



## Mudas de oiticica irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante bovino e potássio

Manoel A. Diniz Neto<sup>1</sup>, Ivandro de F. da Silva<sup>2</sup>, Lourival F. Cavalcante<sup>3</sup>,  
Belísia L. M. T. Diniz<sup>4</sup>, José C. A. da Silva<sup>5</sup> & Edecarlos C. da Silva<sup>6</sup>

<sup>1</sup> CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB. E-mail: alexandrediniz@cchsa.ufpb.br (Autor correspondente)

<sup>2</sup> CCA/UFPB, Areia, PB. E-mail: ivandro@cca.ufpb.br

<sup>3</sup> CCA/UFPB, Areia, PB. E-mail: lofeca@cca.ufpb.br

<sup>4</sup> CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB. E-mail: belisialucia@cchsa.ufpb.br

<sup>5</sup> Embrapa Algodão, Campina Grande, PB. E-mail: jose.aguiar-silva@embrapa.br

<sup>6</sup> CCA/UFPB, Areia, PB. E-mail: edcarloscamilo@bol.com.br. Bolsista PIBIC

### Palavras-chave:

*Licania rigida* Benth  
salinidade  
insumo orgânico

### RESUMO

Um experimento foi conduzido entre março e junho de 2012 no Centro de Ciências Agrárias da UFPB, Areia, PB, para avaliar o crescimento inicial de plantas de oiticica (*Licania rigida* Benth), pela altura, diâmetro caulinar, área foliar, teor de clorofila total, biomassa das raízes e da parte aérea de plantas em função da salinidade da água, biofertilizante bovino e potássio no solo. Os tratamentos foram arranjos em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições, em esquema fatorial 5 x 2 x 2, correspondendo a cinco águas com condutividade elétrica de 0,5; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>, dois tratamentos sem e com 300 mL de biofertilizante bovino aplicado de uma só vez no solo e dois tratamentos sem e com 1,4 g de cloreto de potássio. O aumento da salinidade das águas inibiu o crescimento e a qualidade das mudas mas com maiores perdas nas plantas dos tratamentos sem biofertilizante e sem cloreto de potássio. As plantas cultivadas no solo com cloreto de potássio cresceram mais que as do solo sem o fertilizante mineral.

### Key words:

*Licania rigida* Benth  
salinity  
organic manure

## Seedlings of *Licania rigida* irrigated with saline waters in soil with bovine biofertilizer and potassium

### ABSTRACT

An experiment was carried out during the period of March to July of 2012 in the Agrarian Science Center of Federal University of Paraíba, Areia, Paraíba State, Brazil, in order to evaluate the initial growth of *Licania rigida* plants by height, stem diameter, leaf area, total chlorophyll content and biomass of the roots and of the aerial parts of the plants as function of water salinity and bovine biofertilizer and with potassium in the soil. Treatments were arranged in entirely randomized design, with six replicates, in factorial scheme 5 x 2 x 2, corresponding to waters with electrical conductivity of 0.5; 1.5; 3.0; 4.5 and 6.0 dS m<sup>-1</sup> in soil without and with 300 mL of bovine biofertilizer applied one time on soil surface, and without and with 1.4 g of potassium chloride. The increment of salinity in irrigation water inhibited the growth and the quality of the seedlings, but with more loss in plants of the treatments without bovine biofertilizer and without potassium chloride. The plants cultivated in soil with potassium showed better growth in relation these of the treatments without the mineral fertilizer.

## INTRODUÇÃO

Considerada planta oleaginosa, a oiticica (*Licania rigida* Benth) é espécie típica de matas ciliares da Caatinga do Sertão, do Seridó e do Agreste piauiense e dos litorais cearense e nordestino-grandense. Também é disseminada nas bacias hidrográficas do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, sobretudo no Sertão, em altitudes que variam de 50 a 300 m, com luminosidade solar próxima de 3.000 horas por ano em Neossolos flúvicos dos rios (antigo solos de aluvião) sendo uma espécie nativa, que em seu habitat compete com outras vegetações. Os principais

vales nordestinos cuja espécie é encontrada vegetando mais densamente são: do Acaraú e Jaguaribe (CE), do Açu, Apodi e Ipanema (RN), do Piancó, Piranhas e Rio do Peixe na Paraíba (Beltrão & Oliveira, 2007).

A oiticica pertence à família *Crysobalanaceae*, possui copa densa, folhas coriáceas esbranquiçadas na face inferior, tronco curto e cresce até 15 m de altura; a inflorescência é do tipo paniculada, com frutos do tipo drupas oblongos e com uma única semente rica em óleo (Maia, 2004). Conforme o citado autor, o óleo do fruto da oiticica é de alta secatividade e composto principalmente de ácido licânio (70 a 80%) e

linolênico (10 a 12%) com possibilidade de uso na indústria de tintas e vernizes como componente de tintas para impressoras de computadores e pintura de automóveis além de ser matéria-prima para saboaria. Adicionalmente à extração industrial do óleo de suas sementes, atividade que foi fonte de renda para os sertanejos no período de 1930 a 1950, a planta também exerce função medicinal em algumas regiões do Nordeste, através do uso de suas folhas no tratamento do diabetes e inflamações (Lorenzo & Matos, 2002; Diniz et al., 2008).

Apesar de a oiticica ser planta típica de áreas semiáridas, os efeitos da salinização, assim como na maioria das plantas alimentícias e não alimentícias, também podem inibir seu crescimento, sobremaneira pela diminuição na absorção de água e nutrientes resultando em desequilíbrio nutricional, fisiológico e metabólico, pelo excesso dos sais e da ação específica de alguns íons como cloreto, sódio, boro, carbonato e bicarbonato (Ayers & Westcot, 1999). Esses estresses se refletem negativamente no crescimento e no desenvolvimento dos vegetais, de modo especial pela redução da área radicular e foliar, da atividade fotossintética e capacidade produtiva das plantas, em geral (Munns & Tester, 2008; Dias & Blanco, 2010; Pinheiro et al., 2008; Rigon et al., 2012).

