

BIOFERTILIZANTE BOVINO E ÁGUA SALINA NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE JAQUEIRA

FRANCISCO DE OLIVEIRA MESQUITA¹; LOURIVAL FERREIRA CAVALCANTE²; REYNALDO TEODORO DE FÁTIMA²; ANTÔNIO GUSTAVO DE LUNA SOUTO²; RAFAEL OLIVEIRA BATISTA⁴ E FABIANO SIMPLÍCIO BEZERRA³

¹Departamento de Recursos Hídricos, Instituto Nacional do Semiárido, Avenida Francisco Lopes de Almeida, s/n, Bairro Serrotão, CEP: 58.434-700, Campina Grande, Paraíba, Brasil; e-mail: mesquitaagro@yahoo.com.br

²Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal da Paraíba, Rodovia PB 079 – km 12, CEP: 58.397-000, Areia, Paraíba, Brasil; e-mail: lofeca1946@yahoo.com.br; reynaldo.t16@gmail.com; gusluso@hotmail.com e fabianoagro14@gmail.com

³Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal do Semi-Árido, BR 110 – km 47, Costa e Silva, CEP: 59.652-900, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil; e-mail: rafaelbatista@ufersa.edu.br

1 RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o biofertilizante bovino como atenuador na formação de mudas de jaqueira irrigadas com água salina em ambiente protegido, no Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, Brasil. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, em esquema fatorial 5×2 , relativo à condutividade elétrica da água de 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS m⁻¹, no substrato sem e com biofertilizante bovino. Aos 95 dias após a emergência foram avaliadas a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, o crescimento das mudas em altura da haste principal, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, comprimento da raiz principal, biomassa seca total e índice de qualidade de Dickson. O biofertilizante, exceto no comprimento radicular, promoveu maior crescimento e melhor qualidade em mudas de jaqueira sob irrigação com água salina. A irrigação com água de até 1,75 dS m⁻¹ não compromete a qualidade das mudas de jaqueira.

Palavras-chave: *Artocarpus heterophyllus* Lam., salinidade, insumo orgânico, crescimento inicial

MESQUITA, F. de O.; CAVALCANTE, L. F.; FÁTIMA, R. T. de; SOUTO, A. G. de L.; BATISTA, R. O.; BEZERRA, F. S.
BOVINE BIOFERTILIZER AND SALINE WATER ON JACKFRUIT SEEDLING PRODUCTION

2 ABSTRACT

The objective of the present experiment was to evaluate bovine biofertilizer as an attenuator in the formation of salted irrigated jackfruit seedlings in a protected environment, at Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, Brazil. The experimental design was completely randomized, with five replications, in a factorial scheme 5×2 , relative to the electrical conductivity of water of 0.5; 1.0; 2.0; 3.0 and 4.0 dS m⁻¹ on the substrate without

and with bovine biofertilizer. Electrical conductivity of the soil saturation extract, the growth of the main stem height, stem diameter, number of leaves, leaf area, main root length, total dry biomass, and Dickson quality index were evaluated at 95 days after emergence. The biofertilizer, except for root length, promoted greater growth and better quality in jackfruit seedlings under irrigation with saline water. Irrigation with water up to 1.75 dS m⁻¹ does not compromise the quality of jackfruit seedlings.

Keywords: *Artocarpus heterophyllus* Lam., salinity, organic input, initial growing.

3 INTRODUÇÃO

A necessidade de aumentar a oferta de alimentos para atender a demanda alimentar da população mundial tem contribuído para a expansão das áreas irrigadas no mundo, inclusive no Brasil, que elevou a área irrigada de, aproximadamente, 462 mil ha em 1960 para mais de 6,95 milhões de ha em 2015 (ANA, 2017). Desta forma, a agricultura irrigada é viabilizada em regiões com ocorrência de períodos prolongados de estiagem, irregularidades pluviométricas e altas temperaturas, principalmente em áreas áridas e semiáridas, como ocorre no Nordeste brasileiro (CUNHA et al., 2015).

Nas respectivas regiões, devido ao complexo caso de escassez hídrica, com a evaporação superando a precipitação, se torna comum o uso de águas de qualidade inferior, em todos os aspectos, inclusive de salinidade, para irrigação que, associada à carência de manejo adequado, ocasiona um acúmulo excessivo de sais no solo (LIMA NETO et al., 2015). Essa situação foi constatada em vários perímetros irrigados do Nordeste brasileiro, destacando os de Custódia, Pernambuco (FREIRE et al., 2014), Curu, Pentecoste, Ceará (ARAÚJO et al., 2011), Vale do Açu, Rio Grande do Norte (SOUSA et al., 2008), Jabiberi, Sergipe (MACHADO et al., 2007) e São Gonçalo, Paraíba (SILVA NETO et al., 2012).

Pelo histórico dos polos de produção, a salinização das áreas irrigadas torna-se um dos fatores mais limitantes à

qualidade de mudas, crescimento vegetativo e rendimento das culturas não alimentícias e alimentícias (DINIZ NETO et al., 2014; MELO et al., 2018), pela redução do potencial osmótico da solução do solo e ação tóxica de íons específicos (PARIHAR et al., 2015; SHELDON et al., 2017). Apesar da séria limitação ao crescimento das plantas agrícolas sob estresse salino que, em geral, são moderadamente sensíveis a sais; rendimentos aceitáveis mesmo sob teores elevados de sais na água são obtidos (OLIVEIRA et al., 2017).

