



INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO E DA ADUBAÇÃO COM FERTILIZANTE ORGÂNICO E MINERAL NA CULTURA DO GIRASSOL

Krishna Ribeiro Gomes¹, Geocleber Gomes de Sousa², Thales Vinicius de Araújo Viana³,
Fellype Rodrigo Barroso Costa¹, Benito Moreira de Azevedo³, Jonnathan Richeds da Silva
Sales⁴

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes lâminas de irrigação e adubação orgânica e mineral no acúmulo de biomassa e nas trocas gasosas do girassol. O estudo foi desenvolvido na área experimental pertencente à Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, Ceará, no período de agosto a novembro de 2013. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 5x3, referentes a cinco lâminas de irrigação (L₁ - 50%, L₂ - 75%, L₃ - 100%, L₄ - 125% e L₅ - 150% da ECA), e três fertilizações, F₁ - orgânica (utilizando-se biofertilizante bovino de fermentação aeróbia), F₂ - mineral (com base em 100% da recomendação de NPK) e F₃ - sem adição de fertilizantes (testemunha), com cinco repetições. Foram analisadas as seguintes variáveis: taxa fotossintética, transpiração, condutância estomática, matéria seca das folhas e da raiz. A cultura do girassol apresentou maior matéria seca da folha e da raiz, melhor desempenho na fotossíntese, condutância e transpiração na lâmina irrigação equivalente a 150% da ECA, quando adubada com mineral e o biofertilizante bovino. O fertilizante mineral proporciona maior desempenho da fotossíntese, transpiração e condutância estomática em plantas de girassol, em relação à testemunha e o biofertilizante bovino. A lâmina de irrigação de 150% da ECA evidencia maior fotossíntese, transpiração e condutância estomática em plantas de girassol.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L., Trocas gasosas, Estresse hídrico, Nutrição mineral.

INFLUENCE OF IRRIGATION AND FERTILIZATION WITH ORGANIC FERTILIZER AND MINERAL IN SUNFLOWER CROP

ABSTRACT

¹ Doutora, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, Universidad de Castilla-La Mancha, krishnaribeiro@yahoo.com.br

² Doutor em Engenharia Agrícola, Prof. da UNILAB, e-mail:sousagg@unilab.edu.br

³ Doutor em Engenharia Agrícola, Prof. da UFC, e-mail:thales@ufc.br; benitoazevedo@hotmail.com

⁴ Graduando em Agronomia, Bolsista de IC/CNPq, UNILAB, jonnathanagro@gmail.com

The objective of this work was to evaluate the influence of different levels of irrigation and organic and mineral fertilization on biomass accumulation and in gaseous exchanges of sunflower. The study was developed in the experimental area belonging to the Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, in the period from August to November 2013. The experimental design was a completely randomized in a factorial 5x3, for the five levels of irrigation (L1 - 50%, L2 - 75%, L3 - 100%, L4 - 125% and L5 - 150% of ECA), and three fertilization, F1 - Organic (using biofertilizer of aerobic fermentation), F2 - mineral (based on 100% of the recommendation of NPK) and F3 - without the addition of fertilizers (control), with five replications. The following variables were analyzed: photosynthetic rate, transpiration, stomatal conductance, internal concentration of CO₂, temperature of the sheet, dry matter of leaves and root. The sunflower crop showed higher dry matter content of the leaf and root, better performance in photosynthesis, stomatal and transpiration in the blade irrigation equivalent to 150% of ECA, when fertilized with mineral and the biofertilizer. The levels of irrigation 150% of ECA evidences greater photosynthesis, transpiration and stomatal conductance in sunflower plants.

Keywords: *Helianthus annuus* L., Gas exchange, water stress, mineral nutrition.

INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual originária da América do Norte (ZOBIOLE et al., 2010), pertencente à família Compositae, que possui inúmeras aplicações e, é considerada uma das plantas das quais se torna possível explorar quase toda a sua totalidade, podendo ser utilizado na alimentação humana e na produção de Biodiesel (DICKMANN et al. 2005; SILVA et al. 2011).

Na agricultura irrigada deve-se atribuir uma atenção especial ao manejo da água, estimando de maneira precisa as necessidades hídricas das culturas, de forma que não ocorra déficit ou excesso, assim como do momento mais adequado para proceder à irrigação, visando desta forma, maximizar a eficiência do uso da água (BILIBIO et al., 2010). Estudos comprovam a importância da disponibilidade de água no crescimento e nas trocas gasosas da cultura do girassol (FREITAS et al., 2012; SILVA et al., 2013).

