

## COMPORTAMENTO DO NONI À SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO EM SOLO COM BIOFERTILIZANTE BOVINO<sup>1</sup>.

ANTÔNIO GUSTAVO DE LUNA SOUTO<sup>2</sup>; LOURIVAL FERREIRA CAVALCANTE<sup>3</sup>; JOSÉ ADEILSON MEDEIROS DO NASCIMENTO<sup>4</sup>; FRANCISCO DE OLIVEIRA MESQUITA<sup>5</sup> e ANTONIO JOÃO DE LIMA NETO<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Parte do trabalho de conclusão de curso do primeiro autor

<sup>2</sup>PPCS/CCA/UFPB, CEP 58397-000, Areia, PB. Fone: (83) 3362-2300. Fax: (83) 3362-2359. E-mail: gusluso@hotmail.com

<sup>3</sup>DSER/CCA/UFPB, CEP 58397-000, Areia, PB, Pesquisador do INCTsal. E-mail: lofeca@cca.ufpb.br

<sup>4</sup>PPGA/CCA/UFPB, CEP 58397-000, Areia, PB. E-mail: adeilsonagro@bol.com.br

<sup>5</sup>Doutorando em Manejo do Solo e Água, Departamento de Ciências Solos, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN. E-mail: mesquitaagro@yahoo.com.br

<sup>6</sup>Mestrando em Agronomia, Departamento de Solos e Adubos, FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP. E-mail: limanetoagro@hotmail.com

### 1 RESUMO

O excesso de sais no solo e em águas utilizadas para irrigação podem provocar perdas significativas de crescimento e de produção em plantas cultivadas. Dentre algumas alternativas para redução dos efeitos negativos dos sais às plantas em áreas cultivadas, a utilização do biofertilizante fermentado vem sendo explorada no cultivo de hortaliças e frutíferas irrigadas com água salina. Nesse sentido, o trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento do noni à salinidade da água de irrigação em substrato sem e com biofertilizante bovino. Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, com quatro repetições, utilizando o arranjo fatorial 5 x 2, correspondente a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,5; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 dS m<sup>-1</sup>), em substratos com e sem biofertilizante bovino. Foram avaliados: altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, matéria seca da parte aérea e consumo hídrico. Todas as variáveis avaliadas foram influenciadas negativamente pelo incremento de sais na água de irrigação, mas sempre com menor intensidade nos tratamentos com biofertilizante bovino. O biofertilizante não elimina, mas atenua os efeitos negativos dos sais às plantas de noni.

**Palavras-chaves:** *Morinda citrifolia* L., estresse salino, insumo orgânico.

SOUTO, A. G. de L.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, J. A. M. do;  
MESQUITA, F. de O.; LIMA NETO, A. J. de

BEHAVIOR OF NONI PLANTS (*Morinda citrifolia* L.) TO SALINITY OF  
IRRIGATION WATER IN SOIL WITH BOVINE BIOFERTILIZER

### 2 ABSTRACT

Salt excess in soil and water used for irrigation can cause significant loss of production and growth in cultivated plants. Among some options for reduction of negative effects of salts to

plants in cultivated areas, fermented bio fertilizer has been used to grow vegetables and fruit tree irrigated with saline water. The study aimed at evaluating the behavior of the noni plant to salinity of the irrigation water in substrate with and with no bio fertilizer. Treatments were arranged in a randomized block design with four replications, using a 5 x 2 factorial arrangement. Five levels of electrical conductivity of irrigation water (0.5, 1.5, 3.0, 4.5, 6.0 dS m<sup>-1</sup>) were used in substrates with and with no bio fertilizer. Parameters were evaluated as follows: plant height, stem diameter, number of leaves, leaf area, shoot dry matter and water consumption. All evaluated variables were negatively affected by the increase in salt concentration of the irrigation water, but always with less intense effects in treatments with bio fertilizer. The bio fertilizer does not eliminate, but mitigates the negative effects of salts in noni plants.

**Keywords:** *Morinda citrifolia* L., salt stress, organic input.

### 3 INTRODUÇÃO

O noni (*Morinda citrifolia* L.) é uma planta pertencente à família Rubiaceae, é utilizada como medicinal, principalmente pelos povos polinésios, para diversas enfermidades como: alergia, artrite e asma (Basar et al., 2010). As propriedades medicinais do suco dos frutos dessa planta vêm despertando a atenção de vários mercados consumidores, inclusive o Brasil, para o cultivo e comercialização. Dentre as características favoráveis ao cultivo em países tropicais se destacam as suas habilidades de adaptação às mais diversas situações de clima, solo e estresses ambientais.

