

Crescimento inicial e consumo hídrico de nim submetido ao estresse salino e biofertilizante bovino

Belísia L. M. T. Diniz¹, Lourival F. Cavalcante², Francisco de O. Mesquita³,
Antonio J. de Lima Neto⁴, Járison C. Nunes² & Manoel A. Diniz Neto²

¹ Universidade Federal da Paraíba, Campus III, Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, Departamento de Agropecuária, Campus Universitário, CEP 58220-000, Bananeiras-PB, Brasil. E-mail: belisia.diniz@gmail.com

² Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Solos e Engenharia Rural, Campus Universitário, CEP 58397-000, Areia-PB, Brasil. E-mail: lofeca@cca.ufpb.br; jarissonagro@hotmail.com; diniznetto@gmail.com

³ Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Av. Francisco Mota, 572, Costa e Silva, CEP 59625-900, Mossoró-RN, Brasil. E-mail: mesquitaagro@yahoo.com.br

⁴ Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Jaboticabal, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, CEP 14884-900, Jaboticabal-SP, Brasil. E-mail: imanetoagro@hotmail.com

RESUMO

Um experimento foi desenvolvido no período de janeiro a julho de 2010, no município de Areia, PB, para avaliar o efeito da irrigação com águas salinas, biofertilizante bovino e drenagem do solo sobre o consumo hídrico e o crescimento de mudas de nim. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com os tratamentos arranjos no esquema fatorial 5 x 2 x 2, com quatro repetições. As plantas foram irrigadas com águas salinas de cinco níveis de salinidade (0,5; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 dS m⁻¹) no solo sem e com biofertilizante bovino, em vasos sem e com drenagem na parte final inferior. Nas plantas foram avaliados consumo de água, altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas, matéria seca de raiz, da parte aérea e matéria seca total; no solo, a condutividade elétrica do extrato de saturação - CEes. Depois de diluído em água não salina e não clorada (0,46 dS m⁻¹), na razão de 1:1, o biofertilizante foi aplicado uma única vez, dois dias antes da semeadura, a nível de 10% do volume do substrato. A irrigação foi feita diariamente com cada tipo de água fornecendo um volume suficiente para elevar a umidade do solo para o nível de capacidade de campo. Pelos resultados, o aumento da salinidade das águas inibiu o consumo hídrico das plantas, independentemente do solo sem ou com biofertilizante. A salinidade da água no solo sem e com biofertilizante inibiu o crescimento do nim porém com maior drasticidade nos tratamentos sem o insumo orgânico aplicado ao solo na forma líquida.

Palavras-chave: fertilização orgânica, nim indiano, salinidade

Initial growth and water consumption of neem under salt stress and bovine biofertilizer

ABSTRACT

An experiment was carried out during the period of January to July/2010, in municipality of Areia, Paraíba State, Brazil, in order to evaluate effects of the irrigation with saline water, bovine biofertilizer and drainage of the soil on water consumption and growth of neem seedlings. The experimental design was in randomized blocks using factorial 5x2x2, referring to five levels of saline water (0.5; 1.5; 3.0; 4.5; 6.0 dS m⁻¹) in soil without and with bovine biofertilizer and in pots without and with drainage. In plants the water consumption, growth in height, stem diameter, number of leaves, dry matter of roots, aerial part and total dry mass were evaluated and in soil the electrical conductivity of saturation extract – EC was determined. The bovine biofertilizer, after dilution in non saline water (0.49 dS m⁻¹) e no chlorinated water in 1:1 ratio was applied once two days before sowing, equivalent to 10% of substrate volume. Irrigation was applied daily with each water type applying volume sufficient to maintain the soil with water content at level of field capacity. From results the increase in salinity of water inhibited the water consumption by plants independently of the soil with or without bovine biofertilizer. The salinity of water in soil with and without bovine biofertilizer also reduced the growth of neem plants but with more pronounced effect in the treatments without application of organic fertilizer to soil in liquid form.

Key words: organic fertilization, Indian neem, salinity

Introdução

O nim (*Azadirachta indica* A. Juss), árvore da família Meliaceae, é conhecido principalmente na Índia, por sua ação medicinal; nas últimas décadas seu estudo vem sendo difundido em virtude da presença de substâncias inseticidas (Debashri & Tamal, 2012; Omkar, 2012). Ao contrário da vasta bibliografia e a respeito da biologia e das características inseticidas do nim, são raros os registros de estudos sobre o efeito da salinidade no crescimento desta espécie exótica.

