



Comportamento morfofisiológico de mudas de mamoeiro “Sunrise Solo” produzidas com águas salinas e biofertilizante bovino

Janailma Lima de Oliveira ^[1], Francisco Gauberto Barros dos Santos ^[2], José Lucínio de Oliveira Freire ^[3], Djair Alves de Melo ^[4], Eliésia Carla de Medeiros Torres ^[5]

[1] janaylma_arg@hotmail.com. Universidade Federal da Paraíba, Campus II. Cidade Universitária, Areia, PB. [2] gaubertob@gmail.com. Instituto Federal do Ceará, Campus Crato. Bairro Gisélia Pinheiro, Crato, CE. [3] lucinio@folha.com.br. [4] jair.melo@ifpb.edu.br. [5] eliesia_karla@hotmail.com. Instituto Federal da Paraíba, Campus Picuí. Bairro Cenequista, Picuí, PB.

RESUMO

A salinidade hídrica se constitui em um dos fatores limitantes ao crescimento, desenvolvimento e produção das plantas no semiárido nordestino. Esta pesquisa objetivou avaliar a fenometria de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.), variedade Sunrise Solo, em função da aplicação de biofertilizante bovino como possível atenuante do estresse salino nas plantas irrigadas com diferentes níveis de salinidade. O experimento foi instalado em blocos casualizados, com quatro repetições, em arranjo fatorial 5 x 2, correspondente a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,5; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m⁻¹), no substrato sem e com aplicação de biofertilizante bovino. A taxa de crescimento absoluto e relativo em altura, diâmetro caulinar, área foliar, comprimento da raiz e fitomassa seca da parte aérea, da raiz e total do mamoeiro foram influenciados negativamente com o aumento da salinidade da água de irrigação. O insumo orgânico exerceu efeitos benéficos nas plantas no que se refere ao crescimento em altura, diâmetro caulinar e fitomassa vegetal. O biofertilizante bovino não se mostrou eficiente em mitigar os efeitos deletérios dos sais nas plantas.

Palavras-chave: Agroecologia. *Carica papaya* L. Estresse salino. Salinidade.

ABSTRACT

*The water salinity constitutes a limiting factor to the growth, development and production of plants in semi-arid northeast. This research aimed to evaluate the phenometry of papaya (*Carica papaya* L.), variety Sunrise Solo, depending on the application of bovine biofertilizers as possible mitigating the salt stress in plants irrigated with different salinity levels. The experiment was a randomized complete block design with four replications in a factorial 5 x 2, corresponding to five levels of electrical conductivity of irrigation water (0.5, 1.5, 2.5, 3.5 and 4.5 dS m⁻¹), and the substrate without application of bovine biofertilizers. The absolute growth rate and relative height, in stem diameter, leaf area, root length and dry weight of shoot, root and total papaya were negatively impacted by the increase in water salinity. The organic feedstock had a beneficial effect on plants in regard to plant height, stem diameter, and plant biomass. The bovine biofertilizers was not efficient in mitigating the harmful effects of salts to the plants.*

Keywords: Agroecology. *Carica papaya* L. Salt stress. Salinity.

1 Introdução

A região semiárida do Nordeste brasileiro se ressentida da escassez hídrica decorrente da baixa pluviosidade e da alta taxa de evapotranspiração. As águas disponíveis nos mananciais são de baixa qualidade, principalmente nos períodos de elevadas temperaturas, e insuficientes para atender às necessidades da população e, na agricultura, às demandas por irrigação.

Essa conjuntura dificulta o desenvolvimento da agricultura na região, pois se sabe que é alta a demanda por água de qualidade para irrigação e esta, quando existe para ser disponibilizada, apresenta altas concentrações de sais solúveis, resultando em prejuízos no crescimento, desenvolvimento e no rendimento das culturas alimentícias e não alimentícias.

As frutíferas sofrem efeitos depressivos dos sais a partir do estágio de mudas. Os sais exercem influência negativa na germinação das sementes, no crescimento, no desenvolvimento, no rendimento biológico e produtivo das plantas.

As culturas respondem diferentemente à salinidade, podendo se apresentar desde extremamente sensíveis em níveis de salinidade relativamente baixos ou até produzir rendimentos aceitáveis em condições altamente salinas (SANTANA *et al.*, 2007).

As informações referentes à formação de mudas e ao crescimento inicial do mamoeiro irrigado são escassas nas condições edafoclimáticas do semiárido nordestino. Na avaliação do crescimento inicial e do acúmulo de matéria seca de cultivares de mamoeiro submetidas a diferentes condutividades elétricas da água de irrigação, Sá *et al.* (2013) observaram que o uso de água a partir de 2,0 dS m⁻¹ promoveu decréscimos nas variáveis fenométricas analisadas nas plantas.

Ante o contexto do inevitável uso de recursos hídricos com teores elevados de sais na produção de mudas, insere-se a possibilidade do uso de insumos orgânicos, como o biofertilizante bovino, que possam atenuar a agressividade dos sais, diluídos na água e na solução do solo, na germinação das sementes e na formação de mudas de algumas frutíferas (REBEQUI *et al.*, 2009).

