; 10,79; 8,14; 11,16 e 9,07% aos 58, 79, 100, 121, 142 e 163 dias após a semeadura. Silva et al. (2009a) constataram redução de 46% no crescimento em altura das plantas da mesma cultura irrigadas com água contendo  $100 \text{ mM}$  de cloreto de sódio, que corresponde a uma condutividade elétrica de  $10 \text{ dS m}^{-1}$ , em relação às plantas do tratamento controle. O declínio no crescimento é resposta no desequilíbrio hormonal, na perda de turgescência das células que resultam na redução das atividades metabólicas das plantas refletindo na perda da qualidade do material biológico (Silva & Mendonça, 2007).

Apesar das plantas no solo sem biofertilizante apresentarem aumento de crescimento em altura numa faixa maior de salinidade da água (até  $2,14 \text{ dS m}^{-1}$ ) em comparação com as do solo com biofertilizante (até  $1,44 \text{ dS m}^{-1}$ ), os resultados foram significativamente superiores em todos os tratamentos com o respectivo insumo. Ao relacionar os dados referentes a cada nível máximo de salinidade estimada da água de irrigação se observa que as plantas cresceram 20,8% a mais no solo com o biofertilizante bovino. Verifica-se também que ao relacionar os valores entre o solo com e sem biofertilizante (Figura 1) constatam-se incrementos

porcentuais de 25,9; 23,5; 20,3; 18 e 14,8% na altura das plantas tratadas com biofertilizante em relação ao solo sem o insumo.

Resultados semelhantes foram obtidos por Campos et al. (2009) após irrigarem plantas de mamoneira (*Ricinus comunis*) com águas de salinidade variando de 0,5 a 4 dS m<sup>-1</sup>, e constatarem superioridade nos tratamentos com biofertilizante em relação ao solo sem o respectivo insumo. Nunes et al. (2009) avaliaram os efeitos do biofertilizante bovino durante a formação de mudas de noni (*Morinda citrifolia*) e observaram superioridade de 18,6 e 38,4% na altura das plantas dos tratamentos com o insumo bovino sob irrigação com águas salinas de condutividade elétrica variando de 0,5 a 4 dS m<sup>-1</sup>.

Assim como observado para o crescimento em altura, independentemente do nível salino das águas, o diâmetro caulinar do pinhão-manso apesar do comportamento diferenciado entre as plantas do solo e com o biofertilizante foi superior nos tratamentos com o respectivo insumo (Figura 2). No solo sem biofertilizante o aumento do teor salino das águas prejudicou o crescimento do diâmetro de 15,4 para 13,1 mm entre as plantas irrigadas com águas de 0,4 e 4,0 dS m<sup>-1</sup>, provocando uma perda de 14,9%, enquanto no solo com o biofertilizante bovino o diâmetro do caule cresceu até a dose máxima estimada de 2,12 dS m<sup>-1</sup> em que as plantas atingiram diâmetro com até 16,24 mm.



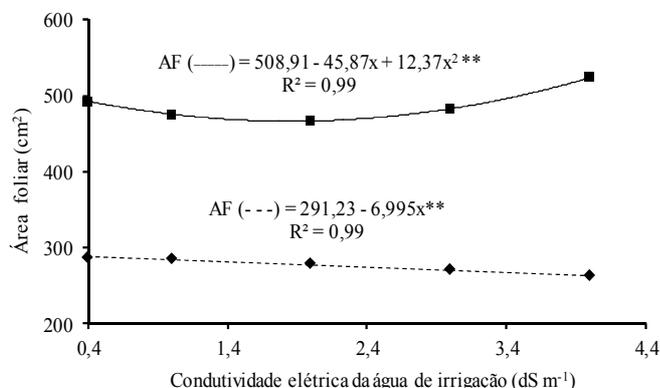
**Figura 2.** Diâmetro do caule do pinhão-manso irrigado com águas salinas em solo sem (- -) e com (—) biofertilizante bovino, aos 60 dias após a semeadura.

