



Crescimento inicial do tomateiro-cereja sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes bovino

**Reinaldo F. Medeiros¹, Lourival F. Cavalcante², Francisco O. Mesquita³,
Rummenigge M. Rodrigues¹, Geocleber G. Sousa⁴ & Adriana A. Diniz¹**

RESUMO

Um experimento foi desenvolvido no período de outubro de 2009 a fevereiro de 2010, em ambiente telado do Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, para avaliar a influência da salinidade da água de irrigação no crescimento inicial do tomate-cereja em solo não salino, sem e com dois tipos de biofertilizante bovino. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x3, com seis repetições, referente aos valores de condutividade elétrica da água de irrigação: 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS m⁻¹, em solo sem biofertilizante, com biofertilizante comum e enriquecido com leite, melaço e gesso agrícola. Depois de diluídos em água não salina (0,5 dS m⁻¹) na razão de 1:1. Os biofertilizantes foram aplicados uma única vez, dois dias antes da semeadura, a nível de 10% do volume do substrato. Os biofertilizantes proporcionaram maior crescimento das plantas em relação ao solo sem os respectivos insumos, independentemente do nível de salinidade das águas. A adição do biofertilizante comum e do enriquecido elevou o caráter salino do solo com superioridade sobre os tratamentos com apenas águas salinas, mas sem diferença significativa entre ambos.

Palavras-chave: *Lycopersicon pimpinellifolium*, insumo orgânico, salinização

Initial growth of cherry tomatoes under irrigation with saline water in a soil with bovine biofertilizer

ABSTRACT

An experiment was conducted, from October 2009 to February 2010, in a greenhouse of the Soil and Rural Engineering Department from CCA – UFPB, Areia – PB, to evaluate the influence of the irrigation water salinity in the initial growth of the cherry tomatoes in a non-saline soil with and without two types of bovine biofertilizer. The experimental design was completely randomized in factorial scheme 5 x 3, with six repetitions, referring to values of electrical conductivity of the irrigation water: 0.5; 1.0; 2.0; 3.0 and 4.0 dS m⁻¹, in the soil without biofertilizer, with ordinary biofertilizer and enriched with milk, molasses, agricultural gypsum. The biofertilizers after dilution in non-saline water (0.5 dS m⁻¹) in the ratio of 1:1 were applied only once, two days before sowing, equivalent to 10% of the substrate volume. The biofertilizers provided higher growth of plants regarding the soil without the respective inputs, regardless of water salinity level. The addition of ordinary biofertilizer and the enriched compost raised the saline character of soil more than under saline water only, but no significant difference were observed.

Key words: *Lycopersicon pimpinellifolium*, organic input, salinization

INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicon*) é uma solanácea cosmopolita de porte ereto e de ciclo anual. Embora tenha sido domesticado inicialmente no México, tem seu centro de origem na região dos Andes (Naika et al., 2006), onde, ainda hoje são encontradas numerosas espécies em sua forma primitiva, inclusive de tomate-cereja (*Lycopersicon pimpinellifolium*) considerado, por diversos autores, o ancestral mais próximo dos genótipos tradicionalmente plantados atualmente (Rodrigues et al., 2008). Este tipo de tomate é bastante consumido por apresentar diversas propriedades fitoquímicas, sendo a atividade antioxidante uma das mais destacadas (Guilherme et al., 2008); além disso, tem grande quantidade de nutrientes e elevados teores de sólidos solúveis (SS).

No Brasil é considerada a hortaliça de maior comercialização e se encontra em crescimento expressivo, com destaque para os híbridos, em especial aqueles do grupo cereja (Guilherme et al., 2008) que pela grande aceitação do mercado para utilização como adorno e aperitivo na culinária, além dos valores de mercado compensadores, tem interessado mais aos agricultores, por difundirem muito seu cultivo em ambiente protegido, sobretudo nas regiões Sul e Sudeste (Carvalho & Tessarioli Neto, 2005), por apresentarem condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da cultura.

Por outro lado, em regiões nos quais os processos edafoclimáticos frequentemente produzem solos salinos, pode ocorrer a interrupção de vários processos fisiológicos levando à redução no crescimento, no tamanho e na produção de frutos. Yurtseven et al. (2005), mencionam que é difícil cultivar ou aumentar a produtividade do tomateiro sob tais condições, assegurando que uma das formas de controlar a salinidade é através da lixiviação dos sais solúveis da zona radicular.

No entanto, a grande preocupação está centrada hoje, na degradação dos solos, como resultado do excesso de sais presentes na água de irrigação, nos quais, independentemente do sistema de aplicação ou método utilizado, mesmo com água de boa qualidade, a irrigação transporta sais aos solos (Silva et al., 2005). Em decorrência disso, o impacto potencial do uso de água salina, além da adição de sais solúveis, é também o perigo de sodificação das terras irrigadas, ocasionando depauperamento físico do solo provocado pela dispersão das argilas, como aumento da resistência à aeração, limitação da infiltração e complicações no manejo (Leite et al., 2007).

Em geral, solos severamente afetados por sais são pobres em matéria orgânica e nitrogênio (Freitas et al., 2007), desta forma, os impactos prováveis como resultado da salinização incluem a perda de produtividade do solo, o que constitui séria inconveniência ao manejo da maioria das plantas cultivadas de importância econômica, uma vez que não dispõem das condições de fertilidade ideais (Barros et al., 2005). Esses fatores limitam a produção agrícola, sobremaneira em regiões com altas taxas de evaporação e distribuição irregular das pluviosidades. Condições em que os sais se depositam no solo e se acumulam sempre que a água evapora ou é consumida pelas plantas; enfim, com a diminuição da umidade do solo.