Com isso, o uso de biofertilizante bovino é uma alternativa para minimizar os efeitos da salinidade hídrica nas plantas, com constatação positiva em pesquisas com algumas espécies de plantas glicófitas,

como o amendoim e o cajueiro anão, respectivamente, conforme Sousa *et al.* (2014) e Torres *et al.* (2014).

Este trabalho objetivou avaliar a fenometria de mudas de mamoeiro, variedade Sunrise Solo, em função da aplicação de biofertilizante bovino como possível atenuante do estresse salino nas plantas irrigadas com águas de diferentes níveis de salinidade.

2 Material e métodos

O experimento foi conduzido no viveiro telado (com 50% de sombreamento) do Setor de Produção Vegetal e no Laboratório de Solos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Picuí.

Com localização geográfica na mesorregião da Borborema e microrregiões do Curimataú Ocidental e Seridó Oriental Paraibano, o município de Picuí é georreferenciado pelas coordenadas geográficas de 6°33'18" de latitude Sul e 36°20'56" de longitude Oeste, a 426 m de altitude (CPRM, 2005), sendo caracterizado, segundo Köppen (BRASIL, 1972), como de clima semiárido com verão seco (As').

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em arranjo fatorial 5 x 2, correspondente a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,5; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m⁻¹), sem e com aplicação de biofertilizante bovino, com quatro plantas por unidade experimental, totalizando 160 plantas.

Os tratamentos foram iniciados dez dias após a emergência das plantas, após a uniformização morfológica das mudas em altura e diâmetro caulinar.

O material biológico analisado foi o mamoeiro, variedade Sunrise Solo, com mudas produzidas em sacos de polietileno preto de dimensões de 18 cm x 8 cm. O substrato constou de uma mistura de três partes de um Neossolo Flúvico ou aluvião e uma parte de esterco bovino de relação C/N de 16/1.

As concentrações salinas das águas disponibilizadas às plantas foram preparadas após diluição de água de salinidade elevada (CEa = 7,5 dS m⁻¹), coletada de um açude localizado no município de Picuí, PB, com água de baixa salinidade (0,2 dS m⁻¹), seguindo-se os procedimentos metodológicos de Freire *et al.* (2015).

O biofertilizante bovino foi preparado por fermentação anaeróbica do esterco bovino fresco, misturado com água não clorada, na proporção de 1:1, em recipiente com capacidade para 60 dm³,

hermeticamente fechado por um período de 30 dias (SANTOS; AKIBA, 1996).

Na aplicação, o insumo orgânico fermentado foi dissolvido em água com baixa condutividade elétrica (0,1 dS m⁻¹), na proporção de 1:1, e aplicado somente uma vez sobre o substrato contido nos sacos de polietileno, numa alíquota de 0,2 dm³ planta⁻¹.

A semeadura do mamoeiro “Sunrise Solo” foi realizada diretamente no saco de polietileno, sendo as sementes enterradas a uma profundidade de 2 cm abaixo da superfície do substrato. As irrigações obedeceram a um turno de rega de três dias, com dotação hídrica mantenedora do substrato em capacidade de pote.

Nas plantas, foram analisadas as taxas de crescimento absoluto e relativo em altura e diâmetro caulinar, comprimento da raiz axial, área foliar, fitomassa seca da raiz, fitomassa seca da parte aérea e fitomassa seca total.

As alturas das plantas do coleto até o ponto de inserção de suas últimas folhas e os diâmetros caulinares foram mensurados no início dos tratamentos e ao final do experimento (74 dias após a germinação), utilizando-se, respectivamente, uma régua graduada e um paquímetro digital, modelo Eccofer®. O comprimento radicular foi mensurado com régua graduada.

As taxas de crescimento absoluto e relativo em altura e diâmetro caulinar foram determinadas consoante equações dispostas abaixo, adaptadas de Benincasa (2003) e relatadas por Torres *et al.* (2014):

$$TCAA = (hf - hi) * (\Delta t)^{-1}$$

$$TCRA = (\ln hf - \ln hi) * (\Delta t)^{-1}$$

$$TCADC = (\Theta f - \Theta i) * (\Delta t)^{-1}$$

$$TCRDC = (\ln \Theta f - \ln \Theta i) * (\Delta t)^{-1}$$

onde:

TCAA = taxa de crescimento absoluto em altura (cm dia⁻¹);

TCRA = taxa de crescimento relativo em altura (cm cm⁻¹ dia⁻¹);

TCADC = taxa de crescimento absoluto em diâmetro caulinar (mm dia⁻¹);

TCRDC = taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (mm mm⁻¹ dia⁻¹);

hf = altura final da planta (cm);

hi = altura inicial da planta (cm);

Ln = logaritmo neperiano;

Θf = diâmetro caulinar das plantas ao final do experimento (mm);

Θi = diâmetro caulinar das plantas no início dos tratamentos (mm);

Δt = tempo decorrido entre o início e o final dos tratamentos (dias).

A área foliar total foi obtida pela medida do comprimento do lóbulo central de cada folha, com posterior somatório das áreas foliares de todas as folhas da planta, como dispõem Alves e Santos (2002), citados por Coelho *et al.* (2010), conforme abaixo:

$$AF = 0,0947L^{2,7352}$$

onde:

AF = área foliar (cm²);

L = comprimento do lóbulo central da folha (cm).