Para tanto, parece promissora a execução de estudos com culturas que, além de apresentarem certa tolerância à salinidade, propiciem o desenvolvimento econômico dessas regiões. Como alternativa, a produção de mudas de jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.), por ser uma frutífera tropical, originária da Índia, encontra no Brasil condições favoráveis para seu desenvolvimento (MADRUGA et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2017). A importância econômica dessa frutífera, apesar de ainda ser explorada em caráter extrativista, está associada à preferência, para consumo *in natura* ou na forma de sorvetes, bebidas, compotas, geleias e também na produção de bebidas alcoólicas (BALIGA et al., 2011). No entanto, informações sobre a produção de mudas dessa frutífera em condições de estresse salino ainda são escassas, mesmo sendo considerada a fase mais crítica para o desenvolvimento das culturas (OLIVEIRA et al., 2017).

Uma das formas de mitigar os efeitos deletérios da água salina na agricultura é a utilização de insumos orgânicos como o biofertilizante bovino, como registrado na formação de mudas de maracujazeiro amarelo - *Passiflora edulis* Sims (MESQUITA et al., 2012), noni - *Morinda citrifolia* (SOUTO et al., 2013), mamoeiro - *Carica papaya* (LIMA NETO et al., 2016) e tamarindeiro - *Tamarindus indica* (LIMA NETO et al., 2018).

O biofertilizante bovino, por conter substâncias osmorreguladoras, pode atenuar a ação negativa dos sais da água de irrigação às plantas e exercer melhorias no padrão de qualidade das mudas, em geral, inclusive de jaqueira (OLIVEIRA et al., 2017). Os efeitos benéficos são atribuídos às substâncias orgânicas contidas na composição química do biofertilizante bovino que proporcionam melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do substrato e estimulam a produção de metabólitos secundários, reduzindo os danos pelo acúmulo da mistura salina e de íons especificamente tóxicos (ASSOULINE et al., 2016; PUNIRAN-HARTLEY et al., 2014).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o biofertilizante bovino como atenuador na formação de mudas de

jaqueira irrigadas com águas de crescente concentração salina.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em ambiente protegido, no Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, município de Areia, Paraíba, Brasil, situado pelas coordenadas geográficas: latitude 6° 58' 00'' S, longitude 35° 41' 00'' W e altitude de 575 m. O clima da região, conforme a classificação de Köppen é do tipo As' que significa verão seco e quente com chuvas no inverno (ALVARES et al., 2013). O período chuvoso concentra-se de março a julho, com precipitação pluviométrica média de 1.400 mm anuais, temperatura média de 24 °C e umidade relativa do ar acima de 70%.

O substrato constou de 3,5 dm³ de material de neossolo regolítico distrófico (EMBRAPA, 2018) coletado na camada de 0,0 - 0,20 m. O material do solo após seco ao ar, foi passado em peneira com malha de 2 mm e analisado quanto os atributos físicos e químicos pela fertilidade (EMBRAPA, 2017) e quanto à salinidade do extrato de saturação conforme Richards (1954). Os respectivos dados estão indicados na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização dos atributos físicos e químicos quanto à fertilidade e salinidade do substrato na camada de 0,0-0,2m

Físicos	Valor	Fertilidade	Valor	Salinidade	Valor
Ds (g cm ⁻³)	1,51	pH em água (1: 2,5)	6,70	CEes (dS m ⁻¹)	0,55
Dp (g cm ⁻³)	2,76	MO (g kg ⁻¹)	13,58	pH	6,25
Pt (m ³ m ⁻³)	0,46	P (mg dm ⁻³)	22,46	Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	1,44
Areia (g kg ⁻¹)	869	K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,32	Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,77
Silte (g kg ⁻¹)	69	Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,50	Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	2,76
Argila (g kg ⁻¹)	98	Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,48	K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,53
Ada (g kg ⁻¹)	12	Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,36	Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	4,28
GF (%)	80,45	H ⁺ + Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,65	CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	-
ID (%)	12,76	Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,00	HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,81
U _{cc} (g kg ⁻¹)	15,43	SB (cmol _c dm ⁻³)	4,02	SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,21
U _{pmp} (g kg ⁻¹)	3,67	CTC (cmol _c dm ⁻³)	6,67	RAS (mmol L ⁻¹) ^{1/2}	1,38
Ad (g kg ⁻¹)	6,37	V (%)	60,26	PST (%)	5,41

Ds = Densidade do solo; Dp = Densidade de partícula; Pt = Porosidade total; Ada = Argila dispersa em água; GF= Grau de floculação; ID= Índice de dispersão; U_{cc} e U_{pmp} = respectivamente umidade do solo às tensões de - 0,01 e -1,5 Mpa; Ad = Águas disponível; MO = Matéria orgânica; SB = Soma de bases (Na⁺ + K⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺); CTC = Capacidade de troca catiônica = SB + (H⁺ + Al³⁺); V = Valor de saturação por bases (100 × SB/CTC); CEes = Condutividade elétrica do extrato de saturação; RAS = Razão de adsorção de sódio = Na⁺ × [(Ca²⁺ + Mg²⁺)/2]^{1/2}; PST = Percentagem de sódio trocável (100 × Na⁺/CTC). **Fonte:** Autoria própria.

