



BIOMETRIA DE MUDAS DE CAJUEIRO ANÃO IRRIGADAS COM ÁGUAS SALINAS E USO DE ATENUADORES DO ESTRESSE SALINO

Eliésia Carla de Medeiros TORRES, José Lucínio de Oliveira FREIRE*, Janailma Lima de OLIVEIRA, Lucas Borchardt BANDEIRA, Djair Alves de MELO, André Luiz da SILVA

¹Coord. de Tecnologia em Agroecologia, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, Picuí, Paraíba, Brasil.

*E-mail: lucinio@folha.com.br

Recebido em Janeiro/2014; Aceito em abril/2014.

RESUMO: A salinidade hídrica é fator de estresse que altera o crescimento de mudas de frutíferas. Objetivou-se avaliar o crescimento de mudas de cajueiro anão precoce em substratos irrigados com águas salinas e adição de biofertilizante bovino e cobertura com biomassa vegetal no Seridó Paraibano. O experimento foi instalado em delineamento em blocos casualizados, com três repetições, em arranjo fatorial 5 x 2 x 2, correspondente a cinco níveis de salinidade da água de irrigação (0,5; 3,5; 6,5; 9,5 e 12,5 dS m⁻¹), no solo sem e com biofertilizante bovino, numa alíquota de 0,2 dm³ por planta, sem e com cobertura morta com 3 cm de casca de arroz. As taxas de crescimento absoluto e relativo em altura, em diâmetro caulinar, número de folhas, área foliar, comprimento da raiz e fitomassa fresca do cajueiro anão precoce foram influenciados negativamente pela salinidade da água de irrigação. O biofertilizante mitigou os efeitos depressivos dos sais no crescimento absoluto das plantas irrigadas com água de salinidade até 3,5 dS m⁻¹. O uso simultâneo do biofertilizante e cobertura morta foi eficiente na redução dos efeitos dos sais nas plantas irrigadas com águas de 3,5 e 6,5 dS m⁻¹, promovendo aumento no número de folhas. O biofertilizante incrementou a fitomassa fresca total das plantas irrigadas com água de maior condutividade elétrica.

Palavra-chave: agroecologia, biofertilizante, crescimento, fruticultura, salinidade

SEEDLING OF DWARF CASHEW BIOMETRY IRRIGATED WITH SALINE WATER AND SALT STRESS ATTENUATORS USE

ABSTRACT: The water salinity is a stress factor that alters the growth of fruit seedlings. This study aimed to evaluate the growth of dwarf cashew seedlings in substrates irrigated with saline water and bovine bio fertilizer addition and cover with vegetable biomass in Seridó, Paraíba. The experiment was arranged in a randomized block design with three replications in a factorial 5 x 2 x 2, corresponding to five salinity levels of water irrigation (0.5, 3.5, 6.5, 9.5 and 12.5 dS m⁻¹), soil with and without bovine bio fertilizers, a rate of 0.2 dm³ per plant, with and without biomass cover with 3 cm of rice husk coverage. The growth index of absolute and relative in height, in stem diameter, number of leaf, leaf area, root length and fresh biomass of dwarf cashew negatively affected by salinity of water irrigation. The biofertilizer mitigated the depressing effects of the salts in the absolute growth of plants irrigated with saline water up to 3.5 dS m⁻¹. The simultaneous use of biofertilizer and mulch was effective in reducing the salt effect on plants irrigated with water of 3.5 and 6.5 dS m⁻¹, an increasing in the number of leaves. The biofertilizer increased the total fresh biomass of plants irrigated with higher electrical conductivity water.

Keywords: agroecology, bio fertilizers, growth, fruticulture, salinity

1. INTRODUÇÃO

A salinidade é um dos principais problemas enfrentados pela agricultura irrigada no semiárido, porém, os efeitos sobre o crescimento das plantas são consequências de fatores osmóticos e iônicos. Em geral, a salinidade inibe o crescimento das plantas em função dos efeitos osmóticos e tóxicos dos íons (MUNNS, 2002). No caso da germinação e estabelecimento das plântulas, esse efeito é mais pronunciado, uma vez que, nessa fase, as

plântulas estão mais susceptíveis aos efeitos do sal nos processos bioquímicos e fisiológicos envolvidos.

O excesso de sais pode perturbar as funções fisiológicas e bioquímicas das plantas, causando estresse osmótico, o que resulta em distúrbios das relações hídricas, alterações na absorção e utilização de nutrientes essenciais, além do acúmulo de íons tóxicos. Entretanto, as respostas das plantas à salinidade são complexas e de difícil compreensão por envolverem vários genes e

diversos mecanismos fisiológicos e bioquímicos (HASEGAWA et al., 2000). As plantas podem se comportar de forma variada em relação aos limites de tolerância à salinidade, sendo que, dentro de uma mesma espécie pode haver variações entre genótipos, nos quais os efeitos podem variar entre as fases de crescimento e desenvolvimento (NEVES et al., 2008).

As culturas respondem diferenciadamente à salinidade, algumas com rendimentos aceitáveis em condições de elevada condutividade elétrica do solo ou da água de irrigação, enquanto outras são sensíveis em níveis relativamente baixos. A avaliação do comportamento de determinada cultura com relação à salinidade é observada pelos efeitos de natureza osmótica, tóxica e/ou nutricional, afetando processos metabólicos vitais, como cadeia respiratória, assimilação do nitrogênio e metabolismo das proteínas (MUNNS, 2002). Entretanto, os efeitos deletérios às plantas dependem de muitos outros fatores como espécie, cultivar, estágio fenológico, características dos sais, intensidade e duração do estresse salino, manejo cultural, da irrigação e condições edafoclimáticas (TESTER; DAVENPORT, 2003).