Uma das tentativas para atenuar os efeitos depressivos dos sais às plantas tem sido o emprego de insumos orgânicos visando incrementar o teor de substâncias húmicas no solo como matéria orgânica, insumos orgânicos disponíveis no mercado e os biofertilizantes (esterco líquido fermentado de bovino) que atenuem o dano provocado pela salinização às plantas. Neste contexto resultados obtidos por Cavalcante et al. (2011) e Nunes et al. (2012) indicam ação mitigadora do biofertilizante bovino à elevada concentração de sais na água de irrigação durante a formação de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas*), goiabeira (*Psidium guajava*) e nim indiano (*Azadirachta indica*).

Além dos insumos orgânicos as interações salinidade versus fertilidade do solo também devem ser avaliadas com frequência em áreas semiáridas; dentre elas, a interação salinidade versus potássio, em razão deste nutriente estimular a ativação de enzimas envolvidas no processo respiratório, na fotossíntese, na manutenção do equilíbrio iônico ou osmorregulação das plantas, turgidez celular, controle da abertura e do fechamento dos estômatos, síntese e degradação de amido, transporte de carboidratos no floema, resistência da planta à deficiência hídrica e salinidade do solo, como concluíram Kabir et al. (2004) e Gurgel et al. (2010) após estudar o feijão-de-corda (*Vigna unguiculata*) e meloeiro (*Cucumis melo* L.) irrigados com águas salinas e adubação potássica do solo.

Propôs-se, com o presente trabalho, avaliar o comportamento vegetativo durante a formação de mudas de oiticica irrigadas com águas de salinidade crescente no solo com biofertilizante bovino e potássio.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente telado no Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de

Fitotecnia e Ciências Ambientais, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba em Areia, PB, município inserido na microrregião do Brejo paraibano, situado pelas coordenadas geográficas 6° 58' 12" de latitude Sul, 35° 42' 15" de longitude Oeste de Greenwich e 619 m de altitude, entre março e junho de 2012.

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2 x 2, correspondendo a cinco condutividades elétricas da água de irrigação - CEa de 0,5; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>; dois tratamentos sem e com 300 mL de biofertilizante bovino aplicados de uma só vez no solo e dois tratamentos sem e com 1,4 g de K<sub>2</sub>O oriundo de cloreto de potássio com seis repetições.

O substrato constou de material coletado de um Latossolo Amarelo distrófico, não salino, coletado na camada de 0 - 20 cm, no município de Areia, PB. Depois de passado em peneira de 2 mm de malha, o solo continha 444, 93 e 463 g kg<sup>-1</sup> de areia, silte e argila, respectivamente, e os atributos químicos quanto à fertilidade (EMBRAPA, 2011) e quanto à salinidade (Richards, 1954) estão indicados na Tabela 1; em seguida, foram adicionados 2,5 g kg<sup>-1</sup> de solo de superfosfato triplo e acondicionados 3 dm<sup>-3</sup> de terra fina secada ao ar em bolsas de polietileno preto, com capacidade para 4 dm<sup>3</sup>.

As águas referentes a cada nível salino foram preparadas pela diluição de uma água salina de barragem (CEa = 8,5 dS m<sup>-1</sup>), advinda do açude Jacaré, município de Remígio, PB, em uma água não salina (CEa = 0,5 dS m<sup>-1</sup>) de abastecimento municipal. A irrigação foi feita com base no processo de pesagem fornecendo-se, diariamente, o volume de cada tipo de água evapotranspirada nos seus respectivos tratamentos, de modo a elevar a umidade do solo ao nível da capacidade de campo.

Nos tratamentos com potássio foi incorporado 1,4 g de cloreto de potássio na massa da metade do volume superficial do substrato. O biofertilizante foi preparado via fermentação metanogênica de volumes iguais de esterco fresco de bovino e água, durante 30 dias, em biodigestor anaeróbico (Nunes et al., 2012) que no dia da aplicação continha a composição

**Tabela 1.** Caracterização química do solo na camada de 0-20 cm para fins de fertilidade e salinidade

Fertilidade	Teores	Salinidade	Teores
pH em água (1:2,5)	5,11	pH	5,32
P (mg dm <sup>-3</sup> )	3,00	Ca <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,00
K <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	48,76	Mg <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,50
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,82	Na <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,03
H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,93	K <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,19
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,39	Cl <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,11
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,29	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	Traços
Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,13	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,87
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,93	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,44
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5,86	CEes (dS m <sup>-1</sup> )	0,36
V (%)	15,87	RAS (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	1,15
MOS (g dm <sup>-3</sup> )	17,85	PST (%)	2,22
Classificação	Distrófico	Classificação	Não salino

SB - Soma de bases (Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup>); CTC - Capacidade de troca de cátions (SB + H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>); V - Saturação por bases (SB/CTC)\*100; MOS - Matéria orgânica do solo CEes - Condutividade elétrica do extrato de saturação; RAS - Relação de adsorção de sódio: Na<sup>+</sup>/[(Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>)/2]<sup>1/2</sup>; PST - Percentagem de sódio trocável (Na<sup>+</sup>/CTC)\*100.

**Tabela 2.** Caracterização química do biofertilizante bovino aplicado nos tratamentos

Macronutrientes	Teores (g kg <sup>-1</sup> ms)
Nitrogênio (N)	0,98
Fósforo (P)	0,43
Potássio (K)	0,49
Cálcio (Ca)	0,31
Magnésio (Mg)	0,73
Enxofre (S)	1,29
Micronutrientes	Teores (mg kg <sup>-1</sup> ms)
Boro (B)	3
Cobre (Cu)	3
Ferro (Fe)	65
Manganês (Mn)	51
Zinco (Zn)	4
Sódio (Na*)	339
pH	6,8
CE (dS m <sup>-1</sup> )	2,1

\* Elemento não essencial às plantas; ms-matéria seca

química, em macro e micronutrientes, indicada na Tabela 2. Depois de fermentado o insumo orgânico foi filtrado e 300 mL, volume correspondente a 10% do volume total do substrato foram aplicados de única vez na superfície, três dias antes da semeadura.

A semeadura foi feita com três sementes por unidade experimental, provenientes de matrizes selecionadas na propriedade Pinhões no município de Pombal, PB. As primeiras plântulas normais surgiram aos quinze dias e o processo de germinação foi estabilizado aos vinte e cinco dias após a semeadura.

