

IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA NA CULTURA DO GIRASSOL (*Helianthus Annuus* L.) EM SOLO COM BIOFERTILIZANTE BOVINO

KRISHNA RIBEIRO GOMES¹; GEOCLEBER GOMES DE SOUSA²; FRANCISCO ALDIEL LIMA³; THALES VINICIUS DE ARAÚJO VIANA⁴; BENITO MOREIRA DE AZEVEDO⁴ E GIOVANA LOPES DA SILVA⁶

¹ Engenheira Agrônoma, Doutoranda, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, Universidad de Castilla-La Mancha, Ctra. de las Peñas, km 3,2, krishnaribeiro@yahoo.com.br

² Engenheiro Agrônomo, Doutor em Engenharia Agrícola, Professor Adjunto I, Instituto de Desenvolvimento Rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, CE, e-mail:sousagg@unilab.edu.br

³ Engenheiro Agrônomo, Doutorando, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, Universidad de Castilla-La Mancha, e-mail: aldiel_metal@hotmail.com

⁴ Engenheiro Agrônomo, Prof. Titular, Departamento de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, e-mail: benitoazevedo@hotmail.com; thales@ufc.br

⁶ Engenheira Agrônoma, Profa. do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, FANOR, Campus das Dunas, Fortaleza, CE, e-mail: gisolos@hotmail.com

1 RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o crescimento inicial e as trocas gasosas da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) irrigada com diferentes níveis de salinidade em solo com e sem biofertilizante bovino. O experimento foi conduzido na área experimental da Estação Agrometeorológica, UFC, Fortaleza-CE, no período de setembro a novembro de 2012. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente aleatorizado, em esquema fatorial 5 x 2, com cinco repetições, referente aos valores de cinco condutividades elétricas da água de irrigação: 0,8; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹, em solo sem e com biofertilizante bovino, aplicado de uma única vez, ao nível de 10% do volume do substrato, três dias antes da semeadura. Foram avaliadas as seguintes variáveis: número de folhas, altura de plantas, diâmetro do caule, área foliar, fotossíntese, condutância estomática, temperatura da folha, concentração interna de CO₂, transpiração das plantas, matéria seca da parte aérea, da raiz e total. O estresse salino afetou o diâmetro do caule, a área foliar e o número de folhas de plantas do girassol, sendo em menor intensidade no solo com o biofertilizante bovino. O biofertilizante bovino diminuiu os efeitos negativos das concentrações crescentes de sais na água de irrigação na matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz e matéria seca total de plantas de girassol.

Palavras-chave: estresse salino, índices fisiológicos, insumo orgânico

**GOMES, K. R., SOUSA, G. G., LIMA, F. A., VIANA, T. V. A., AZEVEDO, B. M.,
SILVA, G. L.**

**SALINE IRRIGATION OF SUNFLOWER (*Helianthus Annuus* L.) IN SOIL WITH
BOVINE BIOFERTILIZER**

2 ABSTRACT

This study aimed to evaluate initial growth and gas exchanges of sunflower plants (*Helianthus annuus* L.) irrigated with different salt concentrations in soil treated with and without bovine biofertilizer. The experiment was conducted at the experimental area in the Agrometeorological station, UFC, Fortaleza-CE, from September to November 2012. Treatments were arranged in a completely randomized 5 x 2 factorial design, with five replicates referring to five electrical conductivity values of irrigated water.: 0.8;1.5;3.0;4.5 and 6.0 dS m⁻¹, in soil with and without bovine biofertilizer. The latter was applied only once, at 10% substrate volume, three days before sowing. The following parameters were evaluated: number of leaves, plant height, stem diameter, leaf area, photosynthesis, stomatal conductance, leaf temperature, internal CO₂ concentration, plant transpiration, shoot, root and total dry matter. Salt stress affected stem diameter, leaf area and number of leaves of sunflower plants, and in a lesser degree, in the soil with bovine biofertilizer. Bovine biofertilizer also reduced the negative effects of increasing salt concentrations in the irrigation water observed in shoot, root and total dry matter of sunflower plants.

Keywords: salt stress, physiological indices, organic fertilizer.

3 INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) pertencente à família Asteraceae está inserido entre as espécies vegetais de maior potencial para a produção de biocombustível, além de se constituir em uma importante opção para o produtor agrícola em sistemas envolvendo rotação ou sucessão de culturas. É uma oleaginosa que apresenta características agronômicas importantes, como maior resistência à seca, ao frio e ao calor, do que a maioria das espécies normalmente cultivadas no Brasil (LEITE et al., 2007).

A agricultura em várias partes do mundo está enfrentando um problema com a falta de recursos hídricos adequados, forçando muitos agricultores a utilizarem água com qualidade inferior (concentração de sais relativamente alta) para a irrigação das culturas, sendo necessário à avaliação da qualidade e o manejo rigoroso para sua utilização.

Dentre as práticas de manejo recomendadas para se produzir satisfatoriamente, em condições de solo ou de água com altos riscos de salinização, destaca-se o uso de plantas tolerantes à salinidade e à sodicidade dos solos, sendo importantes os estudos que visem avaliar a sensibilidade das espécies ao estresse salino (TRAVASSOS et al., 2012).