É uma planta pouco exigente em fertilidade do solo, crescendo satisfatoriamente em solos arenosos poucos profundos e rochosos. Conforme descrito por Nelson & Elevitch (2006) é uma cultura tolerante ao estresse salino, conseguindo se desenvolver mesmo em altas concentrações de sais presentes na água de irrigação (Nunes et al., 2009; Nivas et al., 2011).

A salinidade do solo e da água de irrigação, em muitas regiões áridas e semiáridas, constituem sérios obstáculos ao sistema de produção, tanto pelas alterações dos atributos físicos e químicos do solo como pela ação dos íons específicos sobre a germinação, crescimento, produção e nutrição de plantas (Cavalcante et al., 2010a). A utilização de espécies tolerantes à salinidade e a adoção de práticas de manejo de cultivo, do solo e da água têm propiciado o uso de águas salinas na irrigação das culturas (Rhoades et al., 2000). Entretanto, as culturas não respondem de forma semelhante à salinidade e algumas produzem rendimentos economicamente viáveis em níveis elevados de salinidade do solo (Correia et al., 2009), como o sorgo, trigo e o algodoeiro (Dias et al., 2010).

O excesso de sais pode comprometer as funções fisiológicas e bioquímicas das plantas, causando estresse osmótico, o que resulta em distúrbios das relações hídricas, alterações na absorção e utilização de nutrientes essenciais além do acúmulo de íons tóxicos (Amorim et al., 2010). Dentre algumas alternativas para redução dos efeitos nocivos dos sais da água de irrigação às plantas, a aplicação de insumos orgânicos ao solo como biofertilizante fermentado tem evidenciado ação positiva; alguns estudos da literatura versam sobre a interação do biofertilizante bovino com a salinidade da água de irrigação em diversas frutíferas, tais como a goiabeira e o maracujazeiro amarelo (Cavalcante et al., 2010a).

O biofertilizante libera substâncias húmicas no solo, induzindo o aumento do ajustamento osmótico às plantas pela acumulação dessas substâncias, facilitando a absorção de água e nutrientes em meios adversamente salinos (Aydin et al., 2012). Diante do exposto, o

trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento do noni à salinidade da água de irrigação em substrato sem e com biofertilizante bovino.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de julho de 2010 a junho de 2011, em casa de vegetação pertencente ao DSER/CCA/UFPB, Areia, Paraíba. Geograficamente o município caracteriza-se pelas coordenadas 6° 58' latitude S, 35° 41' longitude W e altitude de 575 m. O clima local é classificado segundo Koeppen do tipo As' (quente e úmido), com estação chuvosa no período de março a julho e precipitação pluviométrica média anual de 1200 mm. A temperatura média do ar é de 23 °C com valor mais elevado no mês de fevereiro (25,7 °C) e mais baixo no mês de julho (21,6 °C) e umidade relativa média é de 72%.

O solo utilizado no experimento foi coletado do material dos primeiros 20 cm de um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico e não salino, conforme classificação de SANTOS et al. (2006). O solo foi coletado na fazenda experimental Chã do Jardim de propriedade do CCA/UFPB em Areia, PB. A vegetação natural do local é do tipo mata atlântica (encrave) e o solo nunca foi cultivado. As características químicas (fertilidade e salinidade) e físicas do solo utilizado como substrato foram obtidas conforme recomendação de Embrapa (2009) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Caracterização química do solo quanto à fertilidade e salinidade, e física antes da preparação do substrato.

Fertilidade		Salinidade		Atributos físicos	
pH em água (1:2,5)	5,07	pH	7,09	Densidade do solo (g cm <sup>-3</sup> )	1,24
P (mgdm <sup>-3</sup> )	1,78	Ca <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,40	Densidade de partícula (g cm <sup>-3</sup> )	2,78
K (mgdm <sup>-3</sup> )	43,67	Mg <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,30	Porosidade total (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,54
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,35	K <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,11	Areia (g kg <sup>-1</sup> )	557
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,30	Na <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,05	Silte (g kg <sup>-1</sup> )	63
Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,11	Cl <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,50	Argila (g kg <sup>-1</sup> )	380
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,87	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	-	Argila disp. em água (g kg <sup>-1</sup> )	26
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,90	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,13	Grau de flocculação (%)	93,3
H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5,70	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,25	Índice de dispersão (%)	6,8
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	6,57	CEes (dS m <sup>-1</sup> )	0,17	Umidade <sub>cc</sub> (g kg <sup>-1</sup> )	12,8
V (%)	13,24	RAS (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	0,27	Umidade <sub>pmp</sub> (g kg <sup>-1</sup> )	4,5
MO (g dm <sup>-3</sup> )	18,25	PST (%)	1,67	Água disponível (g kg <sup>-1</sup> )	8,3

SB = soma de bases (Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup> + Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>); CTC = SB + (H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>); V = Valor de saturação por bases (100\*SB/CTC); m = saturação por alumínio; MO = matéria orgânica; CTC = capacidade de campo; pmp = ponto de murchamento permanente.

Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, com quatro repetições, utilizando o esquema fatorial 5 x 2, correspondente a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,5; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 dS m<sup>-1</sup>), em substrato, sem e com biofertilizante bovino. Os diferentes níveis salinos da água de irrigação foram obtidos com a diluição de água fortemente salina (CEa = 7,36 dS m<sup>-1</sup>) em água não salina (0,5 dS m<sup>-1</sup>) conforme critérios de Ayers & Westcot (1999), utilizando um condutivímetro para aferição. A água salina usada para diluição foi coletada no açude do Jacaré, município de Remígio, PB.

O biofertilizante foi preparado a partir de uma mistura de partes iguais de esterco fresco bovino e água (não salina e não clorada) sob fermentação anaeróbica, durante 30 dias, e aplicado um dia antes da sementeira na proporção de 1:1 (biofertilizante: água) em volume

equivalente a 10% do volume do substrato, isto é, 1,5 L por unidade experimental. Por ser aplicado na forma líquida, o insumo orgânico foi analisado como se fosse água para irrigação (Tabela 2) empregando a metodologia contida em Richards (1954).

**Tabela 2.** Caracterização química do biofertilizante.

CE <sub>b</sub>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	Cl <sup>-</sup>	RAS	Clas.
dS m <sup>-1</sup>	-----mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> -----							--(mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>1/2</sup> --		
3,11	9,38	6,87	4,16	10,57	4,53	-	4,62	21,96	1,81	C <sub>4</sub> S <sub>1</sub>

RAS= Na<sup>+</sup>/(Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>)<sup>1/2</sup>

Cada unidade experimental foi representada por uma planta de noni em vaso plástico com capacidade para 20 litros. Na base de cada vaso foram colocadas uma camada de brita (20 mm) e uma camada de areia lavada (1,0 mm), ambas com 2 cm de espessura para evitar perdas de substrato. Em seguida foram acondicionados 15 dm<sup>3</sup> de material de solo.

A irrigação, durante os primeiros 90 dias após a semeadura, foi feita manualmente baseada no processo de pesagem, fornecendo-se a cada 24 horas o volume de água evapotranspirado em cada tratamento, de modo a elevar a umidade do solo ao nível de capacidade de campo. A partir dos 90 dias após a semeadura, quinzenalmente efetuava-se uma lavagem do solo com cada tipo de água conforme (Ayers & Westcot, 1999). Nos quatorze dias de cada intervalo de quinze irrigava-se diariamente, pelo mesmo processo de reposição de água, repondo o volume evapotranspirado. No décimo quinto dia efetuava-se a lavagem para a lixiviação dos sais e cálculo do consumo de água pelas plantas. Em cada tratamento, aplicava-se paulatinamente, com auxílio de proveta graduada, o volume de água até o início da drenagem; em seguida adicionava-se mais 10 % do total já aplicado para proceder à lavagem e a lixiviação dos sais do solo (Cavalcante et al., 2010b). Ao final da drenagem, registravam-se os volumes lixiviados, pesavam-se os vasos e cada valor era adotado como umidade do solo em nível de capacidade de campo. Cada valor era adotado como referência para reposição da água evapotranspirada no dia seguinte.

O consumo hídrico diário das plantas, a cada 15 dias, foi calculado de acordo com a metodologia utilizada por Freire (2011), expressa pela fórmula:

$$CA = 10 \times (V_{ap} - V_d) / A \times T \quad (1)$$

Em que: CA - Consumo hídrico (mm dia<sup>-1</sup>); V<sub>ap</sub> - Volume aplicado (cm<sup>3</sup>); V<sub>d</sub> - Volume drenado (cm<sup>3</sup>); A - Área do vaso (cm<sup>2</sup>); T - Intervalo entre lavagens do solo (15 dias).

Ao final do experimento, quando as plantas estavam com 330 dias após a semeadura, foram obtidas as médias diárias do consumo hídrico das plantas referente ao somatório dos valores diários consumidos divididos pelo total de relativos à irrigação com água de cada nível de condutividade elétrica.

O crescimento em altura foi avaliado com régua milimétrica, diâmetro caulinar com auxílio do paquímetro digital Digimess 300. O número de folhas foi contabilizado por planta e determinada a área foliar de todas as plantas. A área foliar real (AF<sub>r</sub>) foi quantificada pelo método não destrutivo através do produto entre a área foliar estimada (AF<sub>e</sub>) e o fator de correção de 0,63 (AF<sub>e</sub> x 0,63). A área foliar estimada de cada planta foi obtida através do produto entre o comprimento (C) e a maior largura (L), multiplicado pelo número de folhas fotossinteticamente ativas de cada planta. Em seguida, de cada tratamento, foram colhidas três

folhas e obtidos os valores da área estimada (AF<sub>e</sub>) e a massa de papel referente ao retângulo (C x L) de cada folha em estufa. De cada folha foi obtido também a massa de papel correspondente a área do contorno de cada uma das folhas (AF<sub>r</sub>); o resultado da relação AF<sub>r</sub>/AF<sub>e</sub> corresponde ao fator de correção conforme procederam também Cavalcante et al. (2002) para o maracujazeiro amarelo. A biomassa da parte aérea das plantas foi calculada após secagem em estufa, com circulação de ar, a 65 °C, por 72 horas.

Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste “F”, as médias referentes ao fornecimento de biofertilizante foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e os referentes aos níveis de salinidade da água por análise de regressão (Ferreira, 2011). Para o processamento dos dados foi utilizado software estatístico SISVAR.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

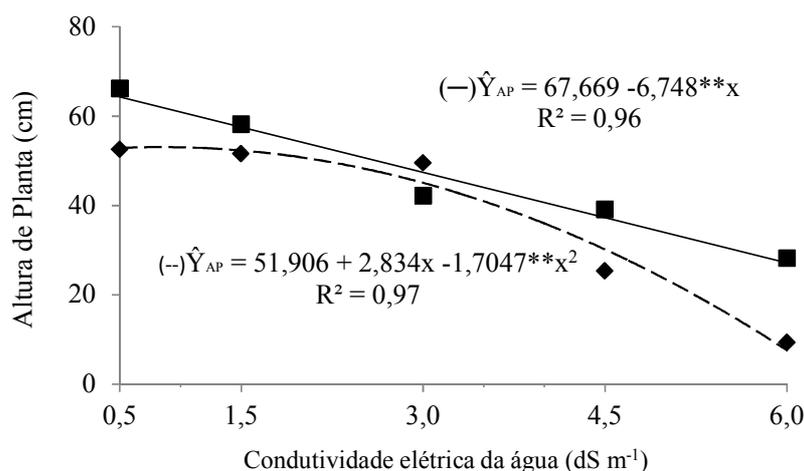
Pelo resumo da análise de variância verifica-se que todas as variáveis avaliadas foram influenciadas significativamente pela interação entre o biofertilizante e a salinidade da água de irrigação (Tabela 3).

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância do efeito de níveis de salinidade da água de irrigação (A) e aplicação de biofertilizante (Bio.) no desenvolvimento inicial de noni (*Morinda citrifolia* L.).

FV	GL	Quadrado Médio					
		AP	DC	NF	AF	MSPA	CH
Blocos	3	8,66 <sup>ns</sup>	27,27*	112,42 <sup>ns</sup>	1850383,77 <sup>ns</sup>	324,89 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>
Bio (Bio)	1	846,40**	22,50 <sup>ns</sup>	697,22*	29577120,40*	0,22 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>
Água (A)	4	2252,54**	398,19**	6918,71**	234278065,52**	38567,81**	13,56**
B x A	4	208,84**	45,56**	1015,29**	18014533,27*	4341,04**	0,41**
Resíduo	27	33,87	8,69	151,87	6467981,78	554,89	0,11
C.V. (%)		13,79	15,12	18,95	25,34	21,64	7,18

AP- altura de planta; DC – diâmetro do caule; NF – número de folhas (unidade planta<sup>-1</sup>); AF – área foliar; MSPA – massa seca da parte aérea; CH – consumo hídrico.\*\* - efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade; \* - efeito significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> - efeito não significativo pelo teste F

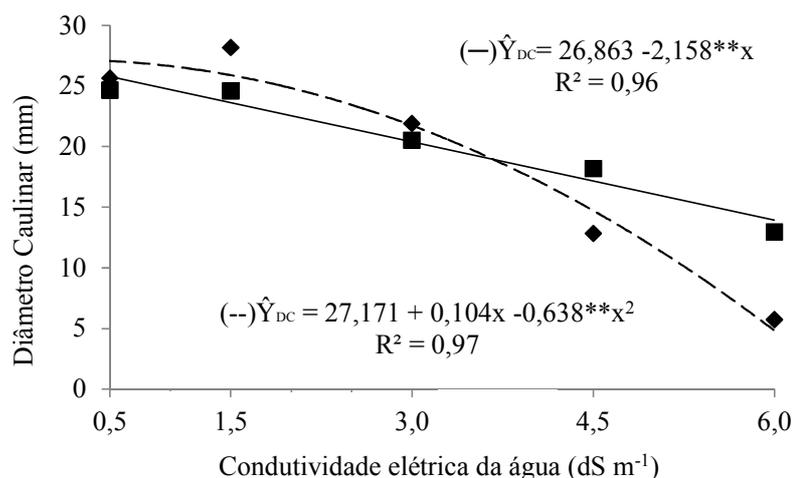
O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação de 0,5 para 6,0 dS m<sup>-1</sup> provocou declínio no crescimento em altura das plantas de 85,5% e 59,8%, respectivamente, nas plantas dos tratamentos sem e com biofertilizante bovino (Figura 1). Essa situação evidencia que o biofertilizante não elimina, mas reduz consideravelmente os efeitos depressivos da salinidade das águas às plantas de noni (*Morinda citrifolia*). Essa superioridade possivelmente está relacionada com a capacidade do biofertilizante em estimular a liberação de substâncias húmicas no solo (Cavalcante et al., 2007) e a proliferação de micro-organismos solubilizadores de nutrientes essenciais no solo, aumentando a sua disponibilidade às plantas. Por outro lado, esse insumo também proporciona melhorias às propriedades físicas do solo resultando em aumento do espaço poroso, o que resulta em maior crescimento das raízes e parte aérea das plantas (Mahdi et al., 2010, Nascimento et al., 2011).



