

Qualidade de mudas de manga (var. Maranhão) irrigadas com água salina e uso de biofertilizante bovino

Sebastiana Joelma de Azevedo Santos ^[1], José Lucínio de Oliveira Freire ^[2],
George Henrique Camêlo Guimarães ^[3], Tadeu Macryne Lima Cruz ^[4]

[1] joelmaifpbpicuiy@gmail.com. [2] lucinio@folha.com.br. [3] george.guimaraes@ifpb.edu.br. [4] tadeumacryne@yahoo.com.br. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Picuí.

RESUMO

A mangueira (var. Maranhão) é uma frutífera de grande relevância em regiões de clima semiárido. O conhecimento sobre o efeito da salinidade no crescimento das mudas ainda é, entretanto, incipiente. A fase de formação de mudas assume grande importância para o estabelecimento de plantas vigorosas no campo. Diante disso, esta pesquisa foi conduzida com o objetivo de avaliar as mudas de manga (var. Maranhão) irrigadas com diferentes níveis salinos em substrato com e sem biofertilizante bovino. O experimento foi instalado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Picuí, em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, em arranjo fatorial 6 x 2, correspondente a seis níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,5; 2,0; 3,5; 5,0; 6,5 e 8,0 dS m⁻¹), em substratos sem e com biofertilizante bovino. O substrato foi obtido a partir de uma mistura de solo e parte de esterco bovino, na proporção 2:1. O biofertilizante bovino foi obtido 30 dias antes da semeadura, a partir da fermentação aeróbica de esterco fresco. A massa seca da folha foi afetada em consequência do aumento da salinidade na solução do solo e da diminuição da disponibilidade e da absorção de água. Porém, nos tratamentos com biofertilizante bovino, a massa seca da folha foi significativamente superior em relação ao solo sem o insumo orgânico. Constatou-se que as diferenças entre os valores das plantas cultivadas em substratos com biofertilizante superaram as das plantas cultivadas em substratos sem biofertilizante. Conclui-se que o aumento nos níveis salinos da água utilizada para irrigação prejudica o crescimento das mudas de mangueira (var. Maranhão), principalmente após 3,5 dS m⁻¹ de condutividade elétrica, e que a utilização do biofertilizante líquido bovino promove a formação de mudas de melhor qualidade, com maior crescimento e acúmulo de massa seca.

Palavras-chave: Insumo orgânico. *Mangifera indica*. Produção de mudas. Salinidade. Semiárido.

ABSTRACT

The mango tree (var. Maranhão) is a fruit of great relevance in regions with semiarid climate. However, knowledge about the effect of salinity on seedling growth is still incipient. The seedling formation phase is of great importance for the establishment of vigorous plants in the field. Therefore, the research was conducted with the objective of evaluating the mango (var. Maranhão) seedlings irrigated with different saline levels in substrate with and without bovine biofertilizer. The experiment was installed in the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Picuí, in a randomized block design with four replications, in a 6 x 2 factorial arrangement, corresponding to six levels of electrical conductivity of irrigation water (0,5; 2,0; 3,5; 5,0; 6,5 and 8,0 dS m⁻¹), on substrates without and with bovine biofertilizer. The substrate was obtained from a mixture of soil and part of bovine manure in a 2: 1 ratio. The bovine biofertilizer was obtained, 30 days before sowing, from the aerobic fermentation of fresh manure. The dry mass of the leaf was affected as a consequence of the increase of the salinity in the soil solution and, consequently, the decrease of the availability and the absorption of water. However, in the treatments with bovine biofertilizer, the leaf dry mass was significantly higher in relation to the soil without the organic input. It was verified that the differences between the values of the plants cultivated in substrates with biofertilizer surpassed those of plants cultivated in substrates without biofertilizer. It is concluded that the increase in saline levels of water used for irrigation impairs the growth of mango trees (var. Maranhão), mainly after 3,5 dS m⁻¹ of electrical conductivity and that the use of the bovine liquid biofertilizer promotes the formation of seedlings of better quality, with higher growth and accumulation of dry mass.

Keywords: Organic input. *Mangifera indica*. Seedling production. Salinity. Semiarid.

1 Introdução

A mangueira (*Mangifera indica*) (var. Maranhão) é uma frutífera de importância socioeconômica para a região semiárida nordestina. O grande potencial para exploração da mangicultura nessa região deve-se às condições edafoclimáticas favoráveis, como solo bem drenado associado a elementos climáticos como radiação solar e temperaturas elevadas (MOURA *et al.*, 2015). Pouco se tem estudado, porém, sobre o efeito da salinidade no crescimento de mudas de manga (var. Maranhão) nessa região.

A fase de formação de mudas assume grande importância para o estabelecimento de plantas vigorosas no campo (ARAÚJO *et al.*, 2015) e constitui-se em uma importante tecnologia no processo produtivo, de baixo custo e de fácil preparação. Para a implantação de pomares, a produção de mudas de qualidade é estratégia para o êxito da exploração econômica (FREIRE *et al.*, 2010).

No semiárido paraibano, principalmente nas microrregiões do Seridó e Curimataú, os problemas existentes sobre o cultivo da mangueira referem-se não somente à ocorrência de pragas e doenças (PINTO; SILVA; PINTO, 2009), mas também à escassez de água de boa qualidade, sendo necessário o uso de águas com teores salinos elevados, que oferecem restrições às culturas, em parte responsáveis pela redução no crescimento das plantas e pela salinização do solo (DIAS *et al.*, 2011).

O problema da salinização dos solos ocorre, principalmente, nas regiões áridas e semiáridas do mundo, causada tanto por agentes antrópicos (utilização de água com alta concentração de sais) como naturais (precipitação pluviométrica limitada, baixa atividade bioclimática, menor grau de intemperização e drenagem deficiente) (HOLANDA *et al.*, 2007).