Os tratamentos foram arrançados em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições, adotando-se o esquema fatorial 5 × 2, relativos à condutividade elétrica da água de irrigação de 0,5; 1,0; 2,0; 3,0e 4,0 dS m⁻¹, no substrato sem e com biofertilizante bovino e uma muda de jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*) Var. Mole por unidade experimental. As sementes foram obtidas de frutos de plantas matrizes localizadas no Viveiro de Fruticultura da Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, Brasil.

O nível de condutividade elétrica de cada água de irrigação (CEai) foi obtido pela diluição de uma água de barragem fortemente salina (15,70 dS m⁻¹) em água não salina (0,5 dS m⁻¹), medido com um condutivímetro portátil modelo

microprocessado Instrutherm (CD-860). O biofertilizante bovino foi obtido pela fermentação anaeróbica em biodigestor contendo volumes iguais de água e esterco fresco de bovino durante 20 dias (Marrocos et al., 2012).

Para a manutenção do sistema hermeticamente fechado, a extremidade de uma mangueira com diâmetro de 4 mm foi conectada à base superior do biodigestor e a outra extremidade foi imersa em um recipiente com água (Cavalcante et al., 2012). Ao final do processo de fermentação e, ao considerar que o insumo orgânico foi aplicado na forma líquida, foi avaliado como se fosse água para irrigação (Tabela 2) empregando as metodologias contidas em Richards (1954).

Tabela 2. Caracterização de água de irrigação e do biofertilizante bovino

Componentes	Água não salina	Água fortemente salina	Biofertilizante Bovino
CE (dS m ⁻¹)	0,59	15,70	3,59
RAS (mmol L ⁻¹) ^{1/2}	2,63	20,80	1,55
Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	1,37	10,83	9,43
Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,83	37,53	7,21
Na ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	2,56	102,29	3,32
K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,19	2,69	10,55
Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,28	111,60	20,12
HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,45	40,49	6,12
CO ₃ ⁻² (mmol _c L ⁻¹)	0,00	2,10	0,00
SO ₄ ⁻² (mmol _c L ⁻¹)	0,76	0,80	6,23
Classificação	C ₁ S ₁	C ₄ S ₂	C ₂ S ₁

CE = Condutividade elétrica; RAS = Razão de adsorção de sódio = $Na^+ \times [(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2]$ 0,5; C₁, C₂ e C₄ = Respectivamente risco baixo, médio e muito alto da água salinizar o solo; S₁ e S₂ = Respectivamente risco baixo e médio da água exercer sodificação ao solo. **Fonte:** Autoria própria

Antes da aplicação, o biofertilizante bovino foi diluído em água na proporção de 1:1 e aplicado de uma única vez, dois dias antes da semeadura, em volume equivalente a 10% do volume do substrato (350 mL).

Na semeadura, foram colocadas cinco sementes de jaca (viabilidade de 92%) em cada unidade experimental. Aos 15 dias após a emergência das plântulas (DAE), procedeu-se o desbaste das mesmas, mantendo-se a mais vigorosa por unidade experimental. A irrigação das mudas no período da semeadura ao final do experimento (95 DAE) foi realizada com a água de cada nível salino pelo método de pesagem, fornecendo-se o volume evapotranspirado no período de 24 h para manter a umidade do solo próximo a 90% da capacidade de campo e evitar a lixiviação da solução do substrato.

Aos 95 DAE, foram coletadas amostras de substrato para determinação da salinidade com base da condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes). No mesmo período, foram determinados: a altura (AP) e o comprimento da raiz principal (CR) das mudas, com régua graduada; o diâmetro caulinar (DC), com paquímetro digital; o número de folhas (NF); a área foliar (AF), com medidor de área foliar portátil LI-300C. Em seguida, as

mudas foram coletadas, colocadas em saco de papel devidamente identificado e levadas à estufa de ar em temperatura de 65 °C por período de 72 h até atingir massa constante para determinação da biomassa seca total em balança semianalítica (p<0,001 g).

O índice de qualidade de Dickson (IQD) foi determinado por meio da metodologia contida em Dickson et al. (1960).

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F (p<0,05). As médias do biofertilizante foram comparadas por teste F (p<0,05), que é conclusivo para dois fatores de uma mesma fonte de variação. As médias referentes à condutividade elétrica da água de irrigação foram avaliadas por regressão a 5% de probabilidade, com o software estatístico Sisvar versão 5.6 (FERREIRA, 2014) para processamento dos dados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que as variáveis analisadas responderam à interação salinidade da água de irrigação × biofertilizante bovino. O comportamento estatístico dos dados corrobora com os apresentados por Melo Filho et al. (2015) e