**Figura 1.** Altura de plantas de noni irrigadas com água de salinidade crescente, no solo sem (- -) e com (—) biofertilizante bovino.

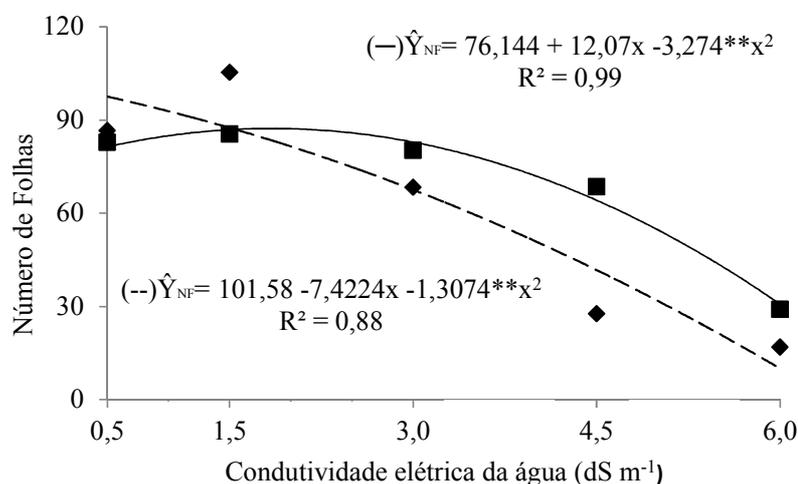
Independentemente da aplicação de biofertilizante ao solo as plantas tiveram seu crescimento em altura mais prejudicado quando irrigadas com a água de maior condutividade elétrica (6,0 dS m<sup>-1</sup>), mas as plantas dos tratamentos com biofertilizante apresentaram um crescimento 260% superior em relação às plantas não tratadas com o respectivo insumo. Ao considerar que os valores de crescimento registrados referem-se a plantas com 330 dias e que esses valores são superiores aos apresentados por Nunes et al. (2009) em plantas de noni com 80 dias e também irrigadas com água salina é possível inferir que a tolerância do noni a salinidade da água irrigação aumenta com a idade das plantas.

O aumento do teor de sais na água de irrigação provocou redução nos valores de diâmetro caulinar das plantas, mas esse efeito foi mais expressivo nas plantas dos substratos sem biofertilizante (Figura 2). Comparativamente o uso da água de maior salinidade (6,0 dS m<sup>-1</sup>) em relação a água não salina (0,5 dSm<sup>-1</sup>) provocou uma redução percentual no diâmetro caulinar das plantas de 46,0 e 82,16%, respectivamente nas plantas dos tratamentos com e sem biofertilizante bovino. Resultados semelhantes foram obtidos por Nunes et al. (2009), ao observarem que apesar da salinidade da água de irrigação inibir o desenvolvimento caulinar, o biofertilizante líquido bovino atenuou a ação degenerativa dos sais da água de irrigação durante a formação de mudas de noni. Esse fenômeno ocorre devido às substâncias húmicas presentes no biofertilizante proporcionarem a produção de ácidos orgânicos, carboidratos, açúcares como a sacarose e outros solutos orgânicos que reduzem a ação depressiva às plantas e melhorarem as propriedades físicas do substrato (Baalousha et al., 2006, Nascimento et al., 2011).



**Figura 2.** Diâmetro de caule de plantas irrigadas com água de salinidade crescente, no solo sem (- - -) e com (—) biofertilizante bovino.