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. Nobre et al. (2010), afirmam que o biofertilizante aplicado ao solo pode induzir aumento no ajustamento osmótico das plantas pela acumulação de solutos orgânicos, promovendo a absorção de água e nutrientes em meios salinos.

As áreas de semiárido, devido ao déficit hídrico, com a irrigação, muitas vezes com água de qualidade inadequada, associado ao manejo do sistema solo-água-planta, e à deficiência do sistema de drenagem, apresentam acúmulo de sais no solo, que compromete o crescimento (OLIVEIRA et al., 2010), as trocas gasosas (NEVES et al., 2009) e capacidade produtiva das culturas, inclusive do girassol (TRAVASSOS et al., 2011).

O excesso de sais pode perturbar as funções fisiológicas e bioquímicas das plantas resultando na diminuição do potencial osmótico da solução do solo, devido à retenção da

água, tornando-se assim cada vez menos disponível para o vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2009), provocando o fechamento estomático, uma das primeiras respostas ao estresse para evitar a perda excessiva de água pela planta, resultando ainda numa limitação na concentração interna de CO₂, podendo afetar a concentração dos pigmentos, (clorofila a e b e os carotenoides), envolvidos no processo da fotossíntese (GOMES et al., 2011).

Associado ao acúmulo total de sais no solo, o estresse osmótico reduz a disponibilidade de água para os vegetais e pode, em consequência, afetar as trocas gasosas (NEVES et al., 2009). Uma das estratégias de manejo, que possibilitam a exploração de áreas irrigadas com água salina na agricultura, que vem sendo recentemente estudada pelas plantas em ambiente salino é a utilização de biofertilizante bovino (SILVA et al., 2011). Esses autores relatam ainda que mesmo sob estresse salino, o uso desse insumo orgânico proporcionou maiores valores de fotossíntese, condutância estomática e transpiração em plantas de feijão-de-corda cultivadas em vaso durante 45 dias após a semeadura.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento inicial e as trocas gasosas na cultura do girassol irrigada com água de diferentes níveis de salinidade em solos com e sem biofertilizante bovino.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em estufa telada na Estação Agrometeorológica, CCA, UFC, Campus do Pici, Fortaleza, Ceará, (3°45' S; 38° 33' W e altitude de 19 m). Segundo a classificação de Köppen, a área do experimento está localizada numa região de clima Aw'. O solo utilizado foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2006), coletado na camada de 0-20 cm de profundidade, passado em peneira de 2 mm de malha. Alguns atributos físicos e químicos do solo antes da aplicação dos tratamentos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características físico-químicas do solo antes da aplicação dos tratamentos.

Prof. (cm)	Atributos químicos							Atributos físicos			
	(Ca ²⁺)	(Mg ²⁺)	(Na ⁺)	(H ⁺ +Al ²⁺)	(Al ³⁺) ¹	(K) ²	(pH) ³	(CEs) ⁴	(PST) ⁵	(CT) ⁶	(DS) ⁷
0-20	1	0,8	0,63	1,65	0,4	0,15	7	0,54	19	Franco arenosa	1,47

Prof. = profundidade; ¹= cmol_c dm⁻³; ²= mg dm⁻³; ³= H₂O 1:2,5; ⁴= Condutividade elétrica do extrato de saturação (dS m⁻¹); ⁵= Percentual de sódio trocável (%); ⁶= Classe textural; ⁷= densidade do solo

O plantio das sementes do girassol catissol foi feito em vasos plásticos com capacidade de 25 litros, 0,15 m de altura e 0,33 m² de diâmetro, em setembro de 2012. Após o estabelecimento das plântulas, aos 8 dias após a semeadura (DAS), fez-se o desbaste deixando-se uma planta por vaso.

O delineamento experimental foi inteiramente aleatorizado seguindo o esquema fatorial 5 x 2, com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos de cinco condutividades elétricas da água de irrigação (CEA) - (0,8 dS m⁻¹; 1,5 dS m⁻¹; 3,0 dS m⁻¹; 4,5 dS m⁻¹ e 6,0 dS m⁻¹), aplicadas em vasos sem biofertilizante (B1) e com biofertilizante bovino (B2). Cada tipo de biofertilizante foi diluído em água na razão de 1:1, aplicados de uma única vez, em volume equivalente a 10% (2,5 L planta⁻¹) do volume do substrato.

Na preparação da água salina foram utilizados os sais de NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção de 7:2:1 (MEDEIROS, 1992). A irrigação com as fontes de água

de diferentes salinidades foi iniciada após o desbaste e a quantidade de água aplicada diariamente às plantas foi calculada de acordo com o princípio do lisímetro de drenagem (BERNARDO; MANTOVANI; SOARES, 2008), mantendo-se o solo na capacidade de campo.