No caso do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), a maioria dos pomares no Brasil está localizada no semiárido, que, por sua vez, é caracterizado pela escassez hídrica e por apresentar problemas ligados à salinidade (GHEYI, 2000), e que, em geral, em função da baixa disponibilidade hídrica superficial, os viveiros de produção de mudas são forçados a utilizar água de baixa qualidade. Em cajueiro anão precoce, estudos evidenciam que a porcentagem de germinação só é prejudicada em níveis elevados de sal, no entanto, o tempo médio de emergência das plântulas é afetado, atrasando a sua emergência (BEZERRA et al., 2002; CARNEIRO et al., 2002).

No caso do cajueiro anão CP 76 é um clone obtido no ano de 1979, a partir da planta matriz de cajueiro CP 76, proveniente do mesmo lote da CP 06, também avaliada por 15 anos. A maior produção registrada pela planta matriz foi de 22 kg. Esse clone foi lançado para o plantio comercial no ano de 1983. Apresenta, como características, plantas de porte baixo, altura média de 2,68 m e diâmetro médio da copa de 4,98 m no sexto ano de idade. Essas características são peculiares ao tipo de cajueiro anão precoce (PAIVA; BARROS, 2004).

Entre as alternativas para minimizar os efeitos depressivos dos sais às plantas está o uso de biofertilizante bovino e o uso de cobertura do solo, tidos como agentes condicionadores dos atributos físicos dos solos (WU et al., 2005; FREIRE et al., 2010).

Tem-se notado que, pela sua importância socioeconômica e, em face de ser cultivado mais expressivamente em regiões semiáridas, em que o uso de águas salinas é inevitável, há necessidade de mais pesquisa sobre a interação salinidade e cultura do cajueiro anão precoce, o que resulta em forte demanda por novas pesquisas. Com isso, este trabalho objetivou avaliar o crescimento de mudas de cajueiro anão precoce em substratos irrigados com águas de diferentes níveis de salinidade e adição de possíveis atenuantes do estresse salino nas plantas, como o biofertilizante bovino e a cobertura com biomassa vegetal.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no viveiro telado do Setor de Produção Vegetal da Coordenação de Agroecologia e Laboratório de Solos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *campus* Picuí.

O município de Picuí, localizado na mesorregião da Borborema e microrregiões do Curimataú Ocidental e Seridó Oriental Paraibano, é georreferenciado pelas coordenadas geográficas de 6° 33' 18" de latitude Sul e 36° 20' 56" de longitude Oeste, a 426 m de altitude e caracterizado, segundo Köppen, como de clima semiárido, tipo Bsh (MENDONÇA, 2007).

O experimento foi instalado em delineamento em blocos casualizados, com três repetições, em arranjo fatorial 5 x 2 x 2, correspondente a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,5; 3,5; 6,5; 9,5 e 12,5 dS m⁻¹), no solo sem e com biofertilizante bovino, sem e com cobertura morta, com três plantas de cajueiro anão precoce por unidade experimental, totalizando 180 plantas. Os tratamentos foram iniciados dez dias após a emergência das plantas.

Representou-se a unidade experimental por três mudas de cajueiro anão precoce, cultivar CP 76, produzidas em sacos de polietileno de dimensões de 12 cm x 22 cm. O substrato constou de uma mistura de 3 partes de um Neossolo Flúvico ou aluvião e uma parte de esterco bovino. De acordo com Santos et al. (2006), estes solos de planície aluvial são caracterizados como profundos, de drenagem imperfeita e ricos em minerais primários.

Os níveis salinos das águas de irrigação foram preparados a partir da diluição de uma água fortemente salina (CEa = 7,5 dS m⁻¹), coletada do açude do bairro Limeira, localizado no município de Picuí, PB, com complementação de concentração salina até 15 dS m⁻¹ com NaCl e água de baixa salinidade (0,2 dS m⁻¹), procedente do Sítio Várzea Verde, no município de Frei Martinho, PB. As diluições seguiram os procedimentos metodológicos de Freire et al. (2010).

A obtenção do biofertilizante bovino se deu a partir da fermentação anaeróbica do esterco bovino fresco misturado com água não clorada, na proporção de 1:1 (25 litros de cada componente), em recipiente com capacidade para 60 dm³, hermeticamente fechado por um período de 30 dias, quando o pH foi de, aproximadamente, 7,0. Para a liberação do gás metano produzido pela fermentação, conectou-se a extremidade de uma mangueira fina na parte superior do biodigestor, mantendo a outra submersa em um recipiente com água para evitar a entrada de ar.

O biofertilizante líquido (dissolvido em água na proporção de 1:1) foi aplicado, somente uma vez, sobre o substrato contido nos sacos de polietileno, numa alíquota de 0,2 dm³ planta⁻¹. Para que cada tratamento tivesse igualdade na dotação hídrica, inicialmente foi obtido o volume de água contido efetivamente no biofertilizante bovino e aplicado nos tratamentos sem aplicação deste efluente orgânico. Para isto, foi determinada a massa de 1,0 dm³ do biofertilizante que foi posto a secar até a obtenção da massa seca do esterco de bovino contido no mesmo. A diferença de ambas as massas correspondeu à massa de água que foi fornecida em acréscimo para cada tratamento. A cobertura morta constou de uma camada de 3 cm de casca de arroz (*Oryza sativa* L.) adicionada sobre

os sacos de polietileno em torno das mudas de cajueiro anão precoce.

A semeadura da castanha (semente) foi realizada diretamente no saco de polietileno, na posição vertical, com a ponta voltada para baixo e enterrada a uma profundidade de 3 cm abaixo da superfície do solo. Efetuaram-se as irrigações com frequência de três dias, com dotação hídrica mantenedora do substrato em capacidade de campo. As variáveis analisadas consistiram nas avaliações das taxas de crescimento absoluto e relativo em altura e diâmetro caulinar, número de folhas, área foliar, comprimento da raiz axial ou pivotante, fitomassa fresca do caule, fitomassa fresca das folhas e fitomassa fresca total.