Salienta-se que baixas quantidades de água no solo reduzem a disponibilidade dos nutrientes, impossibilitando sua absorção pelas plantas (TORRES et al., 2016). Para expressar o máximo potencial produtivo, as plantas precisam se desenvolver em um ambiente onde elas tenham todos os nutrientes essenciais ao seu desenvolvimento facilmente disponíveis.

Uma alternativa é adubação com fonte orgânica, como por exemplo, o uso de biofertilizante bovino que contribui para elevar a quantidade de nutrientes essenciais ao solo (N, P, K, Ca, Mg e S) melhorando ainda sua estrutura a microbiota (GONDIM et al., 2010; VIANA et al., 2013).

Outra forma de fornecer nutrientes às plantas de interesse agrícola é a utilização de adubos minerais. Na cultura do girassol, tanto o déficit quanto o excesso de nitrogênio causam sérios problemas nas respostas morfofisiológicas das plantas, sendo afetado tanto seu crescimento das plantas quanto a produção de grãos da cultura (BISCARO et al., 2008). O fósforo por sua vez, afeta o desenvolvimento das plantas, podendo elevar ou reduzir o crescimento dependendo da sua concentração no solo, principalmente pelo fato de esse nutriente estar diretamente relacionado com a fotossíntese, respiração e outros parâmetros fisiológicos (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). O potássio apresenta efeito direto na estruturação das células das plantas e na respiração celular, sendo um nutriente bastante requerido pela cultura (UCHÔA et al., 2011).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes lâminas de irrigação e adubação orgânica e mineral no acúmulo de biomassa e nas trocas gasosas do girassol.

INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO E DA ADUBAÇÃO COM FERTILIZANTE ORGÂNICO E MINERAL NA CULTURA DO GIRASSOL

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na área experimental pertencente à Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, Ceará, 3°44'45''S, 38°34'55''W e 19,5 m de altitude média, no período de agosto a novembro de 2013, durante 90 dias em vaso. De acordo com a classificação de Köppen, o clima do local é

do tipo Aw', com época mais seca no inverno (junho a setembro) e o máximo de chuvas ocorre no outono (março a junho). Na Tabela 1, têm-se os valores médios mensais das variáveis climáticas: temperatura, umidade relativa percentual, velocidade do vento e precipitação pluviométrica durante o experimento.

Tabela 1. Valores médios mensais da temperatura, umidade relativa, velocidade do vento precipitação mensal durante o experimento.

	Temperatura Média (°C)	UR (%)	VV (m s ⁻¹)	Precipitação (mm)
Agosto	27,0	70	4,1	15,6
Setembro	27,3	70	4,4	16,7
Outubro	27,4	68	4,3	5,7
Novembro	27,6	75	4,5	10,1

Fonte: Estação Agrometeorológica da Universidade Federal do Ceará; UR = Umidade Relativa; VV = Velocidade do Vento.

A umidade relativa, a temperatura média, velocidade do vento e a precipitação, observados durante o experimento, foram 70%, 27,1°C, 4,1ms⁻¹ e 156mm, respectivamente.

Amostra de solo foi encaminhada para o laboratório do Departamento de Ciências do

Solo, da Universidade Federal do Ceará. A análise laboratorial foi realizada conforme metodologia descrita pela Embrapa (1997). A densidade apresentou 1,4 dm³ kg e os atributos químicos antes da aplicação dos tratamentos podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2. Atributos químicos do solo utilizado no experimento

Características								
C	N	pH	P	K	SB	CTC	V	CE
(0,91	1,19)	7	(14)	(1,59	48,3	65,6	74)	(0,33)
g kg ⁻¹		-	mgdm ⁻³		mmol _c dm ⁻³		dS m ⁻¹	

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 5x3, referentes a cinco lâminas de irrigação (L₁ - 50%, L₂ - 75%, L₃ - 100%, L₄ - 125% e L₅ - 150% da ECA), e três fertilizações, F₁ - orgânica (utilizando-se biofertilizante bovino de fermentação aeróbia), F₂ - mineral (com base em 100% da recomendação de NPK) e F₃ - sem adição de fertilizantes (testemunha), com cinco repetições.