Quando as plantas ficam submetidas a algum tipo de estresse, principalmente salino, são capazes de realizar alterações fisiológicas, morfológicas e anatômicas que resultam em mudanças no seu metabolismo, refletindo os efeitos do estresse na redução do crescimento e produtividade (FREIRE *et al.*, 2016).

Para amenizar os efeitos deletérios dos sais às mudas, estratégias são testadas, destacando-se o uso do biofertilizante líquido bovino. Produzidos a partir de resíduos animais, biofertilizantes líquidos têm sido utilizados pelos agricultores do mundo inteiro por centenas de anos, com o objetivo de aumentar

a produção agrícola e a qualidade do solo, além de causar menores impactos edáficos, climáticos e econômicos (SILVA *et al.*, 2013).

Estes produtos, todavia, apresentam características químicas, físicas e biológicas bastante diversas, como teores de nutrientes e relação C:N, que conferem uma variabilidade muito alta em termos de qualidade e desempenho agrícola (RIBEIRO-SILVA *et al.*, 2013).

Com isso, o biofertilizante líquido bovino pode ser uma alternativa para atenuar os efeitos da salinidade do solo, viabilizando o uso de águas salinas durante a formação de mudas.

Diante da relevância socioeconômica da manga (var. Maranhão) para as microrregiões do Seridó e Curimataú Paraibano, onde naturalmente há presença de sais nas águas de poços utilizadas para irrigação, a pesquisa foi conduzida com o objetivo de avaliar a qualidade de mudas de manga (var. Maranhão) utilizando-se água de diferentes níveis salinos em substrato com e sem biofertilizante bovino.

2 Metodologia

A pesquisa foi conduzida em viveiro telado no Setor de Produção Vegetal da Coordenação de Agroecologia e no Laboratório de Solos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Picuí. O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizado, com quatro repetições, em arranjo fatorial 6 x 2, correspondente a seis níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,5; 2,0; 3,5; 5,0; 6,5 e 8,0 dS m⁻¹), em substratos sem e com biofertilizante bovino, com três plantas por parcela, totalizando 144 unidades experimentais.

As mudas de manga (var. Maranhão) foram produzidas em garrafas PET, com capacidade para 2 dm³, com drenos, para facilitar a lixiviação dos sais. As mangas foram adquiridas na feira livre local. Após o despolpamento, foi retirada a proteção externa, deixando-se apenas a amêndoa. Foi semeada uma única amêndoa por tratamento, selecionando-se o embrião mais vigoroso após 20 dias da semeadura.

O substrato foi obtido a partir de uma mistura de solo e parte de esterco bovino, na proporção 2:1. O solo utilizado para substrato foi coletado na camada de 0 cm a 20 cm de profundidade, passado em peneira de 4 mm de malha e, após as análises físicas, classificado como Neossolo Regolítico Distrófico, conforme os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SIBCS (EMBRAPA, 2013).

Os níveis salinos utilizados na irrigação foram preparados a partir da diluição de uma água fortemente salina, com condutividade elétrica da água (CEa) de 7,5 dS m⁻¹, coletada do açude do Limeira, localizado no município de Picuí (PB), e água de baixa salinidade, com condutividade elétrica da água (CEa) de 0,2 dS m⁻¹, procedente de poço do Sítio Várzea Verde, no município de Frei Martinho (PB), com complementação de concentração salina com NaCl para o nível máximo da condutividade elétrica até 8,0 dS m⁻¹.

O biofertilizante bovino foi obtido 30 dias antes da sementeira, a partir da fermentação aeróbica do esterco fresco (teor de MO 82,17 g/kg⁻¹ e relação C/N 16:1) de vacas em lactação, misturado com água não clorada, de baixa salinidade (0,2 dS m⁻¹), na proporção de 1:1 (25 litros de cada componente), em temperatura ambiente, por um período de 30 dias (FREIRE *et al.*, 2010).

As irrigações com os respectivos níveis salinos foram efetuadas com frequência de dias alternados. Os tratamentos com conteúdo salino foram iniciados 15 dias após a sementeira.

Aos 30 e 60 dias após a sementeira, foram avaliados, nas mudas de manga 'Maranhão': massa seca da folha (MSF), do caule (MSC) e da raiz (MSR); massa seca da parte aérea (MSPA); massa seca total (MST); razão massa seca da parte aérea/massa seca da raiz (MSPA/MSR); e índice de qualidade de Dickson (IQD) – índice de qualidade das mudas.

Os dados foram interpretados por meio da análise de variância e analisados utilizando o Software SISVAR® (FERREIRA, 2014). Os resultados foram submetidos à análise de regressão polinomial e testados modelos lineares e quadráticos, comparando-se as médias pelo teste de Tukey ao nível de até 5% de probabilidade (BANZATTO; KRONKA, 2006).

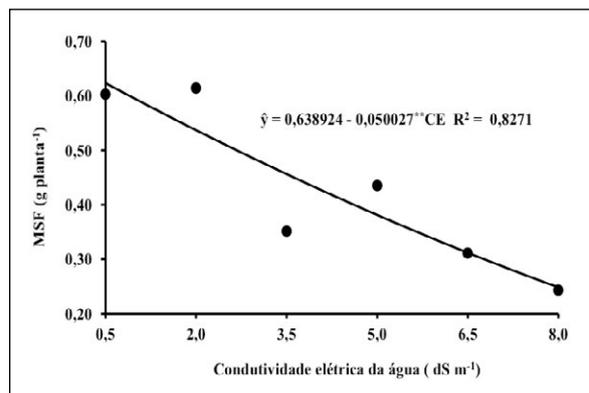
3 Resultados e discussão

A massa seca das folhas da manga foi prejudicada, linearmente, pelo incremento de sais às plantas (Figura 1 A), reduzida de 0,62 a 0,24 g planta⁻¹, com a elevação da salinidade da água de irrigação de 0,5 para 8,0 dS m⁻¹, indicando, como aponta Larcher (2012), que o estresse salino reduz a quantidade de fotoassimilados disponíveis ao crescimento das plantas, não acompanhando a demanda requerida para manutenção de estruturas anatômicas existentes.