O biofertilizante bovino foi preparado a partir de uma mistura de partes iguais de esterco fresco bovino e água não salina ($CEa = 0,8 \text{ dS m}^{-1}$) sob fermentação anaeróbia, durante 30 dias, em recipiente plástico. Para se obter o sistema anaeróbio, a mistura foi colocada em uma bombona plástica de 240 l deixando-se um espaço vazio de 15 a 20 cm no seu interior e fechada hermeticamente. Na tampa foi adaptada uma mangueira com a outra extremidade mergulhada num recipiente com água na altura de 20 cm, para a saída de gases (PENTEADO, 2007).

Os teores de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn e Mn) presentes na composição química do biofertilizante bovino estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Características químicas do biofertilizante.

Nutrientes	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	Mn
g L ⁻¹mg L ⁻¹			
Biofertilizante	1,07	0,58	0,97	1,3	0,4	-	64,95	23,29	3,64	7,21

Durante os primeiros 10 dias a irrigação foi realizada com água não salina, a fim de proporcionar o estabelecimento da cultura. Após esse período, os tratamentos foram iniciados, além da realização do desbaste, deixando uma planta por vaso. Aos 45 dias após a semeadura (DAS) foram analisadas as seguintes variáveis: altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), área foliar (AF), número de folhas (NF). Em seguida foram obtidas a taxa fotossintética líquida (A), taxa de transpiração (E), condutância estomática (gs), temperatura da folha (T_F) e concentração interna de CO_2 (C_i) em folhas completamente expandidas, utilizando-se um analisador de gás no infravermelho (LCi System, ADC, Hoddesdon, UK), em sistema aberto, com fluxo de ar de 300 mL min^{-1} . As medições das trocas gasosas ocorreram sempre entre 10:00 e 11:00 h, utilizando-se fonte de radiação artificial (cerca de $1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

Nesse mesmo período as plantas foram colhidas e acondicionadas em sacos de papel identificado e, em seguida, colocadas para secar em estufa a $60 \text{ }^\circ\text{C}$, até atingirem valor constante de matéria seca. Em seguida foram pesadas e determinado a massa seca da parte aérea (MSPA), matéria da raiz (MSR) e matéria seca total (MST),

Os resultados foram submetidos à análise de variância e de regressão utilizando-se o programa ASSISTAT 7.6 beta.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No resumo da análise de variância se observou resposta significativa para a interação condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) na presença e ausência de biofertilizante bovino (BB) apenas para as variáveis número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC) e área foliar (AF), a 1% e 5% de significância. Para altura de plantas, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e massa total foi observada resposta significativa para o fator salinidade da água de irrigação, ambos a 1% e 5% de significância (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância para o número de folha (NF), diâmetro de caule (DC), área foliar, altura de planta (AP), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca total (MST) do girassol em função de níveis de salinidade da água de irrigação em solo com e sem biofertilizante bovino.

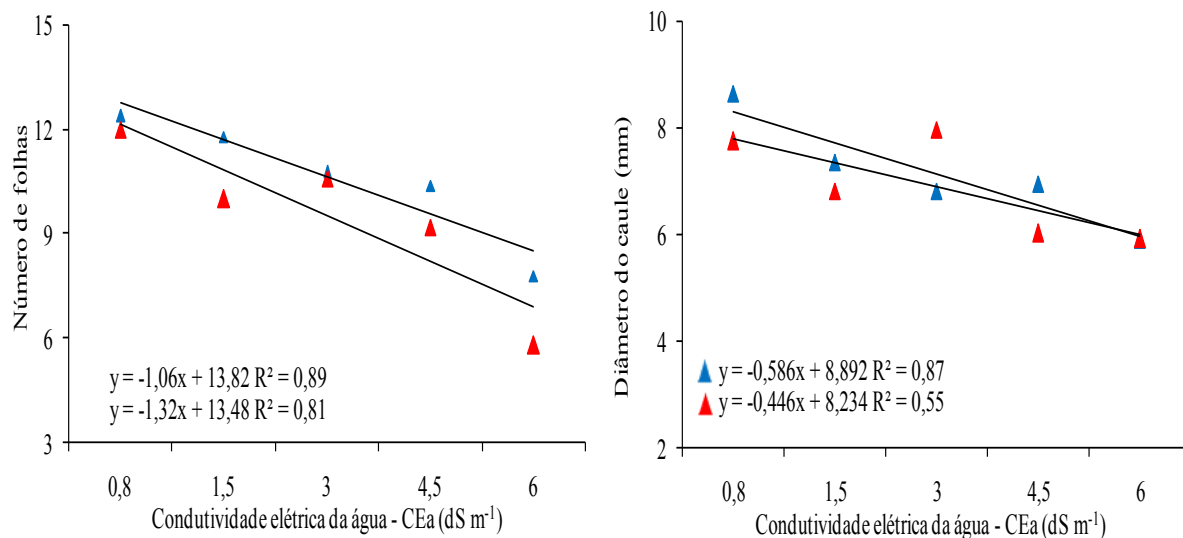
Causas da variação	Quadrado médio							
	GL	NF	DC	AF	AP	MSPA	MSR	MST
Tratamentos	9	22,35**	6,14**	311,92**	115,28**	12,63**	0,93**	17,75*
Salinidade (S)	4	39,05**	7,4**	367,55**	230,83**	23,34**	1,302**	35*
Biofertilizantes (B)	1	3,92ns	0,1ns	4,54ns	9,68ns	1,92ns	0,0087ns	0,06ns
SxB	4	10,27*	6,38**	33,14**	26,13ns	4,59ns	0,808ns	4,93ns
Resíduo	30	3,72	1,24	39,88	34,5	2,09	0,16	2,6
Total	39							
CV (%)	-	19,68	16,28	35,82	24,85	23,48	32,8	31,35