Uma alternativa utilizada para minimizar os efeitos deletérios da salinidade sobre o solo e as plantas, é o uso de biofertilizante

líquido na forma de fermentados microbianos. Apesar de ser utilizado com maior frequência em controle de insetos, bactérias, fungos e actinomicetos (Kupper et al., 2006), o biofertilizante também tem sido empregado como condicionador físico do solo. Segundo Wu et al. (2005) de alguma forma sua utilização, em termos nutricionais, não tem alcançado os efeitos esperados, porém, quando aportado diretamente ao solo, promove melhoria de suas condições físicas (Sheteawi & Tawfik, 2007).

Tem-se notado que, pela sua importância e escassez de estudos sobre a interação salinidade vs cultura, o *L. pimpinellifolium* possui forte demanda por novas pesquisas. Ante o que, o objetivo deste trabalho foi avaliar, em ambiente protegido, a germinação das sementes e o desenvolvimento inicial do tomate-cereja submetidos a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação em solo não salino, com dois tipos de biofertilizante bovino.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em abrigo telado do Departamento de Solos e Engenharia Rural da Universidade Federal da Paraíba, na cidade de Areia, PB, com latitude 6° 58' S, longitude 35° 41' W e altitude de 575 m. O clima local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo As' (quente e úmido), com estação chuvosa no período de março a julho e precipitação pluviométrica média anual de 1.400 mm. A temperatura média do ar se situa em torno de 23 °C, com valor mais alto para o mês de fevereiro (25,7 °C) e mais baixo para o mês de julho (21,6 °C). O período de realização do estudo foi de outubro de 2009 a fevereiro de 2010.

No período de realização do experimento a temperatura média no mês mais quente se situou em torno de 32,25 °C fora e 29,97 °C dentro da casa de vegetação; no mês mais frio os valores foram 21,9 °C fora e 26,8 °C dentro da casa, com umidade relativa do ar no mês mais quente de 39,5% fora e 31,4% dentro da casa; no mês mais frio, 88% fora e 58,9% dentro da casa. O substrato utilizado foi Neossolo Regolítico não salino de textura arenosa, não salino (Santos, 2006), submetido a análises laboratoriais para determinação dos atributos físicos e químicos quanto à fertilidade e salinidade, indicados na Tabela 1, conforme EMBRAPA (1997) e Richards (1954).

Os tratamentos foram arranjados em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições, usando-se esquema fatorial 5 x 3, referente aos valores de salinidade da água de irrigação: 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS m⁻¹, no solo sem biofertilizante e com dois tipos de biofertilizante: comum e enriquecido. Cada tipo de biofertilizante foi diluído em água na razão de 1:1, aplicados de uma única vez, dois dias antes da semeadura, em volume equivalente a 10% (3,5 L) do volume do substrato.

Obteve-se o nível de condutividade elétrica de cada tipo de água através da diluição de uma água de barragem fortemente salina (CE 14,6 dS m⁻¹) em água não salina, de condutividade elétrica de 0,5 dS m⁻¹.

O biofertilizante bovino comum foi obtido pela fermentação anaeróbica de partes iguais de água não salina (CEa = 0,5 dS m⁻¹) e não clorada, com esterco bovino fresco de vacas em lactação durante 30 dias (Santos, 1992). No preparo do biofertilizante

Tabela 1. Caracterização física e química do solo quanto à fertilidade e salinidade na camada de 0-20 cm

| Atributos físicos | | Atributos da fertilidade | | Atributos da Salinidade | |
|--|--------|---|--------|--|--------|
| | Valor | | Valor | | Valor |
| Ds (g cm ⁻³) | 1,54 | pH em água (1: 2,5) | 6,59 | CEes (dS m ⁻¹) | 0,79 |
| Dp (g cm ⁻³) | 2,66 | MO (g kg ⁻¹) | 11,31 | pH | 6,71 |
| Pt (m ³ m ⁻³) | 0,42 | P (mg dm ⁻³) | 25,41 | Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹) | 1,92 |
| Areia (g kg ⁻¹) | 858,00 | K ⁺ (mg dm ⁻³) | 115,00 | Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹) | 1,21 |
| Silte (g kg ⁻¹) | 59,00 | Ca ⁺² (cmol _c dm ⁻³) | 1,82 | Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹) | 3,46 |
| Argila (g kg ⁻¹) | 83,00 | Mg ⁺² (cmol _c dm ⁻³) | 0,49 | K ⁺ (mmol _c L ⁻¹) | 1,08 |
| Ada (g kg ⁻¹) | 13,00 | Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³) | 0,21 | Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹) | 5,17 |
| GF (%) | 84,34 | H ⁺ + Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³) | 1,16 | CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹) | Traços |
| ID (%) | 15,66 | Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³) | 0,00 | HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹) | 1,51 |
| U _{cc} (g kg ⁻¹) | 10,84 | SB (cmol _c dm ⁻³) | 2,81 | SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹) | 0,98 |
| U _{pmp} (g kg ⁻¹) | 4,54 | CTC (cmol _c dm ⁻³) | 3,97 | RAS (mmol L ⁻¹) ^{1/2} | 2,75 |
| Ad (g kg ⁻¹) | 5,30 | V (%) | 70,78 | PST (%) | 5,28 |