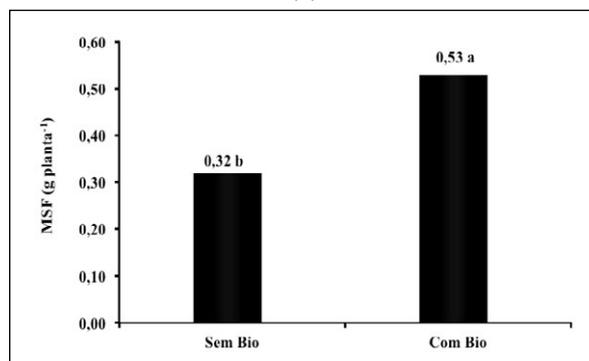
A adição de biofertilizante bovino líquido promoveu uma superioridade de 40% na massa seca da folha da

manga quando comparada com as plantas que não receberam o insumo orgânico, elevando seu valor de 0,32 g planta⁻¹ (sem biofertilizante) para 0,53 g planta⁻¹ (com biofertilizante) (Figura 1 B).

Figura 1 – Massa seca das folhas de mudas de *Mangifera indica* (var. Maranhão) sob estresse salino (A) e em função do uso do biofertilizante bovino (B)



(A)



(B)

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

A massa seca da folha foi afetada em consequência do aumento da salinidade na solução do solo e da diminuição da disponibilidade e da absorção de água.

Esses efeitos negativos nas mudas sob estresse salino, independentemente do uso ou não do biofertilizante bovino, estão associados ao desbalanço nutricional em decorrência da redução da disponibilidade de K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺; à toxidez por elevado teor de íons como o Na⁺, Cl⁻ ou SO₄⁻² nas plantas (YOKOI *et al.*, 2002), com prejuízos nas funções dos sistemas enzimáticos e da síntese proteica, resultando em diminuição na turgescência celular, na abertura estomática e na assimilação líquida de CO₂ e em declínio da eficiência fotossintética, comprometendo, assim, o crescimento e o desenvolvimento das culturas (LACERDA *et al.*, 2001).

O biofertilizante mitigou a ação inibidora dos sais às plantas. Esse efeito positivo do biofertilizante líquido bovino pode estar associado à presença de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, que promovem o crescimento vegetal. As bactérias estimulam a produção de ácido indol acético (AIA), um fito-hormônio de importância relevante às plantas, por estimular o aumento da alongação celular e atuar na divisão e diferenciação celular (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001).

Pereira *et al.* (2012), ao estudarem a influência da salinidade sobre o crescimento e a produção de ácido indol acético de *Burkholderia* spp. endofíticas de cana-de-açúcar, observaram que as linhagens de bactérias estudadas (*B. gladioli* e *B. heleia*) apresentaram bom crescimento nas concentrações de até 10 g.L⁻¹ de NaCl, podendo-se sugerir que as duas linhagens necessitem de certa quantidade de sal para se desenvolverem satisfatoriamente. Dessa forma, as bactérias presentes no biofertilizante podem produzir AIA e atuar no crescimento vegetal, mesmo na presença de sais.

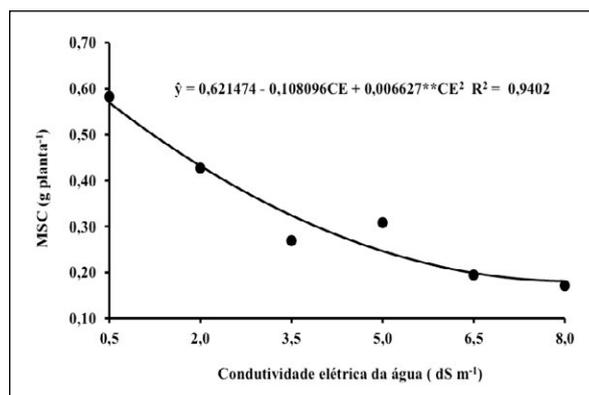
Resultados semelhantes ao deste trabalho, com ação inibidora dos sais às plantas, foram obtidos também por Cavalcante *et al.* (2010) e Nunes *et al.* (2009), ao obterem maior crescimento de plantas de goiabeira (*Psidium guajava*) e noni (*Morinda citrifolia*) em substratos com biofertilizante bovino.

Nunes *et al.* (2012), ao trabalharem com mudas de nim (*Azadirachta indica*), observaram que a adição do biofertilizante bovino promoveu maior crescimento em altura das plantas, uma vez que os valores aumentaram de 22,1 para 34,6 cm, com superioridade de 56,6% em comparação com as dos tratamentos sem o insumo orgânico.

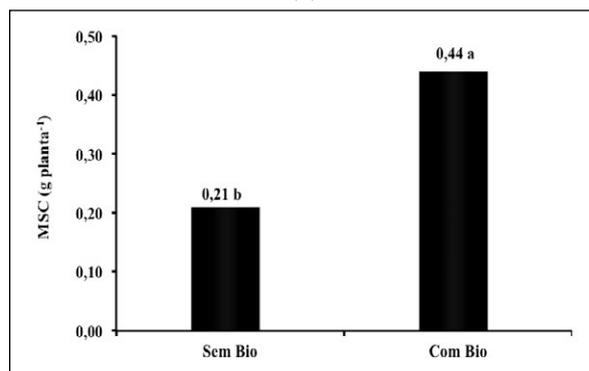
A massa seca do caule das mudas de *Mangifera indica* foi prejudicialmente afetada pela elevação do conteúdo iônico presente na água de irrigação (Figura 2 A). Os valores da massa seca do caule das plantas foram de 0,58 (0,5 dS m⁻¹), 0,43 (2,0 dS m⁻¹), 0,29 (3,5 dS m⁻¹), 0,32 (5,0 dS m⁻¹), 0,21 (6,5 dS m⁻¹) e 0,19 g planta⁻¹ (8,0 dS m⁻¹).