** Significativo pelo teste F a 5%; *** Significativo pelo teste F a 1%; 'ns' não significativo; GL=Graus de liberdade

O modelo linear decrescente apresentou-se como o mais adequado para o número de folhas em função da condutividade elétrica da água de irrigação em solo com e sem biofertilizante bovino (Figura 1A). O maior número de folhas em plantas cultivadas na presença do biofertilizante bovino pode ser justificado pela composição nutricional (Tabela 2). Nobre et al. (2010) em trabalho com o girassol, também verificaram redução da altura de plantas em função do aumento da CEa. Cavalcante et al. (2011) e Sousa et al. (2012a) também encontraram número elevado de folhas em pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) e amendoim (*Arachis hypogea* L.), mas decrescente com o aumento da condutividade elétrica da água, mesmo na presença de biofertilizante bovino.

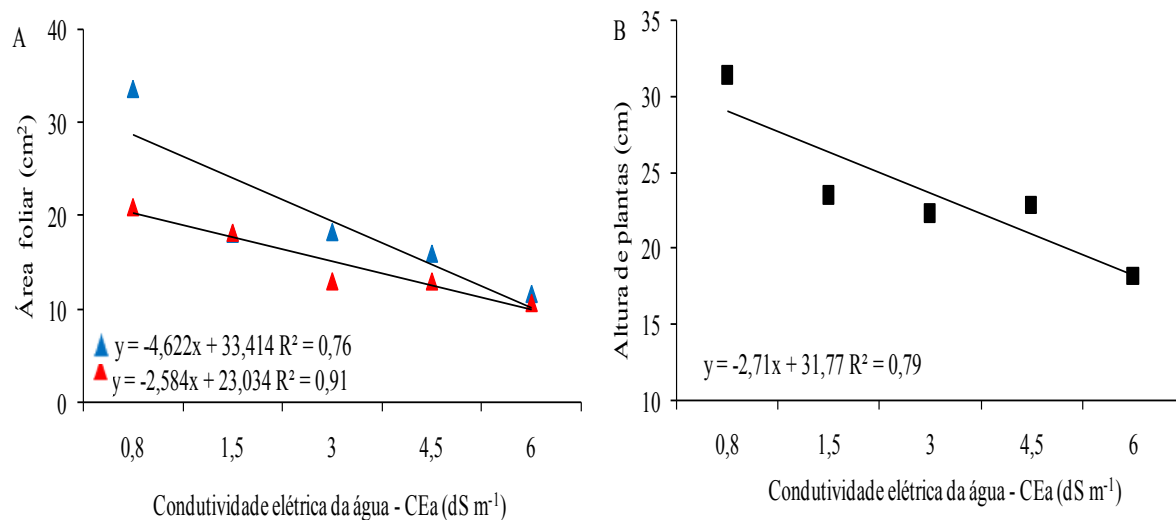
O diâmetro do caule reduziu de forma linear com o aumento da concentração de sais (Figura 1B). Esses resultados assemelham-se aos encontrados por Nobre et al. (2010), que observaram redução no diâmetro do caule com o aumento da salinidade da água utilizada na irrigação de culturas do girassol. Utilizando insumos orgânicos como biofertilizante bovino de fermentação aeróbia e anaeróbia. Sousa et al. (2012a) e Sousa et al. (2012b) observaram esse mesmo comportamento ao irrigar as culturas do amendoim e do milho (*Zea mays*, L.) com águas salinas.

Figura 1. Número de folhas (A) e diâmetro do caule (B) de plantas de girassol, irrigadas com águas salinas no solo com (▲) e sem (▲) biofertilizante bovino.



Nos tratamentos com biofertilizante aplicado ao solo, os valores de diâmetro caulinar foram superiores em relação ao solo sem aplicação do insumo (Figura 2A). A diminuição da área foliar deve-se ao estresse osmótico e hídrico, os quais são decorrentes do estresse salino no ambiente radicular, o que pode de acordo com Ayres & Westcot (1999), promover desequilíbrio fisiológico às plantas.

Figura 2. Área foliar (A) e altura de plantas (B) de girassol, irrigadas com águas salinas no solo com (▲) e sem (▲) biofertilizante bovino.