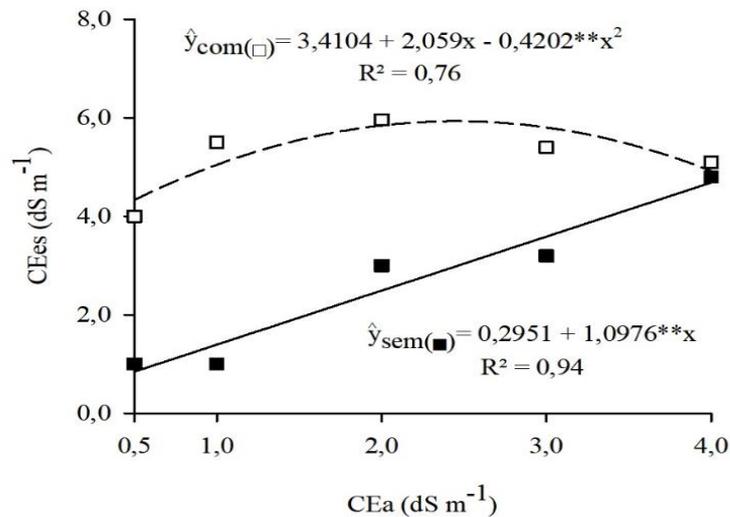
Souto et al. (2013), ao avaliarem o crescimento em mudas de pitombeira (*Talisia esculenta*) e noni (*Morinda citrifolia* L.), respectivamente, e registrarem influência significativa da interação entre salinidade da água de irrigação e biofertilizante bovino na salinidade do solo, crescimento biométrico e na biomassa vegetal das mudas das respectivas espécies.

O aumento da concentração salina da água de irrigação (CEa) elevou a salinidade do substrato (CEes), independentemente da aplicação ou não do biofertilizante bovino e com superioridade nos tratamentos com o respectivo insumo orgânico, exceto no nível mais alto de condutividade elétrica da água (Figura 1). No solo sem o insumo, a CEes foi elevada

de 0,84 para até 4,68 dS m⁻¹, aumentando em 455,22% entre os tratamentos com águas de 0,5 e de 4,0 dS m⁻¹. No solo com biofertilizante, o aumento do teor salino da água de 0,5 para a salinidade máxima estimada de 2,45 dS m⁻¹ provocou elevação da salinidade do solo de 4,33 para até 5,93 dS m⁻¹.

Os valores de condutividade elétrica do solo com biofertilizante, apesar de superarem aos do substrato sem biofertilizante, exibem menor aumento, de 36,95%, comparado ao do substrato sem o insumo orgânico. Entretanto, os valores absolutos são significativamente superiores em respostas à elevada condutividade elétrica do insumo (3,59 dS m⁻¹) refletindo-se no aumento da salinidade do substrato (Tabela 2).

Figura 1. Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes), em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa, no substrato sem (—) e com (---) biofertilizante bovino.



Comportamento similar foi apresentado por Mesquita et al. (2012), durante a formação de mudas de maracujazeiro (*Passiflora edulis*) em substrato sem e com biofertilizante, irrigadas com água salina de até 4,0 dS m⁻¹ e constatarem maior nível de salinidade no substrato com biofertilizante bovino. O aumento da condutividade elétrica do substrato ao nível de estresse, inibe o

crescimento das plantas e ocasiona perdas na absorção de água e nutrientes da solução do solo ao ponto de comprometer a divisão e expansão celular (JULKOWSKA; TESTERINK, 2015), prejudicando o crescimento biométrico, formação de biomassa e a qualidade das mudas, em geral, inclusive da jaqueira (OLIVEIRA et al., 2017).

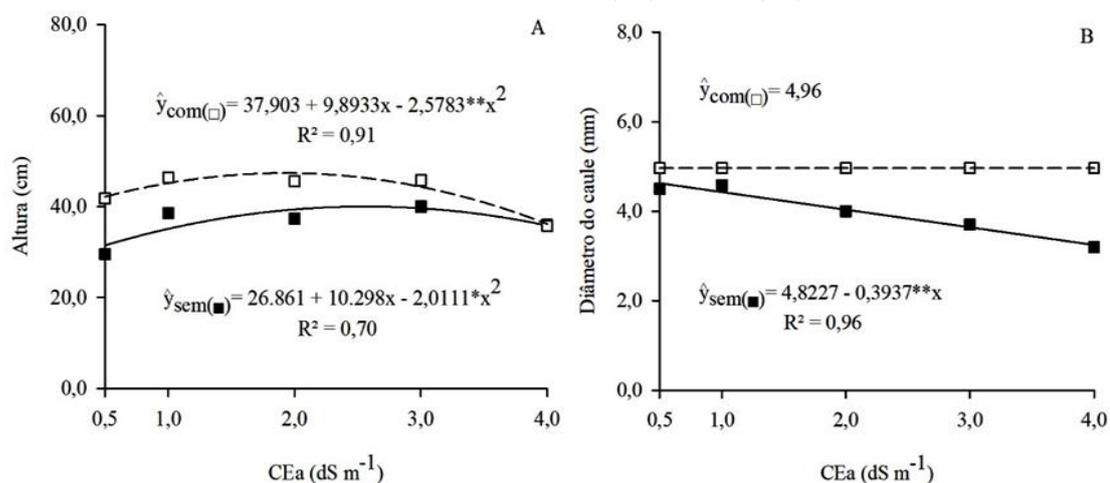
O aumento da salinidade das águas, de 0,5 até os maiores valores estimados de 2,56 e 1,92 dS m⁻¹, apesar de estimular o crescimento em altura nos substratos sem e com biofertilizante bovino, não exerceu o mesmo efeito sobre o diâmetro caulinar das mudas, mas ambas as variáveis foram superiores no substrato com biofertilizante (Figura 2). A altura de muda cresceu de 31,51 até 40,04 cm e de 42,20 até 47,39 cm resultando em aumentos de 27,07 e 12,30% entre as mudas irrigadas com águas de 0,5 e 2,56; 0,5 e 1,92 dS m⁻¹, respectivamente nos substratos sem e com biofertilizante bovino (Figura 2A).

