

**URINA DE VACA COMO ATENUADOR DA SALINIDADE NO CRESCIMENTO E BIOMASSA EM PLANTAS DE BERINJELA**

Danila Lima Araújo<sup>1</sup>, Roseane Rodrigues Oliveira<sup>2</sup>, Antônio Gustavo de Luna Souto<sup>3</sup>, Lourival Ferreira Cavalcante<sup>4</sup> & José Sebastião de Melo Filho<sup>5</sup>

1 - Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFPB, Areia, Paraíba, Brasil. *E-mail*: danilalimaraujo@hotmail.com.

2 - Graduada em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, Catolé do Rocha, Paraíba, Brasil. *E-mail*: roseanerodrigues@hotmail.com.

3 - Pós-Doutorando Júnior/CNPq do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UFPB, Areia, Paraíba, Brasil. *E-mail*: gusluso@hotmail.com

4 - Pesquisador/INCTSal e Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UFPB, Areia, Paraíba, Brasil. *E-mail*: lofeca1946@yahoo.com.br

5 - Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFPB, Areia, Paraíba, Brasil. *E-mail*: josesebastiaoepb@yahoo.com.br.

**Palavras-chave:**

estresse salino

insumo orgânico

*Solanum melongena* L.

**RESUMO**

A salinização de áreas agrícolas, em função do teor salino das águas de irrigação, é um dos fatores que mais limita o crescimento e a produção das plantas em regiões semiáridas. Uma das formas para atenuar a ação degenerativa dos sais às plantas pode ser a aplicação de insumos de origem mineral e/ou orgânica no substrato. Entre elas, a urina de vaca revela-se como alternativa ao uso de águas restritivas pela salinidade à agricultura. Objetivou-se avaliar os efeitos da urina de vaca no crescimento biométrico e na produção de biomassa em berinjela irrigada com águas de salinidade crescente. O experimento foi desenvolvido em delineamento de blocos casualizados, no arranjo fatorial  $5 \times 2$ , relativo aos valores de condutividade elétrica da água de irrigação de 0,7, 2,7, 4,7, 6,7 e 8,7 dS m<sup>-1</sup> no substrato com e sem urina de vaca. As variáveis analisadas foram altura de planta, diâmetro caulinar, número de folhas, área foliar, comprimento radicular e massa seca das folhas, raízes e total. A urina de vaca proporcionou incremento de 22,1% na massa seca das folhas em comparação ao tratamento sem o insumo, mas não elimina os danos causados pelos sais à cultura. A irrigação das plantas com águas de condutividade elétrica variando até 2,2 dS m<sup>-1</sup> pode ser utilizada para berinjela, sem comprometer o crescimento e o acúmulo de biomassa pelas plantas.

**Keywords:**

saline stress

organic input

*Solanum melongena* L.

**COW URINE AS A SALINITY ATTENUATOR FOR GROWTH AND BIOMASS ON EGGPLANT PLANTS****ABSTRACT**

The salinization of agricultural areas, due to irrigation water saline content, is one of the factors that limits the growth and production of plants the most in semiarid regions. One of the ways to attenuate salt degenerative action to the plants can be the application of mineral and or organic inputs in the substrate. Among them, cow urine, as an alternative to the use of saline restrictive waters to agriculture. The objective of this study was to evaluate the effects of cow urine on biometric growth and biomass production on eggplant irrigated with increasingly saline waters. The experiment was developed in a completely randomized design, in the  $5 \times 2$  factorial arrangement, relative to the electrical conductivity values of irrigation water of 0.7; 2.7, 4.7, 6.7 and 8.7 dS m<sup>-1</sup> on the substrate both with and without cow urine. The analyzed variables were plant height, stem diameter, number of leaves, leaf area, root length and leaves, roots and total dry mass. Cow urine yielded a 22.1% increase in the leaf dry mass when compared to the treatment without that input, but it does not eliminate the damages caused by the salts to the culture. Plant irrigation with water of electrical conductivity varying up to 2.2 dS m<sup>-1</sup> can be used for eggplant irrigation without compromising plant growth and biomass accumulation.

## INTRODUÇÃO

A salinização de áreas agrícolas é um dos principais fatores que limitam o crescimento das plantas e a produção de alimentos no mundo que atinge, atualmente, mais de 20% das áreas irrigadas (ASSAHA et al., 2013). O uso de mananciais hídricos para irrigação com teores elevados de sais provoca diminuição do rendimento das culturas, causando impactos prejudiciais às plantas, muitas vezes com prejuízos irreversíveis (MOURA & CARVALHO, 2014). Apesar disso, com a eminência do aumento da densidade populacional e a exigência de incrementos na produção agrícola do mundo, a água salina deve ser inserida no sistema produtivo como único suprimento hídrico disponível às plantas em muitas regiões mundiais (LIMA et al., 2015).

A berinjela (*Solanum melogena* L.) é uma solanácea de ciclo anual e tem como centro de origem as regiões do Oriente Médio, sendo cultivada há séculos na Índia e China (ANTONINNI et al., 2002). No Brasil, nos últimos anos, vem ocorrendo o aumento do consumo de berinjela, levando à expansão da cultura, e isso se deve à presença de nutrientes e substâncias nos frutos, utilizados em dietas fitoterápicas (RAIGÓN et al., 2008). Dentre os fatores que limitam a capacidade produtiva da berinjela, destacam-se a baixa disponibilidade de água e nutrientes e a elevada concentração de sais solúveis na solução do solo (MOURA & CARVALHO, 2014; LIMA et al., 2015).