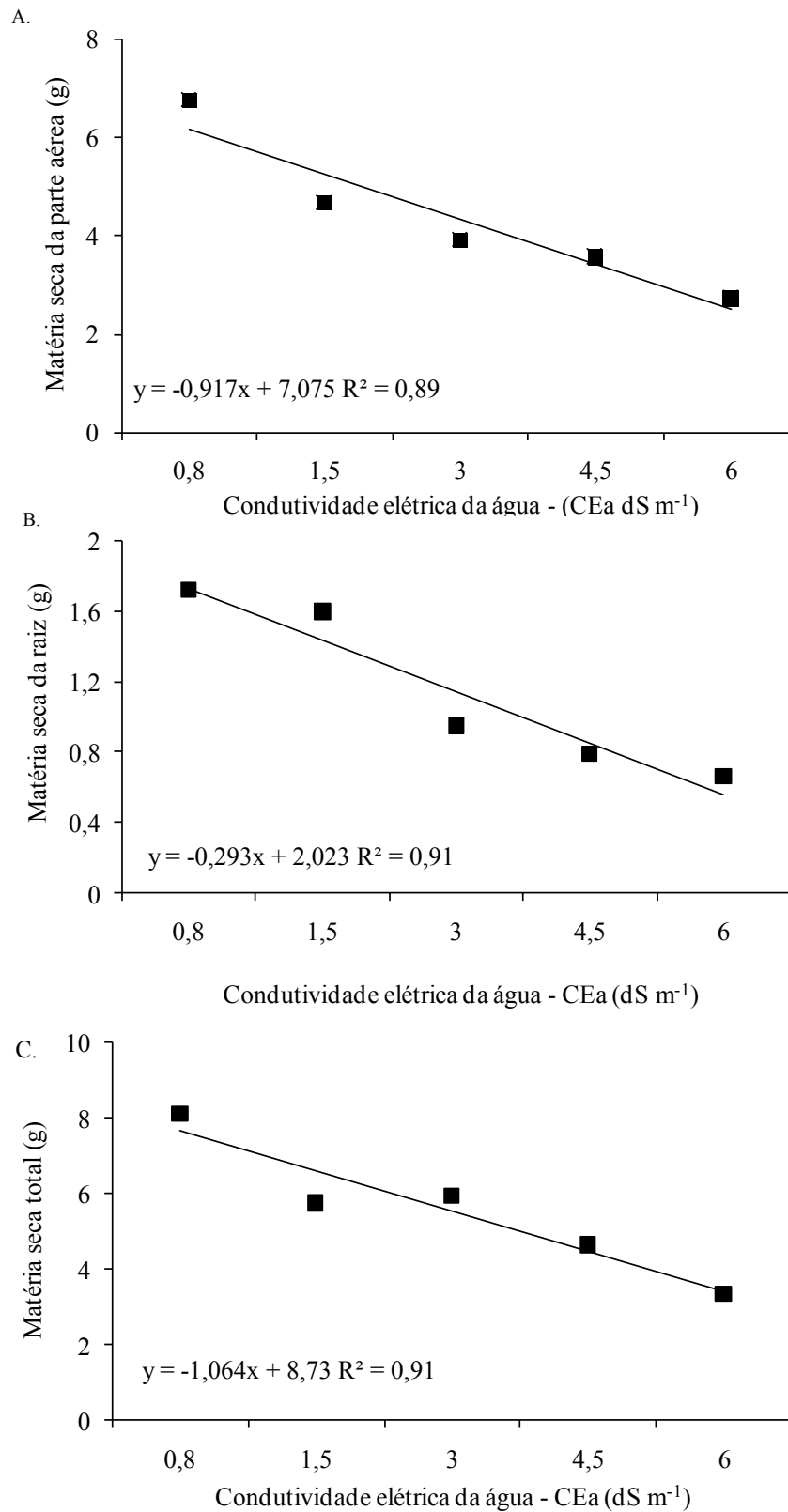


De forma semelhante, Cavalcante et al. (2011) e Sousa et al. (2012c) verificaram superioridade nos tratamentos com o biofertilizante bovino na área foliar da cultura do pinhão-manso e amendoim, respectivamente, evidenciando assim, ação atenuadora do insumo orgânico sobre o estresse salino.

Com relação à altura de plantas, houve efeito apenas da salinidade da água irrigação, onde o modelo linear foi o mais adequado para essa variável, apresentando o maior valor de 32,20 cm para uma concentração de 0,8 dS m⁻¹ (Figura 2B). Nobre et al. (2010) e Oliveira et al. (2010) trabalhando com a cultura do girassol irrigada com água de diferentes salinidades (0,5 a 4,9 dS m⁻¹) constataram redução na absorção de água pela cultura com o incremento da CEa e por conseguinte, diminuição do crescimento em altura de plantas.

Observa-se na Figura 3A, que houve influência significativa apenas da salinidade da água de irrigação, onde o modelo linear foi o que melhor se ajustou aos dados, revelando uma redução na massa seca da parte aérea. Travassos et al. (2011) também observaram que a aplicação de água salina reduziu a produção de matéria seca da parte aérea da cultura do girassol. Comportamento semelhante ao declínio da matéria seca da parte aérea, em função da salinidade das águas, foi apresentado também por Nobre et al. (2010). Conforme estes autores o maior estresse salino (4,9 dS m⁻¹) em relação ao tratamento controle (água de 0,5 dS m⁻¹), provocou um declínio de 10 para 8 g, aos 26 dias após a semeadura.