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 ns tensões de - 0,01 e -1,5 Mpa; Ad = Água 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 x SB/CTC); CEes = Condutividade elétrica do extrato de saturação; RAS = Relação de adsorção de sódio = Na⁺ x [(Ca²⁺ + Mg²⁺)/2]^{-1/2}; PST = Percentagem de sódio trocável (100 x Na⁺/CTC)

enriquecido foram adicionados 4,0 L de melão, 8,0 L leite bovino e 4,0 kg de gesso agrícola. O gesso agrícola continha 26% de CaO, 14-17% de S e umidade de 5% em massa (Leite et al., 2010). A composição química das águas para irrigação e dos biofertilizantes na forma líquida (Tabela 2) foi feita adotando-se as metodologias sugeridas por Richards (1954).

Tabela 2. Caracterização da água de irrigação; biofertilizante comum e enriquecido com leite, melão e gesso agrícola

| Componentes | Água | Biofertilizante | |
|--|------|-----------------|-------------|
| | | Comum | Enriquecido |
| CE (dS m ⁻¹) | 0,50 | 3,41 | 6,16 |
| RAS (mmol L ⁻¹) ^{1/2} | 2,65 | 1,53 | 2,19 |
| Ca ⁺² (mmol _c L ⁻¹) | 1,23 | 10,29 | 22,62 |
| Mg ⁺² (mmol _c L ⁻¹) | 0,75 | 7,53 | 10,55 |
| Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹) | 2,64 | 4,56 | 8,95 |
| K ⁺ (mmol _c L ⁻¹) | 0,13 | 11,59 | 20,98 |
| Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹) | 3,84 | 24,08 | 32,88 |
| HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹) | 0,32 | 5,08 | 9,19 |
| CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹) | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹) | 0,82 | 4,97 | 18,48 |
| Classificação | C1S1 | C4S1 | C4S1 |

CE - Condutividade elétrica; RAS - Relação de adsorção de sódio = Na⁺ x [(Ca²⁺ + Mg²⁺)/2]^{-1/2}

Em cada unidade experimental foram colocadas 10 sementes de tomate-cereja (*L. pimpinellifolium*) com viabilidade de 91%; aos 15 dias após a emergência, realizou-se o desbaste das plântulas, mantendo-se a mais vigorosa e a irrigação com cada tipo de água foi diária, em volume estabelecido conforme a necessidade hídrica da cultura.

Após a semeadura foi feito o monitoramento para registro da primeira contagem das plântulas emergidas e realizadas contagens diárias até o final da emergência para avaliação do índice de velocidade de emergência das plantas (IVE) pela expressão de Nakagawa (1994) em que o IVE = E1/N1 + E2/N2 + ... Em/Nn, sendo: E1, E2 e En = número de plântulas emergidas na primeira, segunda e última contagem e N1, N2 e Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

No final do experimento, aos 95 dias após a emergência (DAE), avaliaram-se as seguintes variáveis: crescimento em altura da parte aérea e comprimento de raiz, medidos com régua milimetrada, área foliar e radicular por meio de fotografia digital

utilizando o programa computacional Sigma Scan Pro v. 5.0, número de folhas e biomassa seca de raiz (MSR) e da parte aérea (MSPA). Amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0 a 20 cm para avaliação da condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes).

As médias dos resultados foram comparadas pelo teste de Tukey (5%) e submetidas a análise de regressão; para o processamento dos dados empregou-se um software demonstrativo do programa SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento do teor salino das águas elevou a salinidade do solo tanto na presença como na ausência dos insumos, porém, com maior expressividade nos tratamentos com o biofertilizante enriquecido com leite, melão e gesso (Figura 1). No intervalo de condutividade elétrica da água de irrigação de 1,0 a 3,13 dS m⁻¹, a ordem da condutividade elétrica do extrato de saturação foi: solo com biofertilizante comum > solo com biofertilizante enriquecido > solo sem nenhum tipo de insumo. No solo com biofertilizante bovino comum os substratos das mudas tiveram a CEes aumentada de 0,76 dS m⁻¹ para até

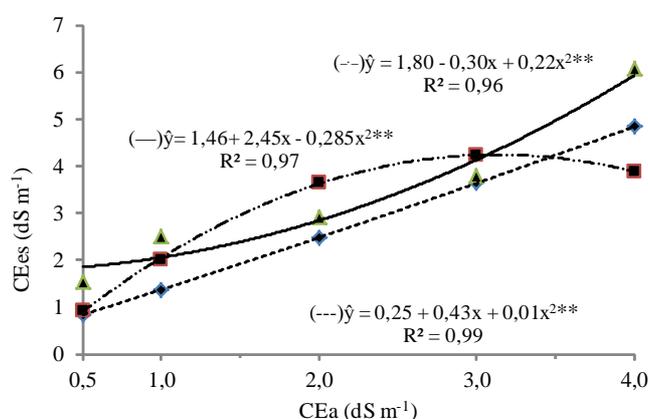


Figura 1. Aumento da salinidade do solo em função da salinidade da água de irrigação, nos tratamentos sem biofertilizante (---), com biofertilizante comum (---) e com biofertilizante enriquecido (—)

4,23 dS m⁻¹ referentes à condutividade elétrica da água máxima estimada de 3,13 dS m⁻¹ com superioridade marcante comparada com o tratamento sem o insumo até este nível.