Quanto ao comportamento vegetativo e produtivo em ambiente salinizado, vários estudos comprovam que a berinjela é uma espécie moderadamente sensível aos sais e possui salinidade limiar próxima de 2,5 dS m<sup>-1</sup>, sem perdas significativas no crescimento das plantas, produção e qualidade dos frutos (AYERS & WESTCOT, 1999; OLIVEIRA et al., 2011; SILVA et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2014). O estresse salino pode causar perdas no rendimento dos vegetais pela redução da capacidade da planta em extrair água devido ao seu menor potencial no solo em comparação ao verificado na planta, causado pela diferença no potencial osmótico da solução do sistema solo-planta, em que há necessidade de maior consumo de energia metabólica para a

absorção hídrica (MUNNS & GILLIHAM, 2015; NEGRÃO et al., 2017).

Adicionalmente a isso, os sais em altas concentrações no solo induzem danos nos tecidos foliares pelo sódio e cloreto e desbalanço nutricional devido à redução na absorção de elementos essenciais como nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio, em detrimento da absorção de íons tóxicos (BOSCO et al., 2009a). Nas plantas, esses efeitos comprometem os processos fotossintéticos, pela diminuição do influxo e assimilação de dióxido de carbono, da fotossíntese líquida, da abertura estomática, da transpiração, prejudicando os processos bioquímicos e resultando em desbalanço hormonal, como constatado em plantas de berinjela (HORIE et al., 2012; JUNG & McCOUCH, 2013; ÜNLÜKARA et al., 2015).

Alternativa para a atenuação dos efeitos salinos às plantas tem sido o emprego de insumos de origem mineral e/ou orgânica no substrato para estimular crescimento, desenvolvimento e produção em comparação às plantas sob estresse salino sem os respectivos insumos (OLIVEIRA et al., 2014; SEMIDA et al., 2014; LIMA NETO et al., 2016). Com isso, a urina de vaca surge como possível atenuador dos sais às plantas. O insumo, por ser rico em elementos essenciais, como nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio, às plantas (OLIVEIRA et al., 2010; MELO FILHO et al., 2015), que competem pelos mesmos sítios de entradas das células com o sódio e o cloreto, reduzindo a absorção e o acúmulo desses íons tóxicos nos tecidos foliares (TZORTZAKIS, 2010; FAGERIA et al., 2011).

Pelo exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar se a urina de vaca exerce ação atenuadora à salinidade da água de irrigação no crescimento biométrico e na produção de biomassa em plantas de berinjela.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre maio e julho de 2015, em ambiente protegido da Universidade Estadual da Paraíba, *Campus* IV, município de Catolé do Rocha, Paraíba. O município está inserido na região semiárida do Alto Sertão paraibano, georreferenciado pelos pontos: latitude

6° 20' 38" Sul, longitude 37° 44' 48" a Oeste do meridiano de Greenwich e altitude de 275 m. O clima é do tipo BSw'h, segundo a classificação de Koppen (ALVARES *et al.*, 2013), que significa clima semiárido quente, com estação chuvosa e precipitação irregular e outra estação seca. A pluviosidade média anual da região é inferior a 800 mm; a temperatura e a umidade relativa do ar durante a condução do experimento foram, respectivamente, de 27 °C e 65%.

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados, no arranjo fatorial 5 × 2, relativo aos valores de condutividade elétrica da irrigação de 0,7, 2,7, 4,7, 6,7 e 8,7 dS m<sup>-1</sup> em substrato com e sem urina de vaca aplicada quinzenalmente ao nível de 50 mL de uma solução contendo 10% de urina de vaca diluída em água não salina (0,7 dS m<sup>-1</sup>), com três repetições e duas plantas por parcela. As sementes de berinjela cultivar "Ciça" de hábito intermitente, frutos oblongos alongados de coloração arroxeadada, escuros brilhantes, com massa média de 350 g, 0,22 m de comprimento e 0,08 m de largura (ANTONINNI *et al.*, 2002), foram adquiridas junto à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

O substrato utilizado constou do material coletado na camada de 0-0,20 m de um NEOSSOLO FÚLVICO Eutrófico classificado conforme os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (EMBRAPA, 2013). O solo foi colocado em ambiente protegido e posto para secar ao ar livre, destorroado com

martelo de borracha evitando a moagem de resíduos vegetais; depois, passado em peneira com 2 mm de malha para retirada de frações calhaus e cascalhos e ficar, apenas, a terra fina seca ao ar (TFSA). A TFSA foi colocada em sacos plásticos devidamente identificados com número de registro e levados ao laboratório para caracterização quanto à composição química e granulométrica (EMBRAPA, 2011), como indicado na Tabela 1.

As plantas foram cultivadas em vasos com capacidade de 12 L, contendo 7,5 L de substrato e 2,5 L de esterco bovino curtido. Os vasos foram suspensos em tijolos a 0,1 m do solo. A urina utilizada no experimento foi coletada de vacas em lactação de rebanho leiteiro da Fazenda Boqueirão, município de Catolé do Rocha-PB, e apresentava pH = 6,7; 0,28% N; 0,48% P; 1% K<sup>+</sup>, 0,03% Ca<sup>2+</sup>; 0,04% Mg<sup>2+</sup>; matéria orgânica = 79,27% e umidade = 95,9%.