Figura 3. Matéria seca da parte aérea (A), matéria seca da raiz (B) e matéria seca total (C) de plantas de girassol irrigadas com águas salinas.



Semelhante à matéria seca da parte aérea, o modelo que melhor se ajustou para a matéria seca da raiz foi o linear decrescente (Figura 3B). Resultado semelhante foi encontrado por Travassos et al. (2011), onde a matéria seca da raiz da cultura do girassol foi reduzida com o aumento da concentração salina da água de irrigação. Sousa et al. (2012a), estudando o estresse salino na cultura do amendoim, concluíram que a elevada concentração de sais na água de irrigação reduziu a matéria seca aos 45 dias após a semeadura.

Assim como na matéria seca da parte aérea e matéria seca das raízes, a salinidade da água de irrigação afetou negativamente a matéria seca total de forma linear decrescente (Figura 3C). Importante ressaltar que o acúmulo de matéria seca total se destaca como o parâmetro de crescimento vegetal mais afetado pela salinidade, sendo indicado para a avaliação de efeitos da salinidade sobre as culturas (BRITO et al., 2008).

Tendência semelhante foi também apresentada por Oliveira et al. (2010), ao irrigar a cultura do girassol com água de salinidade crescente em solo adubado com nitrogênio. Sousa et al. (2012b) avaliando o efeito de diferentes concentrações de biofertilizante bovino em plantas de milho irrigadas com água de alta e baixa salinidade, encontraram tendência similar a esta pesquisa. Do mesmo modo, Sousa et al. (2012a) ao estudar a cultura do amendoim sob estresse salino verificaram uma menor matéria seca total em relação as plantas irrigadas com águas de baixa salinidade.

A partir da análise de variância (Tabela 4), foi verificado efeito significativo da interação salinidade da água de irrigação (S) versus biofertilizante bovino (B), ao nível de 1% de significância para transpiração, condutância estomática e a fotossíntese. Esse resultado mostra que a cultura do girassol apresenta mecanismos de tolerância à salinidade, ou seja, aumenta a capacidade da planta em acumular íons no vacúolo e/ou solutos orgânicos de baixo peso molecular no citoplasma, em um processo denominado de ajustamento osmótico, que pode permitir a manutenção da absorção de água e da turgescência celular (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para a transpiração (E), condutância estomática (gs), fotossíntese (A) temperatura da folha (T_F) e concentração interna de CO₂ (C_I) em folhas de plantas de girassol irrigadas com águas salinas em solo com biofertilizante bovino.

Causas da Variação	Quadrado médio					
	GL	E	gs	A	T _F	C _I
Tratamentos	9	18,93	0,306	351,17	0,7	6173,13
Salinidade (S)	4	30,16	0,481	507,82	0,89	463,03
Biofertilizantes (B)	1	0,1	0,002	30,28	0,78	1279,4
BxS	4	12,38	0,207	274,75	0,5	605,65
Resíduo	30	1,73	0,05	22,11	0,58	597,68
Total	39					
CV (%)	-	16,95	35,54	17,15	2,41	9,52

'**' Significativo pelo teste F a 5%; '***' Significativo pelo teste F a 1%; 'ns' não significativo; CV= Coeficiente de variação; GL=Graus de liberdade; A - Fotossíntese ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); E - Transpiração ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); gs - Condutância estomática ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); C_I- Concentração interna de CO₂ ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); T_F - Temperatura foliar (°C).

O aumento da salinidade da água de irrigação afetou de forma linear os valores de transpiração em plantas de girassol, sendo menos afetadas na presença do biofertilizante bovino (Figura 4A). Esse efeito está de acordo com afirmação de Larcher (2006), ao descreverem que o estresse salino reduz a quantidade de água transpirada, podendo contribuir para redução na absorção e carregamento de íons Na^+ e Cl^- para o interior das plantas.

Sousa et al. (2012c) avaliando respostas fisiológicas em pinhão-mansó sob diferentes concentrações de sais na água de irrigação e adubação fosfatada, concluíram que o estresse salino afetou negativamente os valores de transpiração das plantas. Da mesma forma, Bosco et al. (2009) constataram redução dos valores de transpiração das plantas de berinjela (*Solanum melongena*, L.) cultivadas em solução nutritiva com diferentes concentrações de sais.

De forma similar, Silva et al. (2011), estudando o efeito da salinidade da água de irrigação na cultura do feijão-de-corda em solo com biofertilizante bovino verificaram redução nos valores de transpiração nas folhas.