O aumento da condutividade elétrica do solo que recebeu o biofertilizante comum, pode ser resposta da condutividade elétrica deste insumo, o qual apresentava, no momento de sua aplicação, valor de 3,41 dS m⁻¹. Esses valores correspondem a uma água de restrição severa quanto à salinização dos solos (Ayers & Westcot, 1999; Tesseroli Neto, 2006). No solo com biofertilizante enriquecido, apesar de conter gesso que é fonte de cálcio e de sulfato, foi registrada superioridade de 53% em relação ao biofertilizante comum, apenas nos tratamentos irrigados com água de maior condutividade elétrica (4,0 dS m⁻¹)

O aumento da salinidade pode ser atribuído também à elevada temperatura local, visto que o experimento foi desenvolvido no período de alta demanda evaporativa, atingindo temperatura média, no mês mais quente, próximo de 31 °C. Desta forma, ocasionou uma alta taxa de evaporação e transpiração das plantas, resultando em maior acúmulo de sais no solo (Cavalcante & Lima, 2006).

Visto que, segundo Ayers & Westcot (1999), o tomateiro-cereja é sensível aos efeitos dos sais em águas que ofereçam restrições moderadas (CEa > 2,55 dS m⁻¹) ou severas (CEa > 3,0 dS m⁻¹) a cultura pode ter seus processos fisiológicos comprometidos. Isso reflete, como consequência, em perdas de emergência e redução no crescimento da planta (Yurtseven et al., 2005).

Com relação ao índice de velocidade de emergência (IVE), a interação salinidade vs biofertilizantes exerceu efeitos sobre todos os tratamentos analisados (Figura 2), condições em que o estresse salino afetou negativamente a germinação das sementes. Entretanto, na presença do biofertilizante enriquecido em todos os níveis de salinidade da água, a germinação mostrou-se mais efetiva, em especial no maior nível (4,0 dS m⁻¹), que proporcionou um IVE em média de 3,8 a mais que os demais tratamentos. Nunes et al. (2009), mostraram resultados contrastantes para essa mesma variável ao avaliarem mudas de noni (*Morinda citrifolia* L.) sob estresse salino da

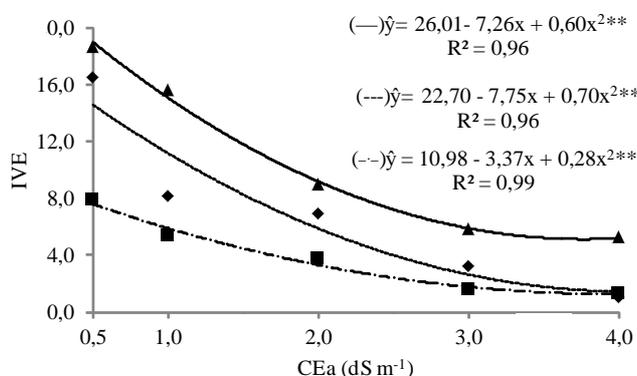


Figura 2. Índice de velocidade de emergência (IVE) nos tratamentos irrigados com águas salinas em solo sem biofertilizante (---), com biofertilizante comum (--) e com biofertilizante enriquecido (—), durante sete dias após a semeadura

água de irrigação na presença de biofertilizante bovino comum, obtendo valores crescentes de IVE com o aumento da salinidade até o nível de 1,1 dS m⁻¹

A altura das plantas foi prejudicada com o aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação nos tratamentos sem biofertilizantes e com biofertilizante comum (Figura 3), embora este último tenha obtido resultados mais expressivos que o primeiro. Por outro lado, nos tratamentos com biofertilizante enriquecido foram observados valores máximos em todos os níveis salinos, assim, foram 35,96 cm para o substrato com biofertilizante comum e 46,94 cm para o enriquecido, o que corresponde a um ganho em altura da ordem de 486 e 587% em relação aos tratamentos sem os insumos orgânicos.

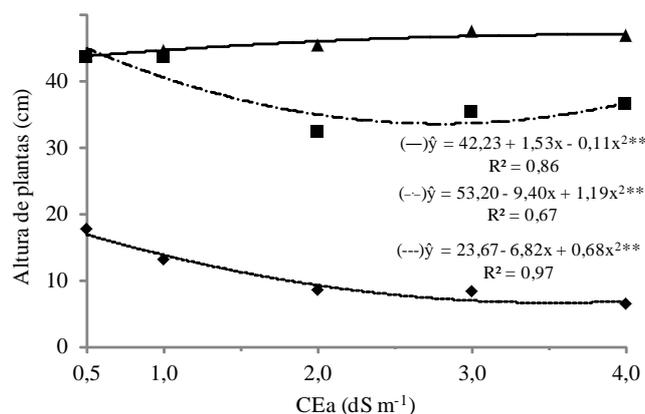


Figura 3. Altura das plantas de tomate-cereja nos tratamentos irrigados com águas salinas em solo sem biofertilizante (---), com biofertilizante comum (--) e com biofertilizante enriquecido (—) aos 95 DAE

As superioridades podem ser resultado da ação positiva dos biofertilizantes que estimulam a liberação de substâncias húmicas em solos não salinos (Cavalcante et al., 2007) e a proliferação de micro-organismos no solo aumentando o grau de disponibilidade de nutrientes às plantas (Rajendran & Devaraj, 2004).