A habilidade das plantas em sobreviver em condições salinas, é importante para sua distribuição geográfica e para a agricultura nas regiões afetadas por sais. É necessário que se utilizem espécies que tolerem esta condição e, se possível, que sejam capazes de melhorar as características físicas e químicas desse solo, o que pode ser conseguido por meio do plantio de espécies arbóreas de crescimento rápido, tolerantes à salinidade (Freire et al., 2010; Nazar et al., 2011; Lukac et al., 2012).

Os efeitos mais marcantes da salinidade sobre as plantas se refletem em alterações no potencial osmótico, na toxicidade iônica e no desequilíbrio da absorção dos nutrientes. Neste sentido, provoca redução generalizada do seu crescimento com sérios prejuízos à atividade agrícola (Sousa et al., 2008). De fato, o uso de águas salinas sem o manejo adequado pode aumentar os teores de magnésio, cálcio, sulfatos, nitratos, carbonatos e sódio no solo, porcentagem de sódio trocável, razão de adsorção de sódio e a condutividade elétrica do solo (Holanda Filho et al., 2011).

Esta meliácea é utilizada em diversos programas de reflorestamento no Sudeste asiático e na África, com o intuito de recuperar áreas degradadas visto que apresenta capacidade para crescer com poucas exigências tornando-se uma espécie indicada para reflorestamento em áreas degradadas (Amorim et al., 2012). De acordo com Karan & Subudhi (2012) essa planta possui capacidade de adaptação a uma vasta gama de fatores climáticos, topográficos e edáficos.

Ao considerar a rusticidade do nim, a ação positiva do biofertilizante bovino na melhoria edáfica em termos de aeração, dinâmica de ar e água no solo (Mellek et al., 2010) e também na possibilidade de incrementar as substâncias húmicas oriundas da matéria orgânica em mitigarem os efeitos depressivos da salinidade das águas às plantas (Baalousha et al., 2006), estudos envolvendo os aspectos da interação salinidade com biofertilizante devem ser testados também em plantas de nim.

De fato, o teor salino das águas dos mananciais das áreas semiáridas do Brasil, em geral, oferecem restrição à grande maioria das culturas; como registrado em plantas de goiabeira, por Cavalcante et al. (2010), o emprego do respectivo insumo orgânico deve inibir a ação salina das águas e estimular o crescimento inicial das plantas de nim, durante a formação das mudas.

Tendo em vista a importância desta cultura e a carência de resultados científicos envolvendo a tolerância do nim sob salinização, o presente trabalho buscou avaliar o efeito da irrigação com águas salinas sobre o crescimento e consumo hídrico das mudas de nim no solo sem e com biofertilizante bovino.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em ambiente protegido no período de janeiro a junho de 2010, no Departamento de Solos e Engenharia Rural - DSER, do Centro de Ciências Agrárias - CCA, da Universidade Federal da Paraíba, localizado no município de Areia - UFPB, Paraíba, Brasil, situado pelos pontos de coordenadas geográficas 6°51'47" e 7°02'04" latitude Sul, 35°34'13" e 35°48'28" de longitude Oeste do meridiano de Greenwich, com altitude de 575 m.

Os tratamentos constaram dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,5; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 dS m⁻¹) em substrato sem e com biofertilizante e em vasos sem e com drenos. O delineamento foi em blocos ao acaso utilizando-se um esquema fatorial 5 x 2 x 2, com quatro repetições, totalizando 80 unidades experimentais.

O solo da área experimental foi caracterizado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico de textura arenosa, não salino (Santos et al., 2006), coletado nos primeiros 20 cm de profundidade. Depois de destorroado, secado ao ar e passado em peneira de 2 mm de malha, foi caracterizado quanto à fertilidade, empregando-se as metodologias compiladas pela Embrapa (1997). Foi caracterizadas também quanto à salinidade do extrato de saturação, conforme Richards (1954), cujos resultados estão indicados na (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química do solo para fins de fertilidade e de salinidade, antes da preparação do substrato

Fertilidade	Valores	Salinidade	Valores
pH em água (1:2,5)	5,07	pH	7,09
P (mg dm ⁻³)	1,78	Ca ²⁺ (mmolc L ⁻¹)	0,40
K (cmolc dm ⁻³)	0,16	Mg ²⁺ (mmolc L ⁻¹)	0,30
Ca ²⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,35	Na ⁺ (mmolc L ⁻¹)	2,05
Mg ²⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,30	K ⁺ (mmolc L ⁻¹)	0,11
Na ⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,11	Cl ⁻ (mmolc L ⁻¹)	1,50
SB (cmolc dm ⁻³)	0,92	CO ₃ ²⁻ (mmolc L ⁻¹)	0,00
Al ³⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,90	HCO ₃ ⁻ (mmolc L ⁻¹)	1,13
H ⁺ +Al ³⁺ (cmolc dm ⁻³)	5,70	SO ₄ ²⁻ (mmolc L ⁻¹)	0,25
CTC (cmolc dm ⁻³)	6,62	CEes (dS m ⁻¹)	0,28
V (%)	13,89	RAS (mmol L ⁻¹) ^{0,5}	3,46
MO (g dm ⁻³)	18,25	PST (%)	1,67

