

Uso de biofertilizantes e águas salinas em plantas de *Lycopersicon pimpinellifolium* L.

Reinaldo F. Medeiros¹, Lourival F. Cavalcante¹, Rummenigge M. Rodrigues¹,
Francisco de O. Mesquita², Riselane de L. A. Bruno¹ & Miguel Ferreira Neto²

¹ Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias - Campus II, Departamento de Solos e Engenharia Rural, Campus Universitário, CEP 58397-000, Areia-PB, Brasil. E-mail: medeiros_rf@hotmail.com; lofeca@cca.ufpb.br; rummenigge.mr@gmail.com; lane@ccaufpb.br

² Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Av. Francisco Mota, Costa e Silva, CEP 59625-900, Mossoró-RN, Brasil. E-mail: mesquitaagro@yahoo.com.br; miguel@ufersa.edu.br

RESUMO

Um experimento foi conduzido em abrigo telado do Departamento de Solos do Centro CCA – UFPB, Areia, PB, no período de maio a junho de 2008, com o objetivo de avaliar os efeitos de dois tipos de biofertilizantes no desenvolvimento da cultura do tomateiro-cereja sob irrigação com águas salinas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 3, com seis repetições, referentes aos valores de condutividade elétrica da água de irrigação: 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS m⁻¹, no solo sem biofertilizante, com biofertilizante comum e enriquecido com leite, melaço e gesso mineral. Depois de diluídos em água não salina (0,5 dS m⁻¹) na razão de 1 : 1, os biofertilizantes foram aplicados dois dias antes da semeadura e o volume aplicado foi equivalente a 10% do volume do substrato. Os biofertilizantes elevaram mais a salinidade do solo que a água de irrigação; entretanto, atenuaram os efeitos prejudiciais da salinidade no crescimento das plantas e na produção de proteínas pelas mesmas.

Palavras-chave: tomate-cereja, fermentado microbiano, salinidade

*Biofertilizers and saline water use in cherry *Lycopersicon pimpinellifolium* L.*

ABSTRACT

An experiment was carried out in the greenhouse of the Soil and Rural Engineering Department of CCA - UFPB, located in Areia county, State of Paraíba in Brazil, during the period of October to February, 2010, in order to evaluate the effects two types of bovine biofertilizers in the growth of tomatoes cherry plants under saline water irrigation. The experimental design was completely randomized in 5 x 3 factorial scheme, with six replications, 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 and mineral gypsum. The biofertilizers after dissolving in non-saline water (0.5 dS m⁻¹) in a ratio of 1:1 were applied only one time, two days before sowing, in volume equivalent to 10% of the substrate volume. The addition of biofertilizers increased the contents of salts in the soil with higher intensity compared to treatments receiving only saline water but they exercised efficiently in attenuating the deleterious effects of salts to the plants, providing more growth and protein production in comparison to plants without biofertilizers.

Key words: tomatoes plants, microbial fermented, salinity

INTRODUÇÃO

No Brasil, o tomateiro (*Solanum lycopersicon*) é considerado a segunda hortaliça de importância econômica, cuja produção tem alcançado, nos últimos anos, resultados expressivos. Seguindo esta tendência, o tomateiro do grupo cereja (*Lycopersicon pimpinellifolium*) também vem obtendo significativo interesse comercial, sobretudo na região do Sudeste brasileiro onde a cultura é bastante difundida e intensamente cultivada em ambiente protegido. Desta forma, acredita-se na perspectiva de uma evolução maior da cultura tendo em vista a crescente demanda, tanto do produto da forma *in natura* como industrializado (Gusmão et al., 2006).

Por outro lado, a cultura pode ter seu cultivo comprometido em solos de salinidade elevada, de ocorrência comum no semiárido do Nordeste brasileiro. Os solos dessa região apresentam tendências à salinização em decorrência da má qualidade das águas de irrigação e dos elevados índices de radiação solar, somados a uma distribuição irregular das chuvas, ao longo do ano (Silva et al., 2011). Segundo estimativas, aproximadamente 57% das áreas irrigadas no semiárido nordestino apresentam problemas de salinização (Holanda et al., 2007) dos quais algumas dessas áreas já não produzem mais. O tomateiro-cereja é moderadamente sensível aos efeitos da salinidade, tem seu crescimento comprometido em águas de irrigação que apresentam condutividade elétrica acima de 2,55 d S m⁻¹ (Ayers & Westcot, 1999).