Apesar do menor crescimento percentual, o biofertilizante promoveu os maiores valores absolutos em altura nas mudas irrigadas com águas de 0,5 e 1,92 dS m⁻¹, em comparação com as das águas 0,5 e 2,56 dS m⁻¹ no substrato sem o referido insumo. Numa comparação pelos coeficientes entre os valores das mudas irrigadas com as mesmas águas de 0,5 e 1,92 dS m⁻¹ nos substratos com e sem o insumo, percebem-se supremacias de 33,95 e 20,84% entre as mudas dos tratamentos

com o biofertilizante bovino. O comportamento dos dados está em acordo com Lima Neto et al. (2016) ao concluírem que a salinidade da água inibe o crescimento das mudas de mamoeiro (*Carica papaya*), mas com menor agressividade nos tratamentos com biofertilizante bovino e evidencia efeito atenuador da salinidade da água às mudas em relação ao substrato sem o insumo.

A inibição do crescimento das plantas, na maioria dos casos, é devida à ação da mistura de sais que reduz a energia da água do solo, pela diminuição do potencial osmótico, limita a capacidade vegetal em absorver água e nutrientes essenciais. O crescimento pode ser inibido também pelo efeito específico de íons tóxicos, principalmente Na⁺, Cl⁻, NO₃⁻ e, nessas situações de estresse, a planta perde a capacidade de expansão e divisão celular, com reflexos negativos na fotossíntese, assimilação de carbono e reações bioquímicas que regem o crescimento vegetal (PARIHAR et al., 2015; SHELDON et al., 2017).

Figura 2. Altura (A) e diâmetro do caule (B) em mudas de jaqueira irrigada com águas de salinidade crescente, no substrato sem (—) e com (---) biofertilizante bovino.



O diâmetro caulinar das mudas decresceu linearmente de 4,62 para 3,25 mm e não se ajustou a nenhum modelo de regressão, sendo representado pelo valor

médio de 4,96 mm, em função da salinidade das águas, respectivamente no substrato sem e com biofertilizante bovino (Figura 2B). O declínio provocou uma perda de

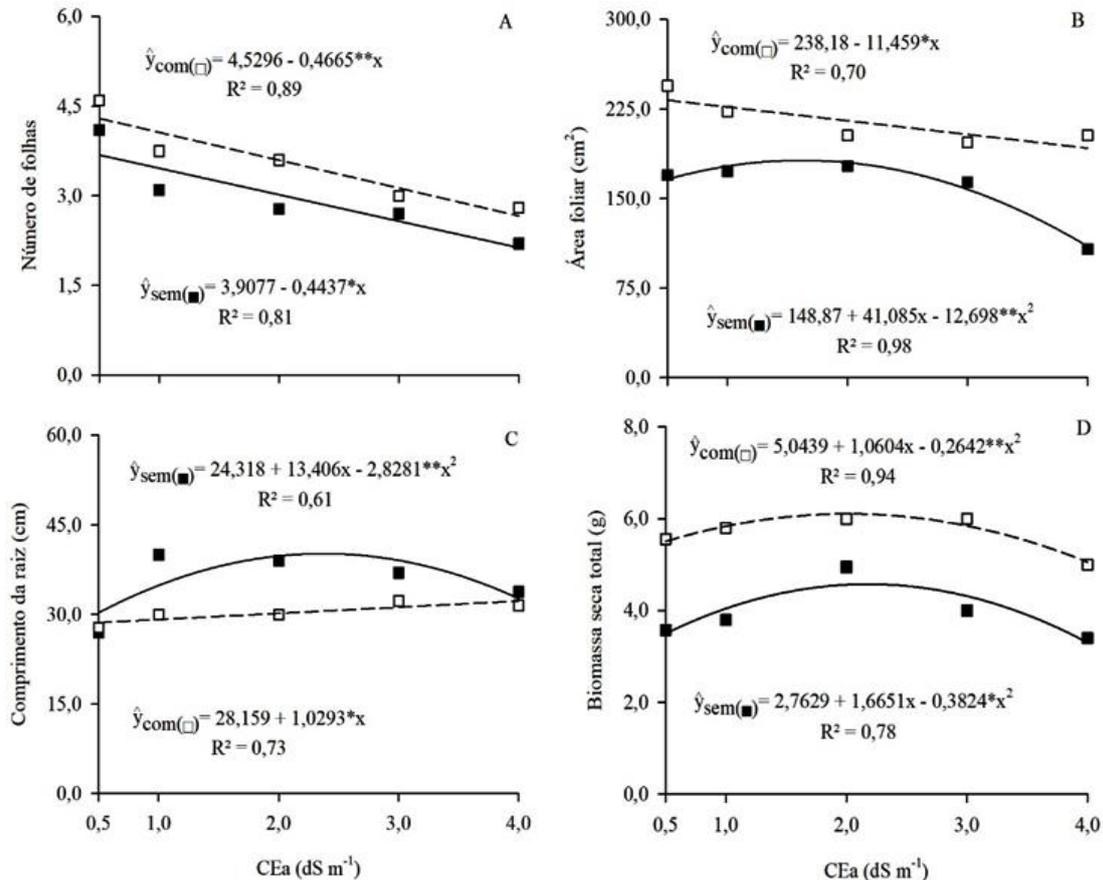
29,65% entre as mudas irrigadas com água de 0,5 e 4,0 ds m⁻¹. Constatam-se também, como no crescimento em altura, maiores valores das mudas do substrato em relação à ausência do insumo. Quanto ao substrato sem biofertilizante, o comportamento dos dados assemelha-se ao apresentado por Bezerra et al. (2018) e Melo et al. (2018), que registraram declínios de 9,5 e 6,4% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação, em mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) e aceroleira (*Malpighia marginata*).