SB=Soma de bases; CTC=Capacidade de troca catiônica; V=Saturação por bases; MO=Matéria orgânica; CEes=Condutividade elétrica do solo; RAS=Relação de adsorção de sódio; PST=Porcentagem de sódio trocável (Na⁺/CTC)*100

Em cada unidade experimental foram semeadas cinco sementes de nim com viabilidade de 89% de germinação. O processo de germinação iniciou-se com a primeira contagem de plântulas normais registrada aos 9 dias após a semeadura (DAS), em janeiro de 2010, cuja estabilização ocorreu aos 30 dias após. O consumo hídrico, altura de plantas, diâmetro de caule; número de folhas, massa seca de raiz, parte aérea e matéria seca total e a condutividade elétrica do solo no final, foram obtidos do experimento.

A altura de plantas foi determinada pela medição vertical utilizando-se uma régua milimetrada; o diâmetro do caule e da raiz principal foram avaliados com paquímetro digital. A massa seca das raízes, parte aérea (caules mais folhas) e matéria seca total (raiz, caules e folhas) foram obtidas por pesagem em balança analítica e após secagem em estufa com circulação de ar na temperatura de 65° C até massa constante.

A unidade experimental foi representada por uma planta de nim em vaso plástico com diâmetro de 28 cm e altura de 32 cm, com 15 dm³ de capacidade; em sua base foram colocados uma camada de 2 cm de areia lavada, adicionados 2 cm de brita fina mais um dreno na parte final inferior 1 cm de diâmetro para lixiviação dos sais.

A irrigação das plantas foi feita diariamente com água não salina (CEa= 0,5 dS m⁻¹) e água salina (CEa = 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 dS m⁻¹). Os níveis de salinidade das águas de irrigação foram obtidos a partir da diluição de uma água fortemente salina, de condutividade elétrica de 14 dS m⁻¹ com uma não salina de 0,5 dS m⁻¹.

Obteve-se o biofertilizante a partir da mistura de partes iguais de esterco fresco de bovino e água (não salina e não clorada), em biodigestor sob fermentação anaeróbica, durante 30 dias, conforme recomendação de Santos & Akiba (1996). Dois dias antes da semeadura o biofertilizante foi diluído em água na proporção 1:1 e aplicado em volume equivalente a 10% do volume do substrato (1,5 L em 15 dm³). Visando à manutenção do sistema hermeticamente fechado foi conectada, a uma extremidade, uma mangueira de 4 mm de diâmetro no topo do biodigestor e a outra imersa em uma garrafa tipo PET 2 L com água. Por ser aplicado na forma líquida, o biofertilizante foi avaliado como se fosse água para irrigação (Tabela 2) e apresentou a seguinte composição, conforme Richards (1954).

Tabela 2. Caracterização da água de irrigação e do biofertilizante bovino para fins de salinidade

Componentes	Atributos da salinidade	
	Água de irrigação	Biofertilizante comum
CE (dS m ⁻¹)	0,46	3,39
pH	6,22	6,74
Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	1,17	7,48
Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,69	10,22
K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,17	10,04
Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	2,43	6,53
Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	3,43	21,66
CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	-	-
HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,29	5,76
SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,75	6,98
RAS (mmol L ⁻¹) ^{1/2}	2,55	3,57
SA (mmol _c L ⁻¹)	4,47	34,47
SC (mmol _c L ⁻¹)	4,46	34,27
Classificação	C ₁ S ₁	C ₄ S ₁

CE = Condutividade elétrica; RAS = Relação de adsorção de sódio; SA = Soma de ânions; SC = soma de cátion

A irrigação foi feita diariamente com base no processo de pesagem durante os primeiros 63 dias após a emergência (DAE), em todas as plantas dos tratamentos sem e com dreno na base inferior dos vasos, fornecendo-se o volume de cada tipo de água evapotranspirado no dia anterior, de modo a manter o substrato com umidade a nível de capacidade de campo, como também procederam Mesquita et al. (2012). A partir desta idade iniciou-se, nos tratamentos com dreno, a lavagem semanal do solo com cada tipo de água, até o final do experimento, em 10/07/2010. Inicialmente foram irrigadas, diariamente, as plantas, com as respectivas águas registrando-se cada valor aplicado e no sétimo dia se aplicava água até o solo iniciar a drenagem. Neste ponto, mais um volume de cada tipo de água correspondente a 10% do volume já aplicado era adicionado para a lavagem do solo e a lixiviação dos sais, tal como procederam Mesquita et al. (2012).