As mensurações das alturas das plantas ocorreram no 10º dia após a germinação (DAG) das sementes e ao final do experimento (70 DAG), por meio de régua graduada, considerando do coleto até o ponto de inserção das últimas folhas das plantas. Com o auxílio de um paquímetro digital, foram medidos os diâmetros caulinares das plantas à altura da base dos coletos, nos mesmos períodos supracitados para a altura.

As taxas de crescimento absoluto e relativo em altura e diâmetro caulinar foram baseadas nas equações 1 a 4, adaptadas de Benincasa (2003):

$$TCAA = (h_f - h_i) * (\Delta_t)^{-1} \quad (\text{Equação 1})$$

$$TCRA = (\text{Ln}h_f - \text{Ln}h_i) * (\Delta_t)^{-1} \quad (\text{Equação 2})$$

$$TCA_{DC} = (\Theta_f - \Theta_i) * (\Delta_t)^{-1} \quad (\text{Equação 3})$$

$$TCR_{DC} = (\text{Ln}\Theta_f - \text{Ln}\Theta_i) * (\Delta_t)^{-1} \quad (\text{Equação 4})$$

Em que: TCAA = taxa de crescimento absoluto das plantas em altura (cm dia⁻¹); TCRA = taxa de crescimento relativo das plantas em altura (cm cm⁻¹dia⁻¹); TCA_{DC} = taxa de crescimento absoluto em diâmetro caulinar das plantas (mm dia⁻¹); TCR_{DC} = taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (mm mm⁻¹dia⁻¹); h_f = altura das plantas ao final do experimento (cm); h_i = altura das plantas no início dos tratamentos (cm); Δ_t = tempo decorrido entre o início e o final dos tratamentos (dias); Ln = logaritmo neperiano; Θ_f = diâmetro caulinar das plantas ao final do experimento (mm); Θ_i = diâmetro caulinar das plantas no início dos tratamentos (mm).

A área foliar total foi obtida medindo-se o comprimento (C) e a largura (L) de cada folha, e o somatório delas, seguindo-se à relação AF = (C x L) x f (fator "f" = 0,6544), conforme Carneiro et al. (2002).

Ao final do experimento, as plantas foram coletadas e separadas em raízes, caules e folhas para determinação da fitomassa fresca total em balança semi-analítica no Laboratório de Solos do IFPB, *campus* Picuí.

Os dados foram analisados por meio da análise de variância. Os resultados referentes aos níveis de água salina, aos tratamentos com biofertilizante e cobertura morta foram submetidos ao estudo de regressão polinomial e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A elevação do teor salino da água de irrigação reduziu, significativamente, a taxa de crescimento absoluto em altura (TCAA), com efeito linear nos

tratamentos com e sem biofertilizante e quadrático nos solos com e sem cobertura morta (Figura 1).

A redução do crescimento de mudas do cajueiro anão com o aumento da salinidade da água, é consonante com os resultados obtidos por Sousa et al. (2011) com uso de água salina de até 12,0 dS m⁻¹. A redução no crescimento das plantas em razão do estresse salino pode, de acordo com Lopes; Klar (2009) relaciona-se ao gasto energético para síntese de compostos orgânicos osmoticamente ativos e necessários aos processos de compartimentação na regulação do transporte de íons.

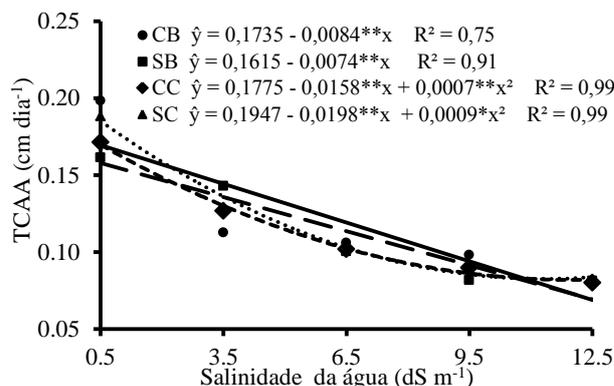


Figura 1. Taxa de crescimento absoluto em altura de mudas de cajueiro anão precoce em função da salinidade, biofertilizante bovino e cobertura morta. (CB: com biofertilizante; SB: sem biofertilizante; CC: com cobertura morta; SC: sem cobertura morta).

Neste trabalho, a supressão do crescimento das mudas de cajueiro anão precoce sob estresse salino corrobora com o verificado por Sousa et al. (2011), sendo que esse comportamento decorre, provavelmente, da redução na disponibilidade de água ou o acúmulo excessivo de Na⁺ e Cl⁻ nos tecidos vegetais, afetando processos fisiológicos imprescindíveis às plantas, como o rendimento quântico e as trocas gasosas.

As plantas irrigadas com água de salinidade mais elevada, com e sem o uso do insumo orgânico, apresentaram menores valores da TCAA (0,07 cm dia⁻¹). Os maiores valores da variável foram verificados nas plantas irrigadas com água de baixa salinidade e sem cobertura morta (0,185 cm dia⁻¹).

Entre plantas tratadas com e sem biofertilizante bovino, houve diferença significativa nos tratamentos com água de 0,5 e 3,5 dS m⁻¹ (Figura 2). O uso do insumo orgânico elevou a TCAA de 0,161 a 0,198 cm dia⁻¹ (22,9%) e de 0,113 a 0,140 cm dia⁻¹ (23,9%) nas mudas irrigadas com águas de 0,5 dS m⁻¹ e 3,5 dS m⁻¹, respectivamente. Acréscimos de 12,1% na TCAA de maracujazeiro amarelo com o uso do biofertilizante bovino em plantas irrigadas com águas salinas de até 4,5 dS m⁻¹ de condutividade elétrica foram observados por Freire et al. (2012).

Os resultados verificados com águas salinas de 0,5 dS m⁻¹ e 3,5 dS m⁻¹ e uso de biofertilizante bovino indicam que o insumo orgânico pode atenuar os efeitos dos sais às plantas, contribuindo, positivamente, com o crescimento inicial do cajueiro anão precoce. De acordo com Ghoulamet al. (2002) e Vessey (2003), os efluentes orgânicos incrementam a produção de solutos orgânicos e, também apresentam a capacidade de elevar a capacidade das plantas se ajustarem aos sais.