Os níveis salinos não exerceram efeitos significativos sobre a área foliar das plantas de tomateiro (Figura 4), apesar de terem inibido a emissão das folhas, como mostrado na Figura 6. Comportamento semelhante a este foi registrado também por Cavalcante et al. (2001), ao estudarem os efeitos do aumento da salinidade de diferentes fontes salinas durante a formação de mudas de pinheira (*Annona squamosa*). Ainda com relação à Figura 4, mostram-se os efeitos isolados dos biofertilizantes os quais são representados pelos valores: 81,96; 495,27 e 509,58 cm² para ausência, presença do insumo comum e enriquecido seguindo a ordem. Os tratamentos que receberam aplicação de biofertilizantes, não diferiram entre si pelo teste Tukey (5%), porém, apresentam superioridade ao tratamento testemunha, com até 513% de diferença.

A Figura 5, referente à área de raiz, mostra que, diferentemente da área foliar, os dados se ajustaram ao modelo quadrático de regressão polinomial para biofertilizante enriquecido e linear decrescente para o comum, em que o primeiro proporcionou aumento de 71,8% no maior nível salino

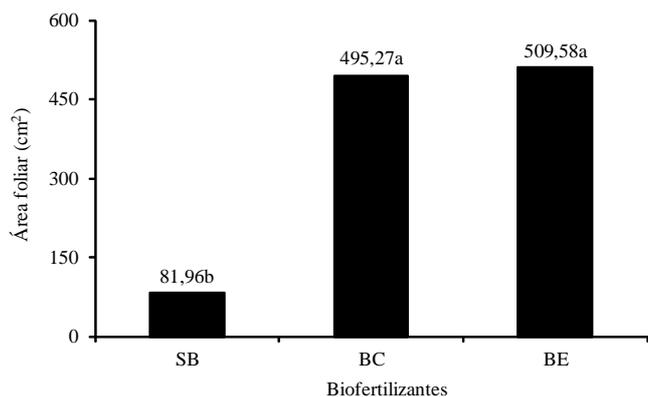


Figura 4. Área foliar de tomate-cereja nos tratamentos irrigados com águas salinas, em solo sem biofertilizante (SB), com bovino comum (BC) e biofertilizante enriquecido (BE) aos 95 DAE

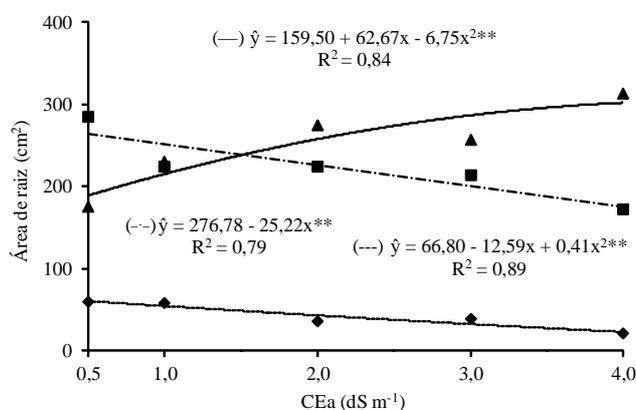


Figura 5. Área de raízes de tomate-cereja irrigado com águas salinas, em solo sem biofertilizante (---), com biofertilizante comum (---) e biofertilizante enriquecido (—), aos 95 dias após a emergência das plântulas

em relação ao segundo e até 1213,8% quando comparado com o tratamento sem o insumo.

Com base nos resultados das figuras citadas, observa-se que os biofertilizantes, em especial o enriquecido, promovem melhorias, tanto sobre a área foliar como na área radicular das plantas, mesmo em concentrações salinas até 4,0 dS m⁻¹. Esses insumos promovem a absorção mais facilmente dos nutrientes pelas plantas em comparação com as substâncias que o originaram (Santos, 2008). Além disso, em particular são mais efetivas em aumentar o crescimento das raízes de forma mais aparente do que em outras partes das plantas (Nardi et al., 2002). Da mesma forma, Campos & Cavalcante (2009), também verificaram influência positiva do biofertilizante, ao reduzir o efeito depreciador da salinidade da água sobre a cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.).

A emissão de folhas foi reduzida com o aumento dos níveis salinos em todos os tratamentos analisados, o que mostra o efeito depreciador dos sais nesta variável (Figura 6). Contudo, essas complicações foram atenuadas quando tratados com biofertilizantes bovinos, quando aumentaram, em duas vezes, em relação ao tratamento sem biofertilizante no maior nível de salinidade (4,0 dS m⁻¹). Neste mesmo nível o insumo enriquecido teve 13,27% a mais que o comum em número de folhas.

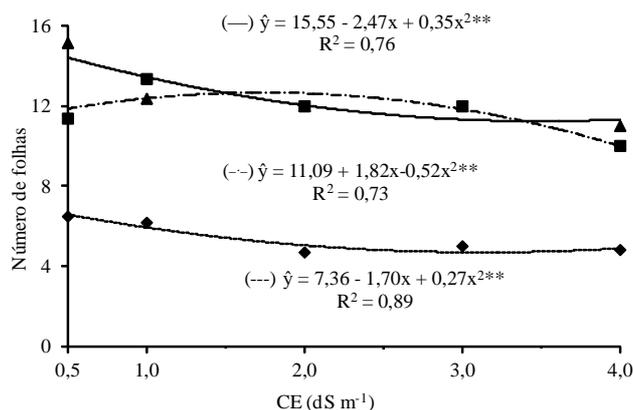


Figura 6. Número de folhas de tomate-cereja irrigado com águas salinas, em solo sem biofertilizante (---), com biofertilizante comum (---) e biofertilizante enriquecido (—), aos 95 DAE

Leithya et al. (2009), também encontraram número elevado de folhas em *Pelargonium graveolens*, mas decrescente com o aumento da salinidade, mesmo na presença de biofertilizante. De fato, as folhas são órgãos sensíveis, reduzem em tamanho e número na presença de concentrações elevadas de sais. Mahmoud & Mohamed (2008), mencionam que os sais provocam redução ou inibição da divisão e expansão celular, o que pode ocasionar a morte das folhas.