Na parte inferior de cada vaso foi conectada uma mangueira de PVC 5/16" x 0,8 mm funcionando como drenagem com vista à suspensão percolada para garrafas PET de dois litros para medição do volume lixiviado.

O consumo de água pelas plantas de nim entre os dias 18/03/2010, quando as plantas estavam com 63 DAE, até 10/07/2010, correspondendo a um período de lavagem semanal de 117 dias, aos 180 dias após a emergência (DAE), pela Expressão:

$$CH = 10 \cdot (V_1 - V_2) / A \cdot T$$

em que: CH consumo hídrico (mm dia⁻¹); V₁ e V₂ são respectivamente os volumes aplicados a cada semana, inclusive o do dia da lavagem do solo e drenado após a estabilização da drenagem (cm³); A = Área de cada vaso (cm²); T = (constante entre duas lavagens do solo (7 dias).

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial para os níveis de salinidade (Banzatto & Kronka, 2008); para o processamento dos dados foi utilizado o programa SAS (SAS, 2003).

Resultados e Discussão

Conforme indicado na Tabela 3, as interações salinidade x biofertilizante x drenagem e salinidade x drenagem não exerceram ação significativa sobre nenhuma das variáveis estudadas. Efeitos significativos foram registrados da interação salinidade x biofertilizante sobre o crescimento em altura (AP), número de folhas (NF), diâmetro caulinar (DC) das plantas e na condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEEs). O consumo hídrico (CH) respondeu aos efeitos isolados da salinidade das águas e à acumulação de biomassa seca das raízes (MR), parte aérea (MSPA) e total (MST) das plantas, aos efeitos isolados do biofertilizante bovino.

Na Figura 1A, observa-se uma redução progressiva no consumo hídrico desta meliácea com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) de 4,05 a 3,38 mm correspondente aos níveis 0,5 e 6,0 dS m⁻¹, respectivamente. Com essa redução de 0,21 mm para cada valor unitário do consumo hídrico, esse fenômeno contribui para reduzir a capacidade de produção de assimilados orgânicos e resulta na inibição do crescimento das plantas de nim, como registrado também por Freire et al. (2010).

O efeito negativo dos tratamentos salinos sobre a altura de plantas (Figura 1B), diâmetro do caule (Figura 1C) e o número de folhas (Figura 1D) de acordo com a análise de regressão, tiveram efeito linear (P < 0,01) e responderam inversamente proporcional ao incremento da salinidade da água.

A altura das plantas variou de 41,99 a 16,86 contra 85,92 a 67,11 cm, diâmetro do caule oscilou de 5,17 a 3,63 contra 8,40 a 6,15 mm e o número de folhas decresceu de 20,86 a 8,71 contra 38,39 a 28,27; todas as situações no solo sem e com biofertilizante bovino e corresponderam a menor e maior salinidade da água de irrigação (0,5 e 6,0 dS m⁻¹). Em função disso, uma variedade de mecanismos tem sido proposta para determinar como os micro-organismos (micorrizas) amenizam

Tabela 3. Resumo de análises de variância pelo quadrado médio e diagnósticos de significância referentes ao consumo hídrico (CH), altura de plantas (AP), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), massa seca de raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), matéria seca total (MST) de mudas de nim e condutividade elétrica do extrato de saturação do solo - CEes, em função da salinidade da água (A), biofertilizante (B) e drenagem do solo (D) aos 180 após a emergência das plântulas

FV	GL	CH	AP	NF	DC	MSR	MSPA	MST	CEes
A (salinidade)	4	2,15**	1343,16**	5342,20**	19,91**	129,15 ^{ns}	145,39 ^{ns}	265,91 ^{ns}	727,55**
B (Bio)	1	0,06 ^{ns}	43992,21 ^{ns}	336,20 ^{ns}	285,00 ^{ns}	1288,00**	2691,00*	3289,61**	12,80**
D (Dreno)	1	0,003 ^{ns}	3200,41 ^{ns}	605,001 ^{ns}	30,01 ^{ns}	43,51 ^{ns}	470,45 ^{ns}	418,61 ^{ns}	0,80 ^{ns}
A x B	4	0,68 ^{ns}	156,79*	5294,00**	1,66**	12,29 ^{ns}	32,48 ^{ns}	25,01 ^{ns}	8,55**
A x D	4	0,02 ^{ns}	615,85 ^{ns}	57,51 ^{ns}	1,98 ^{ns}	12,68 ^{ns}	27,23 ^{ns}	59,14 ^{ns}	1,86 ^{ns}
B x D	1	0,12 ^{ns}	33,80 ^{ns}	16,20 ^{ns}	0,112 ^{ns}	13,62 ^{ns}	18,05 ^{ns}	12,01 ^{ns}	0,05 ^{ns}
A x B x D	4	0,01 ^{ns}	334,31 ^{ns}	230,71 ^{ns}	3,33 ^{ns}	47,33 ^{ns}	14,76 ^{ns}	42,04 ^{ns}	1,74 ^{ns}
B	3	0,002	20,193	1873	1,603	14,07	91,40	2,765	2,0343
Erro	137								
CV%		16,40	24,61	17,89	22,71	28,66	32,14	13,18	10,45
Total	159								

