

Francisco Oliveira Mesquita<sup>1\*</sup>

Rafael Oliveira Batista<sup>2</sup>

Andrezza Grasielly Costa<sup>3</sup>

Samuel Marcus M. Malheiros<sup>4</sup>

João Paulo Nunes da Costa<sup>5</sup>

Francisco Xavier de Oliveira Filho<sup>6</sup>

Vinícius Batista Campos<sup>7</sup>

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 23/03/2015. Aprovado em 06/04/2015.

<sup>1</sup>Doutorando do Programa de Pós Graduação em Manejo de Solo e Água da UFERSA, Mossoró/RN, mesquitaagro@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Professor Assistente, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da UFERSA, rafaelbatista@ufersa.edu.br

<sup>3</sup> Engenharia Agrícola e Ambiental com Especialização em Educação Ambiental e Geografia do Semiárido. Departamento de ciências ambientais e tecnológicas, andrezza\_grasielly@hotmail.com

<sup>4</sup>Possui Graduação em Agronomia (UFRPE), Especialista em Gestão Ambiental (FAFIRE), Mestre em Engenharia Agrícola (UFRPE) e Doutorando em Manejo de Água e Solo (UFERSA), samuelmmalheiros@gmail.com

<sup>5</sup> Graduação em Agronomia. Departamento de Irrigação e Drenagem, UFERSA, jppoty@hotmail.com

<sup>6</sup>Engenheiro Civil/UFPB/JOÃO PESSOA-PB/BRASIL. Especialização em Matemática/UFRRN/Natal-RN/Brasil. Mestrado em Informática/UFMG/Campina Grande-PB/Brasil. Doutorado em Agronomia/UFERSA, fxavierf@ufersa.edu.br.

<sup>7</sup>Prof. Dr. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Laranjal do Jari, vinicius.campos@ifap.edu.br

ACSA



AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO – ISSN 1808-6845

Artigo Científico

## *Irrigação com águas salina e biofertilizante na produção de fitomassa de nim*

### RESUMO

A salinidade atualmente é considerada um das principais limitações para agricultura em todo mundo, constituindo assim, fator limitante ao crescimento das plantas, produtividade agrícola e depauperamento do solo. Nesse sentido, um experimento foi executado no período de janeiro a junho de 2010, em casa de vegetação, para avaliar a produção de fitomassa das mudas de nim submetidas à cinco tipos de águas salinas usadas para irrigação no solo com biofertilizante bovino e drenagem agrícola. O substrato utilizado foi um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico de textura arenosa e não salino dos primeiros 10 cm de profundidade. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, adotando o esquema fatorial 5x2x2, com quatro repetições, referente a cinco níveis de salinidade da água de irrigação: 0,5; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>, no solo sem e com biofertilizante bovino, avaliados na ausência e presença do sistema de drenagem do solo. As variáveis analisadas foram: área radicular (AR), massa seca radicular (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST). O biofertilizante depois de diluído em água não salina e não clorada, na razão de 1:1, foi aplicado uma única vez, dois dias antes da semeadura, no nível de 10% do volume do substrato. Pelos resultados, o aumento da salinidade da água de irrigação provocou perdas sobre todas as variáveis de produção, mas com menor intensidade nos tratamentos com biofertilizante.

**Palavras-chave:** *Azadirachta indica* A. Juss; biofertilização; salinização.

## *Irrigation with saline waters and fertilizer in the production of neem biomass*

### ABSTRACT

The salinity currently is considered a main limitation to agriculture around the world, thus, factor limiting at growth of plants, agricultural productivity and soil depletion. Accordingly, an experiment was executed in the period from January to June of 2010, in a greenhouse in the, to evaluate the biomass production of the neem seedlings subjected to five types of salines waters used for irrigating in soil with bovine biofertilizer and agricultural drainage. The substrate utilized was a Distrophic Red Yellow Latosol from sandy texture and not saline from the first 10 cm depth. The experimental design was in randomized blocks, adopting the factorial scheme 5x2x2, with four replications, referring to five salinity levels of irrigation water: 0.5; 1.5; 3.0; 4.5 and 6.0 dS m<sup>-1</sup>, in soil without and with bovine biofertilizer, evaluated in absence and presence of soil drainage. The variables analyzed were: root area (RA), root dry biomass (RDB), biomass dry of area part (BDAP) and biomass dry total (BDT). The bovine biofertilizer, after dilution in non-saline water and non-chlorinated water in ratio 1:1, was applied once, two days before sowing, in the level of 10% from substrate volume. By the results, the increasing of irrigation water salinity caused losses on all the variables of production, but with less intensity in the treatments with bovine biofertilizer.

**Key words:** *Azadirachta indica* A. Juss; biofertilization; salinization

## INTRODUÇÃO

O nim (*Azadirachta indica* A. Juss) é uma planta exótica, rústica, com porte de árvore, pertencente à família *Meliaceae*, originária da Ásia (AZEVEDO et al., 2010), sendo amplamente estudados devido às propriedades químicas ou bioinseticidas presentes em sua composição celular. Dentre os mais de 40 terpenóides já identificados na planta que possuem ação contra insetos, a azadiractina é o composto mais eficiente no controle de diversas pragas agrícolas, além de contribuir positivamente na farmacologia, produção de madeira e na recuperação de áreas degradadas fisicamente (CHATURVEDI et al., 2011; CASTRO et al., 2012). São considerados biodegradáveis e de baixa toxicidade ao homem e ao ambiente.