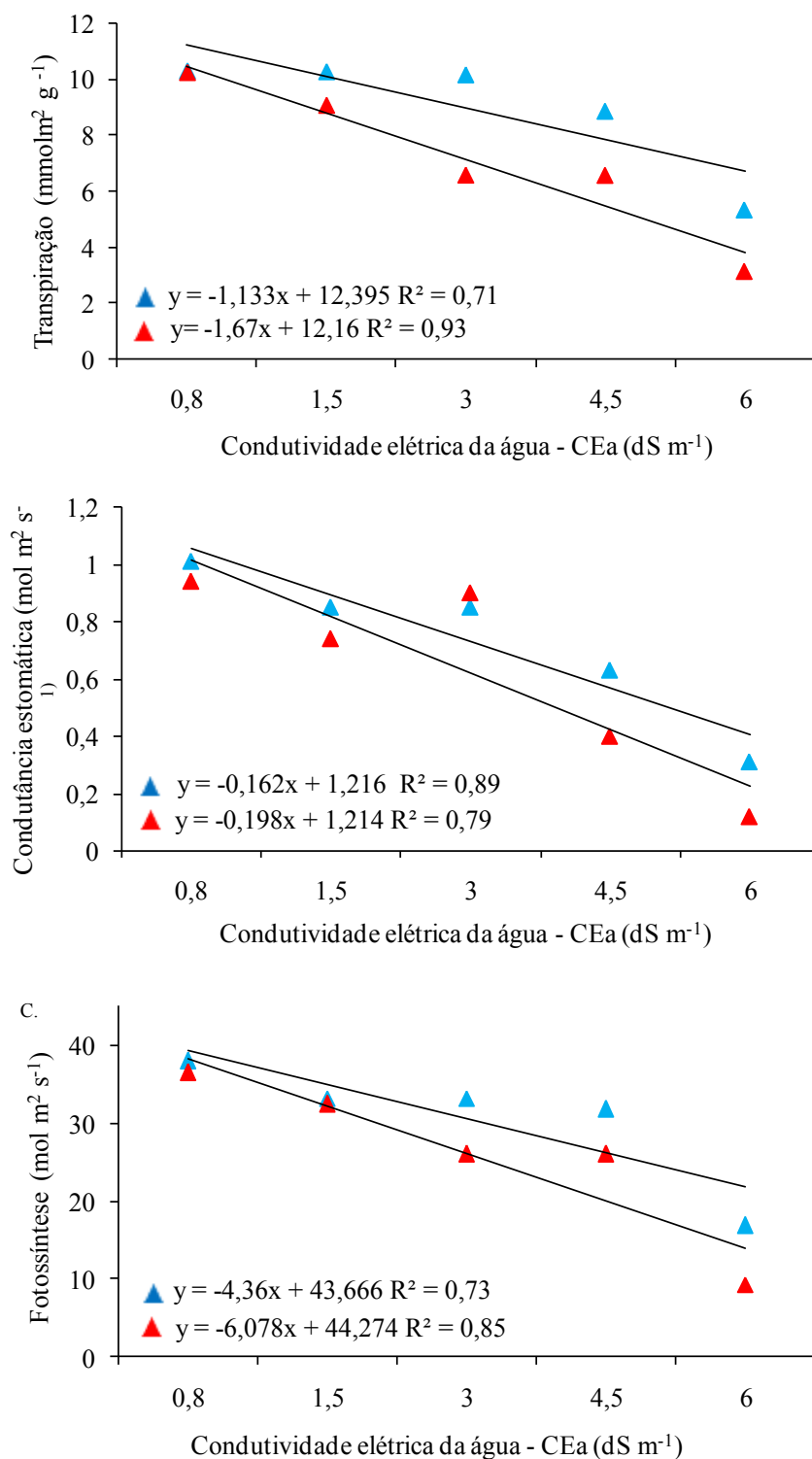
O aumento da salinidade da água de irrigação em solo com e sem biofertilizante bovino, afetou os valores de condutância estomática em folhas de girassol (Figura 4B). Este fechamento parcial dos estômatos pode ser decorrente da redução do sistema radicular, em função do aumento da suberização e lignificação dos tecidos vasculares das raízes de plantas sob estresse salino (PEYRANO et al., 1997).

Sousa et al. (2012c) ao estudar a condutância estomática em plantas de pinhão-mansó submetido a estresse salino e adubação fosfatada, também verificaram redução nos valores de transpiração. Utilizando biofertilizante bovino em solo e via foliar na cultura do feijão-de-corda irrigada com água salina, Silva et al. (2011) e Silva et al. (2013), obtiveram tendências semelhantes às desse estudo.

Assim como observado para a transpiração e a condutância estomática, independentemente do nível salino da água de irrigação, os valores de fotossíntese das folhas de girassol apesar do comportamento diferenciado entre as plantas cultivadas em solo com e sem biofertilizante, foi superior nos tratamentos com o respectivo insumo (Figura 4C). Salienta-se que a redução na expansão celular antecede a inibição do processo fotossintético pela salinidade (SOUSA et al., 2012c), provocando o fechamento dos estômatos e consequentemente a redução na disponibilidade de CO_2 às folhas (GOMES et al., 2011). Silva et al. (2013) relatam ainda que as plantas fecham os estômatos para reduzir as perdas de água por transpiração, resultando em uma menor taxa fotossintética, o que constitui uma das causas do reduzido crescimento das espécies sob condições de estresse salino (TRAVASSOS et al., 2011).

Silva et al. (2011), investigando o efeito da irrigação com águas salinas em solo com e sem biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* L.), concluíram que em ambas as situações o estresse salino reduziu os valores de fotossíntese. Da mesma forma, Sousa et al. (2012c) trabalhando com a cultura do pinhão-mansó submetido a estresse salino e adubação fosfatada, evidenciaram o mesmo comportamento desse estudo.