As sementes de girassol variedade Embrapa 122 foram plantadas a uma profundidade média de 5 cm. Após o estabelecimento da cultura, aproximadamente

10 dias após a semeadura (DAS) foi realizado o desbaste deixando-se apenas uma planta por vaso. Nesse momento iniciou-se a aplicação dos tratamentos na cultura com diferenciação das lâminas de irrigação.

As lâminas totais de água aplicadas em cada um dos tratamentos durante o experimento foram as seguintes: L₁ = 452,7 mm; L₂ = 631,1 mm; L₃ = 809,5 mm; L₄ = 987,9 mm e L₅ = 1166,3 mm, correspondendo aos tratamentos: 50, 75, 100, 125 e 150% da evaporação do tanque classe "A" (ECA), respectivamente.

Durante todo o experimento foi realizado o monitoramento da umidade do solo através

de tensiômetros instalados nos vasos de acordo com os tratamentos a cerca de 20 cm de profundidade. As leituras foram realizadas antes das irrigações. Para quantificação dos valores de umidade pelos tensiômetros foi

utilizado um tensiômetro digital da marca Sondaterra. Os valores médios de tensão da água no solo dos vasos avaliados durante o experimento podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios da tensão da água no solo durante o cultivo do girassol

Lâmina Aplicada	Tensão (kPa)		
	Testemunha	Biofertilizante	Mineral
L1	-57,1	-4,8	-33,5
L2	-44,1	-6,1	-24,2
L3	-50,1	-15,4	-19,0
L4	-26,9	-5,4	-27,4
L5	-33,9	-15,5	-25,8

L1, L2, L3, L4 e L5 – 50, 75, 100, 125 e 150% da ECA, respectivamente.

Aos 15 DAS foram iniciadas as aplicações dos fertilizantes mineral e orgânico. Para atender as exigências nutricionais das plantas durante o ciclo do girassol adotou-se a recomendação máxima da adubação química indicada por Freitas et al. (2012), correspondente a: 100 kg ha⁻¹ de N, 330 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 150 kg ha⁻¹ de K₂O. Como referência, para um stand de 10.000 plantas (espaçamento de 1,0 x 1,0 m) a dosagem máxima recomenda por planta⁻¹ no ciclo foi de: 10 g N; 33 g P₂O₅ e 15 g de K₂O.

De acordo com a Tabela 1, o solo forneceu apenas 0,05; 0,014; 0,10 g kg⁻¹ de N, P e K, respectivamente. Ao multiplicar-se pelo volume de solo do vaso (84 L) e pela densidade do solo (1,4 g kg⁻¹), obteve-se 117,6 g kg⁻¹. Ou seja, o total de N, P e K disponível para as plantas antes da aplicação dos tratamentos era de: 5,88; 11,76 e 7,05, respectivamente. Portanto, a necessidade de complementação nutricional foi de N=4,12; P=21,24; K=7,95 (g planta⁻¹).

O biofertilizante bovino simples anaeróbico foi preparado utilizando esterco fresco de bovino e água na proporção 1:1 com base em volume durante o período de trinta dias. Para se obter o sistema anaeróbico, a mistura foi colocada em recipientes plásticos de 240 litros 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). O biofertilizante foi fornecido manualmente em 15 aplicações, distribuídas semanalmente, sendo o volume total aplicado em cada tratamento de 15 litros.

Os teores de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn e Mn) na composição química da matéria seca dos biofertilizantes encontram-se na Tabela 4. As análises foram realizadas adotando-se a metodologia sugerida por Malavolta et al. (1997).

Tabela 4. Características químicas do biofertilizante bovino com fermentação aeróbia

Biofertilizante										
(g L ⁻¹)						(mg L ⁻¹)				
(N)	P	K	Ca	Mg	S)	(Na	Fe	Cu	Zn	Mn)
0,26	0,51	1,21	0,17	3,04	0,17	0,78	47,99	0,22	16,05	10,07

A partir da análise química do solo (Tabela 2) e do biofertilizante (Tabela 4), procurou-se fornecer a recomendação máxima para N, P e K (Silva et al. 2013) para tentar

suprir a exigência da cultura. A estimativa do fornecimento total de nutrientes às plantas (substrato mais biofertilizantes) nas diferentes doses está apresentada na Tabela 4.

INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO E DA ADUBAÇÃO COM FERTILIZANTE ORGÂNICO E MINERAL NA CULTURA DO GIRASSOL

Tabela 5. Estimativa do fornecimento total de nutrientes no ciclo da cultura do girassol

Biofertilizante+Substrato	N	P	K
1 L semana ⁻¹ planta ⁻¹	3,95	7,66	18,25

Aos 65 DAS foram realizadas medições das trocas gasosas das plantas de girassol. Neste período as plantas já se encontravam em seu pleno desenvolvimento. As leituras foram realizadas entre 10:00 e 12:00h. Para leitura dessas variáveis foi utilizado um analisador de gás no infravermelho (LCi System, ADC, Hoddesdon, UK), em sistema aberto, com fluxo de ar de 300 mL min⁻¹. Com esse equipamento foram medidas a fotossíntese, a condutância estomática, a transpiração, a temperatura foliar e a concentração interna de dióxido de carbono em folha completamente expandida a partir do ápice, utilizando-se uma fonte de radiação artificial (cerca de 1200 µmol m⁻² s⁻¹).

Quando foi observado o máximo desenvolvimento dos grãos (90 DAS), todas as plantas foram coletadas, separadas em folhas + pecíolos, caule e raiz e colocadas em sacos de papel identificados de acordo com os tratamentos, para secar em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 60°C, até atingir massa constante. O material foi pesado para determinação da massa seca da folha (MSF) e massa seca da raiz (MSR).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e de regressão e, as médias

comparadas pelo teste de Tukey com P < 0,05, utilizando-se aplicativos do Microsoft Office Excel (2003), por meio do *software* ASSISTAT (SILVA, 2014). Na análise de regressão, as equações que melhor se ajustarem aos dados foram escolhidas com base na significância dos coeficientes de regressão ao nível de significância de 1% e 5% pelo teste F, e no maior coeficiente de determinação (R²).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos quadrados médios das trocas gasosas podem ser observados na Tabela 6. Houve efeito significativo isolado das lâminas e fertilizantes para a fotossíntese (A), a transpiração (E), a condutância estomática (gs) e a concentração interna de carbono nas folhas (Ci). Na temperatura interna das folhas (Ti) não foi verificado nenhum efeito significativo dos tratamentos aplicados. Verifica-se ainda que não houve interação entre os fatores lâminas aplicadas e adubações em nenhum dos parâmetros avaliados.

Tabela 6. Quadrado médio dos valores de fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), carbono interno da folha (Ci) e temperatura interna da folha (Ti) de plantas de girassol

FV	GL	A	E	gs
		(mmol.m ⁻² .s ⁻¹)	(mmol.m ⁻² .s ⁻¹)	(mol.m ⁻² .s ⁻¹)
Lâmina (L)	4	47,79**	4,78**	0,13**
Adubação (A)	2	97,48**	4,28**	0,41**
L x A	8	7,04 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Tratamentos	14	31,60**	2,34**	0,11**
Resíduo	60	7,69	0,48	0,03
Total	74			

CV (%)	14,31	12,32	34
--------	-------	-------	----

FV – Fontes de variação; GL – graus de liberdade; CV – coeficiente de variação; * significativo a 5% no teste de Tukey; ** significativo a 1% no teste de Tukey; ^{ns} – não significativo.

O efeito das lâminas aplicadas sobre os valores da fotossíntese das plantas avaliadas pode ser verificado na Figura 1A. Vale lembrar que a baixa disponibilidade hídrica provoca

reduções no desenvolvimento da parte aérea das plantas, o que leva a reduções na capacidade fotossintética das mesmas (Silva et al., 2012).

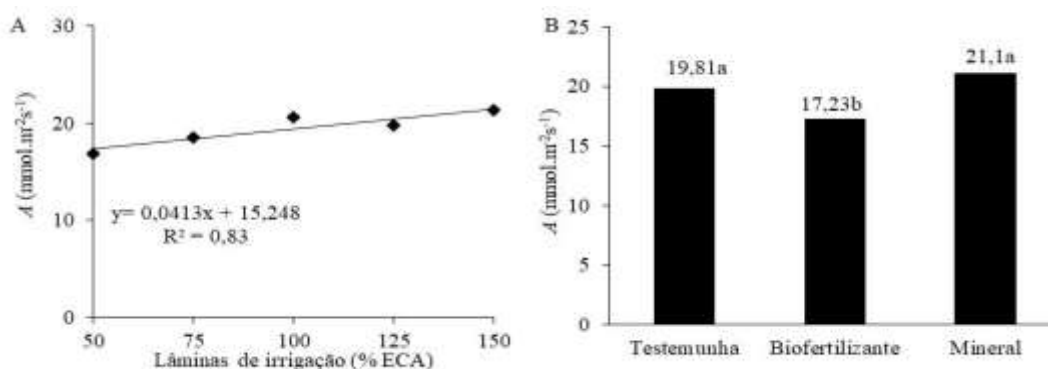


Figura 1. Taxa de fotossíntese em função das lâminas aplicadas (A) e valores médios em função dos fertilizantes aplicados (B) em plantas de girassol