As características de rusticidade e utilização das folhas, sementes e madeira das plantas de nim constituem conforme Neves & Carpanezzi (2009), critérios para o uso em programas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas fisicamente nas regiões costeira e semiárida do Nordeste, inclusive no estado da Paraíba. Entretanto, no que se refere ao crescimento inicial e ao seu estabelecimento em ambientes salinos as informações são, ainda recentes na literatura. Nesse sentido, Freire et al. (2010), Martins et al. (2010) e Diniz et al. (2013), constataram que o nim durante a formação de mudas e até o primeiro ano comporta-se como moderadamente tolerante e moderadamente sensível à salinidade.

Sob condições salinas elevadas, a expansão dessas áreas naturalmente comprometidas, nos perímetros irrigados do Nordeste brasileiro, constitui transtornos econômicos e sociais à região semiárida onde o sistema produtivo depende da irrigação e a cada dia novas áreas de produção são instaladas para atender a crescente demanda alimentar (MEDEIROS et al., 2011; YANG et al., 2011). Essa inconveniência pode transformar terras produtivas em devolutas, por isso, exige a adoção de tecnologias que minimizem a salinização dos solos com o manejo da água ou que permitam produzir em áreas comprometidas por sais sem grandes perdas de rendimento e qualidade da produção obtida (GARCÍA et al., 2011).

O primeiro requisito para a recuperação de qualquer solo afetado por sais seria realizar uma drenagem adequada. Em um solo com boa drenagem, a salinidade pode ser reduzida, para um nível tolerável, por meio de lâminas de lavagens. A quantidade da água necessária para realizar a lavagem de sais do perfil de solo é determinada em função do nível inicial da salinidade do solo, do nível final desejado, das características físicas, da profundidade (depende da cultura a ser explorada) e das demais propriedades do solo a ser recuperado. Além disso, depende do método de aplicação da lavagem do solo (DIAS & BLANCO, 2010).

Ao considerar a ação positiva do biofertilizante bovino na melhoria edáfica em termos de aeração, dinâmica de ar e água no solo (MELLEK et al., 2010), na possibilidade das substâncias húmicas oriundas da matéria orgânica mitigarem os efeitos depressivos da salinidade das águas às plantas (BAALOUSHA et al., 2006). Ao consideram

também que 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 (CAVALCANTE et al., 2010), o emprego do respectivo insumos orgânicos devem inibir a ação salina das águas e estimular o crescimento inicial das plantas de nim, durante a formação de mudas.

Nesse sentido conduziu-se um experimento em ambiente protegido, com objetivo de avaliar o desempenho de mudas de nim submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação no solo com biofertilizante bovino e drenagem do solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi executado em casa de vegetação no período de janeiro a julho de 2010, no Departamento de Solos e Engenharia Rural, Universidade Federal da Paraíba, localizado no município de Areia, PB, Brasil. Os pontos cartográficos situam-se a 6°51'47" e 7°02'04" na latitude Sul contra 35°34'13" e 35°48'28" na longitude Oeste do meridiano de Greenwich com altitude de 575 m acima do nível do mar.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo As' (quente e úmido), com estação chuvosa no período de março a julho e precipitação pluviométrica média anual de 1.110 mm. A temperatura média do ar é de 24,78 °C, apresentando valor elevado no mês de fevereiro (26,7 °C) e mais ameno no mês de julho (21,6 °C). A umidade relativa média é de 78,52%.

A temperatura média no período de realização do experimento no mês mais quente situou-se em torno de 31,43 °C fora e 42,67°C no interior do abrigo telado; já no mês mais frio, os valores variaram de 26,56 °C fora e 29,87°C dentro do ambiente telado, com umidade relativa do ar no mês mais quente de 60,25% fora e 49% dentro do ambiente telado; no mês mais frio 84% fora e 56% dentro do abrigo telado.

O substrato utilizado na experimental foi caracterizado como LATOSSOLO Vermelho Amarelo distrófico de textura arenosa, não salino (SANTOS et al., 2006), coletado nos primeiros 20 cm de profundidade. Após a coleta do material as amostras foram transportadas para o laboratório de DSER/CCA/UFPB a fim de destorroa-las e seca-las. Amostras de solo depois de passadas em peneira de 2 mm de malha, foram caracterizadas fisicamente e quanto à fertilidade, empregando as metodologias compiladas pela Embrapa (1997). Foram caracterizadas também quanto à salinidade do extrato de saturação conforme Richards (1954), cujos resultados estão indicados na (Tabela 1).

**Tabela 1.** Caracterização física e química quanto à fertilidade e salinidade do solo nos primeiros 20 cm de profundidade.