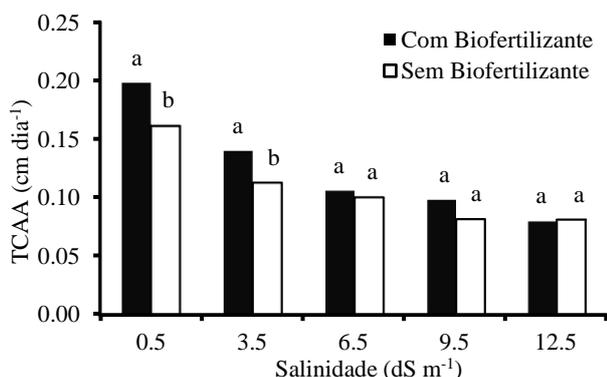


Figura 2. Taxa de crescimento absoluto em altura de mudas de cajueiro anão precoce em função da salinidade e biofertilizante bovino. (médias seguidas da mesma letra, dentro do mesma salinidade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade).

À exceção dos tratamentos com o insumo orgânico, a salinidade hídrica exerceu efeito linear negativo na TCRA das mudas de cajueiro anão (Figura 3). Nestas, os valores médios desta variável oscilaram de 0,0084 cm cm dia⁻¹ (água de 12,5 dS m⁻¹, sem biofertilizante) a 0,02105 cm cm dia⁻¹ (água de 0,5 dS m⁻¹, com biofertilizante). Com efeito quadrático (com biofertilizante), a menor TCRA estimada foi observada com uso de água de salinidade 11,7 dS m⁻¹, com valor de 0,0109 cm cm dia⁻¹.

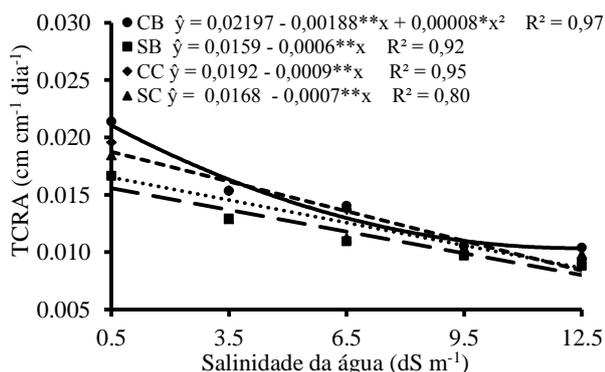


Figura 3. Taxa de crescimento relativo em altura de mudas de cajueiro anão precoce em função da salinidade, biofertilizante bovino e cobertura morta. (CB: com biofertilizante; SB: sem biofertilizante; CC: com cobertura morta; SC: sem cobertura morta).

Em conformidade com os polinômios apresentados na Figura 3, houve decréscimos de 8,2% (com biofertilizante), 3,9% (sem biofertilizante), 4,8% (com cobertura morta) e 4,3% (sem cobertura morta) na TCRA das mudas de cajueiro anão precoce por incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação, quando comparadas com o desempenho das plantas irrigadas com água de menor salinidade.

Foi observada diferença significativa entre as plantas fertilizadas com o insumo orgânico nos tratamentos com e sem cobertura morta (Figura 4), com valores de TCRA entre 0,013 cm cm dia⁻¹ (sem cobertura morta) e 0,016 cm cm dia⁻¹ (com cobertura morta), com acréscimos de 21% nesta variável com o uso da cobertura do solo. Possivelmente, com uso simultâneo do biofertilizante bovino, a cobertura morta tenha mantido o solo menos aquecido e mais úmido e exercido efeito diluidor dos sais sob maior umidade (LI et al., 2008) e favorecido o crescimento relativo em altura das mudas de cajueiro anão

precoce. Nas plantas com o uso simultâneo do biofertilizante bovino e cobertura do solo, a TCRA foi elevada de 0,011 cm cm dia⁻¹ a 0,016 cm cm dia⁻¹ (acréscimos de 37,2%). Para Freire et al. (2010), os solutos orgânicos do biofertilizante bovino podem proporcionar condições mais adequadas ao alongamento celular das plantas em decorrência da melhoria física do ambiente edáfico, do estímulo à ação de proteínas, resultando em maior disponibilidade de nutrientes às plantas e maior atividade microbiana. Li et al. (2008) atestam que a cobertura do solo aumenta a capacidade de infiltração da água, reduz a taxa diária de evaporação em razão da reflexão da energia radiante, conservando o solo com maior teor de umidade.

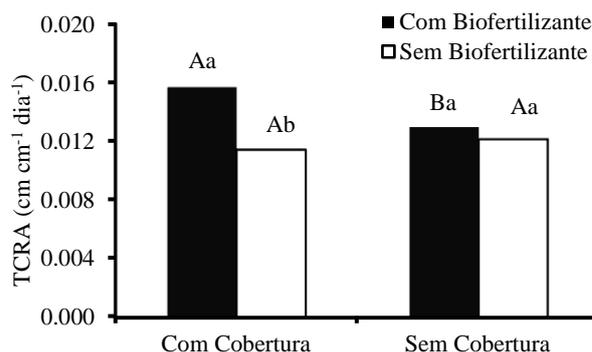


Figura 4. Taxa de crescimento relativo em altura de mudas de cajueiro anão precoce em função do biofertilizante bovino e cobertura do solo. (médias seguidas da mesma letra, minúsculas entre condições de uso do biofertilizante bovino, e maiúsculas entre as condições de uso da cobertura morta, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade).

Os valores médios estimados da variável oscilaram de 0,010 mm dia⁻¹ (irrigação com água de 12,5 dS m⁻¹ e sem cobertura morta) a 0,044 mm dia⁻¹ (irrigação com água de 0,5 dS m⁻¹ e com biofertilizante bovino) (Figura 5).