A água de irrigação foi oriunda de poço amazonas, classificada, conforme AYERS & WESTCOT (1999), como C<sub>1</sub>S<sub>1</sub> (baixo risco de salinidade e de sodicidade ao solo) e possuía condutividade elétrica - CE = 0,7 dS m<sup>-1</sup>; pH = 7,3; K<sup>+</sup> = 0,4; Cl<sup>-</sup> = 3,1; Ca<sup>2+</sup> = 2,4; Mg<sup>2+</sup> = 0,9; Na<sup>+</sup> = 3,4; CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> = 2,9; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> = 0,87 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, razão de adsorção de sódio - RAS = 2,7 (mmol L<sup>-1</sup>)<sup>1/2</sup>. Os demais valores de condutividade elétrica da água foram obtidos pela diluição de cloreto de sódio (NaCl) não iodado com 96% de pureza em água de poço amazonas (CE = 0,7 dS m<sup>-1</sup>), de acordo com a metodologia proposta por RHOADES (2000), conforme Equação 1:

**Tabela 1.** Atributos químicos e físicos do solo utilizado no experimento

Atributos químicos									
pH (H <sub>2</sub> O)	N	MO	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>
	---g kg <sup>-1</sup> ---		mg dm <sup>3</sup>	-----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----					
7,4	0,6	10,5	10,5	2,4	2,0	56,6	20,9	0,0	0,0
Componentes da granulometria									
Areia			Silte			Argila			
-----g kg <sup>-1</sup> -----									
546			230			224			

pH = Potencial hidrogeniônico; N = Nitrogênio – Método de Walkley-Black; MO = Matéria Orgânica – Método de Walkley-Black; P = Fósforo – extrator Melich1; K<sup>+</sup> = Potássio – extrator Melich; Na<sup>+</sup> = Sódio – extrator KCl 1 mol/L; Ca<sup>2+</sup> = Cálcio – extrator KCl 1 mol/L; Mg<sup>2+</sup> = Magnésio – extrator KCl 1 mol/L; H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup> = acidez potencial – Acetato de cálcio 0,5 mol/L; Al<sup>3+</sup> = Acidez trocável – Acetato de cálcio 0,5 mol/L.

$$Q = CE_{ad} \times 0,64 \times PEq \quad (1)$$

em que,

Q = Quantidade de NaCl a ser adicionado à água de irrigação, em g L<sup>-1</sup>;

CE<sub>ad</sub> = Condutividade elétrica desejada da água, em dS m<sup>-1</sup>; e

PEq = Peso equivalente do NaCl = 58,5.

A irrigação com cada tipo de água foi feita diariamente de forma manual até os 80 dias após a semeadura (DAS) pelo método da pesagem, fornecendo-se a quantidade de água evapotranspirada, no período de 24 horas, para manter o substrato com umidade próxima à capacidade de pote, registrando o volume de água aplicado à planta. Para diminuir a massa da planta, foram utilizados cinco vasos sem plantas, com a mesma massa do volume de 10 L, referentes à mistura de 7,5 L de solo e 2,5 L de esterco bovino, irrigados cada um com a mesma água de cada nível de salinidade. Durante os primeiros 15 dias após a semeadura, media-se a massa do sistema vaso-solo-água-planta e diminuía-se o valor da massa do sistema vaso-solo-água. A partir dos 15 dias, a diferença foi feita com base nos valores de uma leitura semanal feita no primeiro dia da semana no sistema vaso-solo-água.

Aos 80 DAS foi avaliado o crescimento da parte aérea e da raiz com régua graduada. O diâmetro caulinar foi medido com paquímetro digital de 6"150 mm DC-60 Western®. O número de folhas foi contado e a área foliar (AF) estimada pela expressão

$AF = 0,4395CL^{1,0055}$  (C = comprimento, L = maior largura) com fator de correção estimado para folhas de berinjela (HINNAH et al., 2014). No mesmo período, as plantas foram coletadas, separadas em raízes, caule e folhas e levadas à estufa com circulação de ar a 65 °C por período de 72 horas, até atingir massa constante para a obtenção da massa seca de cada órgão e da massa total da planta em balança semianalítica (p<0,001 g).

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F (p<0,05), as médias referentes à aplicação de urina de vaca foram comparadas pelo teste F, que é conclusivo para dois tratamentos, e as relativas à condutividade elétrica da água de irrigação por regressão a 5% de probabilidade. Para processamento e análise estatística dos dados, utilizou-se o *software* estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre as variáveis avaliadas (Tabela 2), o número de folhas não respondeu aos tratamentos e o diâmetro caulinar sofreu influência da salinidade da água. As demais variáveis foram influenciadas pela interação entre a salinidade da água e a urina de vaca. Quanto ao número de folhas, apesar de não responder a nenhuma fonte de variação, as plantas exibiram valor médio de 25 folhas, compatível com SILVA et al. (2013), que também não registraram interferência da salinidade na emissão de folhas da mesma cultura. Quanto à produção de biomassa, está em acordo também com OLIVEIRA et al. (2011),

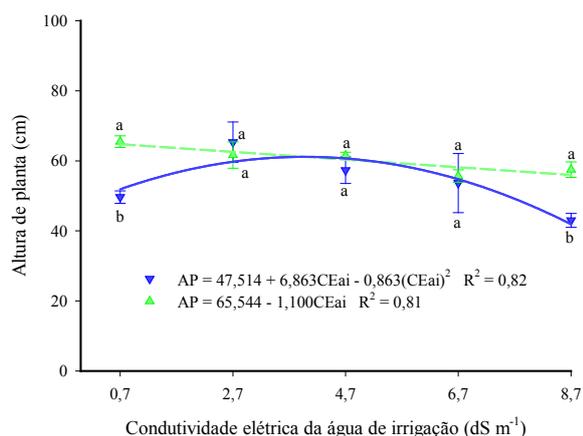
**Tabela 2.** Resumo da análise de variância, pelos valores do quadrado médio, da altura (AP), diâmetro caulinar (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), comprimento radicular (CR), massa seca das folhas (MSF), raiz (MSR) e total (MST) das plantas de berinjela sob irrigação com água salina (S) e aplicação de urina de vaca no substrato (U)