A superioridade do crescimento caulinar pode ser resposta da composição do biofertilizante bovino em nutrientes disponíveis às mudas, estimuladores de crescimento e compostos bioativos

(MARROCOS et al., 2012; BHATTACHARJEE & DEY, 2014). A manutenção de um gradiente favorável entre o solo e a planta permite absorção de água e nutrientes que atende as exigências nutricionais (ASSOULINE et al., 2016) e mitiga os danos do estresse salino às mudas. Comportamento similar foi verificado também por Lima Neto et al. (2015), ao registrarem ação atenuadora do biofertilizante à salinidade da água de irrigação na formação de mudas de tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.).

Todas as variáveis analisadas, exceto no comprimento da raiz principal, foram superiores nos tratamentos com biofertilizante bovino a medida que se aumentou a salinidade das águas (Figura 3).

Figura 3. Número de folhas (A), área foliar (B), comprimento da raiz (C) e biomassa seca total (D), em mudas de jaqueira irrigadas com água salina no substrato sem (—) e com (---) biofertilizante bovino.



O número de folhas (Figura 3A) e área foliar (Figura 3B) das mudas no

substrato com biofertilizante, apesar de superiores às do substrato sem o insumo,

decreceram de 4,30 para 2,66 folhas e de 233,45 para 193,34 cm², com perdas de 38,14 e 17,18% entre as mudas irrigadas com águas de 0,5 e 4,0 dS m⁻¹. Nas mesmas figuras, verifica-se, no substrato sem biofertilizante, que o número de folhas foi inibido linearmente com perdas de 42,13% e a área foliar foi estimulada pelo aumento da salinidade das águas até 1,62 dS m⁻¹, atingindo o maior valor de 182,10 cm² e decrescendo nas mudas irrigadas com águas de teor salino superior a 1,62 dS m⁻¹.

Tendências semelhantes na emissão de folhas e área foliar foram apresentadas por Lima Neto et al. (2016) e Bezerra et al. (2018), respectivamente em mudas de tamarindeiro e goiabeira (*Psidium guajava*). A redução do número de folhas e da área foliar pode ser uma estratégia aclimatativa ao estresse salino, restringindo a superfície de perda hídrica por transpiração em resposta ao baixo potencial osmótico da solução do solo, que dificulta a absorção de água pela planta (NEGRÃO et al., 2017).

O comprimento radicular das mudas foi elevado até as condutividades da água de 2,37 dS m⁻¹ (40,20 cm) e 4,0 dS m⁻¹ (32,28 cm), para os respectivos tratamentos sem e com biofertilizante (Figura 3C). A aplicação de biofertilizante bovino no substrato permitiu a utilização de água com teor de sais mais elevados, sem comprometer o crescimento da raiz das mudas de jaqueira. Isso se deve pelo aumento da disponibilidade de nutrientes no substrato próximo ao sistema radicular das mudas do substrato com biofertilizante bovino supriu as necessidades de nutrientes e contribuiu para o ajustamento osmótico das mudas (LIMA NETO et al., 2016). Dessa forma, os teores de elementos osmorreguladores, como o potássio no insumo orgânico, contribuíram para a produção de metabólitos secundários que amenizam os danos do estresse salino no

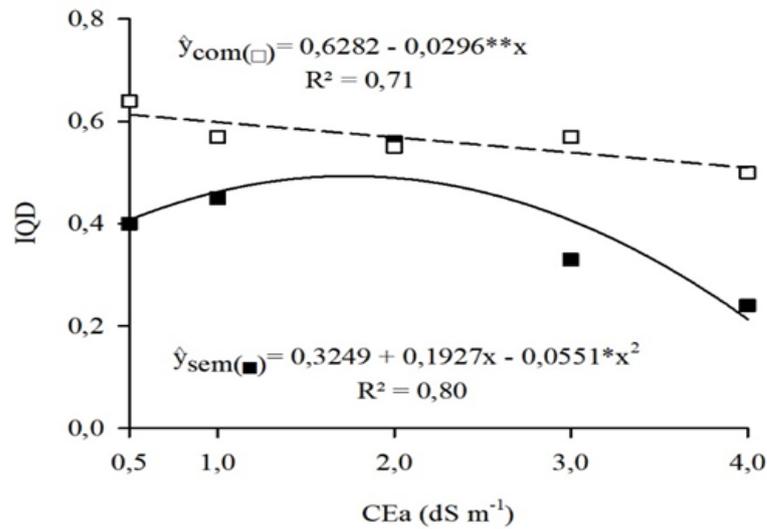
crescimento inicial do vegetal (DINIZ NETO et al., 2014).