Os resultados do comprimento radicular (Figura 7), não se ajustaram a nenhum modelo de regressão com variações representadas pelas médias de 34,9, 55,9 e 62,4 cm, isto é, no solo sem, com biofertilizante comum e enriquecido, respectivamente. Constatou-se que o insumo orgânico enriquecido promoveu um aumento de 34,28% no comprimento radicular das plantas comparado ao solo sem nenhum tipo de biofertilizante.

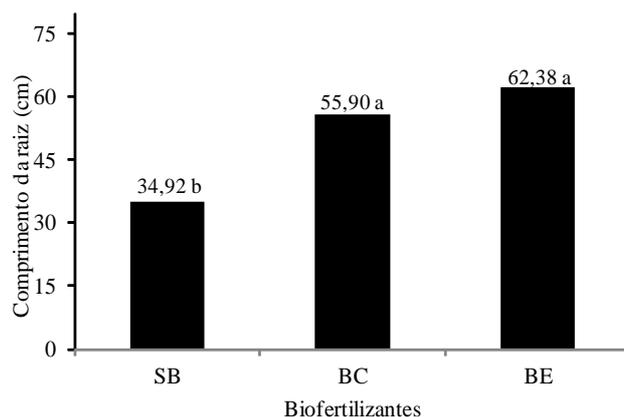


Figura 7. Comprimento das raízes de tomate-cereja nos tratamentos irrigados com águas salinas, em solo sem biofertilizante (B1), com bovino comum (B2) e biofertilizante enriquecido (B3) aos 95 DAE

O estímulo à produção de biomassa pode ser devido à melhoria física e química promovida pelas substâncias húmicas liberadas pelos biofertilizantes no substrato, resultando em maior ajustamento osmótico (Liang et al., 2005). Tal fato, possibilita a maior capacidade de exploração da zona radicular

através das raízes, fato evidenciado pelos crescentes valores de comprimento radicular, com o aumento da idade das plantas. Comparativamente, os valores de comprimento de raiz obtidos superam os 11,26 cm apresentados por Amaral et al. (2003), referentes ao comprimento máximo de mudas de tomateiro sob irrigação com água de boa qualidade.

Encontrou-se, na produção de matéria seca da parte aérea das plantas, ação positiva dos biofertilizantes com o aumento do teor salino das águas de irrigação, porém, com maior superioridade para o biofertilizante enriquecido (Figura 8). Referida superioridade, comparada ao solo sem biofertilizante, pode ter sido resultado da melhoria física, química e biológica do solo, proporcionada pelos biofertilizantes, resultando em maior volume e distribuição das raízes (Sheteawi & Tawfik, 2007). Neste sentido, Vessey (2003), relata que os biofertilizantes podem promover proliferação de micro-organismos capazes de exercer efeitos benéficos sobre o crescimento das plantas. Resultados semelhantes obtiveram Tabrizi et al. (2008), ao constatarem efeitos positivos de diferentes tipos de biofertilizante sobre diversas variáveis em plantas de *Hyssopus officinalis*.

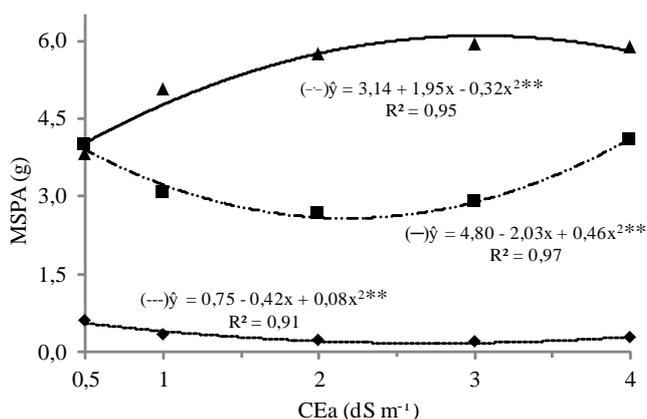


Figura 8. Massa seca da parte aérea de tomate-cereja irrigado com águas salinas, em solo sem biofertilizante (---), com biofertilizante comum (---) e biofertilizante enriquecido (—) aos 95 DAE

Pelos resultados da Figura 9, a massa seca de raiz foi afetada com o aumento da salinidade das águas de irrigação, independente da aplicação dos biofertilizantes. Na presença do biofertilizante enriquecido a área das raízes de tomate-cereja apresentou valores superiores em relação aos demais tratamentos, em todos os níveis salinos. Com o insumo comum, a resposta das plantas foi negativa com o aumento dos níveis salinos da água de irrigação e, na ausência dos biofertilizantes, a área radicular foi inibida.