Aos trinta dias após a emergência (DAE) efetuou-se o desbaste mantendo-se a planta mais vigorosa; aos 90 DAE foram medidos a altura de planta com trena milimetrada, o diâmetro na altura do colo com paquímetro digital, a área foliar com o medidor eletrônico ADC Bioscientific Ltda Meter AM300 e os teores totais de clorofila determinados com o clorofilômetro portátil ClorofiLOG CFL1030; em seguida foram separadas, de cada planta, as raízes da parte aérea e postas para secar em estufa com circulação de ar a 65 °C até massa constante e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) que mede a qualidade de mudas de espécies vegetais, conforme metodologia preconizada por Dickson et al. (1960).

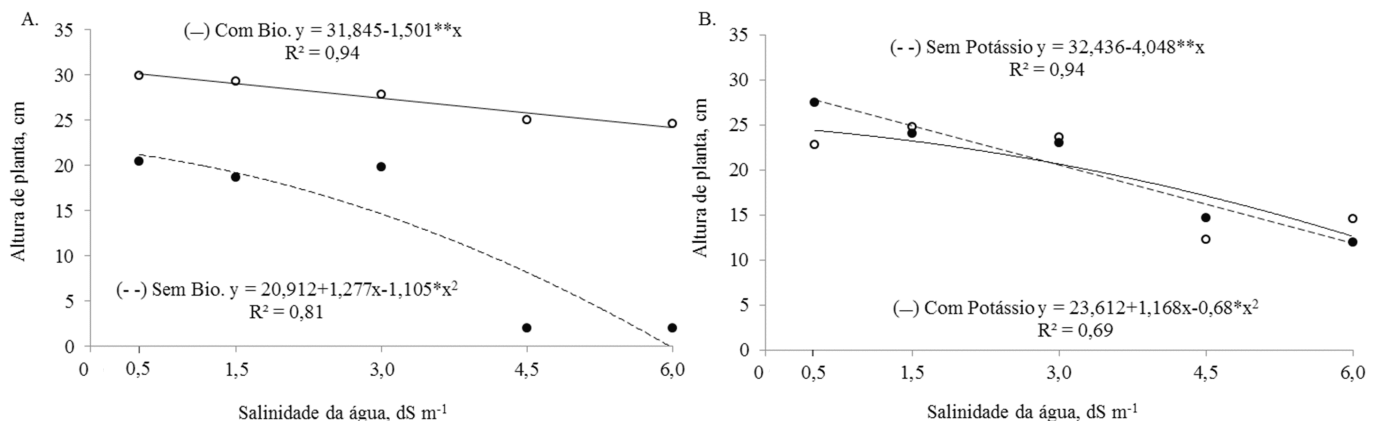
Os resultados foram submetidos à análise de variância adotando-se, para a seleção do modelo, a magnitude dos coeficientes de regressão significativos a níveis de 0,01 e 0,05 de probabilidade de erro pelo teste “t”, respectivamente, empregando-se o software estatístico ASSISTAT versão 7.5 beta (Silva & Azevedo, 2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento da condutividade elétrica das águas de irrigação, independentemente da aplicação de biofertilizante bovino, inibiu o crescimento em altura embora em menor proporção em todos os níveis de salinidade das águas nas plantas dos tratamentos com a presença do insumo orgânico (Figura 1A). Apesar da superioridade em relação às plantas dos tratamentos sem biofertilizante, os valores foram reduzidos linearmente de 31,10 para 22,84 cm resultando em perdas de 26,6%. Nas plantas do solo sem biofertilizante os efeitos das águas salinas foram muito mais danosos, em que as plantas atingiram a maior altura de 21,28 cm correspondente à salinidade da água de 0,57 dS m<sup>-1</sup> e não sobreviveram às irrigações com águas de 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>.

As maiores alturas de plantas no solo com biofertilizante bovino, conforme Brahma Prakash & Sahu (2012) são respostas do insumo orgânico em atenuar, através da liberação de substâncias húmicas, os efeitos negativos da salinidade às plantas. Esses resultados estão em acordo com os apresentados por Nunes et al. (2012) ao constatarem ação benéfica do biofertilizante bovino durante o crescimento inicial em plantas de nim indiano irrigado com águas salinas.

O aumento salino das águas no solo sem ou com cloreto de potássio comprometeu o crescimento em altura das mudas de oiticica (Figura 1B). Nos tratamentos sem o fertilizante mineral as plantas tiveram crescimento inibido linearmente a nível de 4,048 cm por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação. Os valores foram reduzidos de 30,41 para 8,15 cm refletindo numa perda superior a 73,20% entre o crescimento em altura das plantas irrigadas com a água de menor e de maior



**Figura 1.** Altura de plantas de oiticica irrigadas com águas de salinidade crescente, no solo sem e com biofertilizante bovino (A), sem e com cloreto de potássio (B)

conteúdo salino. No solo com potássio a maior altura das plantas foi 21,11 cm referente à menor salinidade da água de 0,85 dS m<sup>-1</sup> significando que as mudas irrigadas com águas de nível salino superior a 0,85 dS m<sup>-1</sup> comprometeu o crescimento em altura das plantas.

Pelos resultados da Figura 1B, o crescimento em altura foi superior nas plantas dos tratamentos sem cloreto de potássio até salinidade da água de 2,3 dS m<sup>-1</sup>; a partir do referido valor, o fertilizante mineral estimulou o crescimento com o aumento do teor salino das águas. Ao considerar que o contato das plantas com os sais foi de 90 dias, percebe-se que a ação atenuadora do potássio à salinidade não é, de imediato, a sua aplicação ou o ajustamento osmótico da oiticica à salinidade aumenta paulatinamente com a idade das plantas. Esta tendência dos dados se assemelha à observada em meloeiro irrigado com águas salinas no solo com cloreto de potássio, por Gurgel et al. (2010) ao constatarem que o aumento do fertilizante mineral inibiu os efeitos negativos dos sais às plantas.