É pertinente ressaltar que o estresse hídrico sobre as plantas pode provocar danos fisiológicos para as culturas (SOUSA et al., 2013). Ou seja, afeta a taxa fotossintética, conseqüentemente influencia a capacidade de espécies diferentes de lidar com a seca, (SOUSA et al., 2014) e a taxa de transpiração decresce como resultado do fechamento dos estômatos (LARCHER, 2006).

Tais resultados apoiam as inferências de Silva et al. (2012), ao afirmarem que as plantas de girassol respondem de forma diferente a fotossíntese em cada fase fenológica. Brito et al. (2013) em seu estudo realizado com a cultura do milho observaram um aumento na taxa fotossintética da cultura em função do aumento da lâmina de irrigação. Similaridade foi detectada por Marques, Bernardi Filho e Santos (2009), na cultura do orégano. Por outro lado, Sousa et al. (2014) trabalhando em condições de campo, constataram que o estresse hídrico aos 45 DAS reduziu a fotossíntese da cultura do amendoim.

Ao analisar o efeito dos diferentes fertilizantes aplicados sobre a fotossíntese (Figura 1B), verifica-se que não houve diferença estatística para testemunha (19,81 mmol m⁻².s⁻¹) e a adubação mineral (21,1 mmol

m⁻².s⁻¹), mas as mesmas diferiram das plantas adubadas com o biofertilizante bovino (17,23 mmol m⁻².s⁻¹).

Provavelmente a redução na fotossíntese das plantas adubadas com o biofertilizante líquido foi influenciada pela elevada umidade proporcionada pela presença deste fertilizante no solo, que pode ter ocasionado redução da oxigenação da região radicular, como mostra os dados na Tabela 2. Quando as raízes são submetidas a condições anaeróbias a absorção de água é reduzida influenciando nas taxas fotossintéticas (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Silva et al. (2011) estudando o feijoeiro verificaram que o aumento do teor salino da água de irrigação provocou redução na fotossíntese, mas em menor proporção nas plantas desenvolvidas nos tratamentos com o biofertilizante. Por outro lado, Sousa et al. (2013), encontraram aumento nos valores da taxa fotossintética na cultura do pinhão-manso adubado com biofertilizante bovino. Viana et al. (2013) investigando o efeito do biofertilizante em folhas de plantas de melão reportaram efeito positivo desse insumo orgânico aos 75 DAS.

Quanto a transpiração, verifica-se na Figura 2A que a redução do estresse hídrico

INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO E DA ADUBAÇÃO COM FERTILIZANTE ORGÂNICO E MINERAL NA CULTURA DO GIRASSOL

umenta a transpiração das plantas. É pertinente ressaltar que algumas plantas respondem à restrição hídrica de diversas formas, uma delas é o fechamento estomático que eleva a resistência à difusão de gases e reduz as taxas de assimilação de CO₂,

reduzindo assim as perdas por transpiração, preservando a água para realização de outras funções metabólicas nas plantas (PAIVA et al., 2005), a outra é aumentando a turgidez celular com o aumento da água no solo (LOPES et al., 2013).

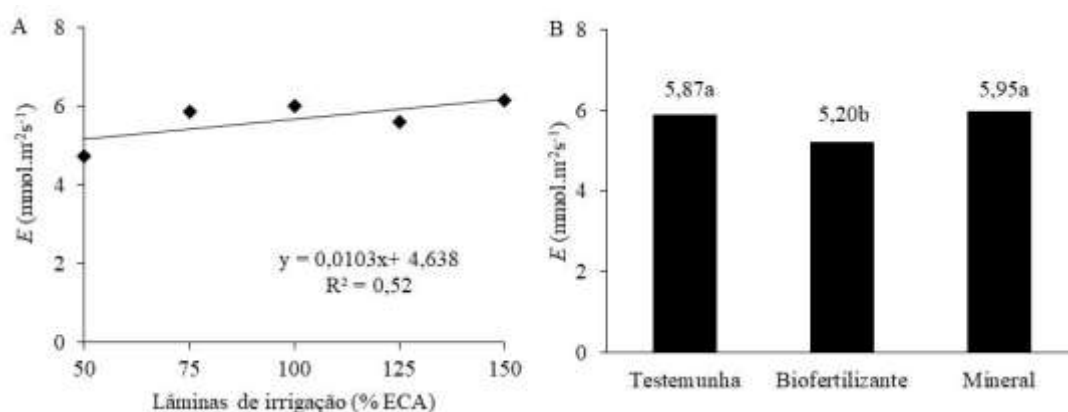


Figura 2. Taxa de transpiração em função das lâminas aplicadas (A) e valores médios em função dos fertilizantes aplicados (B) em plantas de girassol