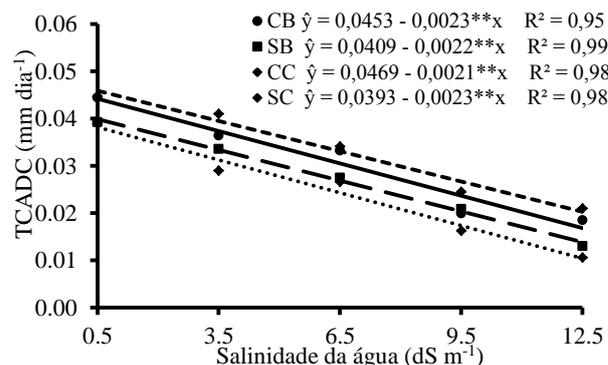


Figura 5. Crescimento absoluto do diâmetro caulinar de mudas de cajueiro anão precoce em função da salinidade, biofertilizante bovino e cobertura morta. (CB: com biofertilizante; SB: sem biofertilizante; CC: com cobertura morta; SC: sem cobertura morta).

Independentemente do uso do insumo orgânico e da cobertura morta, a TCADC apresentou decréscimo linear com a elevação da salinidade da água de irrigação. Em relação às plantas irrigadas com água de 0,5 dS m⁻¹, a irrigação das mudas com água de 12,5 dS m⁻¹ promoveu reduções de 65,5% (com biofertilizante), 66,3% (sem biofertilizante), 54,9% (com cobertura morta) e 72,3% (sem cobertura morta) na TCADC. Na avaliação de dois clones de cajueiro anão com irrigação até à salinidade de

5,5 dS m⁻¹, Bezerra et al. (2002) observaram que o diâmetro caulinar das plantas sofreu interferência negativa com a elevação da salinidade hídrica.

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação promoveu efeito linear depressivo na TCRDC das plantas (Figura 6), com reduções na TCRDC de 45,9% (com biofertilizante), 78,4% (sem biofertilizante), 55,8% (com cobertura morta) e 69,6% (sem cobertura morta) com a elevação da concentração salina da água de irrigação de 0,5 dS m⁻¹ para 12,5 dS m⁻¹. Isto evidenciou os benefícios, no crescimento relativo do diâmetro caulinar das plantas, do uso do biofertilizante bovino e da cobertura morta na produção de mudas de cajueiro anão sob estresse salino, em decorrência, possivelmente, da melhoria física do ambiente edáfico, do estímulo de maior ajustamento osmótico à ação de proteínas e solutos orgânicos, resultando em maior disponibilidade de água, nutrientes e maior atividade microbiana às plantas (VESSEY, 2003; FREIRE et al., 2014).

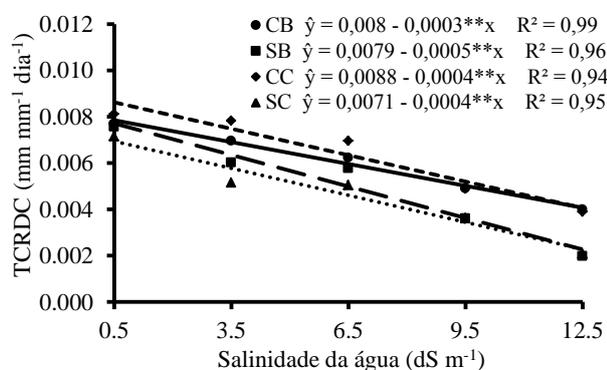


Figura 6. Taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar de mudas de cajueiro anão precoce em função da salinidade, biofertilizante bovino e cobertura morta. (CB: com biofertilizante; SB: sem biofertilizante; CC: com cobertura morta; SC: sem cobertura morta).

Para cada incremento unitário de condutividade elétrica da água de irrigação, comparado à irrigação com água de 0,5 dS m⁻¹, ocorreu um decréscimo relativo de 3,8% (com biofertilizante), 6,5% (sem biofertilizante), 4,7% (com cobertura morta) e 5,8% (sem cobertura morta).

À exceção das plantas tratadas com biofertilizante bovino, com efeito linear, os demais tratamentos apresentaram modelo de regressão quadrático decrescente (Figura 7). Nos tratamentos com biofertilizante bovino, verificou-se um número médio de folhas de 9,9 (0,5 dS m⁻¹), 8,8 (3,5 dS m⁻¹), 7,6 (6,5 dS m⁻¹), 5,5 (9,5 dS m⁻¹) e 5,4 (12,5 dS m⁻¹) por planta, com decréscimos de 45,6% nesta variável entre as plantas irrigadas com água de salinidade mais elevada e a menor. Esses resultados são concordantes com os observados por Cruz et al. (2003) e Rebequi et al. (2009) com plantas cítricas em que o número de folhas foi reduzido com o incremento da condutividade elétrica da água de irrigação. Nos tratamentos sem biofertilizante, com e sem cobertura morta, os valores médios de número de folhas por planta oscilaram de 4,7 a 9,1, de 5,5 a 10,2 e de 5,1 a 9,4, com águas de 12,5 dS m⁻¹ e 0,5 dS m⁻¹, respectivamente. Munns (2002) afirma que o decréscimo foliar é uma das respostas iniciais das plantas ao estresse salino. De acordo

com Mass; Nieman (1978), as plantas glicófitas diminuem a emissão de folhas como forma de adaptação ao estresse salino e de manter a turgescência foliar.