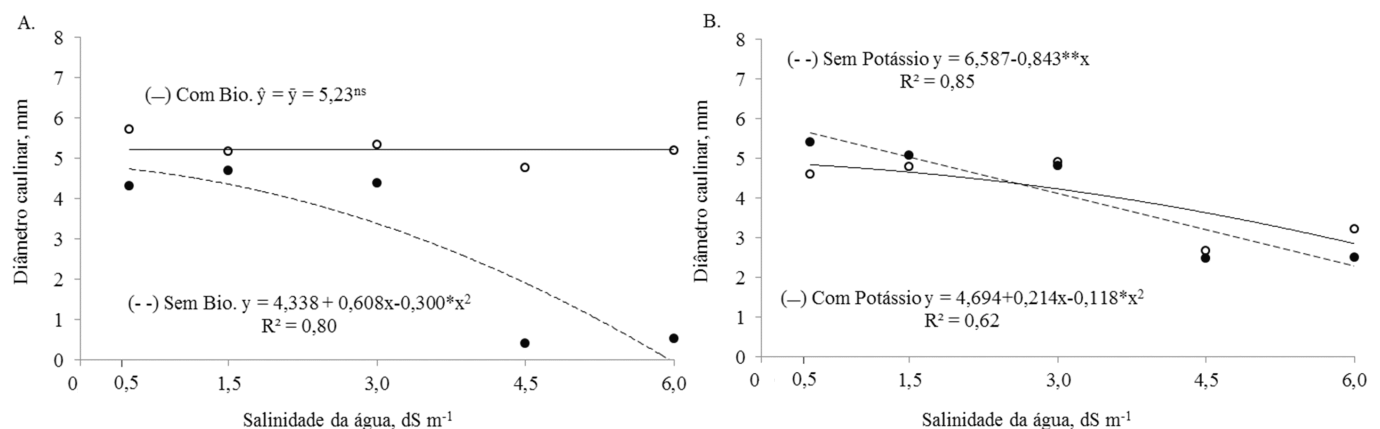
Os diâmetros do caule nas plantas do solo com biofertilizante bovino, mesmo não se ajustando a nenhum modelo de regressão em função da salinidade das águas com média de 5,23 mm, foram significativamente superiores aos das plantas do solo sem o insumo orgânico (Figura 2A). Nos tratamentos sem o respectivo insumo orgânico o diâmetro caulinar cresceu até 4,78 mm com o aumento da salinidade das águas até 1,01 dS m<sup>-1</sup>. As irrigações com águas de teor salino acima de 1,01 dS m<sup>-1</sup> comprometeram o crescimento das mudas de oiticica pelo diâmetro do caule, como registrado também no crescimento das plantas em altura. Comportamento semelhante ao da oiticica foi registrado por Nunes et al. (2012) ao concluírem que o biofertilizante bovino não elimina mas atenua os efeitos degenerativos da salinidade da água de irrigação em mudas de nim.

No solo sem potássio (Figura 2B) os valores médios do diâmetro caulinar decresceram linearmente de 6,16 para 1,53 mm com o aumento da concentração salina resultando em perdas superiores a 75%. Nas plantas dos tratamentos com

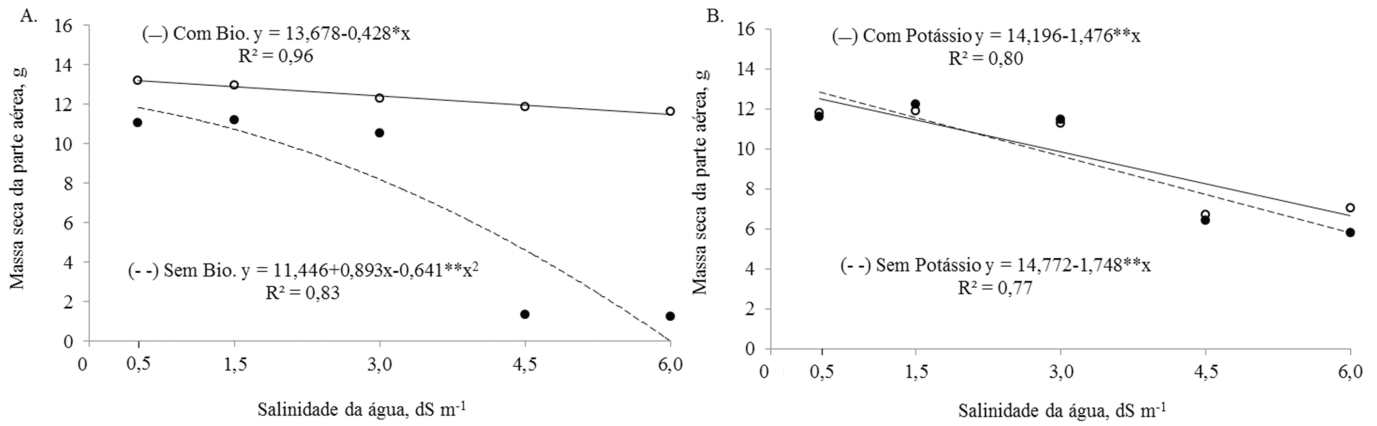
cloreto de potássio o diâmetro cresceu até 4,79 mm com o aumento da salinidade das águas de 0,5 até 0,91 dS m<sup>-1</sup> e foi inibido nas plantas irrigadas com águas de condutividade elétrica acima deste nível salino; em ambas as situações o comportamento observado com as plantas de oiticica se assemelha ao da maioria das plantas glicófitas de valor comercial ou não (Ayers & Westcot, 1999; Munns & Tester, 2008) em que o estresse salino das águas inibe o crescimento vegetativo.

Constata-se também, como no crescimento em altura, que no solo sem cloreto de potássio o diâmetro das plantas irrigadas com água de condutividade elétrica até próximo de 3,0 dS m<sup>-1</sup> superou as do solo com o fertilizante mineral mesmo que neste respectivo tratamento a irrigação com águas mais salinas haja estimulado o diâmetro caulinar das mudas. Pelos resultados e mesmo considerando o declínio dos valores com o aumento da salinidade das águas, a superioridade do diâmetro das plantas irrigadas com águas acima de 3,0 dS m<sup>-1</sup> no solo com cloreto de potássio, evidencia ação positiva do fertilizante em atenuar a agressividade dos sais às plantas durante a fase de formação das mudas. Esta situação, conforme Kabir et al. (2004) é resposta da ação positiva do potássio em estimular a respiração, atividade clorofilática, transporte de assimilados orgânicos como carboidratos pelo floema, resultando em maior osmorregulação e ajustamento osmótico de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata*) em substrato salino.