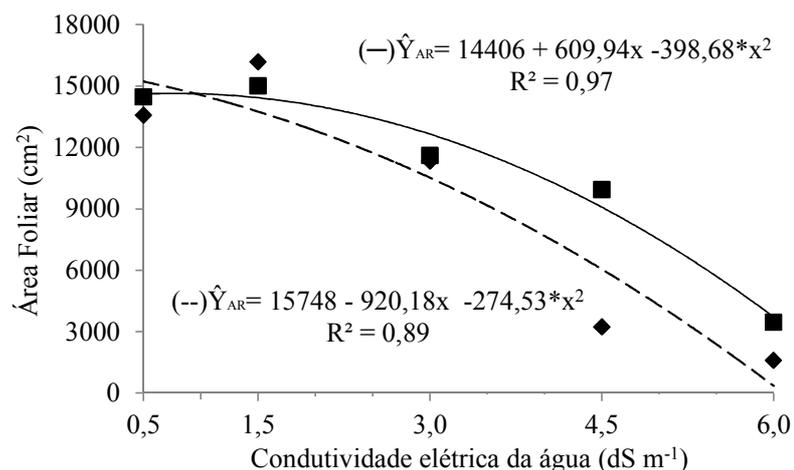
O incremento do teor de sais da água de irrigação resultou na perda de folhas das plantas de noni, mas com superioridade nas plantas dos tratamentos sem a aplicação do insumo orgânico (Figura 3). O aumento da salinidade da água de 0,5 para 6,0 dS m<sup>-1</sup> resultou em perdas de emissão das folhas de 89,7 e 99,9% respectivamente entre as plantas do solo com e sem o biofertilizante bovino. Esses resultados estão coerentes com os apresentados por Nivas et al. (2011), após constatarem que o aumento da concentração de NaCl na água de irrigação comprometeu a emissão de folhas de noni. Ambas as situações ratificam os efeitos observados por Silva et al. (2008) ao concluírem que o estresse resultante da salinidade da água eleva a toxicidade e provoca a senescência precoce das folhas das plantas.



**Figura 3.** Número de folhas de plantas de noni irrigadas com água de salinidade crescente, no solo sem (- - -) e com (—) biofertilizante bovino.

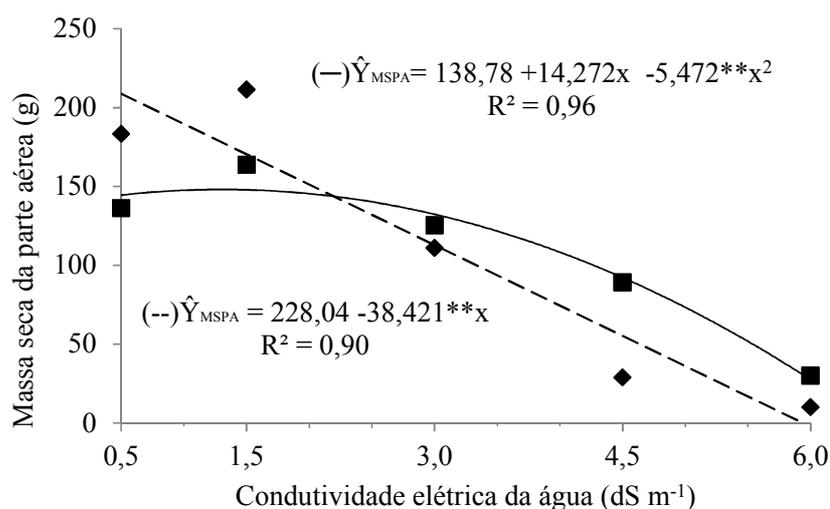
Assim como para o número de folhas, a área foliar (Figura 4) sofreu redução com o aumento do teor salino das águas independentemente da ausência ou presença do biofertilizante bovino; mas sempre com menor intensidade nas plantas tratadas com o biofertilizante. As reduções entre as plantas irrigadas com água de 0,5 dS m<sup>-1</sup> e 6,0 dS m<sup>-1</sup>, foram de 97,74% e 74,58% no solo sem e com composto orgânico aplicado ao solo na forma

líquida, respectivamente. Comparativamente, a tendência dos dados da área foliar de noni nos tratamentos sem o biofertilizante foi semelhante à registrada por Cavalcante et al. (2005) em goiabeiras irrigadas com água salina. Nas plantas submetidas ao composto orgânico líquido, a tendência foi semelhante também a apresentada por Sousa et al. (2008) em maracujazeiro sob irrigação com água salina. Para Silva et al. (2009), o órgão mais sensível das plantas, em geral, aos sais são as folhas, inclusive para o pinhão manso (*Jatropha curcas*). Nesse sentido, o estresse salino reduz a área foliar e exerce ação negativa na fotossíntese das plantas, absorção de água e nutriente e, conseqüentemente, no crescimento e produção de biomassa.



**Figura 4.** Área foliar de plantas de noni irrigadas com água de salinidade crescente, no solo sem (- - -) e com (—) biofertilizante bovino.