FV	GL	Quadrado Médio							
		AP	DC	NF	AF	CR	MSF	MSR	MST
Blocos	2	7,63 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	4,43 <sup>ns</sup>	31,30 <sup>ns</sup>	2,13 <sup>ns</sup>	11,70 <sup>ns</sup>	8,40 <sup>ns</sup>	35,03*
Sal (S)	4	131,61*	3,78**	58,45 <sup>ns</sup>	1.779,96**	71,96**	496,28**	81,70**	379,86**
Uri (U)	1	333,33**	1,20 <sup>ns</sup>	10,80 <sup>ns</sup>	26,13 <sup>ns</sup>	30,00 <sup>ns</sup>	229,63**	6,53 <sup>ns</sup>	403,33**
S × U	4	123,41*	0,95 <sup>ns</sup>	30,05 <sup>ns</sup>	1.315,96**	35,16*	132,55**	67,86**	96,66**
Resíduo	18	--	--	--	--	--	--	--	--
Média		57,13	8,80	24,53	132,60	21,26	28,30	24,20	63,13
CV (%)		10,04	8,50	20,51	6,66	14,24	8,24	8,88	4,57

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; CV = Coeficiente de variação; <sup>ns</sup> = não significativo; \* e \*\* significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

ao constatarem que a irrigação com água salina influenciou na produção de massa seca das folhas e no número de frutos das plantas de berinjela.

Nas plantas dos tratamentos sem urina de vaca (Figura 1), o aumento da salinidade das águas até 3,97 dS m<sup>-1</sup> estimulou o crescimento em altura da planta até o maior valor estimado de 61,15 cm e promoveu incremento de 17,84% em relação às plantas irrigadas com a água não salina. Essa situação diverge dos dados da literatura, em que o aumento da salinidade prejudica o crescimento das plantas (AYERS & WESTCOT, 1999), inclusive da berinjela, que é uma cultura moderadamente sensível à salinidade (LIMA *et al.*, 2015). Nessas condições, a redução no crescimento em altura das plantas de berinjela é ocasionada pelos elevados teores dos sais na solução do substrato que comprometem a capacidade de absorção de água pela planta e causam desbalanço de nutrientes, com reflexo negativo na atividade fotossintética e assimilação de gás carbônico (BOSCO *et al.*, 2009a; BOSCO *et al.*, 2009b; MUNNS & GILLIHAM, 2015).

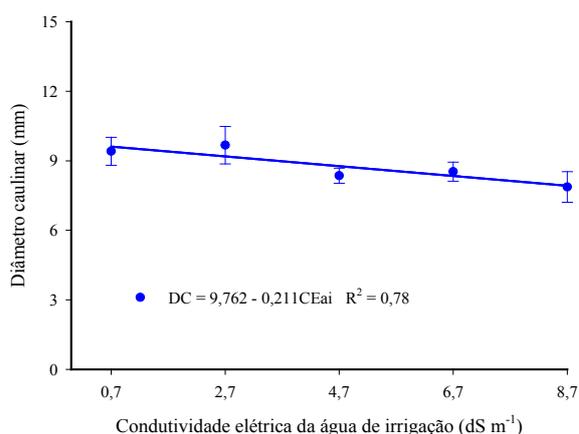


**Figura 1.** Altura das plantas de berinjela irrigadas com água salina no substrato com (- -) e sem (—) urina de vaca. Médias seguidas com mesma letra dentro de cada condutividade elétrica da água não diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ )

O crescimento em altura da berinjela, no substrato com urina de vaca, apesar de superar o das plantas irrigadas com águas de 0,7, 2,7, 4,7, 6,7 e 8,7 dS m<sup>-1</sup> nos tratamentos sem o respectivo insumo, foi reduzido linearmente de 64,7 para 55,9 cm, com perda de 13,6% entre as plantas irrigadas com água de 0,7 e 8,7 dS m<sup>-1</sup>. Esse comportamento da cultura está em acordo com LIMA *et al.* (2015), ao concluírem que o aumento da concentração

salina das águas de 0,5 até 6,0 dS m<sup>-1</sup> inibiu em 27,5% o crescimento em altura de berinjela. Em contrapartida, DIAS *et al.* (2013) e LIMA NETO *et al.* (2016) concluíram, respectivamente, que a aplicação de esterco de bovino nas formas líquida e sólida atenua, mas não elimina, os efeitos degenerativos dos sais sobre o crescimento em mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis*) e mamoeiro (*Carica papaya*), que cresceram mais sob irrigação com água salina em substrato com matéria orgânica.

O aumento da salinidade da água inibiu linearmente o diâmetro caulinar médio das plantas em 0,221 mm por aumento unitário de condutividade elétrica (Figura 2). O decréscimo de 9,61 para 7,92 mm equivale a perdas de 17,5% no diâmetro do caule quando irrigada com água de 8,7 dS m<sup>-1</sup>. O declínio evidencia resposta de sensibilidade da planta à salinidade (MOURA & CARVALHO, 2014). Comparativamente com LIMA *et al.* (2015), que obtiveram perdas de 4,3% no diâmetro caulinar de berinjela irrigada com água de 6,0 dS m<sup>-1</sup>, as perdas foram expressivamente superiores, possivelmente devido ao substrato ter atingido maior nível salino. Essas alterações morfológicas podem ser decorrência do déficit hídrico, nutricional e hormonal das plantas de berinjela cultivadas em meio salinizado, que resulta em baixo influxo de CO<sub>2</sub> em detrimento da menor abertura dos estômatos e diminuição da absorção de nutrientes e água e estimula a taxa transpiratória (BOSCO *et al.*, 2009a; ASSAHA *et al.*, 2013; RYU & CHO, 2015).