Desta forma, a utilização de insumos orgânicos como biofertilizantes na forma líquida surge como alternativa para atenuar os efeitos prejudiciais da salinidade no solo (Mahmoud & Mohamed, 2008). Trata-se de um composto potencialmente regulador das propriedades físicas e químicas do solo. Wu et al. (2005) e Rodolfo Júnior et al. (2008) citam que, apesar desses insumos não substituírem os fertilizantes convencionais, quando aplicados diretamente no solo, promovem a melhoria física em termos de aeração, infiltração de água e condutividade hidráulica no perfil (Sheteawi & Tawfik, 2007; Mellek et al., 2010). Além disso, são promotores de substâncias hormonais que estimulam o crescimento do sistema radicular e liberam substâncias húmicas que facilitam a absorção de nutrientes pelas plantas, além de estimular a proliferação e inserir micro-organismos benéficos no solo (Mahmoud & Mohamed, 2008).

Resultados de Greenway & Munns (1980) e Baalousha et al. (2006) revelam que o acúmulo de solutos orgânicos mantém o potencial osmótico no tecido celular menor que o da solução externa. Nesta condição e conforme os autores, essas substâncias proporcionam maior absorção de água e nutrientes pelas plantas em meios adversamente salinos.

Diante do exposto o objetivo do trabalho foi avaliar, em ambiente protegido, o uso de biofertilizantes bovino no desenvolvimento da cultura tomateiro-cereja submetido a cinco níveis de estresse salino da água de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de outubro de 2009 a fevereiro de 2010 em ambiente protegido do CCA-UFPB, no município de Areia, PB, com latitude 6° 58' S, longitude 35° 41' W e altitude de 575 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo As'. A estação chuvosa se concentra no período de março a julho com precipitação pluviométrica média de 1.200 mm anual. A temperatura média do ar se situa em torno de 23 °C.

O substrato utilizado foi um Neossolo Regolítico 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 distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições em esquema fatorial 5 x 3, referentes aos valores da salinidade da água de irrigação: 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS m⁻¹, no solo sem e com dois tipos de biofertilizante: a) biofertilizante comum e b) biofertilizante enriquecido com gesso mineral, leite e melaço. 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% do volume do substrato.

O nível de condutividade elétrica de cada tipo de água foi obtido pela diluição de água de barragem fortemente salina (14,6 dS m⁻¹) em água não salina (0,5 dS m⁻¹). O biofertilizante bovino comum foi preparado pela fermentação anaeróbica de partes iguais de água não salina, com esterco bovino fresco de vacas em lactação, durante 30 dias (Silva et al., 2007). O biofertilizante enriquecido foi produzido com as mesmas

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

Atributos físicos	Valor	Atributos da fertilidade	Valor	Atributos da salinidade	Valor
Ds (g cm ⁻³)	1,54	pH em água (1: 2,5)	6,60	CEes (dS m ⁻¹)	0,78
Dp (g cm ⁻³)	2,66	MO (g Kg ⁻¹)	11,30	pH	6,70
Pt (m ³ m ⁻³)	0,42	P (mg dm ⁻³)	25,40	Ca ²⁺ (mmolc L ⁻¹)	1,90
Areia (g kg ⁻¹)	858	K ⁺ (mg dm ⁻³)	116	Mg ²⁺ (mmolc L ⁻¹)	1,22
Silte (g kg ⁻¹)	59	Ca ⁺² (cmolc dm ⁻³)	1,80	Na ⁺ (mmolc L ⁻¹)	3,48
Argila (g kg ⁻¹)	83	Mg ⁺² (cmolc dm ⁻³)	0,51	K ⁺ (mmolc L ⁻¹)	1,05
Ada (g kg ⁻¹)	13	Na ⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,23	Cl ⁻ (mmolc L ⁻¹)	5,19
GF (%)	84,34	H ⁺ + Al ⁺³ (cmolc dm ⁻³)	1,18	CO ₃ ²⁻ (mmolc L ⁻¹)	-
ID (%)	15,66	Al ⁺³ (cmolc dm ⁻³)	0,00	HCO ₃ ⁻ (mmolc L ⁻¹)	1,50
U _{cc} (g kg ⁻¹)	10,84	SB (cmolc dm ⁻³)	2,78	SO ₄ ²⁻ (mmolc L ⁻¹)	0,97
U _{pmp} (g kg ⁻¹)	4,54	CTC (cmolc dm ⁻³)	4,00	RAS (mmol L ⁻¹) ^{1/2}	2,76
Ad (g kg ⁻¹)	5,30	V (%)	70,80	PST (%)	5,27

Ds = Densidade do solo; Dp = Densidade de partícula; Pt = Porosidade total; Ada = Argila dispersa em água; GF = Grau de flocculação; ID = Índice de dispersão; U_{cc} e U_{pmp} = respectivamente umidade do solo nas tensões de -0,01 e -1,5 Mpa; Ad = Águas disponíveis; 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} e PST = Percentagem de sódio trocável (100 x Na⁺/CTC)

quantidades de água e esterco do biofertilizante comum, porém adicionados 4 L de melão, 8 L de leite bovino e 4 kg de gesso mineral, fornecidos semanalmente nas proporções de 1:2:1.