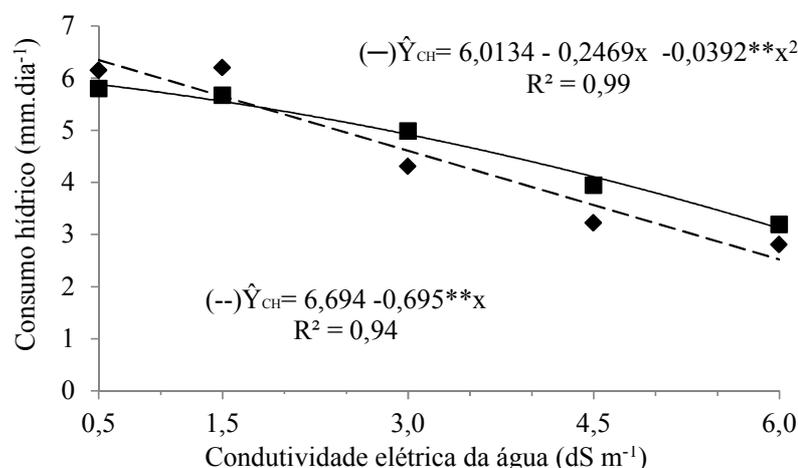
A produção de massa seca da parte aérea, assim como a maioria das variáveis analisadas foi comprometida pelo aumento da salinidade das águas de irrigação (Figura 5). Ao relacionar os resultados entre as plantas irrigadas com água de maior e menor condutividade elétrica constatam-se perdas de 101,19 % e 81,03% para as mantidas no solo sem e com biofertilizante bovino, respectivamente. Essa situação se assemelha aos declínios verificados sobre o número de folhas (Figura 3) e área foliar (Figura 4). Pelos resultados o estresse salino comprometeu a produção de biomassa da parte aérea do noni, em resposta aos efeitos depressivos da salinidade na emissão de folhas e área foliar das plantas como constatado também por Silva et al. (2008) em plantas jovens de umbu (*Spondias tuberosa*).



**Figura 5.** Massa seca da parte aérea de plantas de noni irrigadas com água de salinidade crescente, no solo sem (- - -) e com (—) biofertilizante bovino.

Conforme indicado na Figura 6 o aumento da salinidade das águas, assim como nas demais variáveis avaliadas influenciou negativamente o consumo hídrico das plantas de noni, independentemente da adição do biofertilizante. O declínio no consumo hídrico é consequência da redução do potencial osmótico da solução do solo, em função do aumento da concentração dos sais solúveis, o que resulta na redução na absorção de água e nutrientes pelas plantas (Oliveira et al., 2008).

No solo sem biofertilizante, o aumento da salinidade da água de 0,5 para 6,0 dS m<sup>-1</sup> inibiu o consumo hídrico das plantas de 6,34 para 2,52 mm dia<sup>-1</sup>, com perdas de 60,25%. Nas mesmas condições, no solo com biofertilizante o decréscimo foi de 5,87 mm para 3,12 mm dia<sup>-1</sup> correspondente a uma perda de 47,84%. Comparativamente, a tendência dos resultados está coerente com a obtida por Sousa et al. (2011), ao constatarem que o aumento da salinidade das águas diminuiu o consumo hídrico das plantas de pinhão manso. A maior exposição das plantas aos efeitos deletérios dos sais da água aplicada diminuiu o potencial osmótico na solução do substrato e compromete a absorção de água e nutrientes, com reflexos negativos nos processos fisiológicos e consumo hídrico das plantas (Dias et al., 2010).



**Figura 6.** Consumo hídrico de plantas de noni irrigadas com água de salinidade crescente, no solo sem (- - -) e com (—) biofertilizante bovino.

O fornecimento de biofertilizante fermentado ao solo não eliminou, mas reduziu os efeitos negativos provocados pela salinidade da água de irrigação às plantas de noni, isto indica que a utilização desse insumo pode vir a contribuir significativamente no futuro para a utilização de águas restritivas pelo excesso de sais na agricultura. No entanto, são necessários mais estudos específicos para averiguar qual a contribuição desse insumo para solo e plantas e sua interação em ambientes sob estresse salino. O entendimento dos mecanismos de ação do biofertilizante favorecerá a montagem de novas metodologias para determinar o número de aplicações desse insumo durante o crescimento da planta e a diluição que mais reduz o efeito negativo do excesso de sais da água e do solo.