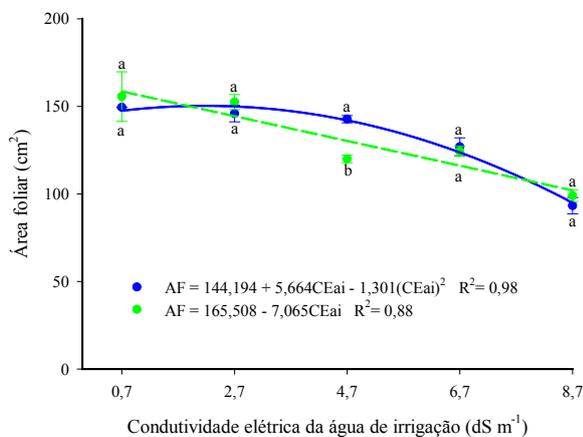


**Figura 2.** Diâmetro caulinar das plantas de berinjela irrigadas com água salina

De forma semelhante ao crescimento em altura, a área foliar das plantas de berinjela apresentou

comportamento diferenciado quanto aos efeitos dos sais das águas entre os substratos com e sem urina de vaca (Figura 3). A área foliar da berinjela desenvolvida no substrato sem o composto orgânico aumentou de 144,194 para 150,358 cm<sup>2</sup> entre as plantas irrigadas com água de 0,7 e de 2,2 dS m<sup>-1</sup>, elevando em 4,3% a expansão foliar. No substrato com o insumo orgânico líquido, a área foliar reduziu em 7,065 cm<sup>2</sup> por aumento unitário da salinidade da água e verificou-se redução de 35,2% entre as plantas irrigadas com água de 0,7 e 8,7 dS m<sup>-1</sup>.

O aumento da área foliar das plantas, nos tratamentos sem urina de vaca, irrigadas com águas de até 2,2 dS m<sup>-1</sup>, está em conflito com a literatura para culturas sensíveis ou moderadamente sensíveis à salinidade, como a berinjela, que não toleram ser irrigadas com águas de teor salino acima de 1,1 dS m<sup>-1</sup> (AYERS & WESTCOT, 1999; LIMA et al., 2015). Entretanto, a irrigação com água de salinidade acima do valor máximo estimado (2,2 dS m<sup>-1</sup>) prejudicou o crescimento foliar das plantas devido ao aumento salino da água e/ou do solo estimular a formação da enzima clorofilase, que degrada a atividade clorofilática e, com efeito, as atividades fotossintéticas, resultando na inibição do crescimento das plantas (NEGRÃO et al., 2017).



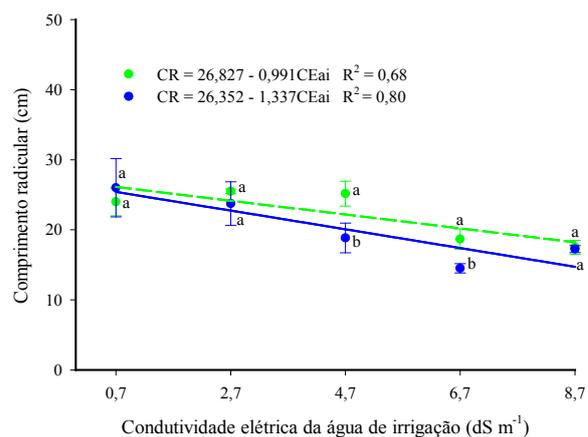
**Figura 3.** Área foliar de plantas de berinjela irrigadas com água salina no substrato com (- - -) e sem (—) urina de vaca. Médias seguidas com mesma letra dentro de cada condutividade elétrica da água não diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ )

A situação está em consonância com OLIVEIRA et al. (2011), ao constatarem declínio da área foliar em berinjela “Preta comprida” irrigada com água de salinidade acima de 1,2 dS m<sup>-1</sup>. O teor salino do solo

ou da água acima do nível tolerado pelas culturas prejudica a divisão e o alongamento celular, além de estimular a senescência e morte das folhas, pela redução precoce da área foliar para interceptação de luz solar para a atividade fotossintética das plantas (ÜNLÜKARA et al., 2010; ASSAHA et al., 2013; NEGRÃO et al., 2017).

A utilização de insumos orgânicos e/ou minerais tem demonstrado ser uma possível alternativa para atenuar os efeitos dos sais às plantas (OLIVEIRA et al., 2014; SEMIDA et al., 2014). A urina de vaca surge como um potencial insumo na prevenção dos efeitos dos sais às plantas, por apresentar elevados teores de elementos essenciais e atenuadores dos efeitos da salinidade, como nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio, às plantas cultivadas em áreas com problema de sais (OLIVEIRA et al., 2010; MELO FILHO et al., 2015).

O aumento da salinidade da água comprometeu o crescimento da raiz principal, independentemente da adição da urina de vaca ao substrato, mas, ao contrário do crescimento em altura e da área foliar, com menor drasticidade nas plantas tratadas com o composto orgânico líquido (Figura 4). Ao considerar que a salinidade é inicialmente estudada pelo contato raiz  $\times$  solo (RICHARDS, 1954; AHMAD et al., 2013), percebe-se que a urina de vaca contribuiu para o ajustamento osmótico da berinjela no presente estudo, com superioridade de 23,64 % entre as plantas tratadas e não tratadas com o referido insumo e irrigadas com água de 8,7 dS m<sup>-1</sup>.