A biomassa seca total aumentou até as águas de irrigação de 2,18 e 2,0 dS m⁻¹ (Figura 3D), atingindo valores máximos de 4,57 e 6,11 g no substrato sem e com biofertilizante, respectivamente. Ao comparar os valores máximos observados no substrato sem e com o insumo orgânico, o biofertilizante bovino promoveu acréscimo de 33,49% na biomassa total das mudas de jaqueira.

O biofertilizante exerce melhoria do substrato, no aumento da atividade microbiana do solo, melhora a estrutura e porosidade pelo efeito floculante do sódio, além de estimular a produção de compostos osmorreguladores pelas plantas, tais como ácidos nucléicos, prolina e glicina, que minimizam os danos tóxicos dos sais (ASSOULINE et al., 2016; PUNIRAN-HARTLEY et al., 2014). Ganhos na biomassa seca das mudas irrigadas com água salina pela utilização do biofertilizante bovino foram observados também por Diniz et al. (2013) em nim (*Azadirachta indica* A. Juss) e Souto et al. (2013) em noni (*Morinda citrifolia* L.).

O aumento da salinidade da água reduz a qualidade das mudas de jaqueira Var. Mole, estimada pelo índice de qualidade de Dickson - IQD (Figura 4). A qualidade das mudas pelo IQD desenvolvidas no substrato sem biofertilizante foi elevada até a CEai de 1,75 dS m⁻¹, com valor de 0,49, mas níveis maiores de salinidade reduzem a qualidade das mudas de jaqueira. Nas mudas do substrato com biofertilizante, o índice de qualidade de Dickson foi reduzindo linearmente de 0,61 para 0,51 entre a salinidade da água de 0,5 e 4,0 dS m⁻¹. Apesar da redução linear, os valores do IQD das mudas no substrato com o biofertilizante foram sempre superiores às do substrato sem o respectivo insumo orgânico.

Figura 4. Índice de qualidade de Dickson em mudas de jaqueira Var. Mole irrigadas com água salina no substrato sem (—) e com (---) e biofertilizante bovino.



Para espécies florestais, índices de qualidade de Dickson superiores a 0,2 expressam valores adequados para transplântio no campo (DICKSON et al., 1960). Para as espécies frutíferas ainda são escassas as informações na literatura com um valor ou amplitude de referência confiável, mas ao comparar os valores da Figura 4 com os obtidos por Oliveira et al. (2017), variando de 0,404 a 0,641 em mudas de jaqueira irrigadas com água de salinidade até 4,0 dS m⁻¹, constata-se coerência dos resultados.

6 CONCLUSÃO

A associação biofertilizante bovino e água salina eleva a salinidade do solo.

Apesar do biofertilizante não eliminar os efeitos dos sais da água de irrigação, o biofertilizante bovino mitiga a ação degenerativa dos sais às mudas de jaqueira.

Exceto no comprimento da raiz principal, as demais variáveis biométricas das mudas de jaqueira foram superiores no solo com o biofertilizante bovino.

A utilização de água, com restrição moderada à salinidade, de até 1,75 dS m⁻¹ pode ser utilizada para produção de mudas de jaqueira com qualidade para o transplântio no campo.

7 REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada /Agência Nacional de Águas**. -- Brasília: ANA, 2017.

ARAÚJO, A. P.; COSTA, R. N.; LACERDA, C. F.; GHEYI, H. R. Análise econômica do processo de recuperação de um solo sódico no Perímetro Irrigado Curu-Pentecoste, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 4, p. 377-382, 2011.

ASSOULINE, S.; NARKIS, K.; GHERABLI, R.; SPOSITO, G. Combined effect of sodicity and organic matter on soil properties under long-term irrigation with treated wastewater. **Vadose Zone Journal**, Madison, v. 15, n. 4, p. 1-10, 2016.

BALIGA, M. S.; SHIVASHANKARA, A. R.; HANIADKA, R.; DSOUZA, J.; BHAT, H.P. Phytochemistry, nutritional and pharmacological properties of *Artocarpus heterophyllus* Lam (jackfruit): A review. **Food Research International**, Barking, v.44, n.8, p.1800-1811, 2011.

BEZERRA, I. L.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S. D.; SANTOS, J. B.; FERNANDES, P. D. Interaction between soil salinity and nitrogen on growth and gaseous exchanges in guava. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 13, n. 3, p. 1-12, 2018.

BHATTACHARJEE, R., DEY, U. Biofertilizer, a way towards organic agriculture: A review. **African Journal of Microbiology Research**, Nairóbi, v. 8, n. p. 2332-2342. 2014.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; RODOLFO JÚNIOR, F.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; SANTOS, G. P. Leaf-macronutrient status and fruit yield of biofertilized yellow passion fruit plants. **Journal of Plant Nutrition**, London, v. 35, n. 2, p. 176-191.