Cada biodigestor foi mantido hermeticamente fechado com a base superior conectada à extremidade de uma mangueira de 4 mm de diâmetro, sendo a outra extremidade imersa em um recipiente com água. O gesso mineral utilizado continha 26% de CaO, 14,7% de S e umidade de 5% em massa (Leite et al., 2010). A análise da composição química da água para irrigação e dos biofertilizantes na forma líquida (Tabela 2) foi realizada adotando-se as metodologias sugeridas por Richards (1954).

Tabela 2. Caracterização de água de irrigação do biofertilizante comum enriquecido com leite, melão e gesso mineral

Componentes	Água	Biofertilizante	
		Comum	Enriquecido
CE (dS m ⁻¹)	0,50	3,40	6,15
RAS (mmol L ⁻¹) ^{1/2}	2,63	1,55	2,20
Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	1,21	10,30	22,60
Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,73	7,51	10,52
Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	2,66	4,55	8,93
K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,10	11,60	21,00
Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	3,82	24,00	32,90
HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,35	5,03	9,20
CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,00	0,00	0,00
SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,80	5,01	18,51
Classificação	C ₁ S ₁	C ₄ S ₁	C ₄ S ₁

CE = condutividade elétrica; RAS = Relação de adsorção de sódio = $\text{Na}^+ \times [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/2]^{-1/2}$

Utilizaram-se sacos de polietileno drenados, com diâmetro de 13 cm e altura de 30 cm, com capacidade máxima, portanto, para 4,0 dm³, sendo este, a representatividade da unidade experimental do trabalho, o qual continha apenas uma planta de tomate-cereja.

Em cada unidade experimental foram semeadas dez sementes de tomate-cereja com viabilidade de 91%; aos 15 dias após a emergência foi feito o desbaste das plântulas, mantendo-se a mais vigorosa e a irrigação com cada nível salino realizada diariamente pelo processo de pesagem, fornecendo o volume de cada tipo de água evapotranspirado pelas plantas no dia anterior.

No final do experimento, aos 95 dias após a emergência (DAE), foram avaliados o diâmetro do caule e da raiz principal utilizando-se um paquímetro digital, massa seca total (raízes, caule e folhas), após secagem em estufa com ventilação forçada a 65°C por 72 com balança analítica de precisão; proteína total da parte aérea e da raiz determinada pelo produto do nitrogênio amoniacal da biomassa seca - obtido pelo método do N de Kjeldahl total - pelo fator de conversão 6,25 (Galvani & Gaertner, 2006). Amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0 a 20 cm para avaliação da condutividade elétrica (CEs) do extrato de saturação (Richards, 1954).

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, as médias dos biofertilizantes foram avaliadas pelo Tukey (0,05) e os níveis de salinidade da água pela análise Regressão Polinomial (Banzatto & Kronka, 2008). Para o processamento dos dados utilizou-se o software demonstrativo do SAEG (SAS Institute Inc, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento do nível salino da água de irrigação provocou incremento de sais em todos os tratamentos mas com maior

intensidade no solo com biofertilizante enriquecido, seguido do biofertilizante comum. No solo sem nenhum dos insumos o aumento da salinidade da água elevou o caráter salino do substrato de 0,78 dS m⁻¹, antes da aplicação dos tratamentos (Tabela 1), para até 4,84 dS m⁻¹ ao final do experimento, referente à irrigação com a água de maior condutividade elétrica. Este valor foi inferior aos encontrados nos solos com biofertilizante comum (5,19 dS m⁻¹) e enriquecido (5,89 dS m⁻¹) irrigados com água de maior salinidade.

A superioridade da condutividade elétrica nos tratamentos com os biofertilizantes é consequência do caráter salino dos insumos que continham teores elevados de sais (3,41 e 6,15 dS m⁻¹ para o comum e enriquecido, respectivamente) quando aplicados no solo (Tabela 2). Esses resultados concordam com os obtidos por Rebequi et al. (2009) ao constatarem que a mistura de água com biofertilizante comum elevou mais a salinidade do solo com limão cravo, que a água de irrigação.

A adição do gesso mineral, que é fonte de cálcio e sulfato, componentes dos cátions e ânions estudados na salinidade da água de irrigação e do solo (Holanda et al., 2010), juntamente com o leite e o melão, resultou em maior aumento da salinidade do biofertilizante enriquecido do que o biofertilizante comum.