A massa seca do caule de mudas de manga (var. Maranhão) respondeu aos efeitos isolados do biofertilizante bovino. A aplicação do insumo orgânico elevou em mais de 100% a MSC (Figura 2 B), indicando que o biofertilizante promove a melhoria físico-hídrica do substrato.

Figura 2 – Massa seca do caule de mudas de *Mangifera indica* (var. Maranhão) sob estresse salino (A) e em função do uso do biofertilizante bovino (B)



(A)



(B)

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Esses resultados corroboram os de Correia *et al.* (2005), os quais, estudando o crescimento de duas cultivares de amendoim (BR1 e L7) irrigadas com águas de diferentes níveis de condutividade elétrica (CEa 0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹), verificaram redução progressiva na massa seca do caule, com decréscimo de 3,85% com o aumento unitário da condutividade elétrica na cultivar BR1.

Capitulino *et al.* (2017), pesquisando os aspectos fisiológicos e de crescimento do algodoeiro BRS topázio cultivado com águas salinas, concluíram que a massa seca do caule do algodoeiro foi significativamente influenciada pelo aumento dos níveis salinos (1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) da água de irrigação. Observaram ainda que o aumento da salinidade da água de irrigação proporcionou efeito linear e decrescente, com decréscimos de 28,61% por incremento unitário da CEa, ou seja, quando submeteram as plantas à salinidade da água de 6,0 dS m⁻¹, houve redução

de 0,333 g (33,3%) na MSC, comparando-se com as plantas sob CEa de 1,5 dS m⁻¹.

Com relação ao declínio na produção de biomassa caulinar das mudas irrigadas com águas salinas de até 8,0 dS m⁻¹, Munns e Tester (2008) relatam que a inibição na formação de fotoassimilados no sistema caulinar sob condições salinas pode ser atribuída à redução da fotossíntese, devido à baixa disponibilidade de água.

Ao avaliarem mudas em ambiente salino de maracujazeiro amarelo e de feijão-de-corda, respectivamente, Mesquita *et al.* (2010) e Silva *et al.* (2011) também constataram efeitos benéficos do biofertilizante bovino sobre o desenvolvimento inicial das plantas.

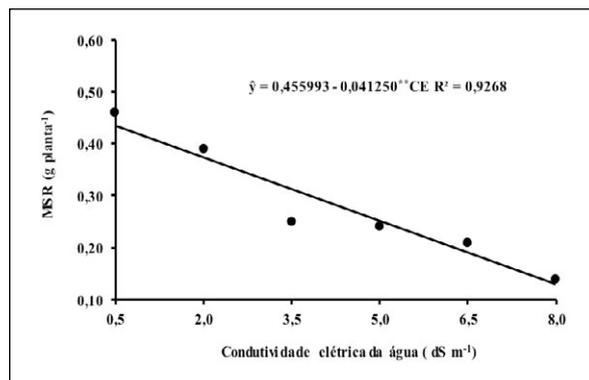
Além dos efeitos promovidos na estruturação física do solo, o esterco bovino líquido, quando aplicado na superfície do substrato, forma uma camada de impedimento às perdas elevadas de água por evaporação, o que possibilita às células vegetais permanecerem túrgidas por mais tempo em relação às plantas que não receberam o biofertilizante (SOUSA *et al.*, 2012).

O aumento da condutividade elétrica das águas comprometeu a massa seca das raízes. O efeito negativo dos tratamentos salinos sobre a massa seca das raízes, de acordo com a análise de regressão, teve efeito linear ($P < 0,01$) e respondeu de forma inversamente proporcional ao incremento da salinidade da água (Figura 3 A).

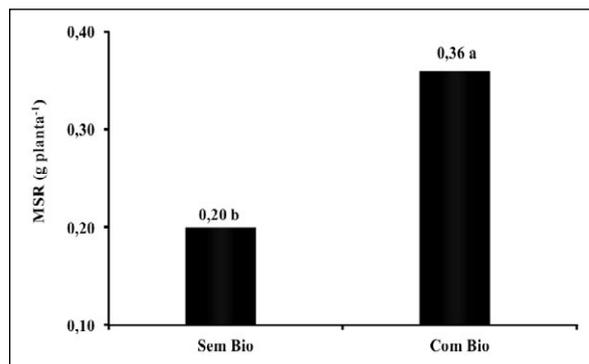
Como para todas as variáveis, nos tratamentos com biofertilizante, a massa seca da raiz foi significativamente superior em relação ao solo sem o insumo orgânico. Constatou-se que as diferenças entre os valores das plantas cultivadas em substratos com biofertilizante (0,36 g planta⁻¹) superaram as das plantas cultivadas em substratos sem biofertilizante (0,20 g planta⁻¹) (Figura 3 B). Ao considerar, entretanto, que no substrato sem biofertilizante as plantas sofreram redução na massa seca da raiz, verifica-se que a aplicação do insumo orgânico estimulou o crescimento das plantas.

Esse estímulo no crescimento das mudas de manga var. Maranhão cultivadas em substratos com o biofertilizante pode estar associado principalmente à atividade microbiana, além da disponibilidade de nutrientes (altos teores de C e N presentes no esterco).

Figura 3 – Massa seca da raiz de mudas de *Mangifera indica* (var. Maranhão) sob estresse salino (A) e em função do uso do biofertilizante bovino (B)



(A)



(B)

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Sá *et al.* (2013a), ao avaliarem o crescimento inicial e acúmulo de massa seca de cultivares de mamoeiro, observaram que, quando submetidas a diferentes condições de salinidade da água (0,3, 2,0 e 3,5 dS m⁻¹), ambas as cultivares de mamoeiro (Sunrise Solo e Tainung 1) tiveram a massa seca da raiz reduzida conforme o aumento da condutividade elétrica.