Verifica-se também na Figura 2, que a utilização do biofertilizante estimulou o desenvolvimento das plantas pelo diâmetro do caule com o aumento da salinidade das águas, resultando em incrementos de 3,5; 5,7; 9,4; 13,6 e 18,6% em relação às plantas desenvolvidas no solo sem biofertilizante bovino e irrigadas com as mesmas águas. Essa situação contrasta com o crescimento em altura (Figura 1), donde se observa que, a pesar da superioridade dos tratamentos com o insumo orgânico, os incrementos diminuíram com o aumento da salinidade das águas de irrigação entre os tratamentos com e sem o composto orgânico.

Apesar da redução do diâmetro do caule de 15,4 para 13,1 mm provocada pela salinidade da água de 0,4 para até 4 dS m<sup>-1</sup>, no solo sem biofertilizante resultando numa perda de 14,9%, os resultados estão coerentes com os de Nery et al. (2009) ao concluírem que a irrigação do pinhão-manso, com águas de salinidade crescente de 0,6 a 3 dS m<sup>-1</sup>, provocou declínios de 9,06; 13,41; 13,52; 15,33; 16,78 e 17,63% no diâmetro caulinar das plantas, aos 58, 79, 100, 121, 142 e 163 dias após a semeadura.

A área foliar do pinhão-manso no solo sem biofertilizante foi inibida com o aumento da salinidade ao nível de 6,995 cm<sup>2</sup> por incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 3). No solo com biofertilizante, apesar da superioridade da área foliar das

plantas, os valores decresceram com o aumento do teor salino das águas de 0,4 até à condutividade elétrica mínima estimada de 1,85 dS m<sup>-1</sup> atingindo o menor diâmetro de 466,4 mm. A partir desse valor de salinidade registrou-se aumento da variável com o aumento do teor salino das águas de irrigação.

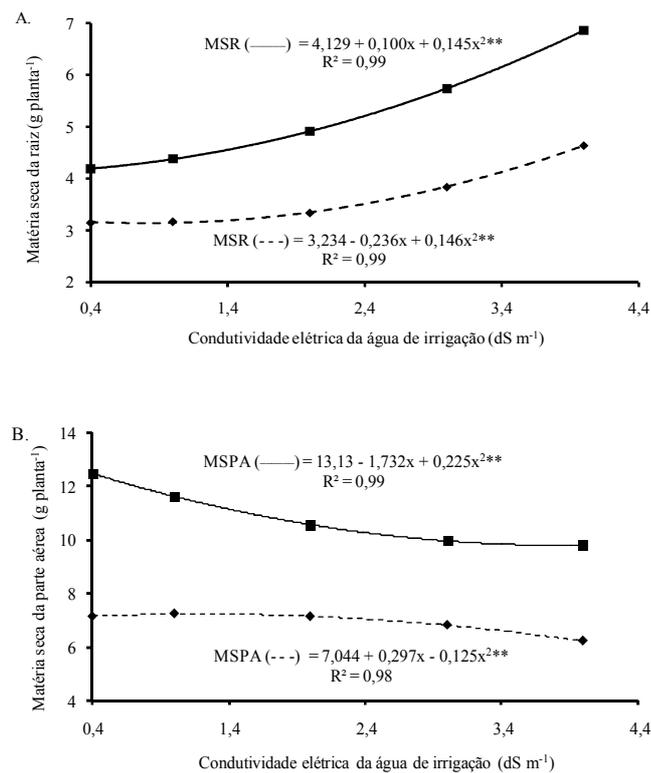


**Figura 3.** Valores de área foliar do pinhão-manso irrigado com águas salinas em solo sem (- -) e com (—) biofertilizante bovino, aos 60 dias após a semeadura.