Apesar dos biofertilizantes elevarem os níveis de salinidade do solo mais do que as águas de irrigação (Figura 1), as plantas produziram mais matéria seca total nos tratamentos com biofertilizante comum e enriquecido, respectivamente.

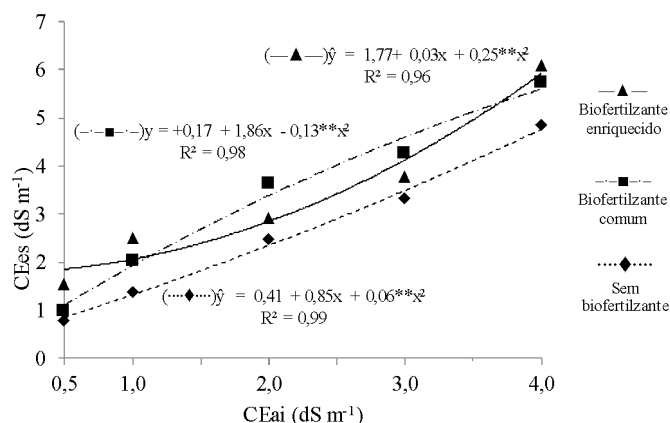


Figura 1. Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEs) no final do experimento em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) nos tratamentos sem biofertilizante, com biofertilizante comum e enriquecido com gesso mineral, leite e melão

Conforme indicado na Figura 2, a adição dos biofertilizantes resultou no aumento da produção de biomassa seca total de 0,42 g planta⁻¹ nos tratamentos sem insumo para 4,31 e 6,48 g planta⁻¹ no solo com biofertilizante comum e enriquecido com gesso mineral, leite e melão. Constata-se também que o insumo enriquecido proporcionou 50% a mais na alocação de biomassa pelas plantas do tomateiro-cereja que o biofertilizante comum.

A superioridade em relação ao solo sem nenhum dos compostos orgânicos evidencia a ação das substâncias húmicas na atenuação dos efeitos depauperantes da salinidade às plantas, como discutido por Asik et al. (2009) ao avaliarem os efeitos de compostos orgânicos no crescimento de plantas da goiabeira (*Psidium guajava*) e de trigo (*Triticum aestivum*) irrigados com águas salinas.

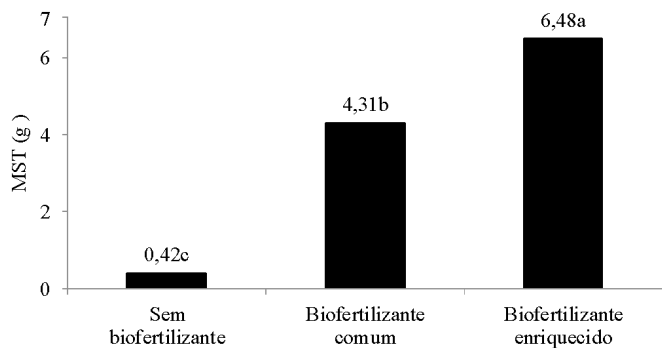


Figura 2. Massa seca total (MST) de tomateiro-cereja em solo sem biofertilizante, com biofertilizante comum e enriquecido aos 95 dias após a emergência das plantas

A maior produção de massa seca dos tratamentos com biofertilizantes pode ser resultado da melhoria física (Mellek et al., 2010), química e biológica do solo proporcionada por ambos os insumos, com maior eficiência do enriquecido com leite, melão e gesso mineral, resultando em maior espaço poroso para o crescimento e distribuição do sistema radicular (Sheteawi & Tawfik, 2007). Desta forma, há um ganho em biomassa como reportado pela Figura 2. Esses resultados estão coerentes com os apresentados por Cavalcante et al. (2010) que também obtiveram incremento na massa seca total de goiabeira paluma (*Psidium guajava* L.) em até 432% nas plantas do solo com biofertilizante comum e irrigadas com águas salinas em relação às plantas tratadas apenas com águas salinas.

O comportamento do diâmetro do caule foi influenciado pela interação salinidade da água x biofertilizante sendo superiores os dados referentes aos tratamentos com biofertilizante enriquecido (Figura 3). No solo sem biofertilizante o aumento da salinidade das águas inibiu o crescimento do tomateiro-cereja pelo diâmetro caulinar até o valor mínimo estimado de 3,01 mm correspondente à água de condutividade elétrica de 2,5 dS m⁻¹. Nos tratamentos com o biofertilizante comum os dados são superiores àqueles das plantas sem o insumo orgânico e o aumento da salinidade não afetou a variável apresentando o valor médio de 5,84 mm. Nas plantas tratadas com biofertilizante enriquecido com gesso mineral, leite e melão, o diâmetro aumentou até atingir 6,84 mm na salinidade máxima estimada da água de irrigação de 2,64 dS m⁻¹.