Pelos resultados, a massa seca atingiu limite máximo de 1,32 g no nível de 1,58 dS m⁻¹ com o insumo enriquecido. Em comparação com o comum no mesmo nível salino, a diferença entre ambos é de 0,30 g. A partir daí todos os valores apresentaram redução quando observados os níveis extremos de salinidade mantendo ainda o maior valor em relação aos demais o biofertilizante enriquecido porém, comparativamente à salinidade inicial, houve uma perda de 31,8%. O menor valor obtido foi na ausência de biofertilizante, com 0,38 g a nível de

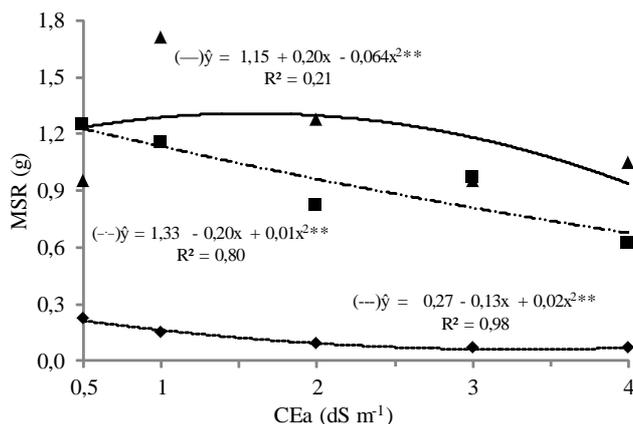


Figura 9. Massa seca das raízes de tomate-cereja irrigado com águas salinas, em solo sem biofertilizante (---), com biofertilizante comum (---) e biofertilizante enriquecido (—) aos 95 DAE

4,0 dS m⁻¹. Comportamento semelhante também foi observado por Rebequi et al. (2009), ao avaliarem a produção de mudas de limão-cravo em substrato com biofertilizante bovino, irrigado com águas salinas. Os autores verificaram que a massa seca das raízes foi comprometida em função da salinidade das águas de irrigação mas sempre em menor intensidade nos tratamentos com biofertilizante bovino.

CONCLUSÕES

1. Os biofertilizantes proporcionaram maior índice de velocidade de emergência e maior crescimento das plantas, em relação aos tratamentos sem os respectivos insumos.
2. Nos tratamentos com biofertilizantes e irrigação com águas salinas, o nível salino do solo foi maior do que no solo sem os respectivos insumos, na seguinte ordem: solo com biofertilizante comum > solo com biofertilizante enriquecido com leite, mel e gesso agrícola > solo sem nenhum tipo de insumo.
3. Dentre os biofertilizantes, o enriquecido foi mais eficiente na redução dos efeitos depressivos dos sais das águas de irrigação às plantas.

LITERATURA CITADA

- Amaral, J. F. T.; Réis, E. F.; Silva, D. J. H.; Júnior, A. T. A.; Verdin, J.; Zaneti, L. Z.; Cavatte, P. C.; Silveira, G. J. V. Avaliação do comprimento de raízes de mudas de tomate propagadas vegetativamente. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 43, 2003, Recife. Anais... Recife: ABH, 2003. p.166-167.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. A qualidade da água na agricultura. Trad. Gheyi, H. R.; Medeiros, J. F.; Damasceno, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 revisado 1.
- Barros, M. F. C.; Fontes, M. P. F.; Alvarez, Ruiz, V. H. H. A. Aplicação de gesso e calcário na recuperação de solos salino-sódicos do Estado de Pernambuco. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, p.320-326, 2005.