Silva et al. (2013) analisando o efeito da deficiência hídrica sobre a cultura do girassol registraram efeitos negativos nos valores de transpiração aos 68 DAS. Cabe destacar que a maioria das culturas responde de forma diferente ao estresse hídrico, ou seja, ocorrem reduções na transpiração de plantas em função da restrição hídrica, como observado por Gonçalves et al. (2010), em plantas de cana-de-açúcar.

Na Figura 2B estão apresentados os valores médios da transpiração, sendo que para a testemunha foi de (5,87 mmol m⁻²s⁻¹), o biofertilizante (5,20 mmol m⁻²s⁻¹) e a adubação mineral (5,95 mmol m⁻²s⁻¹). A redução dos valores de transpiração nos tratamentos que receberam o biofertilizante pode estar relacionado ao estresse salino imposto pela concentração de Na presente em sua composição (Tabela 4) ou pelo efeito antagônico com o K, ou seja, a uma diminuição na abertura estomática das folhas do girassol.

Viana et al. (2013) estudando plantas de melão adubadas com biofertilizantes, observaram que esse insumo orgânico provocou reduções dos valores de transpiração, isso provavelmente ocorreu por esse biofertilizante ser mais fértil e mais salino

provocando um desbalanceamento osmótico no solo e nutricional na planta reduzindo assim a absorção de água pelas plantas. Por outro lado, Pompeu et al. (2011) observaram efeito significativo na transpiração de plantas em função da adubação nitrogenada na cultura do capim-massai.

Ao se analisar o efeito das diferentes lâminas de irrigação sobre os valores de condutância estomática da cultura do girassol através da análise de regressão, Figura 3A, observa-se modelo linear crescente. Quando uma planta é submetida ao estresse hídrico torna-se negativa a condutância estomática, afetando assim a absorção de CO₂ e nutrientes pelas raízes. Contrariando esse resultado, Santos et al. (2012) verificaram significativo decréscimo nos valores de condutância estomática de plantas de almecegueira (*Protiumheptaphyllum* March) submetidas ao excesso de água, sendo verificadas reduções de até 40% da condutância em relação ao tratamento controle. Sousa et al. (2014) trabalhando em condições de campo registraram um decréscimo da condutância estomática em plantas de amendoim com o aumento do estresse hídrico aos 45 DAS.

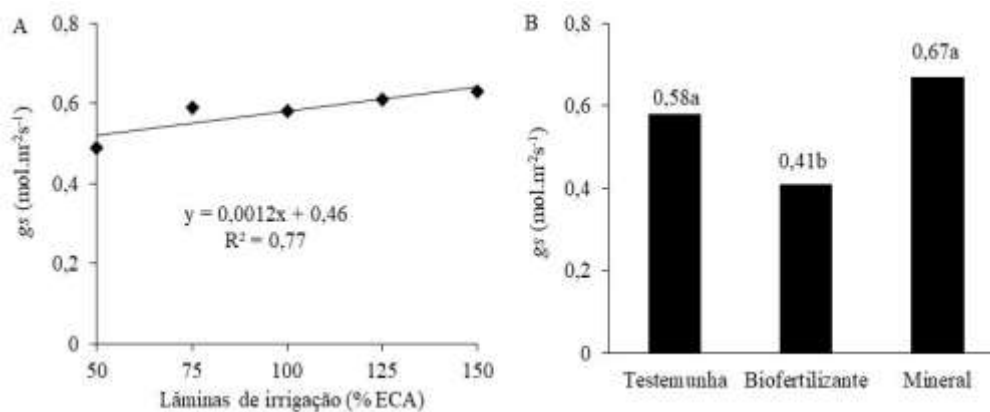


Figura 3. Condutância estomática em função das lâminas aplicadas (A) e valores médios em função dos fertilizantes aplicados (B) em plantas de girassol

De acordo com os dados apresentados na Figura 3B, a testemunha ($0,58 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e a adubação mineral ($0,67 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) proporcionaram maiores valores de condutância estomática em relação ao biofertilizante ($0,41 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) em plantas de girassol aos 45 DAS. Essa redução da condutância estomática nas plantas adubadas com o biofertilizante pode ter ocorrido pela elevação da salinidade do solo provocada pelo biofertilizante e pela água de irrigação utilizada. Neves et al. (2009) afirmam que o acúmulo de sais no solo causa desbalanceamento osmótico, reduzindo a absorção radicular de água o que leva a reduções na condutância estomática.