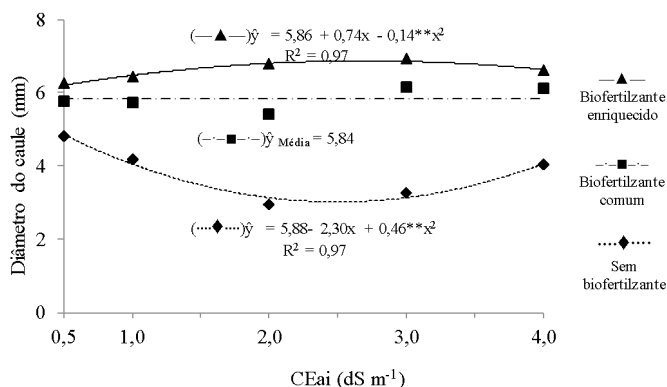


Figura 3. Diâmetro do caule de tomateiro-cereja em solo sem biofertilizante, com biofertilizante comum e enriquecido em função da salinidade da água, aos 95 dias após a emergência das plantas

Comparativamente, a tendência dos dados está coerente com Cavalcante et al. (2010) ao constatarem que o biofertilizante comum promoveu maior crescimento das mudas de goiabeira (*Psidium guajava*) sob irrigação com águas salinas. Está em acordo, também, com Collard et al. (2001) que obtiveram um incremento de 18% no diâmetro do caule em mudas de maracujazeiro em solo não salino com biofertilizante sob irrigação com água sem restrições aos sais em relação às plantas que não receberam o insumo.

Como verificado para o diâmetro do caule, o diâmetro das plantas tratadas com biofertilizantes foi marcadamente superior quando comparado com as plantas dos tratamentos com apenas água de irrigação (Figura 4). Nesta última o diâmetro radicular cresceu linearmente com o aumento da salinidade e com incremento de 0,42 mm para cada valor unitário de salinidade da água; mesmo assim, com diâmetro máximo de 3,18 mm ficou abaixo daquelas que receberam os insumos.

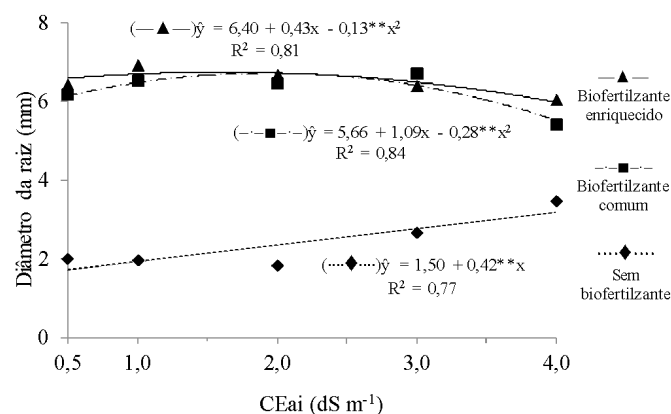


Figura 4. Diâmetro da raiz principal de tomateiro-cereja no solo irrigado com águas salinas, sem biofertilizante, com biofertilizante comum e enriquecido, aos 95 dias após a emergência das plantas

Os biofertilizantes estimularam o diâmetro radicular com o aumento dos sais das águas até os valores de 6,76 e 6,94 mm, nas salinidades máximas das águas de 1,65 e 1,94 dS m⁻¹ respectivamente nas plantas dos tratamentos com biofertilizante enriquecido e biofertilizante comum. Pelos valores de biomassa, diâmetro do caule e das raízes, o tomateiro-cereja, a exemplo do gênero *L. esculentum*, é moderadamente tolerante à salinidade, significando conforme Ayers & Westcot (1999) que a cultura estudada cresce e se desenvolve em solos com condutividade elétrica variando entre 3 e 6 dS m⁻¹.

O acúmulo de proteína total na matéria seca da parte aérea foi inibido com o aumento da salinidade das águas nos tratamentos sem biofertilizantes; não sofreu interferência do solo com biofertilizante comum e aumentou linearmente nas plantas tratadas com o insumo enriquecido (Figura 5). Como nas demais variáveis avaliadas, a adição do gesso mineral, leite e melão na preparação do biofertilizante enriquecido estimulou mais o crescimento e a produção de assimilados orgânicos em relação ao biofertilizante comum e, com efeito, nas plantas sem nenhum dos insumos.