A produção de matéria seca da parte aérea das mudas no solo com biofertilizante, apesar de decrescer linearmente com o aumento da salinidade das águas, foi significativamente superior às plantas sem o insumo orgânico sob irrigação com água, independente do nível salino aplicado (Figura 3A). No solo com o respectivo insumo orgânico o acúmulo de massa seca da parte aérea diminuiu linearmente de 13,46 para 11,11 g, resultando em declínio superior a 17% entre as plantas irrigadas com água de boa qualidade (0,5 dS m<sup>-1</sup>) para a de maior concentração salina (6,0 dS m<sup>-1</sup>). Nos tratamentos sem biofertilizante a fitomassa seca da parte aérea cresceu entre as plantas irrigadas com águas



**Figura 2.** Diâmetro caulinar de plantas de oiticica irrigadas com águas de salinidade crescente, no solo sem e com biofertilizante bovino (A), sem e com cloreto de potássio (B)



**Figura 3.** Massa seca de parte aérea de plantas de oiticica irrigadas com águas de salinidade crescente, no solo sem e com biofertilizante bovino (A), sem e com cloreto de potássio (B)

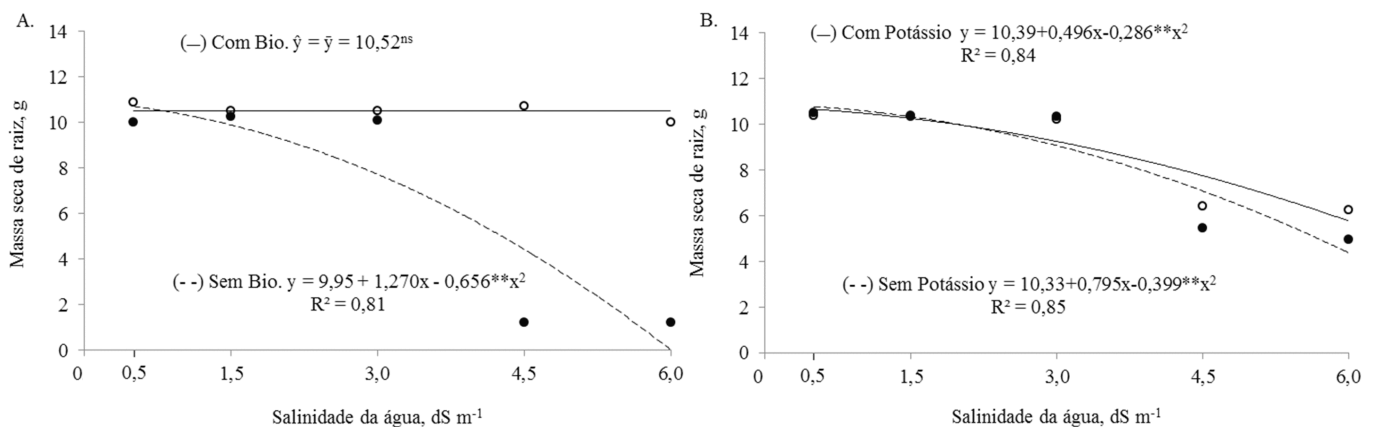
de 0,5 até 0,69 dS m<sup>-1</sup> com valor de 11,73 g planta<sup>-1</sup> porém foi inibida com o incremento salino das águas usadas na irrigação. A superioridade das plantas do substrato com biofertilizante, conforme Asik et al. (2009) é devida à ação das substâncias húmicas oriundas de fontes orgânicas, como o biofertilizante bovino, em proporcionarem a produção de ácidos orgânicos, carboidratos, açúcares como sacarose e outros solutos orgânicos. Para Lacerda et al. (2003) esses solutos orgânicos atenuam os efeitos da ação depressiva da salinidade às plantas.

O aumento da salinidade das águas inibiu a capacidade das mudas de oiticica de produzir biomassa da parte aérea mas, basicamente, sem diferenças significativas entre as plantas do solo sem e com cloreto de potássio, sobretudo nas irrigadas com águas de teor salino abaixo de 3,0 dS m<sup>-1</sup> (Figura 3B). No solo sem cloreto de potássio os valores foram diminuídos de 13,46 para 5,34 g planta<sup>-1</sup> em relação à queda de 13,89 para 4,28 g planta<sup>-1</sup> no solo com o fertilizante mineral resultando em perdas de 60,3 e 69,2% entre as plantas irrigadas com de 0,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. Apesar dessas elevadas perdas, as plantas do solo com cloreto de potássio sofreram menos os efeitos da salinidade das águas uma vez que, quando irrigadas com águas acima de 2,1 dS m<sup>-1</sup> produziram mais matéria seca que as do solo sem o fertilizante.

Quanto à massa seca de raízes, os valores das mudas desenvolvidas no solo com biofertilizante, mesmo sem se adequar a nenhum tipo de regressão, com média de 10,52 g planta<sup>-1</sup>, superaram os das plantas dos tratamentos sem o referido insumo (Figura 4A).

No solo sem biofertilizante a irrigação com águas de 0,5 a 0,97 dS m<sup>-1</sup> promoveu aumento da biomassa seca das raízes até o maior valor de 10,57 g planta<sup>-1</sup>. Entretanto, a irrigação com águas de condutividade elétrica além deste valor, comprometeu a produção de biomassa radicular pelas plantas, como verificado para altura, diâmetro caulinar e biomassa da parte aérea. Tal declínio é comum na maioria das plantas, em geral (Ayers & Westcot, 1999), em plantas alimentícias (Silva et al., 2011) e não alimentícias (Cavalcante et al., 2011; Santos et al., 2013).

A superioridade observada em plantas submetidas aos tratamentos com o biofertilizante, como registrado em outras variáveis, é resposta dos efeitos das substâncias húmicas produzidas ou liberadas pela aplicação da matéria orgânica ao solo, na forma sólida ou líquida, em diminuir a diferença do potencial osmótico entre o solo e o interior das raízes, promover a produção ou liberação de compostos orgânicos, como ácidos húmicos que estimulam paulatinamente o ajustamento



**Figura 4.** Massa seca de raízes de plantas de oiticica irrigadas com águas de salinidade crescente, no solo sem e com biofertilizante bovino (A), sem e com cloreto de potássio (B)

osmótico das plantas crescendo sob estresse salino (Silva et al., 2011; Brahmaaprakash & Sahu, 2012).

O comportamento das plantas crescendo sobre solo sem e com cloreto de potássio (Figura 4B) se assemelha ao das Figuras 1, 2 e 3, em que as plantas de oiticica sob tratamentos sem KCl irrigadas com águas de menor salinidade superam as do solo com o fertilizante mineral. Por outro lado, no solo com potássio as plantas produzem mais biomassa radicular sob irrigação com águas de nível salino mais elevado.