Ao pesquisarem tratamentos com biofertilizante e águas salinas, Araújo *et al.* (2015) constataram o efeito positivo do insumo orgânico sobre a massa seca da raiz de mudas de pitombeira e que o efeito deletério da salinidade sobre a massa seca da raiz foi menor nas plantas que receberam aplicação de biofertilizante, apresentando uma média máxima de 6,5 g planta⁻¹ no menor nível de salinidade.

Rebequi *et al.* (2009), trabalhando com produção de mudas de limão cravo irrigadas com águas salinas em substrato com biofertilizante bovino, observaram que a aplicação do insumo orgânico resultou num aumento da área radicular de 79,8%, promovendo

uma maior eficiência na absorção dos sais minerais pelas plantas, proporcionando crescimento e desenvolvimento das mudas. Os mesmos autores constataram, também, comportamento semelhante ao observado para o diâmetro do caule e da raiz principal, em que o estresse atribuído às raízes é refletido também na parte aérea das plantas.

Para MSPA, o valor máximo atingido foi de 1,13 g planta⁻¹ para o nível de salinidade da água de 0,5 dS m⁻¹ (Figura 4 A). A partir desse valor, observou-se decréscimo na MSPA, alcançando o valor mínimo de 0,37 g planta⁻¹ para o nível de salinidade de 8,0 dS m⁻¹. O excesso de sais na parte aérea tem, em geral, um efeito deletério no desenvolvimento das plantas, que se manifesta por uma redução na taxa de transpiração e de crescimento.

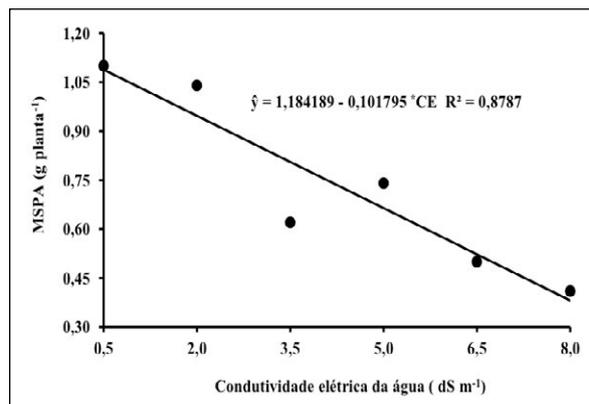
Na Figura 4 B, constata-se o efeito isolado da aplicação do biofertilizante bovino sobre a massa seca da parte aérea. Observa-se que, quando as plantas foram cultivadas em substratos contendo biofertilizante, apresentaram uma diferença média de 0,44 g planta⁻¹ em relação às que não receberam o insumo orgânico.

Segundo Medeiros *et al.* (2007), o excesso de sais reduz o desenvolvimento da planta, devido ao aumento de energia que precisa ser despendida para absorver água do solo.

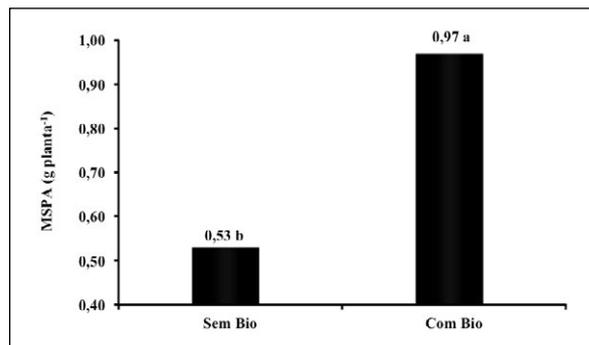
Souza *et al.* (2017), ao avaliarem a produção de fitomassa de porta-enxerto de goiabeira Crioula, e Capitulino *et al.* (2017), analisando algodão BRS Topázio, observaram os efeitos negativos imediatos da salinidade sobre a produção da massa seca da parte aérea (caule e folhas) e concluíram que tais efeitos podem ser atribuídos à redução do potencial osmótico da planta provocado pelo excesso de sais e ou ao efeito tóxico deles.

Por outro lado, de acordo com Liang *et al.* (2005), os efeitos positivos às respostas das plantas são oriundos das substâncias húmicas, contidas no material orgânico, que contribuem para a porosidade do solo, estimulando a absorção de água e nutrientes em meios adversamente salinos.

Figura 4 – Massa seca da parte aérea de mudas de *Mangifera indica* (var. Maranhão) sob estresse salino (A) e em função do uso do biofertilizante bovino (B)



(A)

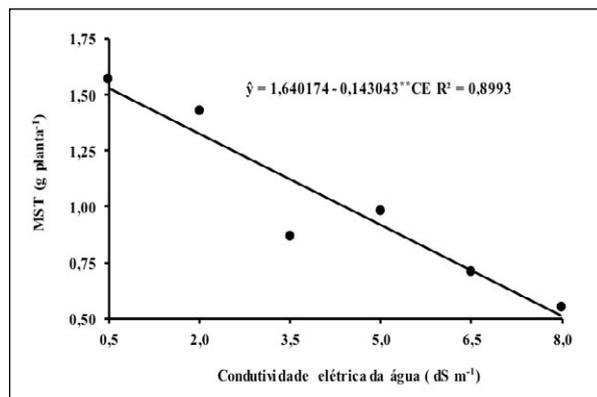


(B)

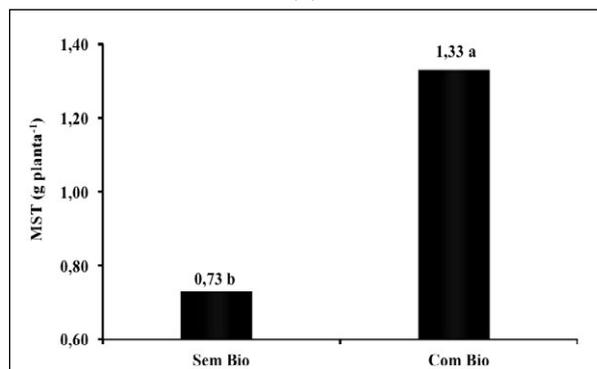
Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Apesar de a interação salinidade da água x biofertilizante não exercer efeitos significativos, a massa seca total das plantas respondeu à ação isolada dos níveis de salinidade das águas e do biofertilizante bovino. A irrigação com água de até 2,0 dS m⁻¹ não afetou a massa seca total das plantas, que atingiu o valor estimado de 1,35 g planta⁻¹ aos 60 dias após a semeadura (Figura 5 A). De acordo com a elevação de cada nível da condutividade elétrica da água de irrigação, houve uma redução na massa seca total, em média 0,22 g planta⁻¹. Por outro lado, a aplicação do biofertilizante bovino elevou, de forma isolada, em 54,88% a massa seca total de mudas de manga (Figura 5 B).