B = Blocos; ns = Não significativo; (*) e (**) respectivamente significativos em função do teste de F avaliados a 5 e 1% de probabilidade; GL = Grau de liberdade; CV = Coeficiente de variação

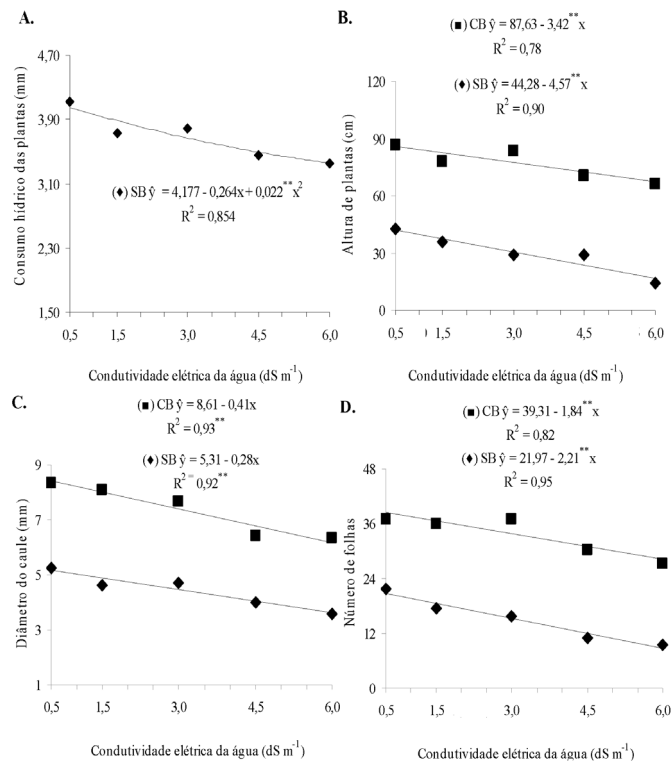


Figura 1. Efeito da salinidade da água de irrigação sobre o consumo hídrico diário (A) das mudas de nim, altura de plantas (B), diâmetro de caule (C) e número de folhas (D) no solo sem (♦) e com (■) biofertilizante bovino, aos 180 DAE. Areia-PB, Brasil

os efeitos do estresse salino sobre as plantas através do uso de biofertilizante bovino fermentado. Por exemplo, a colonização micorrízica pode aumentar a aquisição de nutrientes de plantas cultivadas com alta salinidade (Kaya et al., 2009; Hajiboland et al., 2010).

De acordo com Taiz & Zeiger (2009), quando elementos minerais, em especial o sódio, estão presente no solo, o crescimento vegetal pode ser restringido caso tais íons minerais atinjam níveis que limitem a disponibilidade hídrica ou excedam a faixa adequada de um determinado nutriente.

A alta concentração de sais é fator de estresse para as plantas, pois apresenta atividade osmótica que retém a água, além da ação dos íons sobre o protoplasma. A água é osmoticamente retida em uma solução salina de forma que o aumento da concentração dos sais torna a água cada vez menos

disponível para a planta afetando seu crescimento (Carneiro et al., 2007).

Na Figura 2 verifica-se que as plantas de nim desenvolvidas no solo com biofertilizante bovino produziram mais biomassa com supremacia das raízes, em relação à parte aérea (Caule e folhas). Esta superioridade indica ação positiva do biofertilizante em atenuar a ação degenerativa da salinidade às plantas. Situação semelhante foi registrada também por Nunes et al. (2012) após avaliarem os efeitos salinos da água no solo com biofertilizante bovino, durante o crescimento inicial de mudas de nim.