A biomassa radicular das mudas de oiticica aumentou com o teor salino das águas de 0,5 para até 0,99 e 0,87  $\text{dS m}^{-1}$ , respectivamente, no solo sem e com cloreto de potássio, resultando em maiores acúmulos de biomassa de 10,61 e 10,72  $\text{g planta}^{-1}$ . A irrigação com águas de níveis salinos acima dos verificados resultou em perdas da produção de biomassa radicular das plantas em ambas as situações; entretanto, a adição do potássio atenuou os efeitos da salinidade da água nas plantas irrigadas com águas de salinidade superior a 1,5  $\text{dS m}^{-1}$  em relação às dos tratamentos sem cloreto de potássio. A tendência dos resultados está compatível com Gurgel et al. (2010) ao concluir que o potássio atenua os efeitos danosos da salinidade em meloeiro irrigado com águas salinas.

Apesar do Índice de Qualidade de Dickson (IQD) sofrer ação significativa da interação salinidade *versus* biofertilizante, os dados referentes às mudas do solo com biofertilizante não se adequaram a nenhum modelo matemático. Assim sendo, foram representados pelo IQD médio de 3,61 e superaram as do solo sem biofertilizante irrigadas com águas de salinidade superior a 2,2  $\text{dS m}^{-1}$  (Figura 5A). No solo sem biofertilizante o maior índice de qualidade de Dickson (IQD = 0,41) correspondeu às mudas irrigadas com água de salinidade máxima 1,1  $\text{dS m}^{-1}$ . A partir deste nível salino das águas a qualidade das mudas de oiticica foi marcadamente comprometida.

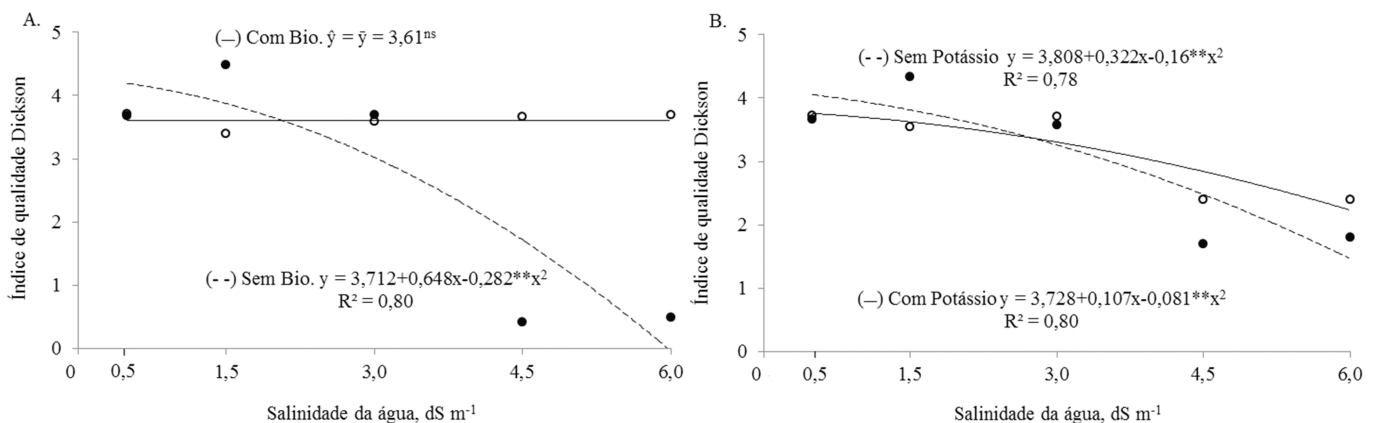
A melhor qualidade das mudas dos tratamentos com biofertilizante sob irrigação com água de condutividade elétrica acima de 2,2  $\text{dS m}^{-1}$ , é devida o insumo, que conforme

Mellek et al. (2010), exercer melhoria na qualidade física do solo em aumentar o espaço poroso para a infiltração da água e no crescimento radicular. Além da melhoria física o biofertilizante também pode contribuir para melhorar a fertilidade do solo. Esta ação se deve à capacidade do insumo orgânico em adsorver bases trocáveis pela formação de complexos orgânicos e pelo desenvolvimento de cargas negativas diminuindo os efeitos danosos da água com alta concentração salina (Silva et al., 2011).

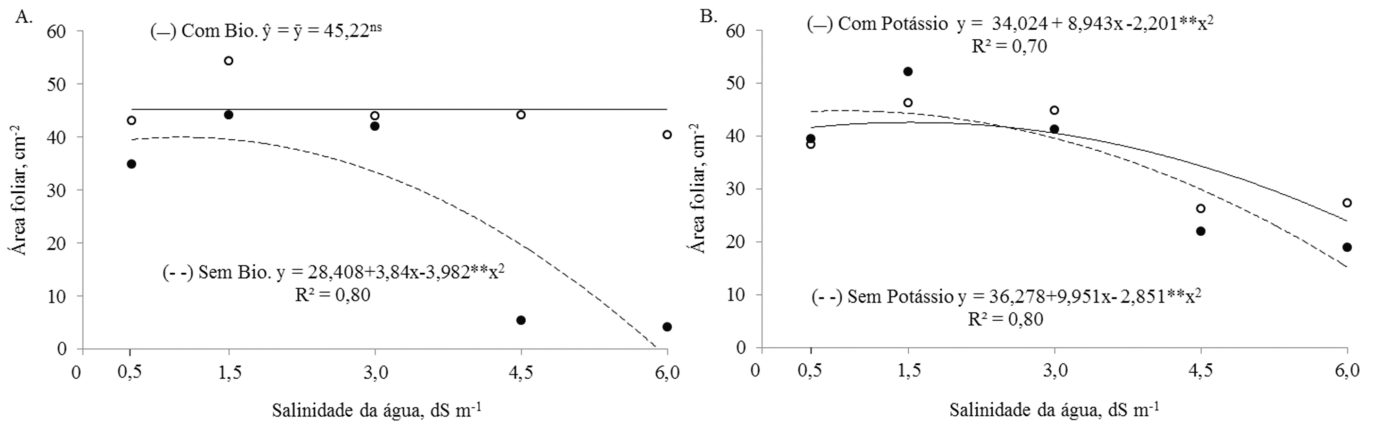
A qualidade das mudas diminuiu em função da salinidade das águas independente do solo sem ou com cloreto de potássio (Figura 5B). Em ambos os solos os maiores IQD de 3,76 e 3,97 corresponderam, respectivamente, às plantas irrigadas com águas de teor salino máximo 0,65 e 1,01  $\text{dS m}^{-1}$ . Ao considerar que o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) se baseia na relação altura e diâmetro e na alocação de biomassa entre raiz e parte aérea (Fonseca, 2000) e que os maiores índices correspondem às melhores mudas conforme Gomes (2001) em *Eucalyptus grandis*, constatou-se que o cloreto de potássio promoveu a formação de mudas de oiticica de melhor qualidade, irrigadas com água de maior teor salino em relação ao solo sem o referido fertilizante mineral.