Comportamento semelhante ao declínio da área foliar, em função da salinidade das águas no solo sem biofertilizante, foi apresentado também por Cunha (2009). Conforme o autor a irrigação com água contendo cloreto de sódio ao nível de 90 mM (9 dS m<sup>-1</sup>), em relação ao tratamento controle (água de 0 mM), provocou um declínio de 5.866,2 para 3.585,9 cm<sup>2</sup>, aos 49 dias após a germinação, com perdas de 38,87% na área foliar, em função do aumento da salinidade da água de irrigação. Comparativamente com os dados de Nery et al. (2009), os resultados indicam perdas da área foliar do pinhão-manso de 33,69, 36,16, 42,79, 44,59 e 42,58% com o aumento do teor salino das águas de 0,60 dS m<sup>-1</sup> para 3 dS m<sup>-1</sup>, aos 79, 100, 121, 142 e 163 dias após a semeadura. Em ambos os casos, os autores comentam que a redução na área foliar compromete o aparelho fotoassimilatório das plantas e evidencia a sensibilidade do pinhão-manso à condição de estresse salino a que foi submetido.

Ao relacionar os valores referentes a cada nível salino das águas, verifica-se que percentualmente a aplicação do biofertilizante promoveu, aos 60 dias após a semeadura, superioridade de 71,4; 66,9; 67,5; 78,6 e 99,3% na área foliar comparada ao solo sem o composto orgânico. Os resultados indicam ação positiva do insumo em estimular a expansão foliar do pinhão-manso resultando em maior atividade fotossintética, maior produção de fotoassimilados dentre eles açúcares, carboidratos e proteínas como constataram Lacerda et al. (2003) em plantas de dois genótipos de sorgo e Silva et al. (2009b) em pinhão manso, ambos sob estresse salino.

A produção de biomassa seca pelas raízes e parte aérea do pinhão-manso respondeu diferenciadamente aos efeitos da salinidade das águas de irrigação, mas, em ambos os casos com superioridade nos tratamentos com o bifertilizante (Figura 4).



**Figura 4.** Valores da massa seca das raízes (A) e da parte aérea (B) do pinhão-mansó irrigado com águas salinas em solo sem (- - -) e com (—) biofertilizante bovino, aos 60 dias após a semeadura.

No solo sem biofertilizante a massa seca radicular das plantas aumentou de 3,15 para 3,17; 3,34; 3,84 e 4,64 g planta<sup>-1</sup> e no solo com o insumo de 4,19 para 4,38; 4,91; 5,74 e para 6,86 g planta<sup>-1</sup> quando irrigado com águas de 0,4, 1, 2,3 e 4 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. Ao relacionar os valores entre os tratamentos, em função do aumento da salinidade das águas, se verifica uma superioridade de 33,1; 38,2; 47,1; 49,5 e 47,8% dos dados referentes ao biofertilizante em relação ao solo sem o respectivo insumo. Essa tendência foi também registrada para o diâmetro do caule e evidencia que, dentre as variáveis estudadas, o diâmetro caulinar do pinhão-mansó, durante a formação das mudas, é a variável da parte aérea que mais confiavelmente expressa às condições de estresse salino submetidas às raízes das plantas. Comportamento semelhante foi verificado também por Cavalcante et al. (2009a) ao avaliarem o crescimento inicial do maracujazeiro amarelo sob irrigação com águas salinas em diferentes tipos de substratos.

O aumento da matéria seca das raízes do pinhão-mansó com o aumento da salinidade das águas, apesar da superioridade nos tratamentos com biofertilizante (Figura 4A), contrasta com os resultados da grande maioria das plantas, em que é comum obterem – se decréscimos dessa variável com o aumento do estresse salino do solo ou da água, como registrado para o maracujazeiro amarelo (Cavalcante et al., 2009b), e pinhão-mansó (Silva et al. 2009b) sob irrigação com águas salinas em solo sem biofertilizante. Contrasta também com os resultados obtidos por Sousa et al. (2008), Rebequi et al. (2009) e Cavalcante et al. (2010) ao verificarem que, apesar dos maiores valores no solo com biofertilizante, a biomassa seca das raízes de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis*), limão cravo (*Citrus limonia*) e goiabeira Paluma (*Psidium guajava*) decresceu com o aumento da salinidade das águas de irrigação.