CUNHA, D. A.; COELHO, A. B.; FÉRES; J. G. Irrigation as an adaptive strategy to climate change: an economic perspective on Brazilian agriculture. **Environment and Development Economics**, Cambridge, v. 20, n. 1, p. 57-79, 2015.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forest Chronicle**, Mattawa, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

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

DINIZ, B. L.; 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. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, n. 3, p. 470-475, 2013.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5 ed., Brasília, DF: Embrapa, 2018. 353 p.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** 3 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 627p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 10-17, 2014.

FREIRE, M. B.; MIRANDA, M. F.; OLIVEIRA, E. E.; SILVA, L. E.; PESSOA, L. G.; ALMEIDA, B. G. Agrupamento de solos quanto à salinidade no Perímetro Irrigado de Custódia em função do tempo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande v. 18, n. supl. p. 86 - 91, 2014.

JULKOWSKA, M. M.; TESTERINK, C. Tuning plant signaling and growth to survive salt. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 20, n. 9, p. 586-594, 2015.

LIMA NETO, A. J.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; SOUTO, A. G. L.; SANTOS, G. P.; SANTOS, J. Z.; MESQUITA, E. F. Papaya seedlings irrigation with saline water in soil with bovine biofertilizer. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Chillán, v. 76, n. 2, p. 236-242, 2016.

LIMA NETO, A. J.; CAVALCANTE, L. F.; NUNES, J. C.; SOUTO, A. G. L.; BEZERRA, F. T. C. Mudanças de tamarindeiro irrigadas com água salina em solo sem e com biofertilizantes. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 4, p. 730-744, 2015.

MACHADO, R.; NETTO, A. D. O. A.; CAMPECHE, L. F. D. S. M.; BARROS, A. C. Efeito da salinidade em características físico-hídricas em solos salino-sodilizados no perímetro irrigado Jabiberi-SE. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 15 - 19, 2007.

MADRUGA, M.S.; ALBUQUERQUE, F.S.M.; SILVA, I.R.A.; AMARAL, D.S.; MAGNANI, M.; QUEIROGA NETO, V. Chemical, morphological and functional properties of Brazilian jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) seeds starch. **Food chemistry**, London, v. 143, p. 440-445, 2014.

MARROCOS, S. D. T. P.; NOVO JÚNIOR, J.; GRANGEIRO, L. C.; QUEIROZ ANBRÓSIO, M. M., CUNHA, A. P. A. Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 4, p. 34-43, 2012.

MELO, E. N.; NOBRE, R. G.; PINHEIRO, F. W. A.; SOUZA, L. P.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; SILVA, W. L. Evaluation of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) rootstock under saline water irrigation and nitrogen fertilization. **Australian Journal of Crop Science**, Queensland, v. 12, n. 6, p. 1034-1040, 2018.

MELO FILHO, J. S.; ARAÚJO, D. L.; VÉRAS, M. L. M.; IRINEU, T. H. S.; ANDRADE, R. Interação entre níveis de salinidade e biofertilizante em mudas de pitombeira (*Talisia esculenta* (A. St.-Hil.) Radlk.). **Revista Terceiro Incluído**, Itatiaia, v. 5, n. 2, p. 320-331, 2015.

MESQUITA, F. O.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; LIMA NETO, A. J.; NUNES, J. C. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo submetidas à salinidade em solo como biofertilizante bovino. **Ciencia del suelo**, Buenos Aires, v. 30, n. 1, p. 31-41, 2012.

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

OLIVEIRA, F. Í. F.; DE SOUTO, A. G. L.; CAVALCANTE, L. F.; MEDEIROS, W. J. F.; BEZERRA, F. T. C.; BEZERRA, M. A. F. Quality of jackfruit seedlings under saline water stress and nitrogen fertilisation. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 4, p. 2337-2350, 2017.

PARIHAR, P.; SINGH, S.; SINGH, R.; SINGH, V. P.; PRASAD, S. M. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, Berlin, v. 22, n. 6, p. 4056-4075, 2015.

PUNIRAN-HARTLEY, N.; HARTLEY, J.; SHABALA, L.; SHABALA, S. Salinity-induced accumulation of organic osmolytes in barley and wheat leaves correlates with increased oxidative stress tolerance: in planta evidence for cross-tolerance. **Plant Physiology and Biochemistry**, New Delh, v. 83, p. 32-39, 2014.

RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils**.

Washington: United States Salinity Laboratory Staff, 1954. 160p. (Agriculture, 60).

SHELDON, A. R.; DALAL, R. C.; KIRCHHOF, G.; KOPITTKKE, P. M.; MENZIES, N. W. The effect of salinity on plant-available water. **Plant and Soil**, Hague, v. 418, n. 1-2, p. 477-491, 2017.

SILVA NETO, M. F.; MACEDO, M. L. A.; FREITAS, J. C.; PEREIRA, E. R. R. Análise do perfil agrícola do perímetro irrigado de São Gonçalo-PB. **Applied Research & Agrotechnology**, Guarapuava, v. 5, n. 2, p. 155-172, 2012.

SOUSA, R. A.; AMARO FILHO, J.; MENEZES, V. C. L. Caracterização qualitativa das águas da microrregião do Vale do Açu-RN. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 2, n. 1, p. 1-8, 2008.

SOUTO, A. G. L.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, J. A. M.; MESQUITA, F. O.; LIMA NETO, A. J. Comportamento do noni à salinidade da água de irrigação em solo com biofertilizante bovino. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 18, n.3, p. 442-453, 2013.