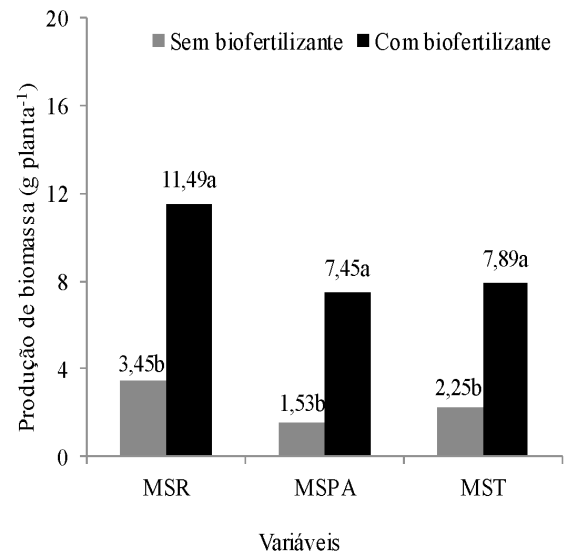


Figura 2. Valores de massa seca das raízes - MSR, massa seca da parte aérea - MSPA e massa seca total - MST em plantas de nim, no solo sem e com biofertilizante bovino, aos 180 DAE. Médias seguidas por letras distintas em cada órgão, diferem estatisticamente pelo teste F, a 5% de probabilidade

Segundo Pedrero et al. (2012) e Nunes et al. (2012) isto pode refletir a manutenção ou mesmo a indução do crescimento radicular nos baixos potenciais hídricos, podendo ser considerado uma resposta adaptativa à salinidade.

Os insumos orgânicos, inclusive o biofertilizante bovino na forma líquida, promovem a melhoria físico-hídrica do substrato resultando em maior espaço poroso (Mellek et al., 2010) para o crescimento radicular; também promovem redução do potencial osmótico entre o interior das raízes e a solução do

solo possibilitando ajustamento das plantas à salinidade devido à melhoria na eficiência fotossintética e trocas gasosas das plantas cultivadas em ambiente salino (Silva et al., 2011).

A redução observada sugere que os íons absorvidos e transportados para a parte aérea possivelmente excederam o limite necessário ao ajustamento osmótico da planta e, desta forma, acarretaram efeitos danosos ao crescimento (Taiz & Zeizer, 2009) corroborando com Cavalcante et al. (2009) e Menezes et al. (2012) ao enfatizarem que o uso do biofertilizante (esterco bovino líquido fermentado), por ser fonte de compostos bioativos, exerce ação positiva na nutrição, fitossanidade das plantas e estimula a liberação de substâncias húmicas em solos mais salinos.

A superioridade constatada pela Figura 2, pode ser evidenciada pela ação positiva do composto orgânico atuando na melhoria física, química e biológica do solo, se comparada essa resposta no solo sem o insumo orgânico. Desta forma e simultaneamente à melhoria nutricional da planta, ocorre um ganho em biomassa vegetal. Esses resultados são inferiores aos apresentados por Nunes et al. (2012) os quais obtiveram incremento na massa da parte aérea e de raiz das plantas de nim de até 145% nas plantas fertilizadas com biofertilizante e irrigadas com águas de salinidade crescente.

Observou-se, ao comparar os valores da condutividade elétrica do solo antes de iniciar o experimento, da ordem de $0,28 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabela 1), com os obtidos no final do experimento, que o solo teve sua condutividade elétrica aumentada em até 27,25% quando comparada com a dos tratamentos sem biofertilizante (Figura 3).

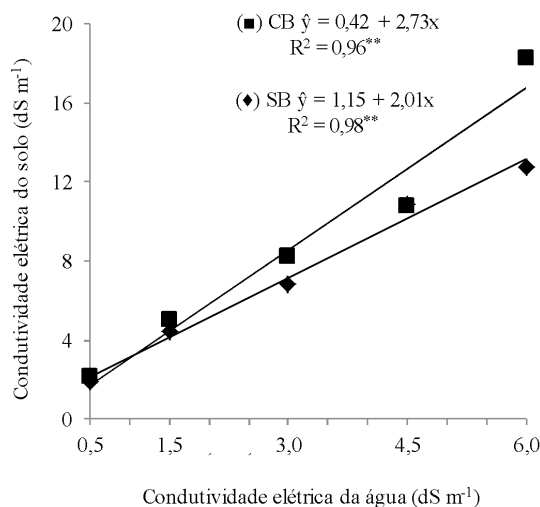


Figura 3. Condutividade elétrica do extrato de saturação no solo sem (◆) e com (■) biofertilizante bovino no crescimento de plantas de nim

Na Figura 3 observa-se que a salinidade do solo foi elevada com o acréscimo do teor salino das águas de irrigação independentemente da adição ou não do biofertilizante líquido fermentado. Constata-se que, ao final do experimento, os valores da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, foram, respectivamente $13,21$ e $16,81 \text{ dS m}^{-1}$ nos tratamentos irrigados com água de salinidade de $6,0 \text{ dS m}^{-1}$.