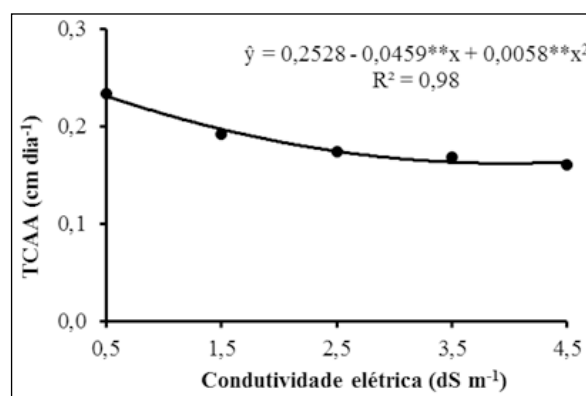
As fitomassas secas das plantas foram quantificadas em balança semianalítica. Para sua determinação, os materiais foram postos para secar em estufa de ventilação forçada (65 °C) por 72 horas.

Os dados foram examinados por meio da análise de variância e processados utilizando o Software SAS STAT® (SAS INSTITUTE, 2011), com resultados submetidos ao estudo de regressão polinomial e comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (BANZATTO; KRONKA, 2006).

3 Resultados e discussão

A elevação da salinidade da água de irrigação reduziu, significativamente, a taxa de crescimento absoluto em altura (TCAA) das plantas (Figura 1).

Figura 1 – Taxa de crescimento absoluto em altura (TCAA) do mamoeiro irrigado com águas de diferentes concentrações salinas.



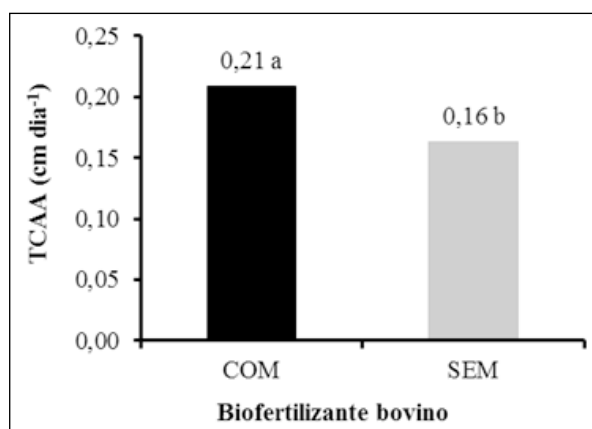
A TCAA oscilou de 0,2313 a 0,1637 cm dia⁻¹, quando as plantas foram irrigadas, respectivamente, com águas de 0,5 e 4,5 dS m⁻¹, com depleção de 29,2%. Esse comportamento no crescimento em altura das

plantas decorre, possivelmente, dos efeitos dos sais no equilíbrio iônico e na composição nutricional e fito-hormonal (MUNNS; TESTER, 2008), da redução do potencial osmótico da solução do solo, da redução da disponibilidade hídrica para as plantas ou do aumento da concentração de Na^+ e Cl^- nos tecidos vegetais, resultando em efeitos depressivos nos processos fisiológicos imprescindíveis às plantas, consoante dispõem Sousa *et al.* (2011).

Na avaliação do crescimento de duas cultivares de mamoeiro (Sunrise Solo e Tainung 1) irrigadas com águas salinas (1,2; 2,4; 3,6 e 4,8 dS m^{-1}), Sá *et al.* (2013) observaram que o crescimento em altura das mudas de mamoeiro foi uma das variáveis mais influenciadas pelo aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação, em que as plantas sofreram reduções de 29,4, 49,2 e 54,2% para os níveis de 2,4; 3,6 e 4,8 dS m^{-1} , respectivamente, quando comparados ao nível de 1,2 dS m^{-1} .

Como pode ser observado na Figura 2, nos tratamentos com o uso do efluente orgânico, a TCAA das plantas foi maior (0,21 cm dia^{-1}) em relação aos tratamentos sem o biofertilizante bovino (0,16 cm dia^{-1}). Para Sousa *et al.* (2014) e Torres *et al.* (2014), o biofertilizante bovino eleva a saturação de bases dos solos e promove maior crescimento das plantas.

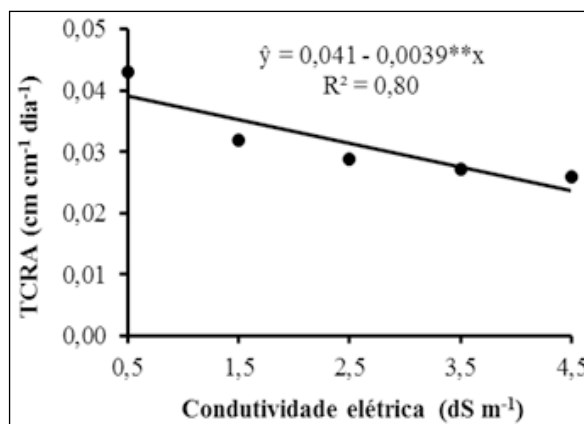
Figura 2 – Taxa de crescimento absoluto em altura (TCAA) de mudas de mamoeiro em substrato com e sem biofertilizante bovino.



Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A taxa de crescimento relativo em altura (TCRA) das mudas de mamoeiro decaiu com o incremento dos níveis de sais nas águas de irrigação (Figura 3), apresentando modelo matemático linear.