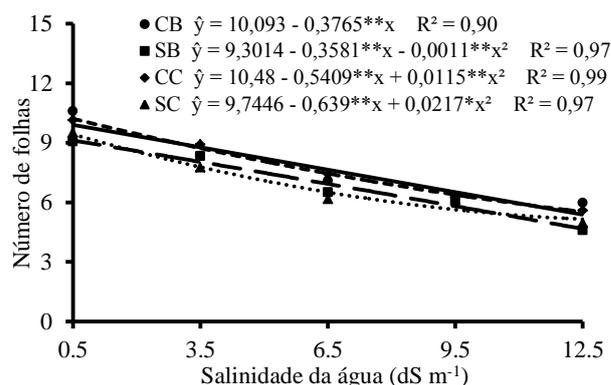


Figura 7. Número de folhas de mudas de cajueiro anão precoce em função da salinidade, biofertilizante bovino e cobertura morta. (CB: com biofertilizante; SB: sem biofertilizante; CC: com cobertura morta; SC: sem cobertura morta).

Na avaliação da sensibilidade do cajueiro anão precoce ao estresse salino na prefloração, com água de até 4,0 dS m⁻¹, Carneiro et al. (2007) verificaram redução de 12,14% no número de folhas entre as plantas irrigadas com água de menor e maior salinidade, com mesma tendência deste trabalho.

Nos tratamentos com biofertilizante bovino, à exceção de plantas irrigadas com águas de 0,5 dS m⁻¹, 9,5 dS m⁻¹ e 12,5 dS m⁻¹, o uso da cobertura do solo mitigou os efeitos depressivos dos sais às plantas, promovendo acréscimos significativos no número de folhas por muda (Figura 8). Com o uso da cobertura morta, nas plantas irrigadas com água de 0,5 dS m⁻¹, de 6,5 dS m⁻¹ e 12,5 dS m⁻¹, o uso do biofertilizante bovino reduziu os efeitos do estresse salino das plantas, elevando, respectivamente, o número de folhas por planta de 9,6 para 10,7, de 7,0 para 7,8 e de 5,1 para 6,0. Sem o uso da cobertura protetiva do solo, o efeito significativo do insumo orgânico nesta variável ocorreu nos tratamentos de 0,5 dS m⁻¹ (8,5 para 10,5 folhas por planta) e 12,5 dS m⁻¹ (4,0 para 5,9 folhas por planta).

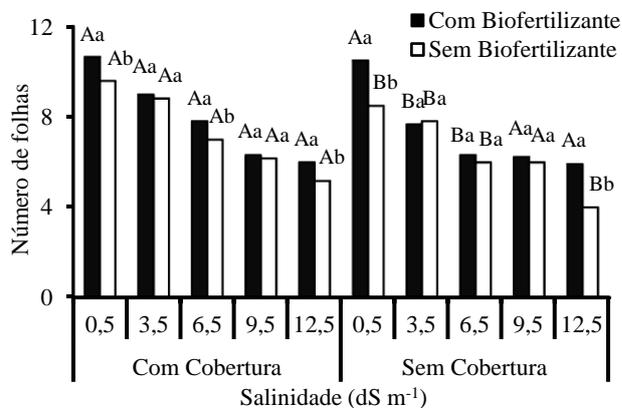


Figura 8. Número de folhas de mudas de cajueiro anão precoce em função da salinidade, biofertilizante bovino e cobertura morta. (médias seguidas das mesmas letras, minúsculas nas mesmas condições de salinidade hídrica e uso do biofertilizante, e maiúsculas nas mesmas condições de salinidade hídrica e diferentes condições do uso do biofertilizante bovino, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade).

Com exceção das plantas nos tratamentos sem cobertura morta, com efeito quadrático, os demais tratamentos apresentaram modelo de regressão linear decrescente. As áreas foliares médias das plantas oscilaram de 49,55 cm² (irrigadas com água de 12,5 dS m⁻¹ e com biofertilizante) a 104,56 cm² (irrigadas com água de 0,5 dS m⁻¹ e com cobertura morta) (Figura 9).

Independentemente do uso do insumo orgânico e da cobertura morta, a elevação da salinidade hídrica reduziu a expansão foliar das mudas de cajueiro anão precoce, com declínio médio de 14,52% (3,5 dS m⁻¹), 28,92% (6,5 dS m⁻¹), 43,22% (9,5 dS m⁻¹) e 57,39% (12,5 dS m⁻¹) em comparação com os resultados verificados nas plantas irrigadas com água de menor salinidade. A redução da área foliar é resposta inicial das plantas ao estresse osmótico decorrente da salinidade, como forma de diminuir a perda de água pela transpiração. A redução na turgescência foliar provocada pelo estresse salino tem influência direta nos processos de expansão e divisão celular. Essa diminuição da área foliar e, conseqüentemente, da área fotossintética, tem como efeito principal nas plantas a redução no crescimento.

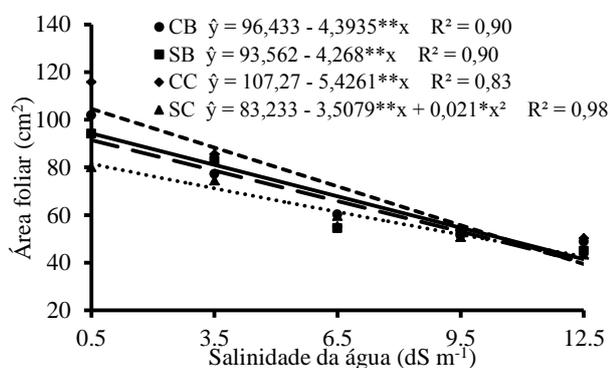


Figura 9. Área foliar de mudas do cajueiro anão precoce em função da salinidade, biofertilizante bovino e cobertura morta. (CB: com biofertilizante; SB: sem biofertilizante; CC: com cobertura morta; SC: sem cobertura morta).