Figura 4. Valores de transpiração (A), condutância estomática (gs) e fotossíntese (E) em plantas de girassol, irrigadas com águas salinas no solo com (▲) e sem (▲) biofertilizante bovino.



6 CONCLUSÕES

O estresse salino afetou o diâmetro do caule, a área foliar e o número de folhas de plantas do girassol, sendo em menor intensidade no solo com o biofertilizante bovino.

O biofertilizante bovino diminuiu os efeitos negativos das concentrações crescentes de sais na água de irrigação na matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz e matéria seca total de plantas de girassol.

A aplicação de água salina reduziu as taxas de fotossíntese, transpiração e a condutância estomática, sendo menos afetadas as plantas cultivadas em solo com biofertilizante bovino.

O estresse salino e o biofertilizante não exerce efeito sobre a concentração interna de CO₂ e a temperatura das folhas.

7 REFERÊNCIAS

- AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p.
- BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. A. **Manual de Irrigação**. Viçosa, UFV, 2008. 611p.
- BOSCO, M. R. de O.; OLIVEIRA, A. B., HERNANDEZ, F. F. F, LACERDA, C. F. Efeito do NaCl sobre o crescimento, fotossíntese e relações hídricas de plantas de berinjela. **Revista Ceres**, Viçosa, v.56, n.3, p. 296-302, 2009.
- BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; MELO, A. S.; CARDOSO, J. A. F.; SOARES FILHO, W. S. Sensibilidade de variedades e híbridos de citrange à salinidade na formação de porta-enxertos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.3, n.4, p.343-353, 2008.
- CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; SENA, G. S. A.; NUNES, J. C. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino na formação de mudas de pinhão-manso. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 3, p. 288-300, 2011.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- GOMES, K. R.; AMORIM, A. V.; FERREIRA, F.J.; FILHO, F. L.; LACERDA, C. F.; GOMES-FILHO, E. Respostas de crescimento e fisiologia do milho submetido a estresse salino com diferentes espaçamentos de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.4, p.365–370, 2011.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2006. 550p.
- LEITE, R. M. V. B. C.; CASTRO, C.; BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, F. A. de; CARVALHO, C. G. P.; OLIVEIRA, A. C. B. **Indicações para o cultivo de girassol nos**

Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 4p. (Comunicado Técnico, 78).

MEDEIROS, J. F. **Qualidade da água de irrigação utilizada nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estados do RN, PB, CE e avaliação da salinidade dos solos.** Campina Grande: UFPB, 1992. 173 p. Dissertação Mestrado.

NEVES, A. L. R. LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B. DA.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão de corda irrigado com água salina em diferentes estádios. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, suplemento, p. 873-881, 2009.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. A. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 358-365, 2010.

OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, F. R. A.; CAMPOS, M. S.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, O. M. P. Interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.5, n.4, p.479-484, 2010.

PENTEADO, S. R. **Adubação Orgânica: Compostos orgânicos e biofertilizantes.** 2. ed. Campinas: Edição do autor, 2007.162 p.

PEYRANO, G.; TALEISNIK, E.; QUIROGA, M.; FORCHETTI, S. M.; TIGIER, H. Salinity effects on hydraulic conductance, lignin content and peroxidase activity in tomato roots. **Plant Physiology and Biochemistry**, London, v.35, p.387-393. 1997.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; NEVES, A. L. R.; SILVA, G. L.; SOUSA, C. H. C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 4, p.383-389, 2011.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; SOUSA, G. G.; SOUSA, C. H. C.; FERREIRA, F. J. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino nas trocas gasosas e produtividade de feijão-de-corda. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 2, p. 304-317, 2013.

SOUSA, G. G.; AZEVEDO, B. M.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; MESQUITA, J. B. R.; VIANA, T. V. A. Características agronômicas do amendoimzeiro sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes. **Revista Agro@ambiente**, Boa Vista, v. 6, n. 2, p. 124-132, 2012a.

SOUSA, G. G.; MARINHO, A. B.; ALBUQUERQUE, A. H.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.43, n.2, p. 237-245, 2012b.

SOUSA, A. E. C.; LACERDA, C. F.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; UYEDA, C. A. Teores de nutrientes foliares e respostas fisiológicas em pinhão manso submetido a estresse salino e adubação fosfatada. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 144-152, 2012c.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 5. ed. Sunderland: Sinauer Associates, Inc., 2009. 782 p.

TRAVASSOS, K. D.; SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; NOBRE, R. G. Crescimento e produção de flores de girassol irrigado com água salobra. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.5, n. 2, p.123–133, 2011.

TRAVASSOS, K. D.; HANS RAJ GHEYI, H. G.; SOARES, F. A. L.; BARROS, H. M. M.; DIAS, N. S.; UYEDA; C. A.; SILVA, F. V. Crescimento e desenvolvimento de variedades de girassol irrigado com água salina. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, p. 324 - 339, 2012.