Figura 3 – Taxa de crescimento relativo em altura (TCRA) do mamoeiro irrigado com águas salinas.



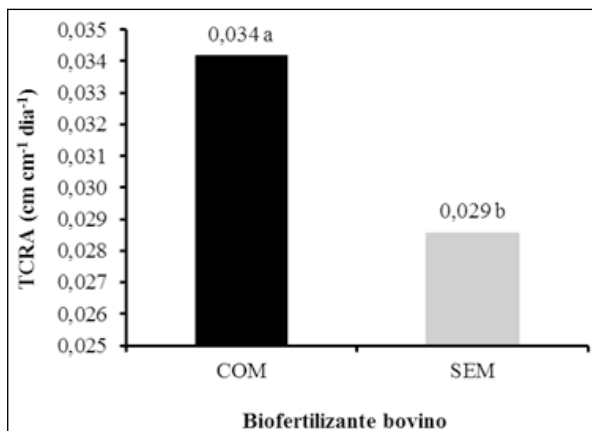
As plantas irrigadas com água de 4,5 dS m^{-1} apresentaram os menores valores de TCRA, com valores de 0,02345 $\text{cm cm}^{-1} \text{dia}^{-1}$. Comparativamente ao desempenho fenométrico das plantas irrigadas com água de mais baixa salinidade (0,5 dS m^{-1}), os decréscimos da TCRA foram de 9,9% (1,5 dS m^{-1}), 19,9% (2,5 dS m^{-1}), 29,9% (3,5 dS m^{-1}) e 39,9% (4,5 dS m^{-1}). Na avaliação do crescimento de amendoim irrigado com águas de 1,0 a 8,5 dS m^{-1} , Graciano *et al.* (2011) concluíram que, em condições de estresse salino, as plantas desenvolvem mecanismos fisiológicos capazes de assegurar o seu crescimento, o que, provavelmente, justifica a TCRA do mamoeiro, mesmo com salinidade elevada.

O uso do biofertilizante bovino beneficiou as plantas com relação à TCRA (Figura 4). A adição do insumo orgânico promoveu um aumento de 17,2% no crescimento relativo em altura das plantas. Esses resultados corroboram as afirmações de Ghoulam *et al.* (2002), Vessey (2003), Diniz Neto *et al.* (2014), Sousa *et al.* (2014), Torres *et al.* (2014) e Freire *et al.* (2015), que atestam que efluentes orgânicos exercem efeitos benéficos sobre o crescimento das plantas.

Na Figura 5, percebe-se um acentuado declínio na taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar (TCADC) das plantas, com valores médios estimados entre 0,10495 (0,5 dS m^{-1}) e 0,076125 cm dia^{-1} (4,5 dS m^{-1}), e valor mínimo de 0,07493 cm dia^{-1} quando irrigadas com água de 3,8 dS m^{-1} .

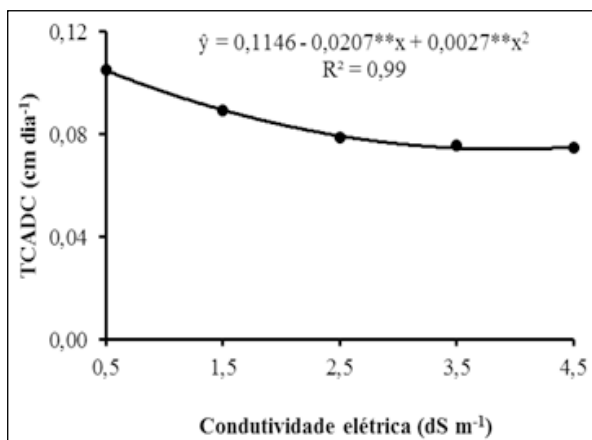
Para Nobre *et al.* (2010), o aumento da concentração salina da água de irrigação prejudica a absorção de água pelas plantas, provocando redução nos processos fotossintéticos e, conseqüentemente, no diâmetro caulinar das plantas.

Figura 4 – Crescimento relativo em altura (TCRA) de mudas de mamoeiro sob biofertilização.



Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Figura 5 – Crescimento absoluto em diâmetro caulinar (TCADC) de mudas de mamoeiro em função da salinidade da água de irrigação.

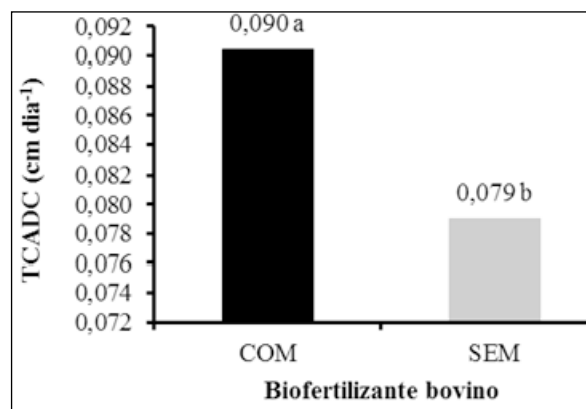


No solo com o biofertilizante bovino, as plantas apresentaram crescimento em diâmetro caulinar 13,9% superior em relação às plantas sem o efluente orgânico, conforme disposto na Figura 6. Os efeitos positivos do biofertilizante bovino na expressão caulinar das plantas decorrem, segundo Liang *et al.* (2005) e Rebequi *et al.* (2009), da melhoria física do ambiente edáfico e do estímulo à ação de proteínas e solutos orgânicos, resultando em maior disponibilidade de nutrientes e maior atividade microbiana à disposição das plantas.