Com relação aos teores totais de clorofila observa-se que a irrigação com águas de 0,5 até 2,67  $\text{dS m}^{-1}$  no solo com biofertilizante inibiu a capacidade clorofilática das mudas com declínio dos índices de 53,61 para o valor mínimo de 49,3. Verifica-se também que a irrigação com águas de salinidade maior estimulou a produção de clorofila total das mudas com o índice máximo de 59,36 determinado nas plantas irrigadas com a água de maior salinidade (Figura 6A). Ao constatar que no solo sem o insumo orgânico o teor salino das águas comprometeu mais severamente a capacidade clorofilática das plantas constata-se, como em outras variáveis, ação positiva do biofertilizante em mitigar os efeitos deletérios da salinidade na atividade clorofilática das mudas de oiticica.

O aumento da salinidade das águas prejudicou a capacidade clorofilática das mudas de oiticica independentemente da adição



**Figura 5.** Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas irrigadas com águas de salinidade crescente, no solo sem e com biofertilizante bovino (A), sem e com cloreto de potássio (B)

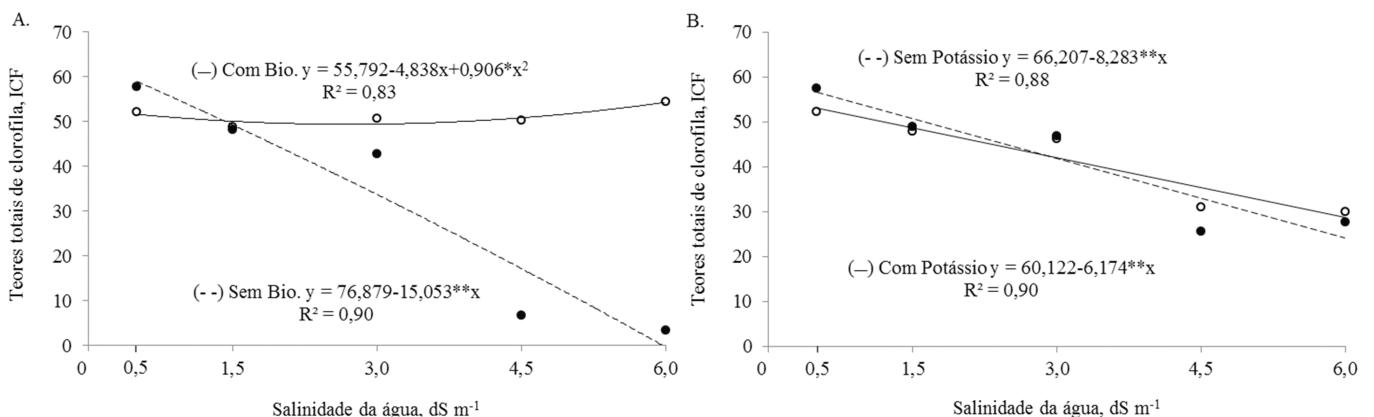


**Figura 6.** Índice de clorofila em mudas de oiticica irrigadas com águas de salinidade crescente, no solo sem e com biofertilizante bovino (A) sem e com cloreto de potássio (B)

ou não do cloreto de potássio ao solo (Figura 6B). Os índices diminuíram de 62,07 para 16,51 e de 57,03 para 23,07 entre as plantas do solo sem e com cloreto de potássio irrigadas com águas de 0,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup> e indicam perdas de 73,4 e 59,5% respectivamente. Pelo coeficiente dos valores entre as plantas tratadas com maior e menor condutividade elétrica, as perdas foram de 59,5 e de 73,4% respectivamente, no solo com e sem cloreto de potássio. Mesmo admitindo a elevada perda de 59,5%, verifica-se que a adição do cloreto de potássio mitiga intensidade do efeito salino das águas às plantas em relação às do solo sem o fertilizante mineral.

A área foliar das plantas irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante, mesmo não se ajustando a nenhum modelo de regressão, foi significativamente superior às do solo sem o insumo orgânico (Figura 7A). No solo sem biofertilizante o aumento da salinidade das águas até 1,73 dS m<sup>-1</sup> estimulou a expansão da área foliar até o valor de 40,43 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>. A irrigação com águas de salinidade superior resultou em declínio desta variável, como registraram também Cavalcante et al. (2011) e Nunes et al. (2012) em mudas de pinhão-manso e de nim, no solo com biofertilizante bovino aplicado na forma líquida e irrigação com águas de concentração salina crescente.

Quando ao cloreto de potássio, a área foliar das plantas aumentou em função da salinidade das águas, até 2,03 e 3,49 dS m<sup>-1</sup> atingindo os maiores valores de 43,11 e 36,29 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup> em mudas com os tratamentos sem e com o insumo mineral, respectivamente (Figura 7B). Irrigações com águas de salinidade superiores, provocou declínio à expansão foliar das mudas de oiticica, em ambas as situações. Percebe-se, também, comportamento invertido entre as plantas do solo sem e com cloreto de potássio em função da salinidade das águas em que as plantas do solo sem cloreto de potássio, irrigadas com águas de salinidade até próximo de 3 dS m<sup>-1</sup>, exibiram maior área foliar; apesar disto, as do solo com o fertilizante mineral tiveram a área foliar estimulada pela irrigação com águas de salinidade acima de 3 dS m<sup>-1</sup> situação esta também registrada como para a altura e diâmetro caulinar, massa seca da parte aérea e raízes das plantas, evidencia ação atenuadora do cloreto de potássio à intensidade dos efeitos negativos da salinidade das águas às mudas de oiticica. Comparativamente, a tendência do comportamento dos dados está compatível com Costa et al. (2008) após estudarem o crescimento de plantas de amaranto (*Amaranthus* spp) sob estresse salino e registrar aumento



**Figura 7.** Área foliar de mudas de oiticica irrigadas com águas de salinidade crescente no solo, sem e com biofertilizante bovino (A), sem e com cloreto de potássio (B)

da produção de biomassa com o aumento da salinidade da água de irrigação no solo com adubação mineral, inclusive potássio, em relação às plantas dos tratamentos sem este insumo mineral.