A elevação da salinidade da água de irrigação no solo sem os insumos inibiu a produção de proteína total das plantas, de 12,08 para 3,16 mg g⁻¹ (redução de 74%), entre as plantas irrigadas com água não salina (0,5 dS m⁻¹) e moderadamente

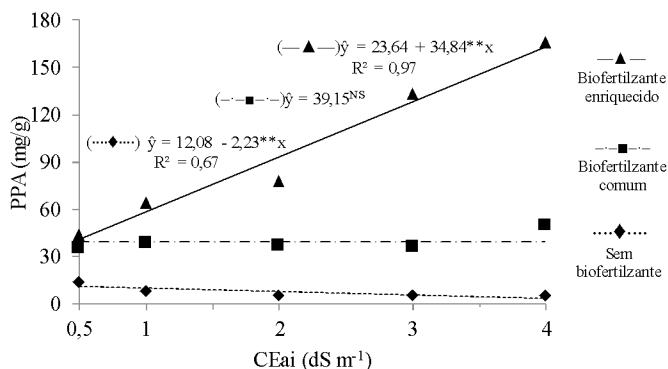


Figura 5. Proteína total na matéria seca da parte aérea (PPA) do tomate cereja em solo sem biofertilizante, com biofertilizante comum e enriquecido em função da salinidade da água aos 95 DAE

salina (4,0 dS m⁻¹). Esse elevado declínio expressa a ação depauperante do estresse salino na produção de substâncias vitais à cultura (Boursiac et al., 2005), com reflexos negativos nos processos fisiológicos e bioquímicos das plantas sensíveis e moderadamente sensíveis aos sais (Ayers & Westcot, 1999). Quanto ao biofertilizante comum registra-se superioridade comparada com as plantas do solo sem o respectivo insumo, com valor médio de 39,15 mg g⁻¹ de proteína total superando em 224% os 12,08 mg g⁻¹ das plantas sem insumo orgânico.

Dentre os tratamentos os mais eficientes se referem ao solo com biofertilizante enriquecido. Pelos resultados, o respectivo composto orgânico estimulou linearmente os teores de proteína total na parte aérea das plantas, a nível de 34,84 mg g⁻¹ por incremento unitário da salinidade das águas. Esta maior produção de proteínas pode ser função da maior disponibilidade de cálcio e enxofre oriundos do gesso mineral e proteínas do leite utilizados na preparação do insumo enriquecido. O enxofre é um elemento integrante da estrutura e composição de aminoácidos importantes, como a cisteína e a metionina (Lehninger, et al., 2005) e, certamente, influenciou as maiores proporções encontradas nas plantas.

Lacerda et al. (2003) afirmam que outro fator envolvido no aumento do teor de proteína total é o acúmulo crescente de solutos orgânicos na parte aérea das plantas com o aumento dos níveis da salinidade do substrato. Para os referidos autores as plantas utilizam esses solutos como forma de realizar o ajustamento osmótico das células, melhorando a absorção de água e nutrientes em meios salinos. O aumento nos teores proteicos é de vital importância para as plantas uma vez que participam de sinalizações durante a diferenciação das células nos processos de desenvolvimento (Taiz & Zeiger, 2006).

Oliveira et al. (2006) também obtiveram resultados semelhantes ao avaliar o teor de solutos orgânicos em sorgo forrageiro sob estresse salino em que o aumento da condutividade elétrica do solo, de 2,4 para 16 dS m⁻¹, resultou no incremento de aproximadamente sete vezes o teor de proteínas solúveis no tecido foliar das plantas.

O comportamento dos dados de proteína total da parte aérea se assemelha às proteínas de raízes apenas no tratamento sem os biofertilizantes; entretanto, a ordem dos valores mantém a sequência, isto é, biofertilizante enriquecido > biofertilizante comum > sem biofertilizante. Observa-se, na Figura 6, que os teores de proteína nas raízes das plantas tratadas com

biofertilizante comum foram fortemente afetadas com redução de 128,7 para 74,5 mg g⁻¹ enquanto nos tratamentos com biofertilizante enriquecido não houve efeitos da salinidade das águas, sendo representados pela média de 130,55 mg g⁻¹.