Figura 5 – Massa seca total de mudas de *Mangifera indica* (var. Maranhão) sob estresse salino (A) e em função do uso do biofertilizante bovino (B)



(A)



(B)

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Esses resultados corroboram os de Mesquita *et al.* (2012) que, ao avaliarem mudas de maracujazeiro sob biofertilizante e águas salinas (0,5; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS m⁻¹), observaram que o aumento da salinidade da água de irrigação foi inversamente proporcional à MST nas águas de condutividade elétrica nos níveis 2,5 até 4,0 dS m⁻¹.

A superioridade observada em mudas submetidas aos tratamentos com o biofertilizante, como registrado em outras variáveis, é resposta dos efeitos da aplicação da matéria orgânica, na forma líquida. Os benefícios do insumo orgânico corroboram as afirmações de Diniz Neto *et al.* (2014) e Torres *et al.* (2014), que os atribuem à liberação de substâncias húmicas no solo, que beneficia as plantas.

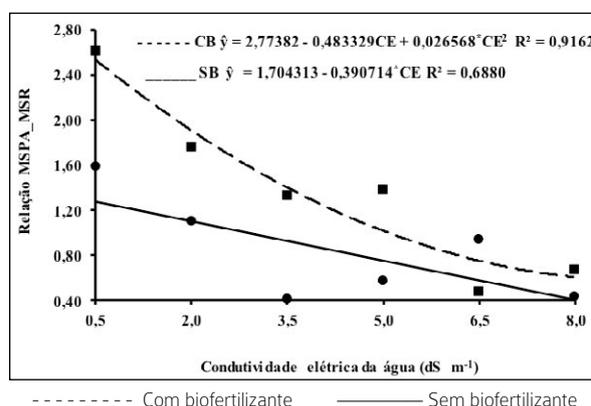
É interessante verificar que a única variável em que houve interação significativa foi a razão massa seca da parte aérea/massa seca de raiz (MSPA/MSR). Foi influenciada significativamente pela interação salinidade da água x biofertilizante, expressando superioridade estatística

nos tratamentos com biofertilizante bovino, como indicado na Figura 6.

No substrato com biofertilizante, a MSPA/MSR foi elevada de 0,33 para 1,4 na salinidade de 3,5 dS m⁻¹. Comparativamente ao tratamento sem biofertilizante, isso corresponde a um incremento de 76%.

À medida que se elevou o conteúdo iônico da água de irrigação, a MSPA/MSR decresceu. Mesmo no nível mais elevado de salinidade (8,0 dS m⁻¹), o biofertilizante líquido bovino atenuou os efeitos prejudiciais dos sais nas plantas (Figura 6); com isso, pressupõe-se que o maior crescimento das plantas na presença do biofertilizante bovino pode estar relacionado ao ajustamento osmótico da manga ao estresse salino, na fase de crescimento inicial.

Figura 6 – Relação massa seca da parte aérea/ massa seca da raiz de mudas de *Mangifera indica* (var. Maranhão) sob estresse salino e uso de biofertilizante bovino



----- Com biofertilizante ————— Sem biofertilizante

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Segundo Sá *et al.* (2013b), o aumento da relação raiz/ parte aérea é tido como uma reação da planta ao estresse, seja aumentando a formação de fitomassa das raízes, de modo a explorar um volume maior de solo para melhorar a absorção de água e nutrientes, ou diminuindo o acúmulo de matéria seca na parte aérea, o que vem possibilitar redução na área de transpiração das plantas.

Os efeitos do biofertilizante bovino em reduzir a ação prejudicial dos sais à razão massa seca da parte aérea/massa seca da raiz das plantas foram semelhantes aos apresentados por Dias *et al.* (2013) e Nascimento *et al.* (2017), cujos experimentos avaliaram a MSPA/MSR do maracujazeiro amarelo em solos com biofertilizante bovino, irrigados com águas salinas.

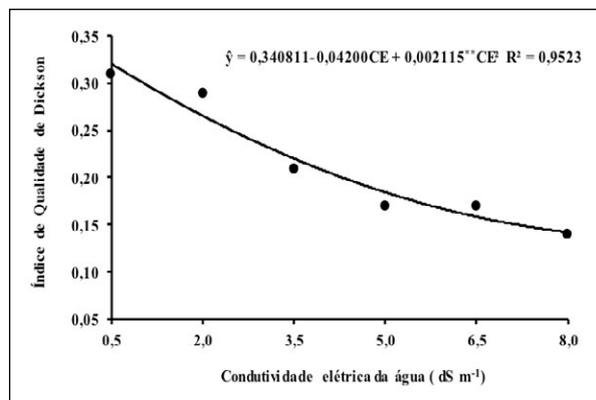
O Índice de Qualidade de Dickson, que busca avaliar a qualidade das mudas com base em

diversos parâmetros morfológicos, revelou que os tratamentos responderam de forma isolada aos fatores salinidade x biofertilizante.