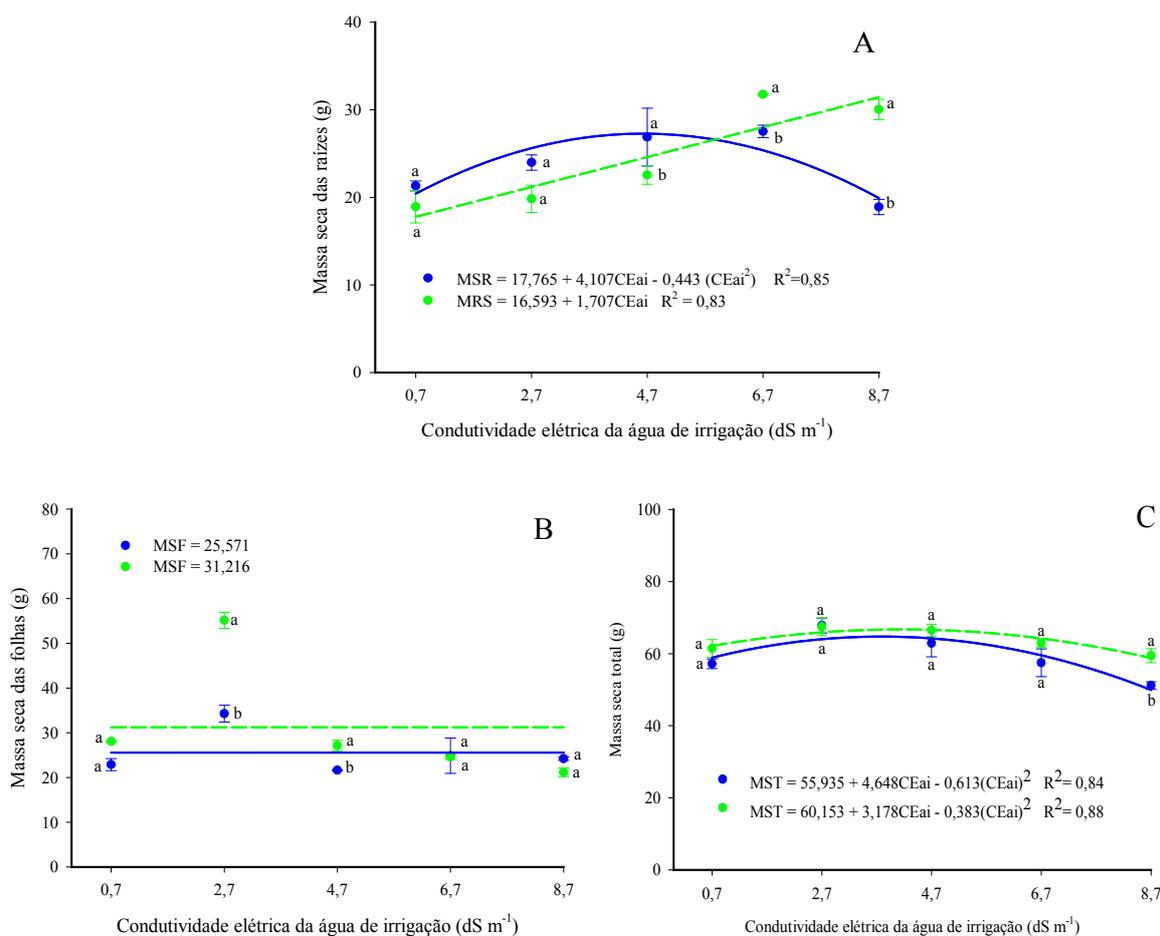


**Figura 4.** Comprimento radicular das plantas de berinjela irrigadas com água salina no substrato com (- - -) e sem (—) urina de vaca. Médias seguidas com mesma letra dentro de cada condutividade elétrica da água não diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ )

Comparativamente, os dados de comprimento de raiz diferem dos apresentados por ÜNLÜKARA et al. (2010), que não registraram efeitos do aumento da salinidade da água de 1,5 para 7,0 dS m<sup>-1</sup> na irrigação da berinjela. Apesar do aumento da salinidade da água utilizada para irrigação das plantas de berinjela, as raízes secundárias, por serem mais finas e possuírem maior superfície de contato, promovem maior extração de água e nutrientes e estimulam o crescimento da raiz principal (JUNG & McCOUCH, 2013).

A urina de vaca promoveu maior formação de biomassa pela berinjela em comparação aos tratamentos sem o insumo orgânico, sobretudo nas águas de condutividade elétrica de 6,7 e 8,7 dS m<sup>-1</sup> (Figura 5). A tendência dos resultados assemelha-se ao crescimento da raiz principal e evidencia efeito positivo do insumo na atenuação da agressividade

dos sais à berinjela. Essa afirmativa está em acordo com MEDEIROS et al. (2011), em tomate cereja (*Lycopersicon pimpinellifolium*), e LIMA NETO et al. (2013), em pimentão (*Capsicum annuum*) cv. Interprise sob irrigação com água salina e biofertilizante bovino. O aumento da salinidade da água de 0,7 para até 4,6 dS m<sup>-1</sup> elevou a formação de biomassa seca radicular da berinjela de 20,4 para o maior valor de 27,3 g planta<sup>-1</sup>, promovendo aumento na MSR de 33,8% nas plantas do substrato sem urina de vaca (Figura 5A). No substrato com o insumo orgânico, a concentração salina das águas elevou linearmente a produção de massa seca pelas raízes de 17,8 para 31,4 g entre as plantas irrigadas com águas de 0,7 e 8,7 dS m<sup>-1</sup>, expressando um incremento de 76,4%. Esses resultados diferem de ÜNLÜKARA et al. (2010), que não observaram diferença na biomassa radicular de plantas de



**Figura 5.** Massa seca de raiz (A), da folha (B) e total (C) das plantas de berinjela irrigadas com água salina no substrato com (---) e sem (—) urina de vaca. Médias seguidas com mesma letra dentro de cada condutividade elétrica da água não diferem entre si pelo teste F (p<0,05)

berinjela irrigadas com água de 1,5 até 7,0 dS m<sup>-1</sup>, e estão de acordo com os de SILVA et al. (2013), ao verificarem que o aumento do teor salino da água até 3,3 dS m<sup>-1</sup> elevou a produção de biomassa da berinjela.