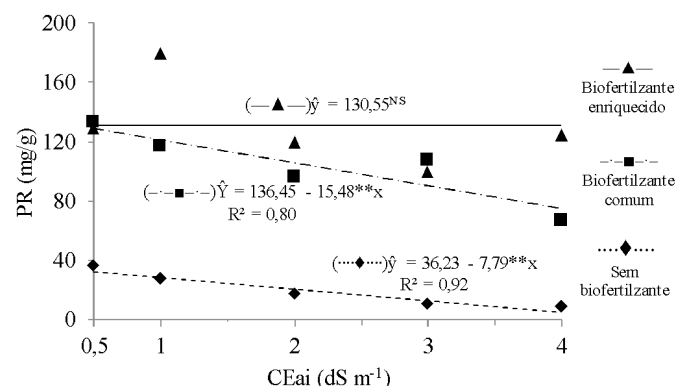


Figura 6. Proteína total na matéria seca das raízes (PR) do tomateiro-cereja no solo sem biofertilizante, com biofertilizante comum e enriquecido em função da salinidade da água, aos 95 dias após a emergência das plantas

As raízes das plantas tratadas com os insumos enriquecido e comum irrigados com águas de maior nível salino (4 dS m⁻¹) produziram, respectivamente, 2.475 e 1.370% mais proteínas em relação àquelas que não receberam qualquer insumo; por outro lado, quando comparada com a parte aérea, é evidente que a salinidade exerceu influência mais expressiva nas raízes, principalmente nos tratamentos sem e com biofertilizante comum. A redução nos valores de proteína desses tratamentos, pode ser devida aos teores de Na⁺ em relação ao K⁺ pois, de acordo com Taiz & Zeiger (2006), a razão anormal entre os dois íons somados a concentrações elevadas de sais no solo, inativa enzimas e inibe a síntese de proteínas.

O maior acúmulo de proteínas na matéria seca da parte aérea comparadas com as raízes, está em acordo com Piza et al. (2003) ao constataram que a irrigação do abacaxizeiro durante os primeiros 60 dias após o transplante, com águas salinas concentradas em até 1,15 g L⁻¹ de NaCl, resultou em menores teores de proteína nas raízes das plantas em relação à parte aérea.

CONCLUSÕES

A mistura biofertilizante + água elevou o caráter salino do solo; entretanto, atenuou a ação negativa da salinidade às plantas.

Independentemente dos tratamentos a salinidade afetou o acúmulo de proteínas mais nas raízes que na parte aérea.

A aplicação do biofertilizante enriquecido resultou em maior produção de proteína pelas plantas.

LITERATURA CITADA

Asik, B. B.; Turan, M. A.; Çelik, H.; Katkat, A. V. Effect of humic substances to dry weight and mineral nutrients uptake of wheat on saline soil conditions. *Asian Journal of Crop Science*, v.1, n.2, p.87-95, 2009. <<http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/ajcs/2009/87-95.pdf>>. 22 Jul. 2012.