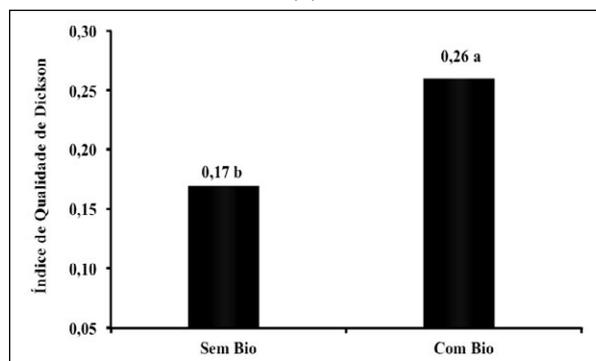
À medida que foi diminuindo o seu rendimento, houve uma redução de 0,32 para 0,14 na qualidade das mudas, com o aumento da salinidade da água de irrigação de 0,5 para 8,0 dS m⁻¹, respectivamente (Figura 7 A). Verificou-se, no entanto, que os sais solúveis de níveis mais elevados (a partir de 3,6 dS m⁻¹) presentes na água acarretam mudas de qualidade inferior, impróprias para o transplântio.

Por outro lado, a aposição do biofertilizante bovino líquido atenuou os efeitos deletérios dos sais e favoreceu a qualidade das mudas de manga (var. Maranhão), elevando de 0,17 para 0,26 o seu índice de qualidade por planta (Figura 7 B), possibilitando mudas com qualidade para o transplântio.

Figura 7 – Índice de Qualidade de Dickson de mudas de *Mangifera indica* (var. Maranhão) sob estresse salino (A) e em função do uso do biofertilizante bovino (B).



(A)



(B)

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

O aumento das CEa exerceu efeitos significativos sobre o Índice de Qualidade de Dickson (IQD). Melo

Filho *et al.* (2017), trabalhando com mudas de pitomba (*Talisia esculenta*), observaram que níveis de salinidade elevados diminuem o IQD das plantas. Diniz *et al.* (2018), avaliando mudas de mamão (*Carica papaya*), constataram comportamento linear decrescente à medida que a salinidade da água de irrigação aumentava, originando uma redução de 43,39% entre o menor (0,3 dS m⁻¹) e o maior (4,3 dS m⁻¹) nível salino.

Segundo Heidari (2009) e Nunes *et al.* (2012), esses efeitos negativos dos tratamentos salinos, como, por exemplo, perda de qualidade das mudas, indicam comprometimento dos processos fisiológicos e metabólicos para a planta se ajustar e produzir substâncias vitais, como proteínas, enzimas, ácidos nucleicos e outros assimilados orgânicos, como carboidratos e açúcares, indispensáveis ao seu ajustamento osmótico, crescimento e produção.

No que diz respeito à biofertilização de plantas, Diniz Neto *et al.* (2014), ao pesquisarem mudas de oiticica (*Licania rígida*), verificaram que os dados referentes ao IQD das mudas no solo com biofertilizante superaram os das mudas do solo sem biofertilizante. O insumo orgânico exerce importante papel na melhoria da qualidade física do solo por aumentar o espaço poroso para a infiltração da água e no crescimento radicular como também pode contribuir para melhorar a fertilidade do solo (SILVA *et al.*, 2011).

Devido à pouca disponibilidade de água com baixos níveis salinos para produção de mudas nas microrregiões do Seridó e Curimataú paraibano, o uso do biofertilizante líquido bovino é importante, pois atenua os efeitos dos sais às plantas, com reflexos positivos na qualidade das mudas.

Faz-se importante, portanto, conhecer quais os níveis de salinidade da água que a manga var. Maranhão tolera, pois isso contribuirá para melhorar o manejo e minimizar os efeitos dos sais no solo. São necessários, contudo, trabalhos futuros com outras variedades de manga, utilizando-se diferentes níveis salinos e biofertilizantes, já que as pesquisas são escassas nessa área de conhecimento.

4 Conclusões

O aumento nos níveis salinos da água utilizada para irrigação prejudica o crescimento das mudas de mangueira (var. Maranhão), principalmente após 3,5 dS m⁻¹ de condutividade elétrica.

A utilização do biofertilizante líquido bovino promove a formação de mudas de melhor qualidade, com maior crescimento e acúmulo de massa seca.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, D. L.; VÉRAS, M. L. M.; MELO FILHO, J. S.; ALVES, L. S.; ANDRADE, R. Efeito de águas salinas e aplicação de biofertilizante em mudas de pitombeira (*Talisia esculenta* (A. St.-Hil.) Radlk.). **Terceiro Incluído**, v. 5, n. 2, p. 332-343, 2015.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.

CAPITULINO, J. D.; SILVA, A. A. R.; LIMA, G. S.; NOBREGA, R. A.; NASCIMENTO, H. M.; SOARES, L. A. A. Aspectos fisiológicos e crescimento do algodoeiro 'BRS topázio' cultivado com águas salinas e adubação potássica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 2, p. 267-272, 2017.

CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, W. M.; NASCIMENTO, J. A. M. **Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar** Paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 251-261, 2010.

CORREIA, K. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; GURGEL, M. T.; RODRIGUES, L. N. Crescimento do amendoineiro irrigado com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, (Suplemento), p. 81-85, 2005.

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**, v. 34, n. 4, p. 1639-1652, 2013.

DIAS, N. S.; OLIVEIRA, A. M.; SOUSA NETO, O. N.; BLANCO, F. F.; REBOUÇAS, J. R. L. Concentração salina e fases de exposição à salinidade do meloeiro cultivado em substrato de fibra de coco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 915-921, 2011.

DINIZ, G. L.; SALES, G. N.; VALÉRIA, F. D. O.; ANDRADE, F. H.; SILVA, S. S.; NOBRE, R. G. Production of papaya seedlings under water salinity irrigation and phosphate fertilization. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 1, p. 218-228, 2018.

DINIZ NETO, M. A.; SILVA, I. D. F.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, B. L.; SILVA, J. C.; SILVA, E. C. Mudas de oiticica irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante bovino e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 10-18, 2014.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A Guide for Its Bootstrap Procedures in Multiple Comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; NUNES, J. C.; DIAS, T. J.; 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.