Este valor corresponde a uma água de restrição severa quanto à salinização dos solos (Ayers & Westcot, 1999).

Além do mais, a temperatura média no local de execução do experimento estava elevada ($44,9 \text{ }^\circ\text{C}$) no interior da casa de vegetação; supostamente, pode ser fator determinante em ter contribuído para o significativo aumento da salinidade com reflexos negativos no comportamento vegetativo das plantas.

Pelos resultados, conforme Richards (1954), a irrigação com água de nível salino a partir de 2 dS m^{-1} transporta sais ao solo a ponto de elevar o grau de salinidade para fortemente salino ($8 < \text{CEes} < 16 \text{ dS m}^{-1}$). Esses incrementos podem comprometer o crescimento da maioria das plantas (Ayers & Westcot, 1999) e, inclusive, do nim (Freire et al., 2010; Pedrero et al., 2012).

Conclusões

O estresse salino inibiu o consumo hídrico, o crescimento biométrico e a produção de biomassa seca do nim, nos diferentes órgãos das plantas mas com maior intensidade na parte aérea que nas raízes.

Os tratamentos com biofertilizante proporcionaram melhores condições para o consumo de água, crescimento e alocação de biomassa pelas plantas de nim.

Agradecimentos

À FAPESQ-PB, pela concessão do auxílio financeiro pelo Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Regional do Estado da Paraíba (Programa DCR-PB) e ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

Literatura Citada

- Amorim, H. B.; Francelino, M. R.; Salamene, S.; Pedreira, L. O. L.; Assumpção Filho, L. I.; Capitano, R. C.; Moura, T. A. Estimativa da área ocupada por reflorestamento no estado do Rio de Janeiro. *Cerne*, v.18, n.1, p.27-32, 2012. <<http://www.dcf.ufla.br/cerne/administracao/publicacoes/m621v18n1o4.pdf>>. 20 Dez. 2012.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 153p. 1999. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).
- Balousha, M.; Heino, M. M.; Le Coustumer, B. K. Conformation and size of humic substances: effects of major cation concentration and type, pH, salinity and residence time. *Physicochemical and Engineering Aspects*, v.222, n.2, p.48-55, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.colsurfa.2005.07.010>>
- Banzatto, D. A.; Kronka, S. N. Experimentação agrícola. 4. ed. Jaboticabal: UNESP, 2008. 247p.
- Carneiro, P. T.; Cavalcanti, M. L. F.; Brito, M. E. B.; Gomes, A. H. S.; Fernandes, P.D.; Gheyi, H. R. Sensibilidade do cajueiro anão precoce ao estresse salino na pré-floração. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.2, n.2, p.150-155, 2007. <<http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=viewArticle&path%5B%5D=139>>.
- Cavalcante, L. F.; Silva, G. F.; Gheyi, H. R.; Dias, T. J.; Alves, J. C.; Costa, A. de P. M.. Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.4, n.4, p.414-420, 2009. <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v4i4a7>>.