Atributos Físicos	Valor	Atributos da Fertilidade	Valor	Atributos da Salinidade	Valor
Ds (g cm <sup>-3</sup> )	1,32	pH em água (1: 2,5)	6,12	CEes ( dS m <sup>-1</sup> )	0,88
Dp (g cm <sup>-3</sup> )	2,45	MO (g Kg <sup>-1</sup> )	12,22	pH	6,85
Pt (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,43	P (mg dm <sup>-3</sup> )	0,98	Ca <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,34
Areia (g kg <sup>-1</sup> )	446	K <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	76,01	Mg <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,36
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	67	Ca <sup>+2</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,48	Na <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,54
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	432	Mg <sup>+2</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,49	K <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	96
Ada (g kg <sup>-1</sup> )	45	Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,44	Cl <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	3,25
GF (%)	89,58	H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,45	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	-
ID (%)	10,41	Al <sup>+3</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,55	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,16
U <sub>cc</sub> (g kg <sup>-1</sup> )	16,84	SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,60	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,19
U <sub>pmp</sub> (g kg <sup>-1</sup> )	6,44	CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	8,24	RAS (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>1/2</sup>	0,46
Ad (g kg <sup>-1</sup> )	4,55	V (%)	31,59	PST (%)	6,55

Ds = Densidade do solo; Dp = Densidade de partícula; Pt = Porosidade total; Ada = Argila dispersa em água; GF= Grau de floculação=[(Arg<sub>t</sub>-Arga)/Arg<sub>t</sub>\*100]; ID= Índice de dispersão; U<sub>cc</sub> e U<sub>pmp</sub> = respectivamente umidade do solo às tensões de -0,01 e -1,5 MPa; Ad = Águas disponível; MO = Matéria orgânica; SB = Soma de bases (Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup> + Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>); CTC = Capacidade de troca catiônica = SB + (H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>); V = Valor de saturação por bases (100 x SB/CTC); CEes = Condutividade elétrica do extrato de saturação; RAS = Relação de adsorção de sódio = Na<sup>+</sup> ÷ [(Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>)/2]<sup>1/2</sup>; PST = Percentagem de sódio trocável (100 x Na<sup>+</sup>/ CTC).

Utilizou-se vasos plásticos com diâmetro de 26,11 cm de base e 35 cm de altura, com capacidade máxima para 20 dm<sup>3</sup>. Contudo, cada unidade experimental tinha apenas 15 dm<sup>3</sup> de substrato. Na base foi posto uma camada de 2 cm de espessura de brita grossa (nº. 20) e uma camada de mesma espessura de areia fina lavada. Cada unidade experimental foi constituída por apenas uma planta de nim por vaso plástico obedecendo ao sistema de padronização de mudas (Fig. 1).

A distribuição dos tratamentos foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, arranjados em esquema fatorial

tipo 5x2x2, correspondendo a cinco níveis de salinidade da água de irrigação: 0,5; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>, avaliados no solo sem e com biofertilizante bovino na forma líquida, sem e com de drenagem do solo para lixiviação dos sais. O valor da condutividade elétrica de cada tipo de água usada para irrigação foi obtido pela diluição de uma água de barragem fortemente salina (12,76 dS m<sup>-1</sup>) proveniente do açude jacarezinho locado do município de Remígio-PB. Dessa forma foi adicionada água não salina de condutividade elétrica (0,5 dS m<sup>-1</sup>) como procederam também Souto et al. (2013) e Medeiros et al. (2013).



**Figura 1.** Plantas de nim testadas no substrato sem e com biofertilizante bovino, na ausência e presença de drenagem do solo avaliados no período de 180 DAS.

As plantas foram irrigadas diariamente com cada tipo de água com volume suficiente para manter o solo com umidade próximo à capacidade de campo, registrando-se cada volume aplicado. Essas irrigações foram realizadas

com água não salina (CEa = 0,5 dS m<sup>-1</sup>) e águas salinas (CEa = 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 dS m<sup>-1</sup>) e a cada 15 dias foram efetuadas lavagens em cada tratamento ou balde plástico com a finalidade de lixiviar os sais presente na região

rizosférica com cada tipo de água utilizada na irrigação das plantas.

Para constituir o sistema de drenagem dos tratamentos, cada tratamento ou balde plástico recebeu um sistema de drenagem, uma mangueira na base e no interior de cada balde de 20 L, foi inserido uma camada de 2 cm de brita zero + 2 cm de areia lavada. Na parte inferior dos vasos foram conectadas mangueiras de PVC 5/16" x 0,8 mm para drenagem da água percolada até garrafas PET de dois litros para medição do pH e da condutividade elétrica do percolado (Fig. 1).

O sistema de drenagem do solo foi iniciado aos 63 dias após a emergência das plântulas e a cada quinzena do mês foi realizada uma lavagem do solo. Inicialmente irrigavam-se as plantas diariamente com cada tipo de água não salina e salina, registrando-se cada valor aplicado. No sétimo dia, fornecia-se água até o solo iniciar o processo de drenagem, momento de saída de águas pelas mangueiras em cada tratamento, nesse ponto, mais um volume de cada tipo de água correspondente a 10% do volume aplicado foi adicionado para garantir a lavagem do solo e, posteriormente início do processo de lixiviação dos sais. Após cessar a drenagem, foi quantificado o volume de água percolado, volume de água retido no solo, o pH da solução e por fim, a condutividade elétrica do material percolado. Em seguida somavam-se ao volume total aplicado no sétimo dia com os volumes fornecidos diariamente e este era o volume utilizado no cálculo do consumo semanal das plantas. A água de drenagem caracterizou-se como material potencialmente poluente em termos da concentração de sais solúveis, tornando-se impróprio para reutilização agrícola conforme procedeu também Diniz et al. (2013).