Verificou-se tendência de redução no comprimento da raiz em função do aumento da salinidade da água (Figura 10). A cada unidade de condutividade elétrica acrescida à água de 0,5 dS m⁻¹ se observaram decréscimos de 4,8% (com biofertilizante), 5,4% (sem biofertilizante), 4,0% (com cobertura morta) e 3,3% (sem cobertura morta) no comprimento radicular das plantas. Como na maioria das variáveis avaliadas, o comprimento da raiz das plantas foi comprometido pelo incremento da salinidade das águas de irrigação, mas sempre em menor intensidade nos tratamentos com biofertilizante e cobertura morta. Os comprimentos médios estimados das raízes principais das mudas, pelos modelos de equações de regressão, foram de 10,05 cm, 8,80 cm, 7,70 cm e 6,80 cm, respectivamente, nos tratamentos com águas de 0,5 dS m⁻¹, 3,5 dS m⁻¹, 6,5 dS m⁻¹, 9,5 dS m⁻¹ e 12,5 dS m⁻¹. Verificou-se tendência de redução no comprimento da raiz em função do aumento da salinidade da água. Os resultados obtidos estão compatíveis com as afirmações de Tester; Davenport (2003) de que os efeitos osmóticos restringem a disponibilidade hídrica por toxicidade e desordens nutricionais, reduzindo parâmetros fisiológicos importantes ao crescimento vegetal.

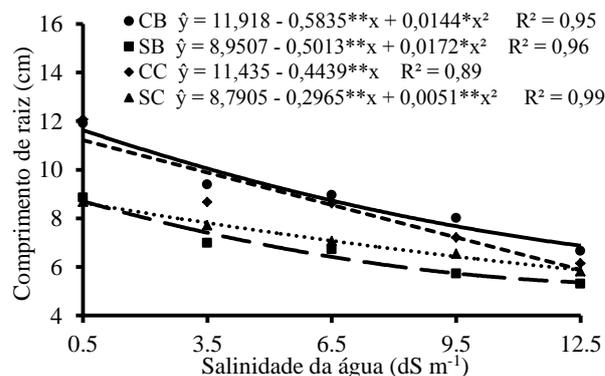


Figura 10. Comprimento da raiz das mudas de cajueiro anão precoce em função da salinidade, biofertilizante bovino e cobertura morta. (CB: com biofertilizante; SB: sem biofertilizante; CC: com cobertura morta; SC: sem cobertura morta).

Nos tratamentos com cobertura morta, excetuando-se as mudas irrigadas com água de 12,5 dS m⁻¹, o uso do biofertilizante bovino mitigou os efeitos depressivos dos sais às plantas, elevando o comprimento das raízes, com maiores valores percentuais mais expressivos quando irrigadas com água de 0,5 dS m⁻¹ (+ 24,5%), passando de 10,4 cm (sem biofertilizante bovino) para 13,8 cm (com biofertilizante bovino). Nessas condições de uso de cobertura morta, as plantas irrigadas com águas de 3,5 dS m⁻¹, 6,5 dS m⁻¹ e 9,5 dS m⁻¹ apresentaram acréscimos semelhantes, em torno de 15%, com a aplicação do insumo orgânico (Figura 11).

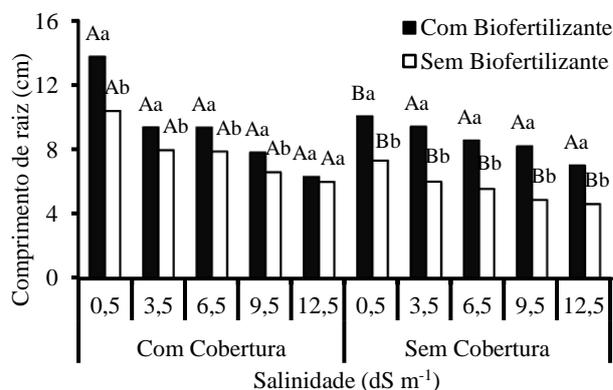


Figura 11. Comprimento das raízes de mudas de cajueiro anão precoce em função da salinidade, biofertilizante bovino e cobertura morta. (médias seguidas das mesmas letras, minúsculas nas mesmas condições de salinidade hídrica e uso do biofertilizante, e maiúsculas nas mesmas condições de salinidade hídrica e diferentes condições do uso do biofertilizante bovino, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade).

Sem uso da cobertura morta, a aplicação do biofertilizante bovino influenciou positivamente o comprimento das raízes das plantas em todos os níveis de salinidade hídrica, de forma mais expressiva nas plantas irrigadas com água de 9,5 dS m⁻¹ (+40,6%), com valores de 4,8 cm (sem biofertilizante bovino) e 8,2 cm (com biofertilizante bovino).

À exceção do tratamento com biofertilizante bovino, houve tendência quadrática de decréscimo na fitomassa fresca da parte aérea das mudas (Figura 12). Os valores médios estimados nos tratamentos com biofertilizante foram de 11,03 g (0,5 dS m⁻¹), 9,75 g (3,5 dS m⁻¹), 8,47 g (6,5 dS m⁻¹), 7,20 g (9,5 dS m⁻¹) e 5,93 g (12,5 dS m⁻¹),

superiores aos observados nos tratamentos sem o insumo orgânico em 12,4%, 13,9%, 13,9%, 11,7% e 5,9% nas mesmas condições de salinidade hídrica.

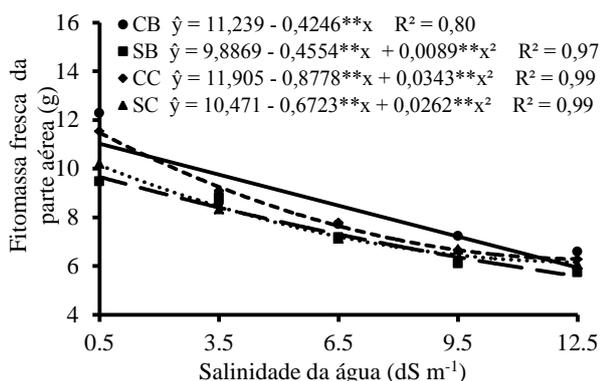


Figura 12. Fitomassa fresca da parte aérea das mudas de cajueiro anão precoce em função da salinidade, biofertilizante bovino e cobertura morta. (CB: com biofertilizante; SB: sem biofertilizante; CC: com cobertura morta; SC: sem cobertura morta).