A elevação da concentração salina da água de irrigação de 0,5 para 4,5 dS m⁻¹ exerceu efeitos depressivos nas plantas (Figura 7), com redução de 28,3% na taxa de crescimento relativo do diâmetro

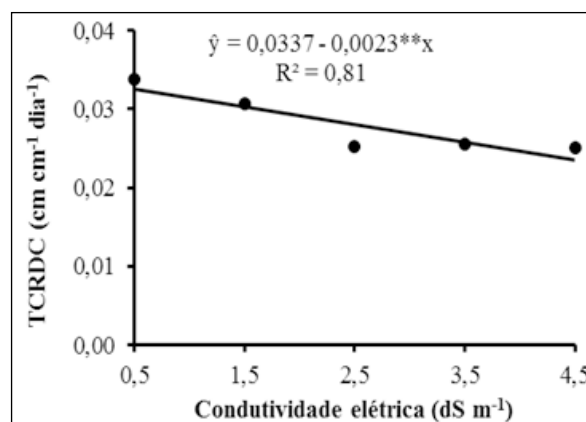
caulinar (TCRDC) das plantas, oscilando de 0,03255 a 0,02335 cm cm⁻¹ dia⁻¹. Essa redução é resultado do efeito osmótico ou déficit hídrico provocado pela salinidade, que reduz a habilidade de absorção de água, e do efeito específico dos íons ou excesso de íons, que entram no fluxo de transpiração e, eventualmente, causam injúrias foliares, reduzindo o crescimento (MUNNS, 2005).

Figura 6 – Taxa de crescimento absoluto em diâmetro caulinar (TCADC) do mamoeiro em função do uso de biofertilizante bovino.



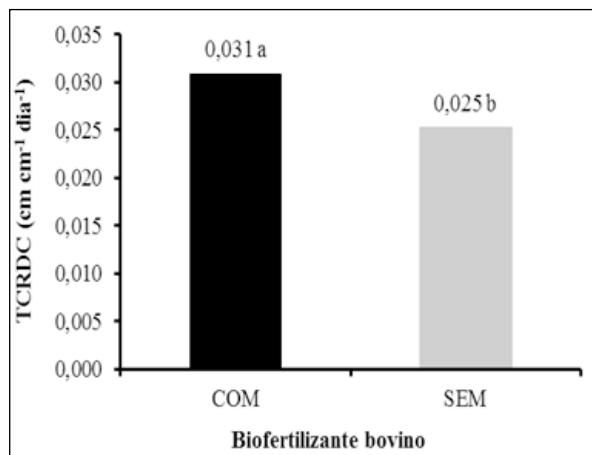
Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Figura 7 – Taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCRDC) do mamoeiro irrigado com diferentes níveis de concentração salina da água.



O uso do biofertilizante bovino proporcionou acréscimo de 0,06 cm cm⁻¹ dia⁻¹ (24%) na TCRDC das mudas de mamoeiro (Figura 8), corroborando os efeitos benéficos sobre o crescimento das plantas atestados por Diniz Neto *et al.* (2014), Sousa *et al.* (2014) e Torres *et al.* (2014) com várias espécies de plantas glicófitas.

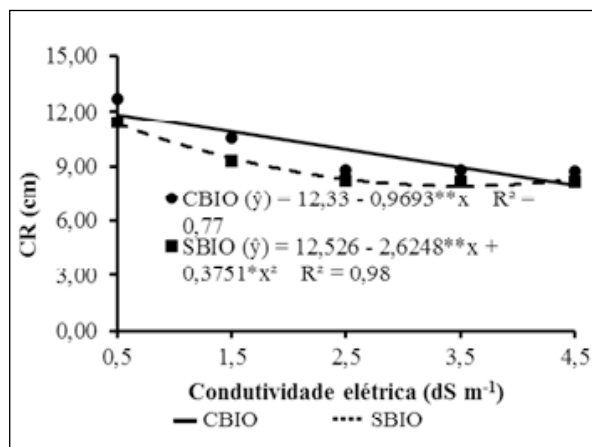
Figura 8 – Crescimento relativo em diâmetro caulinar do mamoeiro Sunrise Solo em função do uso do biofertilizante bovino.



Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Nos tratamentos com biofertilizante bovino em função dos diferentes níveis de salinidade, a elevação dos níveis salinos ocasionou inibição no crescimento do sistema radicular do mamoeiro, que apresentou valores estimados de 11,9 cm (0,5 dS m⁻¹), 10,9 cm (1,5 dS m⁻¹), 9,9 cm (2,5 dS m⁻¹), 8,9 cm (3,5 dS m⁻¹) e 7,9 cm (4,5 dS m⁻¹). No solo sem biofertilizante, o comprimento radicular oscilou de 7,9 cm (3,5 dS m⁻¹) a 11,3 cm (0,5 dS m⁻¹) (Figura 9).