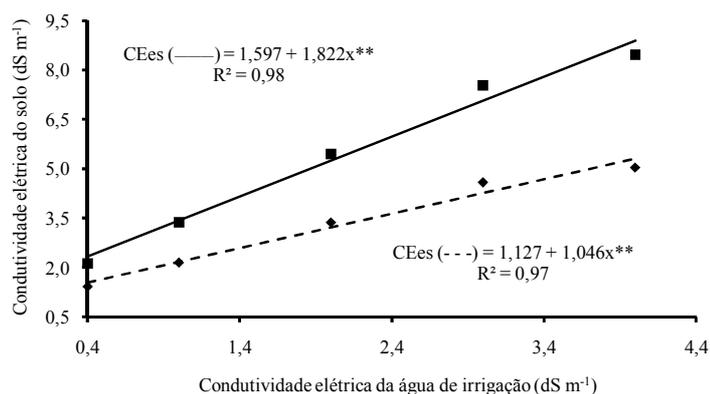
A biomassa seca da parte aérea, ao contrário das raízes, decresceu com o aumento da salinidade das águas de irrigação independentemente do solo sem ou com o biofertilizante bovino, mas como em todas as variáveis estudadas com superioridade nos tratamentos com o biofertilizante (Figura 4B). Apesar do declínio, em função do teor salino das águas, os valores da biomassa seca da parte aérea foram 75,1; 60,6; 48,2; 46,6 e 57,5% maiores no solo com o composto orgânico.

Assim como na altura de plantas, diâmetro do caule, área foliar e massa seca das raízes, a aplicação do biofertilizante bovino proporcionou uma maior produção de biomassa seca da parte aérea das plantas do pinhão-manso quando irrigado com águas salinas, em comparação com o solo sem o insumo. Tendência semelhante foi também apresentada por Sousa et al. (2008), Campos et al. (2009), Nunes et al. (2009) e Rebequi et al. (2009) durante a formação de mudas de maracujazeiro amarelo, mamoneira, noni e limão-cravo, em solo com biofertilizante sob irrigação com águas de salinidade crescente.

Ao considerar que a tolerância das plantas aos sais começa pelo contato das raízes com o meio salino (Munns & Tester, 2008) e a biomassa radicular, independentemente do solo sem ou com biofertilizante, aumentar com a salinidade das águas de irrigação, se constata que o pinhão-manso, durante a fase de formação de mudas, não se comportou como planta sensível à salinidade. De acordo com Ayers & Westcot (1999), águas com condutividade elétrica acima de 3 dS m<sup>-1</sup> oferecem restrição ao uso na agricultura e compromete o crescimento e produção da grande maioria das plantas glicófitas cultivadas e não cultivadas.

A superioridade observada em todas as variáveis nos tratamentos com biofertilizante indica ação positiva do insumo orgânico na atenuação dos efeitos prejudiciais da salinidade da água e dos solos às plantas. Esses efeitos podem ser devidos às substâncias provocarem redução do potencial osmótico no interior dos tecidos celulares, em relação à solução externa, possibilitando à sobrevivência e ajustamento das plantas ao aumento da salinidade do solo. Para Liang et al. (2005), as substâncias húmicas liberadas pelos compostos orgânicos melhoram o solo física e quimicamente proporcionando maior espaço poroso para circulação de ar, água e nutriente às plantas. Esses atributos associados aos efeitos das substâncias promotoras de crescimento, como as auxinas, que os biofertilizantes possuem (Santos & Akiba, 1996) contribuem o aumento da tolerância das plantas resultando em maior crescimento nos meios sob estresse salino (El-Hendawy et al., 2005).

A interação água de irrigação x biofertilizante não exerceu ação significativa na salinidade do solo, mas o biofertilizante bovino elevou mais o caráter salino do solo comparado aos tratamentos sem o insumo orgânico. Essa situação expressa a elevação da condutividade elétrica do solo, de acordo com Richards (1954), de não salino (CEes = 0,32 dS m<sup>-1</sup> Tabela 2) para fortemente salino (CEes > 9 dS m<sup>-1</sup>) conforme indicado na Figura 5.