Viana et al. (2013), estudando plantas de melão adubadas com dois tipos de biofertilizante, verificaram reduções nos valores de condutância estomática na medida em que se aumentaram as doses do biofertilizante misto de fermentação aeróbica. Para esses autores o elevado teor salino do biofertilizante misto aeróbico ocasionou a redução do potencial osmótico do solo, afetando negativamente a absorção de água, reduzindo assim a condutância estomática. De forma contrária, o biofertilizante de fermentação anaeróbica pode ter contribuído para o aumento da condutância estomática pelo

fato de o biofertilizante ter melhorado o suprimento nutricional das plantas.

Diferentemente do observado no presente trabalho, Sousa et al. (2013) não verificaram efeito significativo da aplicação do biofertilizante na condutância estomática das plantas de pinhão-manso aos 51 dias após o transplante (DAT). Silva et al. (2013), cultivando feijão-de-corda em campo, com biofertilizante bovino aplicado via foliar, reportaram tendências similares ao desse estudo.

Além do aumento da salinidade do solo, essa redução da gs observada no presente trabalho pode ser explicada pelo fato de, na presença do biofertilizante, a umidade do solo ter se tornado elevada, levando o meio a uma condição de baixa concentração de oxigênio o que dificulta a respiração radicular, e logo as trocas gasosas nas plantas (SOUSA et al., 2016).

A produção de biomassa da cultura do girassol em função dos tratamentos aplicados pode ser observada na Tabela 6. Verifica-se, a partir dos dados, que houve interação significativa entre os tratamentos aplicados (lâminas x fertilizantes) para os valores de matéria seca das folhas e isolado para matéria seca da para lâminas e fertilizantes.

INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO E DA ADUBAÇÃO COM FERTILIZANTE ORGÂNICO E MINERAL NA CULTURA DO GIRASSOL

Tabela 6. Quadrado médio para matéria seca das folhas (MSF) e matéria seca da raiz (MSR) de plantas de girassol

FV	GL	MSF (g)	MSR (g)
Lâmina (L)	4	920,48**	210,05**
Adubação (A)	2	351,44**	22,89*
L x A	8	79,28*	9,10 ^{ns}
Tratamentos	14	358,50**	68,49**
Resíduo	60	34,8	6,87
Total	74		
CV (%)		18,42	27,62

Fonte: FV - Fontes de variação; GL - graus de liberdade; * significativo a 5% no teste de Tukey; ** significativo a 1% no teste de Tukey; ^{ns} - não significativo.

Na Figura 4, têm-se os valores da interação entre os tratamentos aplicados para a matéria seca das folhas de girassol. Pode-se verificar que o modelo linear crescente foi o que melhor se ajustou aos dados, sendo que os maiores valores de MSF foram observados nas plantas irrigadas com 150% da ECA, que receberam

adubação mineral, seguido do biofertilizante e da testemunha. Esses resultados sugerem que os adubos aplicados, tanto os fertilizantes minerais quanto o biofertilizante bovino, associados a uma lâmina adequada proporcionam incrementos na matéria seca de folhas de plantas de girassol.