## 6 CONCLUSÃO

Todas as variáveis avaliadas foram influenciadas negativamente pelo incremento de sais na água de irrigação, mas sempre com menor intensidade nos tratamentos com biofertilizante bovino. O biofertilizante não elimina, mas atenua os efeitos negativos dos sais às plantas de noni.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, A. F.; FILHOS, E. G.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T.; LACERDA, C. F. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 1, p. 113-121, 2010.
- AYDIN, A., KANT, C.; TURAN, M. Humic acid application alleviate salinity stress of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants decreasing membrane leakage. **African Journal of Agricultural Research**, Naiorobi, v. 7, n. 7, p. 1073-1086, 2012.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 218 p.
- BASAR, S.; UHLENHUT, T. K.; HOGGER, P.; SCHONE, F.; WESTENDORF, J. **Analgesic and antiinflammatory activity of Morinda citrifolia L. (noni) fruit**. *Phytother Res. Institute of Experimental and Clinical Pharmacology and Toxicology, University Clinic Hamburg, Germany*, v. 24, n.1, p. 38-42, 2010.
- BAALOUSHA, M.; HEINO, M.M.; COSTUMER, B. K. Conformation and size of humic substances: effects of major cation concentration and type, pH, salinity and residence time. *Colloids and surfaces. Physicochemical and Engineering Aspects*, Amsterdam, v. 222, n.1-2, p. 48-55, 2006.
- CAVALCANTE, L. F.; SANTOS J. B.; SANTOS C. J. O.; FEITOSA FILHO J. C.; LIMA, E. M.; CAVALCANTE, I. H. L. Germinação de sementes e crescimento inicial de maracujazeiros irrigados com água salina em diferentes volumes de substrato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p.748-751, 2002.

CAVALCANTE, L. F.; COSTA, J. R. M.; OLIVEIRA, F. K. D.; CAVALCANTE, I. H. L. ARAÚJO, F. A. R. Produção do maracujazeiro amarelo irrigado com água salina em covas protegidas contra perdas hídricas. **Irriga**, Botucatu, v.10, n. 3, p. 229-240, 2005.

CAVALCANTE, F. L.; SANTOS, R. V.; HERNANDEZ, F. F. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, T. J. Recuperação de solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Eds). **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal. Parte V, 2010b, p. 425-448.

CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, G. D.; OLIVEIRA, F. A.; CAVALCANTE, I. H. L.; GONDIM, S. C.; CAVALCANTE, M. Z. B. Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em solo de baixa fertilidade tratado com biofertilizantes líquidos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.2, n. 1, p.15-19, 2007.

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, 2010a.

CORREIA, K. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SANTOS, T. S. Crescimento, produção e características de fluorescência da clorofila a em amendoim sob condições de salinidade. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 514-521, 2009.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. p. 129-141, 2010. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal. Parte III, 2010, p.127-141.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Solos/Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FREIRE, J. L. O. **Crescimento e desenvolvimento de maracujazeiro amarelo sob salinidade e uso de biofertilizante e cobertura morta**. Areia. 2011. 175f. Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

MAHDI, S. S.; HASSAN, G. I.; SAMOON, S. A.; RATHER, H. A.; DAR, S. A. ZEHR, B. Bio-fertilizers in organic agriculture. **Journal of Phytology**, Humnabad, v. 2, n. 10, p. 42-54, 2010.

NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, P. D.; SILVA S. A.; VIEIRA, M. S.; OLIVEIRA, A. P. Efeito da utilização de biofertilizante bovino na produção de mudas de pimentão irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 2, p. 258-264, 2011.

NELSON, S. C.; ELEVITCH, C.R. **Noni**: the complete guide for consumers and growers. Honolulu-Hawaii. Permanent Agriculture Resoucers, 2006.

NIVAS, D.; GAIKWAD, D. K.; CHAVN, P. D. Physiological Responses of Two *Morinda* Species under Saline Conditions. **American Journal of Plant Physiology**, New York, v. 6, n. 3, p. 157-166, 2011.

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

OLIVEIRA, A. M.; OLIVEIRA, A. M. P.; DIAS, N. S. MEDEIROS, J. F. Irrigação com água salina no crescimento inicial de três cultivares de algodão. **Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 4, p. 467-475, 2008.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils**. Washington: United States Salinity Laboratory Staff, 1954. 160p. (Agriculture, 60).

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

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COLEHO, M. R.; LUMBREBAS, J. T. F. (Eds). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2006. 306p.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, F. P.; MELO N. F.; AZEVEDO NETO. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Enviromental and Experimental botany**, Oxford, v. 63, p. 147-157, 2008.

SILVA, E. N.; SILVEIRA, J. A. G.; FERNADES, C. R. R.; DUTRA, A. T. B.; ARAGÃO, R. M. Acúmulo de íons e crescimento de pinhão-mansô sob diferentes níveis de salinidade. **Revista de Ciências Agronômicas**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 240-246, 2009.

SOUSA, A. E. C.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; NOBRE, R. G. Crescimento e consumo hídrico de pinhão mansô sob estresse salino e doses de fósforo. **Revista Ciência Agronômicas**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 310-318, 2011.

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