**Figura 5.** Valores médios da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo irrigado com águas salinas, na ausência (- - -) e presença (—) de biofertilizante bovino (B), aos 60 dias após a semeadura.

O aumento da salinidade do solo é devido à adição de sais pelas águas de irrigação. No caso do biofertilizante a superioridade é resposta da sua elevada condutividade elétrica de 2,98 dS m<sup>-1</sup> (Tabela 1) e em ambas as situações por não ter sido feita a lavagem do solo. Conforme Ayers & Westcot (1999) o valor da condutividade elétrica do biofertilizante está muito próximo de 3,0 dS m<sup>-1</sup> e que já oferece restrição ao crescimento da maioria das plantas cultivadas. Entretanto, apesar de contribuir para o aumento da salinidade do solo, as ações benéficas do biofertilizante ao solo e às plantas reduz a intensidade dos efeitos degenerativos dos sais como indicam os maiores valores de altura, diâmetro do caule, área foliar, biomassa das raízes e da parte aérea (Folhas e caules) do pinhão-manso, nos tratamentos com o biofertilizante, comparados aos do solo sem o respectivo insumo.

O comportamento dos dados foi semelhante aos observados por Sousa et al. (2008), Campos et al. (2009), Nunes et al. (2009), Rebequi et al. (2009) e Cavalcante et al. (2010), após concluírem que plantas de maracujazeiro amarelo, mamoneira, noni, limão cravo e goiabeira Paluma irrigadas com águas salinas apresentaram superioridade do crescimento em altura, diâmetro caulinar, área foliar, matéria seca das raízes e parte aérea nos tratamentos com biofertilizante bovino.

Os efeitos positivos atribuídos ao biofertilizante bovino, conforme Nardi et al. (2002) e Taiz & Zeiger (2008), são oriundos da presença das substâncias húmicas no insumo, que são responsáveis por promover a nutrição mineral das plantas, induzir o crescimento radicular e estimular a atividade enzimática nos processos metabólicos. As substâncias húmicas, estimulam a produção de solutos orgânicos como carboidratos solúveis, proteínas e enzimas que proporcionam o ajustamento osmóticos das plantas em condições adversamente salinas como concluído por Lacerda et al. (2003).

## 6 CONCLUSÕES

O uso do biofertilizante aumentou a tolerância do pinhão-manso à salinidade durante a formação das mudas.

A irrigação com água de até 4,0 dS m<sup>-1</sup> juntamente com o biofertilizante bovino não afetou o crescimento das mudas de pinhão-manso, em relação ao solo sem o insumo orgânico.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABA – **Anuário brasileiro de agroenergia. Pinhão-manso.** Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2007. 520p.

ANDREO-SOUZA, Y.; PEREIRA, L. A.; SILVA, F. F. S. da.; RIEBEIRO-REIS, R. C.; EVANGELISTA, M. R. V.; CASTRO, R. D. de.; DANTAS, B. F. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 32, n. 2, p. 83-92, 2010.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água para irrigação.** Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba (UFPB). 1999. 153p (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).

BELTRÃO, N. E de M. “Considerações gerais sobre o pinhão-manso (*Jatrofa curcas* L.) e a necessidade urgente de pesquisas, desenvolvimento e inovações tecnológicas para esta planta nas condições brasileiras”. Campina Grande: **EMBRAPA**, 2006. 4p.

BRANDENBURG, W. A; BINDRABAN, P. S; CORRÉ, W. J. Claims na facts on *Jatropha curcas* L.. **Plant Research International**, Wageningen, 2007. 66p.

CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F.; RODOLFO JÚNIOR, F.; SOUSA, G. G. de; MOTA, J. K. de M. Crescimento inicial da mamoneira em resposta à salinidade e biofertilizante bovino. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 21, n. 1, p. 041-047, 2009.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; PEREIRA, K. S. N.; OLIVEIRA, F. A.; GONDIM, S. C.; ARAÚJO, F. A. R. Germination and initial growth of guava plants irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 515-519, 2005.