- Cavalcante, L. F.; Vieira, M. S.; Santos, A. F.; Oliveira, V. M.; Nascimento, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.32, n.1, p.251-261, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452010005000037>>.
- Debashri, M.; Tamal, M. A review on efficacy of *Azadirachta indica* A. Juss based biopesticides: an indian perspective. *Research Journal of Recent Sciences*, v.1, n.3, p.94-99, 2012. <http://www.isca.in/rjrs/archive/v1i3/15.ISCA-RJRS-2012-067_Done.pdf>. 20 Dez. 2012.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPQ, 1997. 212p.
- Freire, L. O.; Cavalcante, L. F.; Rebequi, A. M.; Dias, T. J.; Nunes, J. C.; Cavalcante, I. H. L. Atributos qualitativos do maracujá amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.5, n.1, p.102-110, 2010. <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v5i1a674>>.
- Girish, K.; Shankara, B. S. Neem - a green treasure. *Electronic Journal of Biology*, v.4, n.3, p.102-111, 2008. <<http://www.ejbio.com/pps/2008/102.pdf>>. 20 Dez. 2012.
- Hajiboland, R.; Aliasgharzadeh, A.; Laiegh, S. F.; Poschenrieder, C. Colonization with arbuscularmycorrhizal fungi improves salinity tolerance of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants. *Plant Soil*, v.331, n.1, p.313-327, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1007/s11104-009-0255-z>>.
- Holanda Filho, R. S. F.; Santos, D. B.; Azevedo, C. A.V.; Coelho, E. F.; Lima, V. L. Água salina nos atributos químicos do solo e no estado nutricional da mandioca. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.1, p.60-66, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011000100009>>.
- Karan, R.; Subudhi, P. K. Approaches to increasing salt tolerance in crop plants. In: Ahmad, P.; Prasad, M. N. V. (Eds.). *Abiotic stress responses in plants*. New York: Springer, 2012. p.63-88. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-0634-1_4>.
- Kaya, C.; Ashraf, M.; Sonmez, O.; Aydemir, S.; Tuna, A. L.; Cullu, M. A. The influence of arbuscularmycorrhizal colonization on key growth parameters and fruit yield of pepper plants grown at high salinity. *Scientia Horticulturae*, v.121, n.1, p.1-6, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2009.01.001>>.
- Lukac, M.; Pensa, M.; Schiller, G. Tree species' tolerance to water stress, salinity and fire. In: Bredemeier, M.; Cohen, S.; Godbold, D. L.; Lode, E.; Pichler, V.; Schleppei, P. *Forest management and the water cycle: an ecosystem-based approach*. Amsterdam: Springer, 2012. Chap.14, p.247-261. (Ecological Studies, 212). <http://dx.doi.org/10.1007/978-90-481-9834-4_14>.
- 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, n.1, p.69-76, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2010.06.005>>.
- Menezes, E. F.; Cavalcante, L. F.; Mesquita, F. O.; Campos, V. B.; Dantas, T. A. G. Composição mineral do maracujazeiro amarelo em resposta ao biofertilizante bovino e cloreto de potássio no solo. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.7, n.2, p.260-268, 2012. <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v7i2a1637>>.
- Mesquita, F. O.; Cavalcante, L. F.; Pereira, W. E.; Rebequi, A. M.; Lima Neto, A. J.; Nunes, J. C. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo submetidas à salinidade em solo com biofertilizante bovino. *Ciência del Suelo*, v.30, n.1, p.31-41, 2012. <<http://www.scielo.org.ar/pdf/cds/v30n1/v30n1a04.pdf>>. 20 Dez. 2012.
- Nazar, R.; Iqbal, N.; Masood, A.; Syeed, S.; Khan, N.A. Understanding the significance of sulfur in improving salinity tolerance in plants. *Environmental and Experimental Botany*, v.70, n.2-3, p.80-87, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2010.09.011>>.
- Nunes, J. C.; Cavalcante, L. F.; Lima Neto, A. J.; 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, n.11, p.1152-1158, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012001100002>>.
- Omkar, G. M. Neem, the wonder tree, under attack: a new major pest. *Current Science*, v.102, n.7, p.960-970, 2012. <<http://www.currentscience.ac.in/Volumes/102/07/0969.pdf>>. 20 Dec. 2012.
- Pedrero, F.; Mounzer, O.; Alarcón, J. J.; Bayona, J. M.; Nicolás, E. The viability of irrigating mandarin tree with saline reclaimed water in a semi-arid Mediterranean region: a preliminary assessment. *Irrigation Science*, v.30, n.4, p.1-10, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1007/s00271-012-0359-8>>.
- Richards, L. A. *Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils*. Washington: United States Salinity Laboratory Staff, 1954.160p. (Agriculture, 60).
- Santos, A. C. V.; Akiba, F. Biofertilizante líquido: uso correto na agricultura alternativa, Seropédica: UFRRJ, 1996. 35p.
- Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C.; Oliveira, V. A.; Oliveira, J. B.; Coelho, M. R.; Lumbrebas, J. F.; Cunha, T. J. F. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.306p.
- SAS Institute, SAS/ESTAT 2003: user's guide: statistics version 9,1 Cary. 2003. 1 CD Rom.
- Silva, R. C. B.; Scaramuzza, W. L. M. P.; Scaramuzza, J. F. Sintomas de deficiências nutricionais e matéria seca em plantas de nim cultivadas em solução nutritiva. *Cerne*, v.17, n.1, p.17-22, 2011. <<http://www.dcf.ufba.br/cerne/administracao/publicacoes/m504v17n1o3.pdf>>. 20 Dez. 2012.
- Sousa, G. B.; Cavalcante, L. F.; Cavalcante, I. H. L.; Beckmann-Cavalcante, M. Z.; Nascimento, J. A. Salinidade do substrato contendo biofertilizante para formação de mudas de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina. *Revista Caatinga*, v.21, n.2, p.172-180, 2008. <<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/235/349>>. 20 Dez. 2012.
- Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 4.ed. Porto Alegre: Artmed. 2009. 719p.