- Ayers, R.S.; Westcot, D.W. A qualidade da água na agricultura. Tradução por Gheyi, H.R.; Medeiros, J.F.; Damasceno, F.A.V de. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29, Revisão).
- Baalousha, M.; Heino, M.M.; Le Coustumer, B.K. Conformation and size of humic substances: effects of major cation concentration and type, pH, salinity and residence time colloids and surfaces. *Physicochemical and engineering aspects*, v.222, n.1-2, p.48-55, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.colsurfa.2005.07.010>>
- Banzatto, D.A.; Kronka, S.N. Experimentação agrícola. 4.ed. Jaboticabal: UNESP, 2008, 247p.
- Boursiac, Y.; Chen, S.; Luu, D.; Sorieul, M.; Dries, N. V.D.; Maurel, C. Early effects of salinity on water transport in arabidopsis roots. Molecular and cellular features of aquaporin expression. *Plant Physiology*, v.139, n.2, p.790-805, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1104/pp.105.065029>>
- Cavalcante, L.F.; Vieira, M.S.; Santos, A.F.; Oliveira, V.M.; Nascimento, J.A.M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.32, n.1, p.251-261, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452010005000037>>
- Collard, F. H.; Almeida, A.; Costa, M. C. R. Rocha, M. C. Efeito do uso de biofertilizante agrobio na cultura do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). *Revista Biociência*, v.7, n.1, p.36-43, 2001. <<http://periodicos.unitau.br/ojs-2.2/index.php/biociencias/article/view/49>>. 22 Jul. 2012.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa – CNPS, 1997. 212 p.
- Galvani, E.; Gaertner, E. Adequação da metodologia Kjeldahl para determinação de nitrogênio total e proteína bruta. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2006. 9p. <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/CT63.pdf>>. 10 Jun. 2012. (Circular Técnica, 63).
- Greenway, H.; Munns, R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Annual Review of Plant Physiology*, v.31, p.149-190, 1980. <<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.pp.31.060180.001053>>
- Gusmão, M.T.A.; Gusmão, S.A.L.; Araújo, J.A.C. Produtividade de tomate tipo cereja cultivado em ambiente protegido e em diferentes substratos. *Horticultura Brasileira*, v.24, p.431-436, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362006000400007>>
- Holanda, A.C.; Santos, R.V.; Souto, J.S. Alves, A.R. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por sais. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.7, n.1, p.39-50, 2007. <<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=50007105>>. 22 Jul. 2012.
- Holanda, J.S.; Amorim, J.R.A.; Ferreira Neto, M.; Holanda, A.C. qualidade da água para irrigação. In: Gueyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. (Orgs.). Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCT Sal, 2010. v.1, p.43-61.
- Lacerda, C.F.; Cambraia, J.; Oliva, M.A.; Ruiz, H.A.; Prisco, J.T. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, v.49, n.2, p.107-120, 2003. <[http://dx.doi.org/10.1016/S0098-8472\(02\)00064-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0098-8472(02)00064-3)>
- Lehninger, A.L.; Nelson, D.L.; Cox, M.M. Principles of Biochemistry. 4.ed. New York. 2005. 1125p.
- 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. *Revista Caatinga*, v.23, n.2, p.110-116, 2010. <<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/1419/4575>>. 22 Jul. 2012.
- 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, n.5, p.520-528, 2008. <<http://www.aensiweb.com/rjabs/rjabs/2008/520-528.pdf>>. 22 Jul. 2012.
- Mellek, J.E.; Dieckow, J.; Silva, V.L.; Favaretto, N.; Pauletti, V.; Vezzani, F.M.; Souza, J.L.M. Dairy liquid manure and no-tillage: Physical and hydraulic properties and carbon stocks in a Cambisol of Southern Brazil. *Soil & Tillage Research*, v.110, m.1, p.69-76, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2010.06.005>>
- Oliveira, L.A.A.; Barreto, L.P.; Bezerra Neto, E.; Santos, M.V.F.; Costa, J.C.A. Solutos orgânicos em genótipos de sorgo forrageiro sob estresse salino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, n.1, p.31-35, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2006000100005>>
- Piza, I.M.T.; Lima, G.P.P.; Brasil, O.G. Atividade de peroxidase e níveis de proteínas em plantas de abacaxizeiro micropropagadas em meio salino. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.9, n.4, p.361-366, 2003. <<http://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/RBA/article/view/661>>. 22 Jul. 2012.
- 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, n.2, p. 219-228, 2009. <http://www.scielo.oces.mctes.pt/scielo.php?pid=S0871-018X20090002000020&script=sci_arttext>. 22 Jul. 2012.
- Richards, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. Washington: United States Salinity Laboratory Staff, 1954. 160p. (Agriculture, 60).
- Rodolfo Júnior, F.; Cavalcante, L. F.; Burity, E. S. Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizantes e adubação mineral com NPK. *Revista Caatinga*, v.21, p.134-145, 2008. <<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/339/590>>. 22 Jul. 2012.
- Santos, H.G.; Jacomine, P.K.T.; Anjos, L.H.C.; Oliveira, V.A.; Oliveira, J.B.; Coelho, M.R.; Lumbrebias, J.F.; Cunha, T.J.F. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

- SAS Institute. SAS/STAT 2003: user's guide: statistics version 9.1 Cary, 1 CD Rom.
- Sheteawi, S.A.; Tawfik, K.M. Interaction effect of some biofertilizers and irrigation water regime on mung bean (*Vigna radiate*) growth and yield. *Journal of Applied Sciences Research*, v.3, n.3, p.251-262, 2007. <<http://www.aensiweb.com/jasr/jasr/2007/251-262.pdf>>. 22 Jul. 2012.
- Silva, A.F.; Pinto, J.M.; França, C.R.R.S.; Fernandes, S.C.; Gomes, T.C.A.; Silva, M.S.L.; Matos, A.N.B. Preparo e uso de biofertilizantes líquidos. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007. 4p. (Comunicado Técnico, 130). <http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/public_eletronica/downloads/COT130.pdf>. 22 Jul. 2012.
- Silva, V.P.R.; Pereira, E.R.R.; Azevedo, P.V.; Sousa, F.A.S.; Sousa, I.F. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.2, p.131-138, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011000200004>>
- Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia Vegetal*. 3.ed. Porto Alegre: Artmed. 2006, 719 p.
- Wu, S.C.; Cao, Z.H.; Li, Z.G.; Cheung, K.C.; Wong, M.H. Effects of biofertilizer containing N-fixers, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma*, v.125, n.1-2, p.155-166, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.07.003>>