CAVALCANTE, L. F.; GONDIM, S. C.; FIGUEIREDO, F. L.; SOUSA, G. G.; CAVALCANTE, I. H. L.; DINIZ, A. A. Crescimento inicial do maracujazeiro amarelo manejado em dois substratos irrigados com água salina. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 4, p. 504-517, 2009a.

CAVALCANTE, L. F.; SILVA, G. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, T. J.; ALVES, J. C.; COSTA, A. P. M. Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, Recife, v. 4, n. 4, p. 414-420, 2009b.

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**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 251 - 261, 2010.

CUNHA, P. C. **Aspectos fisiológicos e bioquímicos de *Jatropha curcas* cultivada sob estresse salino.** 2009. 60 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

EL-HENDAWY, S. E.; Y. HU.; U. SCHMIDHALTER. Growth, ion content, gas exchange, and water relations of wheat genotypes differing in salt tolerances. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collington, v. 56, n. 2, p. 123–134, 2005.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual e métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: 1997. 212p (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).

LACERDA C. F.; CAMBRAIA, J.; OLIVA, M. A.; RUIZ, H. A.; PRISCO, J. T. Solute accumulation and distributions during shoot and bat development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental of Botany**, Oxford, v. 49, n. 1, p. 107-120. 2003.

LIANG, Y. C.; SI, J.; NIKOLIC, M.; PENG, Y.; CHENG, W.; JIANG, Y. Organic manure stimulates biological activity barley growth in soil subject to secondary salinization. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 37, p. 1185-1195, 2005.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review Plant Biology**, Nova York, v. 59, p. 651-681, 2008.

NARDI, S.; PIZZEGHELLO, D.; MUSCOLO, A.; VIANELO, F. Physiological effects of humic substances on higer plants. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 34, n. 4, p. 1527–1536, 2002.

NERY, A. R.; RODRIGUES, L. N.; SILVA, M. B. R.; FERNANDES, P. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS NETO, J.; GHEYI, H. R. Crescimento do pinhão-mansó irrigado com águas salinas em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n. 5, p. 551-558, 2009.

NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; LIMA NETO, A. J. de; DINIZ, A. A.; SILVA, J. J. M.; BREHM, M. A. da S. Formação de mudas de noni sob irrigação com águas salinas e biofertilizante bovino no solo. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 451-463, 2009.

REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; NUNES, J. C.; DINIZ, A. A.; BREHM, M. A. S.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. Produção de mudas de limão cravo em substrato com biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 32, n. 2, p. 219-228, 2009.

RICHARDS, L. A. **Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos**. México: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, 1954. 174p. (Manual de Agricultura, 60).

SANTOS, A. C. V.; AKIBA, F. **Biofertilizante líquido**: uso correto na agricultura alternativa. Rio de Janeiro: Seropédica, (UFRRJ), 1996. 35p.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F. CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 44-78, 2005.

SILVA, E. N. da; SILVEIRA, J. A. G.; FERNANDES, C. R. R.; DUTRA, A. T. B.; ARAGÃO, R. M. de. Acúmulo de íons e crescimento de pinhão-mansinho sob diferentes níveis de salinidade. Fortaleza, **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 240-246, 2009a.

SILVA, E. N.; SILVEIRA, J. A. G.; RODRIGUES, C. R. F.; LIMA, C. S.; VIÉGAS, R. A. Contribuição de solutos orgânicos e inorgânicos no ajustamento osmótico de pinhão-mansinho submetido à salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 5, p. 437-445, 2009b.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria Orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 275-374.

SOUSA, G. B.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; BEKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; NASCIMENTO, J. A. Salinidade do substrato contendo biofertilizante para formação de mudas de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 2, p.172-180, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2008. 820p.

VALE, L. S.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. de M. Efeito da salinidade da água sobre o pinhão-mansinho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1., 2006, Brasília. **Anais...** Brasília, 2006. p. 87-90.