O uso do biofertilizante bovino promoveu acréscimos na fitomassa fresca da parte aérea das mudas irrigadas com águas de 0,5 dS m⁻¹, 9,5 dS m⁻¹ e 12,5 dS m⁻¹, sendo elevada, respectivamente, de 9,5 g para 12,3 g, de 6,1 g para 7,2 g e de 5,7 g para 6,6 g (Figura 13).

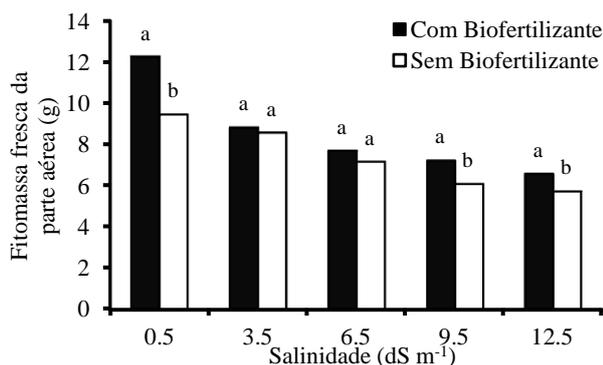


Figura 13. Fitomassa fresca da parte aérea das mudas de cajueiro anão precoce em função da salinidade e biofertilizante bovino. (médias seguidas da mesma letra, dentro do mesma salinidade hídrica, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade).

4. CONCLUSÕES

Os parâmetros fisiológicos de taxa de crescimento absoluto e relativo em altura, em diâmetro caulinar, número de folhas, área foliar, comprimento da raiz e fitomassa fresca do cajueiro anão precoce foram influenciados negativamente com o aumento da salinidade da água de irrigação.

O biofertilizante bovino mitigou os efeitos depressivos dos sais no crescimento absoluto das plantas irrigadas com água de até 3,5 dS m⁻¹.

O uso simultâneo do biofertilizante bovino e cobertura morta foi eficiente na redução dos efeitos depressivos dos sais nas plantas irrigadas com águas de 3,5 dS m⁻¹ e 6,5 dS m⁻¹, promovendo aumento no número de folhas.

O biofertilizante bovino incrementou a fitomassa fresca total das plantas irrigadas com água de maior condutividade elétrica.

5. REFERÊNCIAS

BENINCASA, M. M. **Análise do crescimento de plantas**. FUNEP: Jaboticabal, 2003. 42p.

BEZERRA, I. L. et al. Germinação, formação de porta-enxertos e enxertia de cajueiro anão-precoce sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.3, p.420-424, set./dez. 2002.

CARNEIRO, P. T. et al. Sensibilidade do cajueiro anão precoce ao estresse salino na pré-floração. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.2, n.2, p.150-155, abr./jun. 2007.

CARNEIRO, P. T. et al. Germinação e crescimento inicial de genótipos de cajueiro anão-precoce em condições de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.2, p.199-206, maio/jul. 2002.

CRUZ, J. L. et al. Produção e partição de matéria e abertura estomática do limoeiro Cravo submetido a estresse salino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p. 528-531, dez. 2003.

FREIRE, J. L. O. et al. Atributos qualitativos do maracujá amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.5, n.1, p. 102-110, jan./mar. 2010.

FREIRE, J. L. O. et al. Crescimento do maracujazeiro amarelo sob estresse salino e biofertilização em ambiente protegido contra perdas hídricas. **Holos**, Natal, v.28, n.4, p.55-68, jul./ago. 2012.

FREIRE, J. L. O. et al. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.45, n.1, p. 82-91, jan./mar. 2014.

GHEYI, H. J. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: OLIVEIRA, T. S. et al. (eds.). **Agricultura, sustentabilidade e o semiárido**. Fortaleza: DCS/UFC, 2000. p.329-346.

GHOULAMET, C. et al. 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**, Elmsford, v.47, n.1, p.39-50, jan. 2002.

HASEGAWA, P. M. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology**, Palo Alto, v.51, n.1, p. 463-499, jun. 2000.

LI, Q. et al. Effects of irrigation and straw mulching of microclimate characteristics and water use efficiency of winter wheat in north China. **Plant Production Science**, Tokyo, v.11, n.2, p.161-170, jan. 2008.

LOPES, T. C.; KLAR, A. E. Influência de diferentes níveis de salinidade sobre aspectos morfofisiológicos de mudas de *Eucalyptus urograndis*. **Irriga**, Botucatu, v.14, n.1, p.68-75, jan./mar. 2009.

MASS, E. V.; NIEMAN, R. H. Physiology of plant tolerance to salinity. In: JUNG, G. A. (ed) **Crop salt tolerance to sub optimal land conditions**. Madison: American Society Agronomy, 1978. p.277-299.

MENDONÇA, F. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de textos, 2007.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environmental**, Oxford, v.25, n.2, p.239- 250, mar. 2002.

NEVES, A. L. R. et al. Tamanho e composição mineral de sementes de feijão-de-corda irrigado com água salina. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.39, n.4, p.569-574, out./dez. 2008.

PAIVA, J. R; BARROS, L. M. **Clones de cajueiro**: obtenção, características e perspectivas. Fortaleza: EMBRAPA Agroindústria Tropical, 2004. 26p. (EMBRAPA Agroindústria Tropical. Documentos, 82).

REBEQUI, A. M. et al. Produção de mudas de limão cravo em substrato com biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 32, n.2, p.219-228, jul./dez. 2009.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed., Brasília: EMBRAPA, 2006. 306p.

SOUSA, A. B. O. et al. Desenvolvimento inicial do clone BRS 275 de cajueiro sob irrigação com diferentes níveis salinos. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.4, n.3, p.166-171, jul./set. 2011.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higherplants. **Annals of Botany**, London, v.91, n.3, p.503-527, fev. 2003.

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

WU, S. C. et al. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: A greenhouse trial. **Geoderma**, Amsterdam, v.125, n.1-2, p.155-166, mar. 2005.