O biofertilizante bovino foi preparado a partir da mistura de partes iguais de esterco fresco de bovino e água (não salina e não clorada), em biodigestor através do processo de fermentação anaeróbica, durante período de 30 dias, conforme procedeu Mesquita et al. (2012). Dois dias antes da sementeira, o biofertilizante foi diluído em água na proporção de 1:1 e aplicado em volume equivalente a 10% do volume do substrato (15 dm<sup>3</sup>). Para a manutenção do sistema anaeróbico, o que foi fechado hermeticamente, foi conectada na extremidade do biodigestor uma mangueira de 4 mm de diâmetro na base superior (Tampa), e depois a outra extremidade da mangueira foi posta para fora do biodigestor ficando dentro de uma garrafa tipo PET 2 L contendo água. Por ser aplicado na forma líquida, o biofertilizante foi avaliado como se fosse água para irrigação e apresentou os seguintes valores: Ca<sup>2+</sup> = 1,22, Mg<sup>2+</sup> = 0,56, Na<sup>+</sup> = 2,59, K<sup>+</sup> = 0,12, Cl<sup>-</sup> = 3,21; HCO<sub>3</sub> = 0,46, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> = 0,42 mmol L<sup>-1</sup> e condutividade elétrica a 25 °C = 3,29 dS m<sup>-1</sup> e pH = 6,37 (Richards, 1954).

Em cada unidade experimental foram semeadas 6 sementes de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) com viabilidade de 88%. Aos 35 dias após a emergência, foi realizado desbaste das plântulas deixando-se apenas duas plântulas mais vigorosas por vaso. Após a sementeira foi feito o monitoramento para registro da primeira contagem das plântulas normais emergidas e realizadas contagens

diárias até o final da emergência para avaliação do índice de velocidade de emergência.

Ao final do experimento aos 180 DAS, foram determinados: área radicular através de imagens obtidas com câmera fotográfica digital Sony 8.0 e processadas pelo software Sigma Scan Pro 5.0 Demo bem como processadas posteriormente no programa computacional DDA conforme metodologia apresentada por Otoniel et al. (2008). O material vegetal seco (raiz+folhas) foi obtido após secagem em estufa com circulação de ar forçada à temperatura de 65° C até massa constante. Após a secagem final, foi obtida a matéria seca em balança eletrônica digital com precisão de 0,01g.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste "F" e regressão polinomial para os níveis de salinidade (BANZATTO & KRONKA, 2008). Para o processamento dos dados foi utilizado o programa SAS (SAS INSTITUTE Inc, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

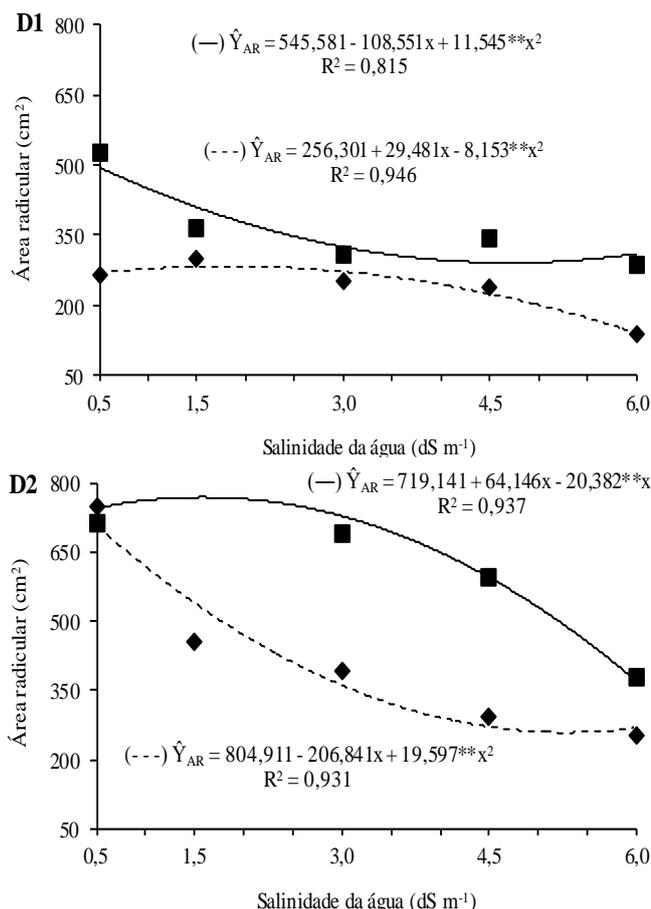
As plantas de nim avaliadas no período de 180 DAS no solo sem drenagem do solo, reduziram sua área radicular drasticamente de 269 a 139,67 e 494,13 a 309,91 cm<sup>2</sup>, isto é, no solo sem e com biofertilizante bovino, respectivamente (Figura 2D1). No entanto, os valores no solo com drenagem do solo (Figura 2D2), as mudas de nim apresentaram área radicular com oscilação acentuada de 706,39 a 269,11 e 746,11 a 370,31 cm<sup>2</sup>, ou seja, no solo sem e com o insumo orgânico referente a menor e maior nível da salinidade da água de irrigação (0,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>). Nesse caso, constata-se que a aplicação do insumo orgânico atenuou os efeitos negativos da salinidade e estimulou a produção de substâncias vitais como proteínas, açúcares, carboidratos promovendo o crescimento das plantas em meio salino (BORASTE et al., 2009; PATIL, 2010).