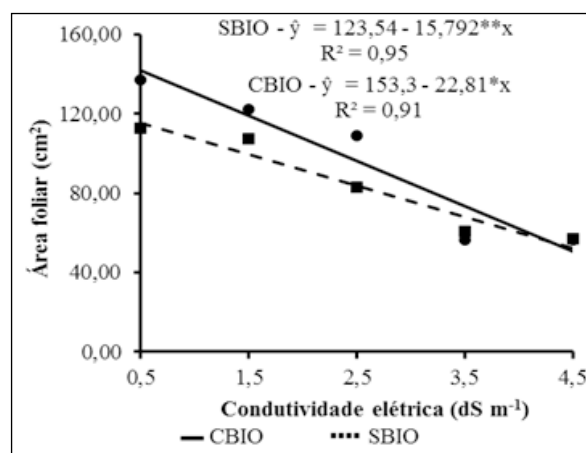
Figura 9 – Comprimento da raiz (CR) de mudas do mamoeiro Sunrise Solo em função da salinidade da água e do uso do biofertilizante.



Na Figura 10, percebe-se que, independentemente do uso do biofertilizante bovino, a elevação da salinidade da água de irrigação reduziu a expansão foliar das mudas de mamoeiro. Nos tratamentos sem

biofertilizante bovino, a área foliar total das plantas oscilou de 52,48 cm² (4,5 dS m⁻¹) a 115,64 cm² (0,5 dS m⁻¹), com valores médios de 84,06 cm². Com o uso do biofertilizante bovino, a área foliar total apresentou valores médios de 92,27 cm², com amplitude de 50,65 cm² nas plantas irrigadas com água mais salina e 149,9 cm² nas plantas irrigadas com água de menor salinidade.

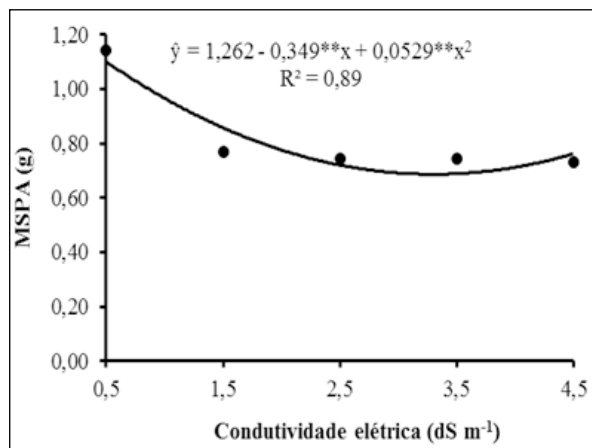
Figura 10 – Área foliar (AF) de mudas de mamoeiro irrigadas com águas de diferentes salinidades e uso de biofertilizante bovino.



A redução da área foliar – a qual está diretamente relacionada às trocas gasosas, notadamente ao processo de absorção de CO₂ e perda de água por transpiração – é um mecanismo de defesa da planta no intuito de realizar o ajustamento osmótico (SÁ *et al.*, 2013). O estresse salino reduz a turgescência foliar, influenciando os processos de expansão e divisão celular e reduzindo a área foliar, o que se caracteriza como uma resposta inicial das plantas ao estresse osmótico decorrente da salinidade, como forma de diminuir a perda de água pela transpiração (ZHU, 2003; PARIDA; DAS, 2005).

Pelo modelo de regressão, percebe-se, na Figura 11, que as massas secas médias estimadas da parte aérea foram de 1,10 g, 0,86 g, 0,72 g, 0,69 g e 0,76 g, respectivamente, nos tratamentos com águas de 0,5 dS m⁻¹, 1,5 dS m⁻¹, 2,5 dS m⁻¹, 3,5 dS m⁻¹ e 4,5 dS m⁻¹. Com base em Sá *et al.* (2013), a menor formação de fitomassa na parte aérea com o aumento da salinidade da água pode estar relacionada diretamente com a área foliar, pois esta foi a variável mais afetada pela salinidade, além de ser a fonte de formação de fotoassimilados.

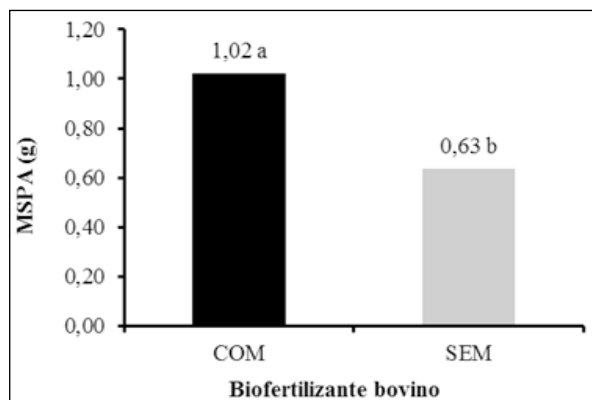
Figura 11 – Massa seca da parte aérea (MSPA) de mudas do mamoeiro Sunrise Solo em função da irrigação com águas de diferentes condutividades elétricas.



Em avaliações com amendoim BR1 irrigado com águas de condutividade elétrica de até 8,5 dS m⁻¹, Graciano *et al.* (2011) observaram que as plantas não apresentaram alterações na massa seca de sua parte aérea com o incremento dos níveis de salinidade, diferentemente do que ocorreu com a glicófita avaliada neste estudo.