### CONCLUSÕES

1. O aumento da salinidade das águas inibe a altura, o diâmetro caulinar, a biomassa seca das raízes, a parte aérea, a área foliar e a atividade clorofilática, com reflexos negativos na qualidade das mudas, mas em menor intensidade nas plantas do solo com biofertilizante bovino.

2. O cloreto de potássio atenua a ação degenerativa da salinidade das águas às mudas de oiticica, mas em menor proporção que o biofertilizante bovino.

### AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento do projeto e concessão da bolsa PNPd e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (PPGCS/CCA/UFPB) pelo apoio logístico.

### LITERATURA CITADA

- Asik, B. B., Turan, M. A.; Celik, H.; Katkat, A.V. Effects of humic substances on plant growth and mineral nutrients uptake of wheat (*Triticum durum* cv. Salihli) under conditions of salinity. *Asian Journ Crop Science*, v.1, p.87-95, 2009.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. A qualidade da água para irrigação. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. 1999. 153p.
- Beltrão, N. E. de M.; Oliveira, M. I. P. de. Oleaginosas potenciais do Nordeste para a produção de biodiesel. Campina Grande: Embrapa Algodão. 2007. 54p. Série Documentos, 177
- Brahmaprakash, G. P.; Sahu, P. K. Biofertilizers for sustainability. *Journal of the Indian Institute of Science*, v.92, p.37-62, 2012.
- Cavalcante, L. F.; Rebequi, A. M.; Sena, G. S. A. de.; Nunes, J. C. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovina formação de mudas de pinhão-mansão. *Revista Irriga*, v.16, p.288-300, 2011.
- Costa, D. M. A. da.; Melo, H. N. de S.; Ferreira, S. R.; Holanda, J. S. Crescimento e desenvolvimento do amaranto (*Amaranthus* spp.) sob estresse salino e cobertura morta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.43-48, 2008.
- Dias, N. S.; Blanco, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. (ed.). Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal. 2010. p.129 – 141.
- Dickson, A.; Leaf, A. L.; Hosner, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forest Chronicles*, v.36, p.10-13, 1960.
- Diniz, F. O.; Moreira, F. J. C.; Silva, F. D. B. da., Medeiros Filho, S. Influência da luz e temperatura na germinação de sementes de oiticica (*Licania rigida* Benth.). *Revista Ciência Agronômica*, v.39, p.476-480, 2008.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise do solo. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 2011, 230p. Documentos, 132
- Fonseca, E. P. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cdrela fissilis* Vell. *Easpidos permapolyneuron* Muil Arg.) produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. Jaboticabal: UNESP, 2000. 113p. Tese Doutorado
- Gomes, J. M. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K. Viçosa: UFV, 2001. 166p. Tese Doutorado
- Gurgel, M. T.; Gheyi, H. R.; Oliveira, F. H. T. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em meloeiro produzido sob estresse salino e doses de potássio. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v.41, p.18-28, 2010.
- Kabir, M. E.; Karim, M. A.; Azad, M. A. K. Effect of potassium on salinity tolerance of mung bean (*Vigna radiata* L. Wilczek). *Journal of Biological Sciences*, v.4, p.103-110, 2004.
- Lacerda, C. F.; Cambraia, J.; Cano, M.A.O.; Ruiz, H.A.; Prisco, J. T. Solute accumulation and distribution shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, v.49, p.107-120, 2003.
- Lorenzo, H.; Matos, F. J. A. Plantas medicinais do Brasil: Nativas e exóticas cultivadas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 544p.
- Maia, G. N. Caatinga: Árvores e arbustos e suas utilidades. São Paulo: D & Z., 2004. 413p.
- Mellek, J. E.; Dieckow, J.; Silva, V. L.; Favaretto, N.; Pauletti, V.; Vezzani, F. M.; Souza, J. L. M. Dairy liquid manure and no-tillage: Physical and hydraulic properties and carbon stocks in a Cambisol of Southern Brazil. *Soil & Tillage Research*. v.110, p.69-76, 2010.
- Munns, R.; Tester, M. Mechanisms of salinity tolerance. *Plant Biology*, v.59, p.651-681, 2008
- Nunes, J. C.; Cavalcante, L. F.; Lima Neto, A. J. de.; Rebequi, A. M.; Diniz, B. L. M. T.; Gheyi, H. R. Comportamento de mudas de nim à salinidade da água em solo não salino com biofertilizante. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.16, p.1152-1158. 2012.
- Pinheiro, H. A.; Silva, J. V.; Endres, L.; Ferreira, V. M.; Câmara, C. de A.; Cabral, F. F.; Oliveira, J. F.; Carvalho, L. W. T. de; Santos, J. M. dos; Santos Filho, B. G. dos. Leaf gas exchange, chloroplastic pigments and dry matter accumulation in castor bean (*Ricinus communis* L.) seedlings subjected to salt stress conditions. *Industrial Crops and Products*, v.27, p.385-392, 2008.
- Richards, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. Washington: United States Salinity Laboratory Staff, 1954. 160 p. Handbook, 60



- Rigon, J. P. G.; Beltrão, N. E. de M.; Capuani, S.; Brito Neto, J. F. de; Silva, F. V. de F. Análise não destrutiva de pigmentos fotossintéticos em folhas de gergelim. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, p.258-261, 2012.
- Santos, J. B.; Santos, D. B.; Azevedo, C. A. V.; Rebequi, A. M.; Cavalcante, L. F.; Cavalcante, I. H. L. Comportamento morfofisiológico da mamoneira BRS Energia submetida à irrigação com água salina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, p.145-152, 2013.
- Silva, F. A. S.; Azevedo, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.4, p.71-78, 2002.
- 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, p.383-389, 2011.