- Campos, V. B.; Cavalcante, L. F. Salinidade da água e biofertilizante bovino: efeito sobre a biometria do pimentão. *Holos*, v.2, p.10-20, 2009.
- Carvalho, L. A.; Tessarioli Neto, J. Produtividade de tomate em ambiente protegido, em função do espaçamento e número de ramos por planta. *Horticultura Brasileira*, v.23, p.986-989, 2005.
- Cavalcante, L. F.; Lima, E. M. Algumas frutíferas tropicais e a salinidade. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 148p.
- Cavalcante, L. F.; Lima, K. L.; Feitosa Filho, J. C. Efeito de fontes e níveis de salinidade da água de irrigação sobre a germinação e o crescimento de pinheira. *Engenharia Agrícola*, v.21, p.135-144, 2001.
- Cavalcante, L. F.; Santos, G. D. dos; Oliveira, F. A.; Cavalcante, I. H. L.; Gondim, S. C.; Cavalcante, M. Z. B. Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em solo de baixa fertilidade tratado com biofertilizantes líquidos. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.2, p.15-19, 2007.
- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análises de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: MBA, 1997. 212p.
- Freitas, A. D. S.; Vieira, C. L.; Santos, C. E. R. S.; Stamford, N. P.; Lyra, M. C. C. P. Caracterização de rizóbios isolados de Jacatupé cultivado em solo salino do estado de Pernambuco, Brasil. *Bragantia*, v.66, p.497-504, 2007.
- Guilherme, D. O.; Pinho, L.; Costa, C. A.; Almeida, A. C.; Paes, M. C. D.; Rodrigues, R. J. A.; Cavalcanti, T. F. M.; Teles Filho, S. C.; Menezes, J. B. C.; Sales, S. S. Análise sensorial e físico-química em frutos de tomate cereja orgânicos. *Horticultura Brasileira*, v.26, p.171-175, 2008.
- Kupper, K. C.; Bettiol, W.; Goes, de A.; Souza, P. S.; Bellotte, J. A. M. Biofertilizer for control of *Guignardia citricarpa*, the causal agent of citrus black spot. *Crop Protection*, v.25, p.569-573, 2006.
- Leite, E. M.; Cavalcante, L. F.; Diniz, A. A.; Santos, R. V.; Alves, G. S.; Cavalcante, I. H. L. Correção da sodicidade de dois solos irrigados em resposta à aplicação de gesso agrícola. *Irriga*, v.12, p.168-176, 2007.
- Leite, E. M.; Diniz, A. A.; Cavalcante, L. F.; Gheyi, H. R.; Campos, V. B. Redução da sodicidade em um solo irrigado com a utilização de ácido sulfúrico e gesso agrícola. *Caatinga*, v.23, p.110-116, 2010.
- Leithya, S.; Gaballah, M. S.; Goma, A. M. Associative impact of bio and organic fertilizers on geranium plants grown under saline conditions. *International Journal of Academic Research*, v.1, p.17-23, 2009.
- Liang, Y. C.; Si, J.; Nikolic, M.; Peng, Y.; Cheng, W.; Jiang, Y. Organic manure stimulates biological activity barley growth in soil subject to secondary salinization. *Soil Biology and Biochemistry*. *Acta Horticulturae*, v.37, p.1185-1195, 2005.
- Mahmoud, A. A.; Mohamed, H. F. Impact of biofertilizers application on improving wheat (*Triticum aestivum* L.) resistance to salinity. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, v.4, p.520-528, 2008.
- Naika, S.; Jeude, J. V.; Goffau, M.; Hilmi, M.; Dam, B. V. A cultura do tomate produção, processamento e comercialização. 1. ed. Wageningen: Fundação Agromisa e CTA, 2006. 104p.
- Nakagawa, J. Teste de vigor baseado na avaliação das plântulas. In: Vieira, R. D.; Carvalho, N. M. (ed.) Teste de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.
- Nardi, S.; Pizzeghello D.; Muscolo A.; Vianello, A. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, v.34, p.1527-1536, 2002.
- Nunes, J. C.; Cavalcante, L. F.; Rebequi, A. M.; Lima Neto, A. J. de; Diniz, A. A.; Silva, J. J. M.; Brehm, M. A. da S. Formação de mudas de noni sob irrigação com águas salinas e biofertilizante bovino no solo. *Engenharia Ambiental*, v.6, p.451-463, 2009.
- Rajendran, K.; Devaraj, P. Biomass and nutrient distribution and their return of *Casuarina equisetifolia* inoculated with biofertilizers in farm land. *Biomass and Bioenergy*, v.26, p.235-249, 2004.
- Rebequi, A. M.; Cavalcante, L. F.; Nunes, J. C.; Diniz, A. A.; Brehm, M. A. S.; Cavalcante, M. Z. B. Produção de mudas de limão cravo em substrato com biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. *Revista de Ciências Agrárias*, v.32, p.219-228, 2009.
- Richards, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954. 160p. *Agriculture Handbook*, 60.
- Rodrigues, M. B.; Dornelles A. L. C.; Silva V. O. M. Z.; Pessoa C. A.; Serralha, B. C. S.; Silva, D. A. G.; Pereira M. B. Caracterização morfológica de 25 cultivares de tomateiro tipo cereja - caracteres da planta. *Horticultura Brasileira*, v.26, p.4461-4467, 2008.
- Santos, A. C. V. Biofertilizantes líquidos: o defensivo agrícola da natureza. 2. ed. Niterói: EMATER, 1992. 162p.
- Santos, H. G. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2006, 306p.
- Santos, J. F. Fertilização orgânica de batata-doce com esterco bovino e biofertilizante. Areia: UFPB/CCA, 2008. 110p. Tese Doutorado
- SAS Institute. User's guide: Statistics. Versão 6.12. Cary: North Carolina State University, 1996, 956p.
- Sheteawi, S. A.; Tawfik, K. M. Interaction effect of some biofertilizers and irrigation water regime on mung bean (*Vigna radiate*) grow the and yield. *Applied Sciences Reseach*, v.3, p.251-262, 2007.
- Silva, E. F.; Assis Junior, R. N.; Sousa, J. I. G. Efeito da qualidade da água de irrigação sobre atributos hídricos de um Neossolo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.29, p.389-396. 2005.
- Tabrizi, L.; Koocheki, A.; Ghorbani, R. Effect of biofertilizers on agronomic criteria of hyssop (*Hyssopus officinalis*). In: Organic World Congress, 16, 2008, Modena. Anais... Modena: IFOAM, 2008. p.106-107.
- Tesseroli Neto, E. A. Biofertilizantes: Caracterização química, qualidade sanitária e eficiência em diferentes concentrações na cultura da alfaca. Curitiba: UFPR, 2006. 52p. Dissertação Mestrado
- Vessey, J.K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*, v.255, p.571-586, 2003.
- Wu, S. C.; Cao, Z. H.; Li, Z. G.; Cheung, K. C.; Wong, M. H. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: A greenhouse trial. *Geoderma*, v.125, p.155-166, 2005.
- Yurtseven, E.; Kesmez, G. D.; Ünlükara, A. U. The effects of water salinity and potassium level on yield, fruit quality and water consumption of a native central anatolian tomato species (*Lycopersicon esculantum*). *Agricultural Water Management*, v.78, p.128-135. 2005.