FREIRE, J. L. O.; SANTOS, S. J. A.; NASCIMENTO, J. J. V. R.; GONZAGA NETO, L.; ARRUDA, J. A. Produção de mudas de gliricídia irrigadas com águas salinas e uso de biofertilizante bovino. In: ALFARO, A. T. S.; TROJAN, D. G. (org.) **Descobertas das ciências agrárias e ambientais**. Ponta Grossa: Atena, 2016. p. 19-38.

HEIDARI, M. Variação na germinação de sementes, crescimento de plântulas, ácido nucleico e componente bioquímico em canola (*Brassica napus* L.) sob estresse salino. **Revista Ciência de Plantas**, v. 8, n. 1, p. 557-561, 2009.

HOLANDA, A. C.; SANTOS, R. V.; SOUTO, J. S.; ALVES, A. R. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por sais. **Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 1, p. 39-50, 2007.

LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M. A. O.; RUIZ, H. A. Plant growth and solute accumulation and distribution in two sorghum genotypes, under NaCl stress. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 3, p. 270-284, 2001.

LARCHER, W. **Physiological Plant Ecology**. 3rd ed. New York: Springer, 2012. 506 p.

LIANG, Y. C.; 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**, v. 37, n. 6, p. 1185-1195, 2005.

MEDEIROS, J. D.; SILVA, M. C. D. C.; SARMENTO, D. H.; BARROS, A. D. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 248-255, 2007.

MELO FILHO, J. S.; VÉRAS, M. L. M.; ALVES, L.; SILVA, T. I.; GONÇALVES, A. C. M.; DIAS, T. J. Salinidade

hídrica, biofertilizante bovino e cobertura vegetal morta na produção de mudas de pitombeira (*talisia esculenta*). **Revista Scientia Agraria**, v. 18, n. 3, p. 131-145, 2017.

MESQUITA, F. O.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; LIMA NETO, A. J.; NUNES, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo em substrato com biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Agropecuária Técnica**, v. 31, n. 2, p. 134-142, 2010.

MESQUITA, F. O.; REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; SOUTO, A. G. L. Crescimento absoluto e relativo de mudas de maracujazeiro sob biofertilizante e águas salinas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 222-239, 2012.

MOURA, M. S. B.; OLIVEIRA, L. D. S.; EVANGELISTA, S. R. M.; MOUCO, M. A. C.; SOUZA, L. S. B.; SILVA, T. G. F. Aptidão climática da mangueira frente ao clima atual e aos cenários futuros. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, número especial, p. 496-509, 2015.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, n. 1, p. 631-681, 2008.

NASCIMENTO, E. S.; CAVALCANTE, L. F.; GONDIM, S. C.; SOUZA, J. T. A.; BEZERRA, F. T. C.; BEZERRA, M. A. F. Formação de mudas de maracujazeiro amarelo irrigadas com águas salinas e biofertilizantes de esterco bovino. **Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 1, p. 1-8, 2017.

NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; LIMA NETO, A.; DINIZ, A. A.; SILVA, J. J. M.; BREHM, M. D. 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.

NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; LIMA NETO, A. J.; REBEQUI, A. M.; DINIZ, B. L.; 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.

PEREIRA, A. P. A.; SILVA, M. C. B.; OLIVEIRA, J. R. S.; RAMOS, A. P. S.; FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J.; KUKLINSKY-SOBRA, J. Influência da salinidade sobre o crescimento e a produção de ácido indol acético de *Burkholderia* spp. endofíticas de cana-de-açúcar. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 1, p. 112-121, 2012.

PINTO, C. A. Q.; SILVA, D. J.; PINTO, P. A. C. Mangueira. In: CRISÓSTOMO, L. A.; NAUMOV, A. (org.). **Adubando**

para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil. Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. (IIP. Boletim 18). p. 125-145. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/658334/1/LV09002.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2018.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 906 p.

REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; NUNES, J. C.; DINIZ, A. A.; BREHM, M. A. D. S.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. Produção de mudas de limão cravo em substrato com biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 219-228, 2009.

RIBEIRO-SILVA, N.; CAMARGO, A. P. F.; WANGEN, D. R. B. Produção orgânica de alface adubada com diferentes tipos de compostos orgânicos. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 9, n. 17, p. 2151-2158, 2013.

SÁ, F. V. S.; PEREIRA, F. H. F.; LACERDA, F. H. D.; SILVA, A. B. Crescimento inicial e acúmulo de massa seca de cultivares de mamoeiro submetidas à salinidade da água em cultivo hidropônico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, n. 3, p. 435-440, 2013a.

SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B.; MELO, A. S.; ANTÔNIO NETO, P.; FERNANDES, P. D.; FERREIRA, I. B. Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 10, p. 1047-1054, 2013b.

SILVA, D. J.; MOUCO, M. A. C.; GAVA, C. A. T.; GIONGO, V.; PINTO, J. M. Composto orgânico em mangueiras (*Mangifera indica* L.) cultivadas no Semiárido do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p. 875-882, 2013.

SILVA, F. L.; LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; NEVES, A. L.; SILVA, G. L.; SOUSA, C. H. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 4, p. 383-389, 2011.

SOUZA, G. G.; MARINHO, A. B.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Ciência Agrônoma**, v. 43, n. 2, p. 237-245, 2012.

SOUZA, L. P.; NOBRE, R. G.; SILVA, E. M.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A. Produção de porta-enxerto de goiabeira cultivado com águas de diferentes

salinidades e doses de nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 4, p. 596-604, 2017.

TORRES, E. C. M.; FREIRE, J. L. O.; OLIVEIRA, J. L.; BANDEIRA, L. B.; MELO, D. A.; SILVA, A. L. Biometria de mudas de cajueiro anão irrigadas com águas salinas e uso dos atenuadores do estresse salino. **Revista Nativa**, v. 2, n. 2, p. 71-78, 2014.

YOKOI, S.; BRESSAN, R. A.; HASEGAWA, P. M. Salt stress tolerance of plants. **Jircas Working Report**, v. 23, n. 1, p. 25-33, 2002.