O desenvolvimento do sistema radicular é um dos mecanismos que as plantas utilizam para, paulatinamente, se ajustarem às condições de estresse salino no solo (MUNNS & GILLIHAM, 2015). Para os autores, durante o ajustamento, há formação de raízes finas que possuem elevada superfície de contato que potencializam a absorção de água e nutrientes em condições desfavoráveis de déficit hídrico, inclusive provocado pela redução do potencial osmótico do solo.

Os dados de matéria seca foliar da berinjela, independentemente do substrato com e sem urina de vaca, não se ajustaram a nenhum tipo de regressão, em função da concentração de sais da água de irrigação (Figura 5B). Os valores médios de 25,5 e 31,2 g indicam superioridade de 22,1% das plantas do substrato, em comparação ao substrato com e sem composto orgânico líquido. Essa superioridade pode ser atribuída à composição química da urina de vaca, que é rica em cátions com funções benéficas no metabolismo e fisiologia das plantas, promovendo o ajustamento osmótico e, com efeito, a tolerância vegetal em condições de estresse salino (OLIVEIRA et al. 2010; FAGERIA et al., 2011).

O aumento da salinidade das águas até 3,8 e 4,1 dS m<sup>-1</sup> estimulou a produção de massa da matéria seca total das plantas de berinjela (raízes, caule e folhas) dos tratamentos com e sem urina de vaca com predominância das plantas tratadas com o insumo orgânico (Figura 5C). A irrigação das plantas com até 3,8 e 4,1 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente nos substratos sem e com urina de vaca, elevou a biomassa seca total da berinjela de 58,66 para 64,74 g planta<sup>-1</sup> e de 62,19 para 66,74 g planta<sup>-1</sup> em comparação à água de 0,7 dS m<sup>-1</sup>. Apesar do baixo incremento de 3,1% promovido pelo insumo, ambas as situações referem-se ao emprego de água com teor salino acima do máximo permitido de 3,0 dS m<sup>-1</sup> (AYERS & WESTCOT, 1999) em sistema de irrigação convencional e evidenciam ação promissora da urina de vaca em atenuar os efeitos danosos dos sais às plantas. Esses resultados,

mesmo diferindo de BOSCO et al. (2009b), após verificarem que a formação de biomassa seca total por plantas de berinjela foi inibida com o aumento da salinidade da água de irrigação, assemelham-se aos de SILVA et al. (2013), após concluírem que o aumento da salinidade da água até 3,3 dS m<sup>-1</sup> estimulou a produção de biomassa seca da berinjela.

A redução do acúmulo de biomassa observada nas plantas de berinjela quando irrigadas com águas de concentração salina acima de 4,1 dS m<sup>-1</sup> é resposta das altas concentrações de sais na solução do substrato que comprometem a assimilação de CO<sub>2</sub> nos tecidos foliares, reduzem o influxo de dióxido de carbono pela menor abertura dos estômatos e pela baixa transpiração das plantas sob estresse salino (HORIE et al., 2012; SILVA et al., 2013). A urina de vaca, por conter nutrientes atenuadores dos efeitos da salinidade na sua composição, como nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio, exerce ação mitigadora dos sais às plantas (FAGERIA et al., 2011; MELO FILHO et al., 2015). Para TZORTZAKIS (2010), esses nutrientes essenciais competem pelos mesmos sítios de entrada na célula com os íons e reduzem a disponibilidade dos elementos tóxicos no solo e, com efeito, a acumulação nos tecidos foliares.

## CONCLUSÕES

- A urina de vaca não elimina, mas mitiga os danos causados pelos sais da água sobre o crescimento e biomassa em berinjela.
- A berinjela tolera nível de salinidade da água de 2,2 dS m<sup>-1</sup> no crescimento e o acúmulo de biomassa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMAD, P.; AZOOZ, M.M.; PRASSAD, M.N.V. **Ecophysiology and response of plantas under salt stress**. New York: Springer, 2013. 510p.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C. GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brasil. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