A maior expansão radicular das plantas no solo com biofertilizante, em geral é resposta da melhor condição física proporcionada ao substrato pelas substâncias húmicas (LIANG et al., 2005), assim como, ao maior acúmulo de solutos orgânicos como carboidratos solúveis e outras substâncias como prolina nas plantas elevando a capacidade de ajustamento osmótico (BAALOUSHA et al., 2006; SUCRE et al., 2011).

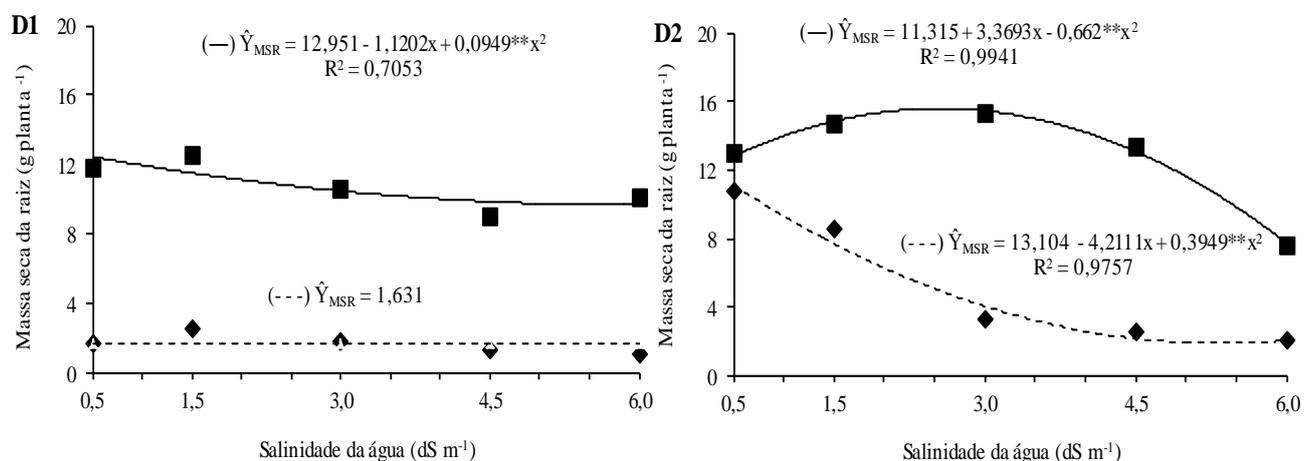
Aos 180 DAS no solo sem a drenagem agrícola, os valores referentes a massa seca de raiz variaram de 1,63 a 12,41 g planta<sup>-1</sup>, visto que é no solo sem e com biofertilizante bovino, respectivamente (Figura 3D1). Haja vista, os valores tratados no solo com a drenagem do solo (Figura 3D2), as mudas de nim apresentaram massa seca de raiz incrementada de 1,88 até 15,60 g planta<sup>-1</sup>, ou seja, no solo sem e com insumo orgânico correspondendo a maior e menor salinidade estimada da água de irrigação (5,31 e 2,55 dS m<sup>-1</sup>).

Essa situação indica como verificada para as demais variáveis que mesmo com a supremacia dos valores nos tratamentos com o insumo orgânico, o biofertilizante ameniza, mas não elimina os efeitos degenerativos da salinidade da água e do solo às plantas de nim. De fato, o

biofertilizante bovino na forma líquida, promove a melhoria físico-hídrica do substrato resultando em maior espaço poroso para o crescimento radicular (MELLEK et al., 2010).



**Figura 2.** Área radicular de mudas de nim avaliados no solo sem (- - -) e com (—) biofertilizante bovino, testados na ausência (D<sub>1</sub>) e presença (D<sub>2</sub>) do sistema de drenagem do solo em função da salinidade da água de irrigação testada aos 180 DAS.



**Figura 3.** Massa seca de raiz de mudas de nim testados no solo na ausência (- - -) e presença (—) de biofertilizante bovino testados no solo sem (D<sub>1</sub>) e com (D<sub>2</sub>) do sistema de drenagem do solo em função da salinidade da água de irrigação testada aos 180 DAS.

Promove também a 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 como concluído por Asik et al. (2009) e Silva et al. (2011) em trigo e milho respectivamente sob irrigação com águas salinas. Esses dados estão bem acima dos apresentados por Caldeira Júnior et al. (2007) e Freire et

al. (2010) constataram que na cultura do nim a massa seca de raiz (MSR) alcançou valor máximo de 4,25 g planta<sup>-1</sup> na saturação por bases de 35,23 (%) contra 2,20 g planta<sup>-1</sup>.