Os valores médios apresentados na Figura 12 evidenciam que a MSPA das plantas tratadas com o efluente orgânico foi superior à apresentada pelas mudas do mamoeiro sem o insumo, com valores respectivos de 1,02 e 0,63 g.

Figura 12 – Massa seca da parte aérea (MSPA) do mamoeiro sob uso de biofertilizante bovino.

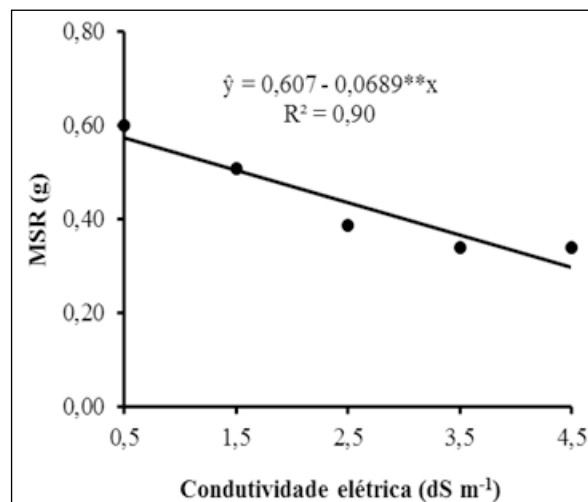


Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O teor salino das águas inibiu linearmente a massa seca das raízes (MSR) das plantas, ao nível

de 0,0689 g por incremento unitário da salinidade da água (Figura 13).

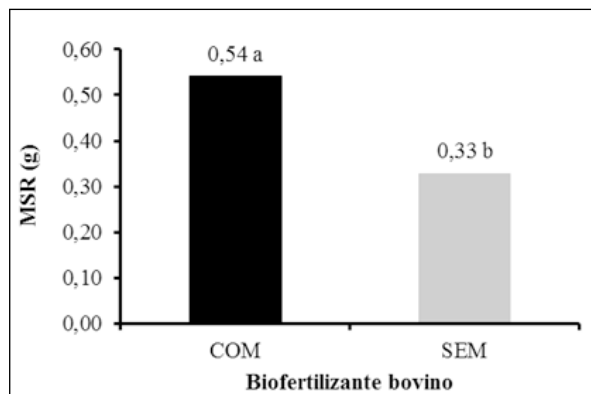
Figura 13 – Massa seca da raiz (MSR) do mamoeiro irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas.



A elevação do nível salino da água de irrigação de 0,5 para 4,5 dS m⁻¹ afetou de forma linear decrescente a MSR das mudas do mamoeiro Sunrise Solo, com valores médios entre 0,29 e 0,57 g, respectivamente sob irrigação com águas de baixa e alta salinidade. A cada aumento de uma unidade na condutividade elétrica na água de irrigação, a partir da mais baixa salinidade, a MSR apresentou um declínio médio de 15,1%. De acordo com Larcher (2012), justifica-se esse comportamento das plantas sob estresse salino em razão do excessivo gasto de energia na absorção de água e nos ajustes necessários para continuidade dos processos fisiológicos das plantas nessas condições.

Na Figura 14, percebe-se que a MSR das mudas do mamoeiro Sunrise Solo foi influenciada positivamente pelo uso do biofertilizante bovino, com acréscimo de 61,1% com a aposição do efluente orgânico, com valores de 0,54 g (com biofertilizante) e 0,33 g (sem biofertilizante). O biofertilizante possibilitou um maior desenvolvimento e distribuição das raízes, com maior exploração do substrato, e resultou em maior eficiência na absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, maior crescimento das plantas. Os resultados apresentados são concordantes com os observados por Sousa *et al.* (2014) em trabalho com amendoim irrigado com águas de condutividade elétrica de 0,8; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹, em solo com e sem biofertilizante bovino.

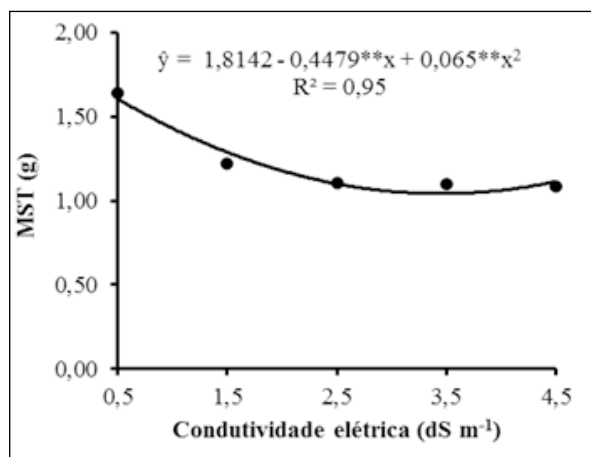
Figura 14 – Massa seca da raiz (MSR) de mudas do mamoeiro sob biofertilização do substrato.



Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A salinidade da água exerceu efeito quadrático na massa seca total (MST) das plantas (Figura 15). O valor mínimo de MST foi de 1,04 g nas plantas irrigadas com água de 3,45 dS m⁻¹. De acordo com Taiz e Zeiger (2006), as perdas na acumulação de fitomassa em plantas sob estresse salino são provocadas pela abscisão e redução da área foliar, em função da senescência precoce causada pela ação tóxica do excesso de sais na água de irrigação. Além do mais, o estresse salino pode provocar desequilíbrio nutricional e fisiológico com influência direta na conversão do carbono assimilado pelas plantas, reduzindo seu crescimento e sua biomassa.