- ANTONINNI, A.C.C.; ROBLES, W.G.R.; TESSARIOLINETO, J.; KLUGE, R.A. Capacidade produtiva de cultivares de berinjela. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.646-648, 2002.
- ASSAHA, D.V.M.; UEDA, A.; SANEOKA, H. Comparison of growth and mineral accumulation of two solanaceous species, *Solanum scabrum* Mill. (huckleberry) and *S. melongena* L. (eggplant), under salinity stress. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v.59, n.6, p.912-920, 2013.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29 Revisado I).
- BOSCO, M.R.O.; OLIVEIRA, A.B.; HERNANDEZ, F.F.F.; LACERDA, C.F. Influência do estresse salino na composição mineral da berinjela. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.40, n.2, p.157-164, 2009a.
- BOSCO, M.R.O.; OLIVEIRA, A.B.; HERNANDEZ, F.F.F.; LACERDA, C.F. Efeito do NaCl sobre o crescimento, fotossíntese e relações hídricas de plantas de berinjela. **Revista Ceres**, Viçosa, v.56, n.3, p.296-302, 2009b.
- DIAS, T.J.; CAVALCANTE, L.F.; PEREIRA, W.E.; FREIRE, J.L.O.; SOUTO, A.G.L. Irrigação com água salina em solo com biofertilizante bovino no crescimento do maracujazeiro amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.4, p.1639-1652, 2013.
- EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solos**. Brasília: Embrapa Solos, 2011. 230p.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Solos. 2013, 353p.
- FAGERIA, N.K.; GHEYI, H.R.; MOREIRA, A. Nutrient bioavailability in salt affected soils. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.34, n.7, p.945-962, 2011.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Viçosa, v.38, n.2, p.109-112, 2014.
- HINNAH, F.D.; HELDWEIN, A.B.; MALDANER, I.C.; LOOSE, L.H.; LUCAS, D.D.P.; BORTOLUZZI, M.P. Estimativa da área foliar da berinjela em função das dimensões foliares. **Bragantia**, Campinas, v.73, n.3, p.213-218, 2014.
- HORIE, T.; KARAHARA, I.; KATSUHARA, M. Salinity tolerance mechanisms in glycophytes: An overview with the central focus on rice plants. **Rice**, Raleigh, v.5, n.11, p.1-18, 2012.
- JUNG, J.K.H.; MCCOUCH, S. Getting to the roots of it: genetic and hormonal control of root architecture. **Frontiers and Plant Science**, New Haven, v.18, n.4, p.1-32, 2013.
- LIMA, L.A.; OLIVEIRA, F.A.; ALVES, R.C.; LINHARES, P.S.; MEDEIROS, A.M.A.; BEZERRA, F.M.S.; Tolerância da berinjela a salinidade da água de irrigação. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v.9, n.1, p.27-34, 2015.
- LIMA NETO, A.J.; DANTAS, T.A.G.; CAVALCANTE, L.F.; DIAS, T.J.; DINIZ, A.A. Biofertilizante bovino, cobertura morta e revestimento lateral dos sulcos na produção de pimentão. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.26, n.3, p.1-8, 2013.
- LIMA NETO, A.J.; CAVALCANTE, L.F.; MESQUITA, F.O.; SOUTO, A.G.L.; SANTOS, G.P.; SANTOS, J.Z.; MESQUITA, E.F. Papaya seedlings irrigation with saline water in soil with bovine biofertilizer. **Chilean Journal of Agriculture Research**, Santiago, v.76, n.2, p.236-242, 2016.
- MEDEIROS, R.F.; CAVALCANTE, L.F.; MESQUITA, F.O.; RODRIGUES, R.M.; SOUSA, G.G.; DINIZ, A.A. Crescimento inicial do tomateiro-cereja sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,

Campina Grande, v.15, n.5, p.505-511, 2011.  
**Antônio G. de L.**

MELO FILHO, J.S.; VÉRAS, M.L.M.; OLIVEIRA, R.R.; ARAÚJO, D.L.; ANDRADE, R. Comportamento de mudas de noni sob concentrações de urina de vaca na presença e na ausência de esterco bovino. **Agropecuária Técnica**, Areia, v.36, n.1, p.88-95, 2015.

MOURA, D.C.M.; CARVALHO, J.A. Efeitos de diferentes lâminas e teores de sais na água de irrigação sobre o desenvolvimento e produção da berinjela. **Irriga**, Botucatu, v.19, n.1, p.35-45, 2014.

MUNNS, R.; GILLIHAM, M. Salinity tolerance of crops – what is the cost?. **New Phytologist**, Cambridge, v.208, n.3, p.668-673, 2015.

NEGRÃO, S.; SCHMÖCKEL, S.M.; TESTER, M. Evaluating physiological responses of plants to salinity stress. **Annals of Botany**, London, v.119, n.1, p.1-11, 2017.

OLIVEIRA, F.A.; CAMPOS, M.S.; OLIVEIRA, F.R.A.; OLIVEIRA, M.K.T.; MEDEIROS, J.F.; MELO, T.K. Desenvolvimento e concentração de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido foliar da berinjela em função da salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n.1, p.37-45, 2011.

OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J.F.; ALVES, R.C.; LINHARES, P.S.F.; MEDEIROS, A.M.A.; OLIVEIRA, M.K.T. Interação entre salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada na cultura da berinjela. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.5, p.480-486, 2014.

OLIVEIRA, N.S.; PUIATTI, M.; SANTOS, R.H.S.; CECON, P.R.; BHERING, A.S. Efeito da urina de vaca no estado nutricional da alface. **Revista Ceres**, Viçosa, v.57, n.4, p.506-515, 2010.

RAIGÓN, M.D.; PROHENS, J.; MUNÓZ-FALCÓN, J.E.; NUEZ, F. Comparison of eggplant landraces and commercial varieties for fruit content of phenolics, minerals, dry matter and protein. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v.21, n.5, p.370-376, 2008.

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

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

RYU, H.; CHO, Y. Plant hormones in salt stress tolerance. **Journal of Plant Biology**, Gyeongju-si, v.58, n.3, p.147-155, 2015.

SEMIDA, W.M.; EL-MAGEED, T.A.; HOWLADAR, S.M. A novel organo-mineral fertilizer can alleviate negative effects of salinity stress for eggplant production on reclaimed saline calcareous soil. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.1034, n.1, p.493-499, 2014.

SILVA, E.M.; LIMA, C.J.G.S.; DUARTE, S.N.; BARBOSA, F.S.; RAFAEL MASCHIO, R. Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características da berinjela cultivada em ambiente protegido. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.44, n.1, p.150-158, 2013.

ÜNLÜKARA, A.; KURUNÇ, A.; KESMEZ, G.D.; YURTSEVEN, E.; SUAREZ, D.L. Effects of salinity on eggplant (*Solanum melongena* L.) growth and evapotranspiration. **Journal of Irrigation and Drainage**, New York, v.59, n.1, p.203-214, 2010.

TZORTZAKIS, N.G. Potassium and calcium enrichment alleviate salinity-induced stress in hydroponically grown endives. **Horticultural Science**, Prague, v.37, n.4, p.155-162, 2010.