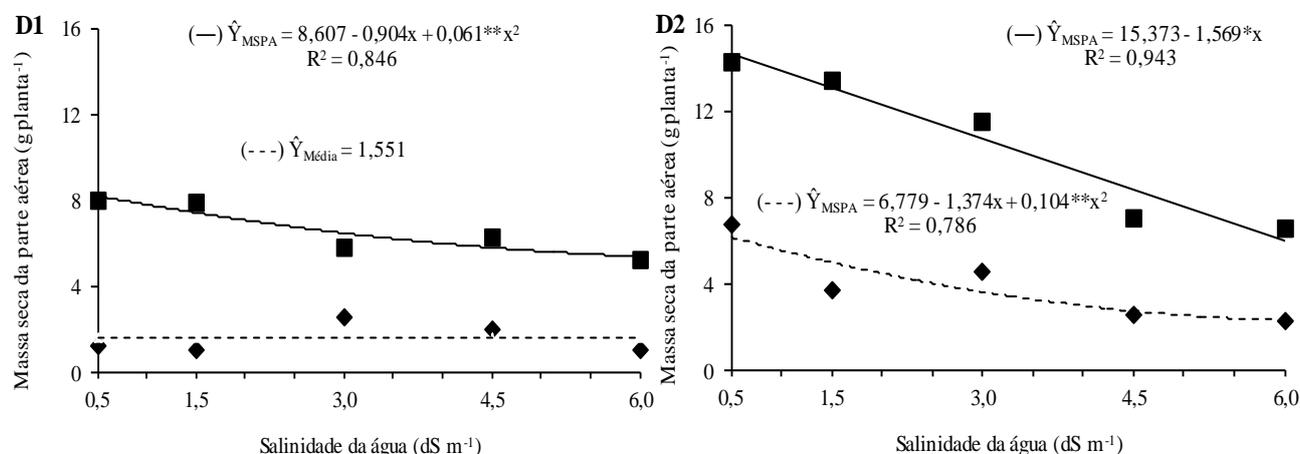
Fazendo inferência aos tratamentos sem a drenagem agrícola, os valores da massa seca da parte aérea variaram de 1,55 até 8,17 g planta<sup>-1</sup>, ou seja, no solo sem e com biofertilizante bovino, respectivamente (Figura 4D1). Apesar da elevada dispersão dos dados em relação às plantas no solo com drenagem (Figura 4D2), as mudas de nim tiveram a massa seca da parte aérea reduzida de 6,11 a 2,27 e 14,58 a 5,95 g planta<sup>-1</sup> avaliados no solo sem e com composto orgânico, ambas as situações correspondem a menor e maior salinidade da água estimada (0,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>).

Nessas condições, as perdas na acumulação de biomassa da parte aérea das plantas são, na maioria dos casos, provocadas pela abscisão e redução da área foliar, em função da senescência precoce pela ação tóxica do excesso de sais na água de irrigação (TAIZ & ZEIGER, 2009).

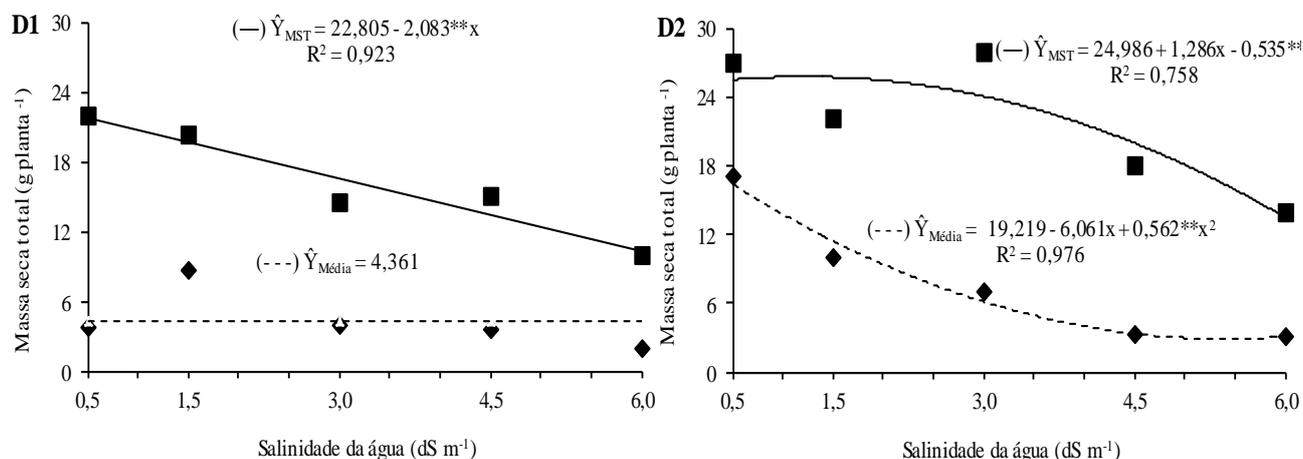
O estímulo à produção de biomassa pode ser devida à melhoria física e química promovida pelas substâncias

húmicas liberadas pelo biofertilizante ao substrato. Esse fenômeno contribui para maior capacidade de exploração do sistema radicular, resultando em maior ajustamento osmótico evidenciado pelos maiores valores de biomassa no solo com drenagem agrícola (LIANG et al., 2005; MELLEK et al., 2010), inclusive aos efeitos dos fitorhônios e fitoestimulantes contidos no biofertilizante, como as auxinas que induzem o crescimento vegetal (SANTOS & AKIBA, 1992).