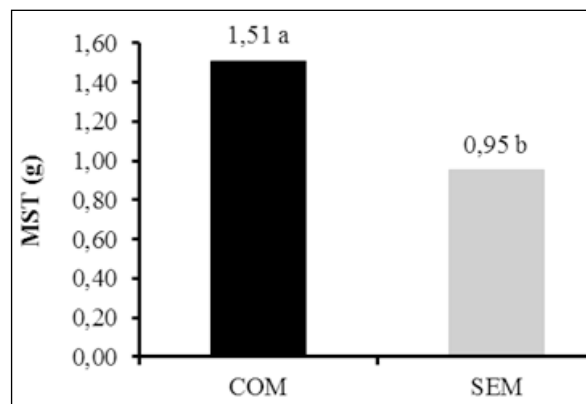
Figura 15 – Massa seca total (MST) em mudas de mamoeiro produzidas sob estresse salino.



Na Figura 16, observa-se o efeito benéfico do uso do biofertilizante bovino na MST das mudas de mamoeiro. Os valores de MST verificados nas plantas

foram de 1,51 g (com biofertilizante) e 0,95 g (sem biofertilizante), corroborando os efeitos benéficos do insumo orgânico nas plantas, semelhante às observações de Rebequi *et al.* (2009), sobre limoeiro cravo, Freire *et al.* (2015), sobre maracujazeiro amarelo, Sousa *et al.* (2014), sobre amendoim, e Torres *et al.* (2014), sobre cajueiro anão precoce.

Figura 16 – Massa seca total (MST) de mudas de mamoeiro Sunrise Solo em condições de biofertilização do substrato.



Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4 Conclusões

O crescimento das mudas de mamoeiro “Sunrise Solo” foi afetado negativamente pela elevação dos níveis de salinidade da água de irrigação.

O biofertilizante bovino afetou positivamente o crescimento das plantas em altura, diâmetro caular e fitomassa vegetal.

O biofertilizante bovino não mitigou os efeitos depressivos dos sais nas plantas.

REFERÊNCIAS

- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 247 p.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise do crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro: MA/COMTA/USAID/SUDENE, 1972. 670 p. (Boletim Técnico, 15).

COELHO, E. F. *et al.* Crescimento e produtividade do mamoeiro cultivar Sunrise Solo sob irrigação nos Tabuleiros Costeiros da Bahia. **Magistra**, v. 22, n. 2, p. 96-102, 2010.

CPRM. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Diagnóstico do município de Picuí, estado da Paraíba/ Org. MASCARENHAS, J. C. *et al.* Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

DINIZ NETO, M. A. *et al.* Mudanças 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.

FREIRE, J. L. O. *et al.* Teores de micronutrientes no solo e no tecido foliar do maracujazeiro amarelo sob uso de atenuantes do estresse salino. **Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 65-81, 2015.

GHOULAM, C.; FOURSRY, A.; FARES, K. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. **Environmental and Experimental Botany**, v. 47, n. 1, p. 39-50, 2002.

GRACIANO, E. S. A. *et al.* Crescimento e capacidade fotossintética da cultivar de amendoim BR 1 sob condições de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 8, p. 794-800, 2011.

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

LIANG, Y. *et al.* Organic manure stimulates biological activity and barley growth in soil subject to secondary salinization. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 37, n. 6, p. 1185-1195, 2005.

MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, v. 167, n. 3, p. 645-663, 2005.

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

NOBRE, R. G. *et al.* Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 3, p. 358-365, 2010.

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 60, n. 3, p. 324-349, 2005.

REBEQUI, A. M. *et al.* 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.

SÁ, F. V. S. *et al.* Crescimento inicial e acúmulo de matéria seca de cultivares de mamoeiro submetidas à salinidade da água em cultivo hidropônico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 3, p. 435-440, 2013.

SANTANA, M. J. *et al.* Efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) e em solos com diferentes níveis texturais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1470-1476, set./out. 2007.

SANTOS, A. C. V.; AKIBA, F. **Biofertilizante líquido: uso correto na agricultura alternativa**. Seropédica, RJ: UFRRJ, 1996. 35 p.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT® Software**. Cary, NC: SAS INSTITUTE, 2011. 1 CD-ROM.

SOUSA, A. B. O.; BEZERRA, M. A.; FARIAS, F. C. Desenvolvimento inicial do clone BRS 275 de cajueiro sob irrigação com diferentes níveis salinos. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 4, n. 3, p. 166-171, 2011.

SOUSA, G. G. *et al.* Irrigação com água salina na cultura do amendoim em solo com biofertilizante bovino. **Nativa**, v. 2, n. 2, p. 89-94, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

TORRES, E. C. M. *et al.* Biometria de mudas de cajueiro anão irrigadas com águas salinas e uso de atenuadores do estresse salino. **Nativa**, v. 2, n. 2, p. 71-78, 2014.

VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and Soil**, v. 255, n. 2, p. 571-586, 2003.

ZHU, J. K. Regulation of ion homeostasis under salt stress. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 6, n. 5, p. 441-445, 2003.