No final do experimento aos 180 DAS, no solo testado na ausência da drenagem do solo, os dados inerentes à massa seca total variaram de 4,36 até 21,76 g planta<sup>-1</sup>, ou seja, no solo sem e com biofertilizante bovino, respectivamente (Figura 5D1). No entanto, os dados avaliados no solo com sistema de drenagem (Figura 5D2), as mudas de nim tiveram sua massa seca total reduzida de 16,32 a 3,07 contra 25,49 a 13,43 g planta<sup>-1</sup>, isto é, no solo sem e com biofertilizante bovino, correspondendo a menor e maior salinidade estimada da água de irrigação (0,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>).



**Figura 4.** Massa seca de raiz de mudas de nim testados no solo na ausência (- - -) e presença (—) de biofertilizante bovino testados no solo sem (D<sub>1</sub>) e com (D<sub>2</sub>) do sistema de drenagem do solo em função da salinidade da água de irrigação testada aos 180 DAS.



**Figura 5.** Massa seca total de mudas de nim cultivados no substrato não salino na ausência (- - -) e presença (—) de biofertilizante bovino fermentado, avaliados no solo na sem (D<sub>1</sub>) e com (D<sub>2</sub>) sistema de drenagem do solo em função da irrigação com águas salinas no período de 180 DAS.

Ao relacionar o valor médio de 4,361 g planta<sup>-1</sup> com o valor de 21,75 g planta<sup>-1</sup> referente ao menor carácter da salinidade da água, se constata que o insumo orgânico promoveu um aumento de 398,85% na produção de biomassa total das plantas comparada ao solo sem biofertilizante.

Tendência semelhante foi encontrada por Freire et al. (2010) ao verificarem na massa seca total das mudas de nim em função da salinidade da água perda de rendimento a partir 0,50 dS m<sup>-1</sup> aos 45 DAE. Foram registradas também por Nunes et al. (2009), Rebequi et al. (2009) e Cavalcante et al. (2010) ao avaliarem os efeitos do biofertilizante bovino e da irrigação com águas salinas durante o crescimento inicial de noni (*Morinda*

*centrifolia*), limão cravo (*Citrus limonia* Obeck) e de goiabeira Paluma (*Psidium guajava*).

## CONCLUSÃO

O biofertilizante bovino e o sistema de drenagem proporcionaram melhorias na produção de biomassa das mudas de nim (raiz + parte aérea + total) em relação ao solo sem o respectivo insumo, independentemente do nível de salinidade das águas de irrigação.

O biofertilizante mitiga, mas não elimina a ação da salinidade da água e do solo às plantas de nim.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASIK, B. B.; TURAN, M. A.; CELIK, H.; KATKAT, A.V. Effects of humic substances on plant growth and mineral nutrients uptake of wheat (*Triticum durum* cv. Salihli) under conditions of salinity. **Asian Journal Crop Science**. v. 1, p. 87-95, 2009.
- AZEVEDO, A. I. B.; LIRA, A. S.; CUNHA, L. C.; ALMEIDA, F. A. C.; ALMEIDA, R. P. Bioatividade do óleo de nim sobre *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) em sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.3, p. 309–313, 2010.
- BAALOUSHA, M.; HEINO, M. M.; LE COUSTOMER, B. K. Conformation and size of humic substances: effects of major cation concentration and type, pH, salinity and residence time. Calloides and surface A: **Physicashem. Eng. Aspects**. New York. v. 222, p. 48-55, 2006.
- BANZATTO, D A; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: UNESP, 247pp. 2008.
- BORASTE, A.; VAMSI, K. K.; JHADAV, A.; KHAIRNAR, Y.; GUPTA, N.; TRIVEDI, S.; PATIL, P.; GUPTA, G.; GUPTA, M.; MUJAPARA, A. K.; JOSHIEMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual B. BIOFERTILIZERS: A novel tool for agriculture de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: MBA, **International Journal of Microbiology Research**, v. 11997. 212p. n. 2, p. 23-31pp, 2009.
- CALDEIRA JÚNIOR, C. F.; FERNANDES, L. A.; MARTINS, E. R.; SANTOS, A. M.; De PAULA, T. O. M.; ALVARENGA, I. C. A. Níveis de saturação por bases para a produção de mudas de nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.9, n.4, p.80-85, 2007.
- CASTRO, S. I.; FERROL, N.; BAREA, J. M. Analyzing the community composition of arbuscular mycorrhizal fungi colonizing the roots of representative shrubland species in a Mediterranean ecosystem. **Journal of Arid Environments**. v. 80, p. 1-9, 2012.
- 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**, Jaboticabal, v. 32, p. 251-261, 2010.
- CHATURVEDI, P.; BAG, A.; RAWAT, V.; JYALA, N. S.; SATYAVALI, V.; JHA, P. K. Antibacterial Effects of *Azadirachta indica* Leaf and Bark Extracts in Clinical Isolates of Diabetic Patients. **New Journal International Research Molecular**, v. 2, n. 1, p. 5-9, 2011.
- DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. in: **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em salinidade. Fortaleza, 2010.
- DINIZ, B. L. M. T.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; LIMA NETO, A. J.; NUNES, J. C.; DINIZ NETO, M. A. Crescimento inicial e consumo hídrico de nim submetido ao estresse salino e biofertilizante bovino. **Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v.8, n.3, p.470-475, 2013.
- FREIRE, A. L. O.; SOUSA FILHO, G. M.; MIRANDA, J. R. P.; SOUTO, P. C.; ARAÚJO, L. V. C. Crescimento e nutrição mineral do nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) e cinamomo (*Melia azedarach* Linn.) submetidos à salinidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 207-215, 2010.
- GARCÍA, B. L.; ALCÁNTARA, L. P.; FERNÁNDEZ, J. L. M. Soil tillage effects on monovalent cations (Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup>) in vertisols soil solution. **Catena**, Espanha, v. 84, p. 61–69, 2011.
- LIANG, Y. C.; S. I, J.; NIKOLIC, M.; PENG, Y.; CHENG, W.; JIANG, Y. Organic manure stimulates

- biological activity barley growth in soil subject to secondary salinization. *Soil Biology and biochemistry*. **Acta Horticulturae**, v. 37, p. 1185-1195, 2005.
- MARTINS, M. O.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; AZEVEDO NETO, A. D.; SANTOS, M. G. Crescimento de plantas jovens de nim-indiano (*Azadirachta indica* A. Juss.) sob diferentes regimes hídricos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 34, n. 5, p. 771-779, 2010.
- 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**. v. 15, n. 5, p. 505-511, 2011.
- MEDEIROS, R. F.; CAVALCANTE, L. F.; RODRIGUES, R. M.; MESQUITA, F. O.; BRUNO, R. L. A.; FERREIRA NETO, M. Uso de biofertilizantes e águas salinas em plantas de *Lycopersicon pimpinellifolium* L. **Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v.8, n.1, p.156-162, 2013.
- MELLEK, J. E.; DIECKOW, J.; SILVA, V. L.; FAVARETTO, N.; PAULETTI, V.; VEZZANI, F. M.; SOUZA, J. L. M. Dairy liquid manure and no-tillage: Physical and hydraulic properties and carbon stocks in a Cambisol of Southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 110, p. 69-76, 2010.
- 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. **Revista Ciencia del Suelo**, v. 30, n. 12, p. 1-11, 2012.
- NEVES, E. J. M. & CARPANEZZI, A. A. Prospecção do Cultivo do nim (*Azadirachta indica*) no Brasil. Documentos, v. 185, n. 1, **Embrapa Florestas**, Colombo, PR, 2009. 34p.
- NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; LIMA NETO, A.; 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**, v. 6, n. 2, p. 451-463, 2009.
- OTONIEL, G. L. F.; ROSSI, F. D.; Andrighetto, C. **Determinador digital de áreas**. v. 1.2 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2008.
- PATIL, N. M. Biofertilizer effect on growth, protein and carbohydrate content in stevia rebaudiana var bertonii. **Recent Research in Science and Technology**, v. 2, n. 10, p. 42-44, 2010.
- REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; NUNES, J. C.; DINIZ, A. A.; BREHM, M. A. S.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. Produção de mudas de limão cravo em substrato com biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 32, p. 219-228, 2009.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Salinity Laboratory, 60. Agriculture Handbook, 1954. 160p.
- SANTOS, A. C. V. & AKIBA, F. **Biofertilizante líquido: uso correto na agricultura alternativa**. Seropédica: UFRRJ, Impr. Universidade., 1992. 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/STAT 2003: **user's guide: statistics version 9.1** Cary, 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**, Lavras, v. 17, n. 1, p. 17-22, 2011.
- SOUTO, A. G. L.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, A. M.; MESQUITA, F. O.; LIMA NETO, A. J. Comportamento do noni à salinidade da água de irrigação em solo com biofertilizante bovino. **Irriga, Botucatu**, v. 18, n. 3, p. 442-453, 2013.
- SUCRE, B.; SUÁRES, N. Effect of salinity and PEG-induced water stress on water status, gas exchange, solute accumulation, and leaf growth in *Ipomoea pes-caprae*. **Environmental and Experimental Botany**, Venezuela, n. 70, p. 192-203, 2011.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4° ed. Porto Alegre-RS. Artmed, 2009. 719p.
- YANG, J.; ZHANG, L.; HIRA, D.; FUKUZAKI, Y.; FURUKAWA, K. Anammox treatment of high-salinity wastewater at ambient temperature. **Bioresource Technology**. v. 102, p. 2367-2372, 2011.