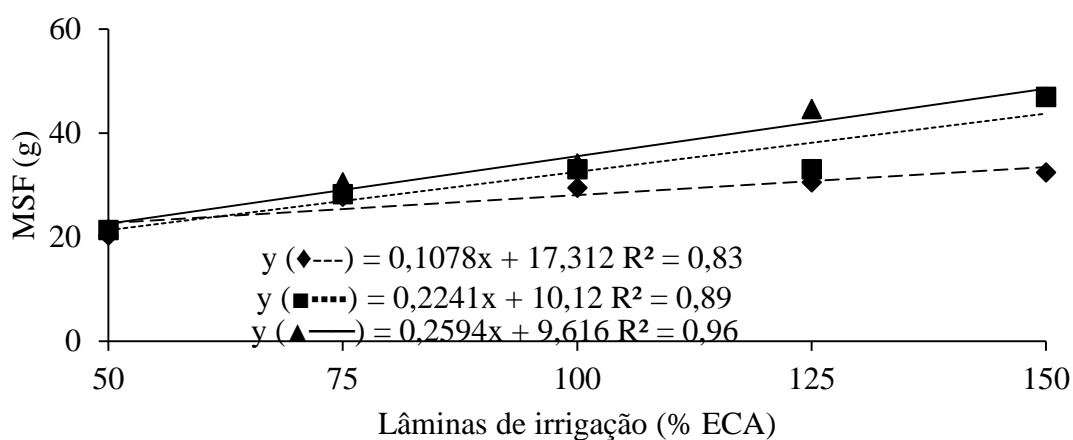


Figura 4. Matéria seca das folhas em função das lâminas de irrigação em solo com fertilizantes aplicados, (◆—) sem adição de fertilizantes, (■.....) biofertilizante bovino e (▲—) adubação mineral

Dutra et al. (2012) também verificaram crescente aumento nos valores de matéria seca das folhas de plantas de girassol com o aumento da lâmina de irrigação. Araújo et al. (2008) também verificaram incrementos na matéria seca de folhas de plantas adubadas com biofertilizantes, sendo os valores observados tão maiores quanto maior foi a dosagem do fertilizante aplicado.

Como resposta ao estresse hídrico as plantas reduzem a produção de biomassa foliar seja pela redução no tamanho das folhas, seja com a diminuição da quantidade de folhas por planta, buscando assim reduzir a transpiração para diminuir as perdas de água pelas folhas (SILVA et al., 2013).

A matéria seca da raiz (FIGURA 5A) apresentou um comportamento linear crescente em função do aumento das lâminas

de irrigação. Diferentemente dos resultados dessa pesquisa, outros trabalhos mostram que quando uma planta se desenvolve sob condições de restrição hídrica apresenta baixos valores de matéria seca da raiz, o que afeta a capacidade da planta de absorver íons essenciais ao seu desenvolvimento (SOBRINHO; TIEPPO; SILVA, 2011).

Resultado semelhante foi observado por Dutra *et al.* (2012). Segundo esses autores o aumento da lâmina de irrigação influenciou

significativamente a matéria seca da raiz de plantas de girassol, sendo que as plantas que se encontravam sob déficit hídrico nesse experimento sofreram reduções drásticas de aproximadamente 300% nos valores de matéria seca da raiz.

O teste de comparação de médias mostra que a adubação mineral apresenta valores médios (10,48 g) superiores na matéria seca da raiz em relação a testemunha (8,58 g) e ao biofertilizante (9,40 g) (FIGURA 5B).

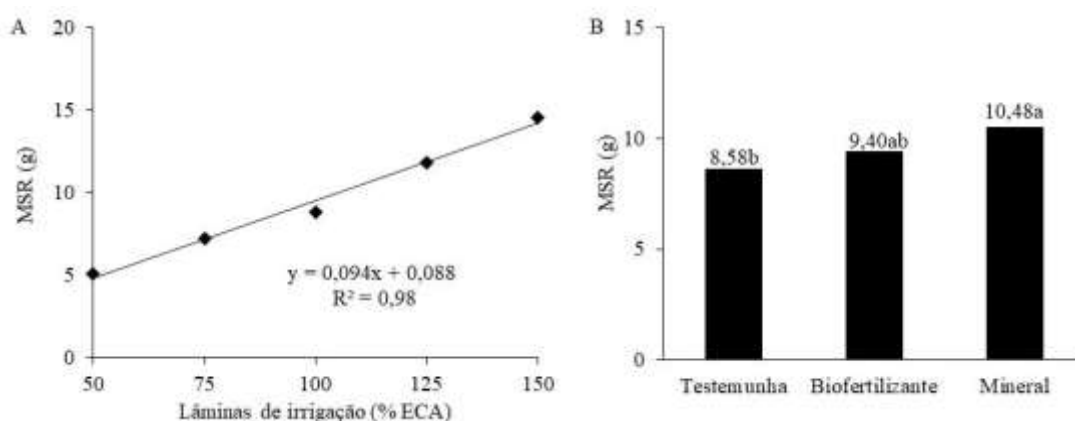


Figura 5. Matéria seca da raiz em função das lâminas aplicadas (A) e valores médios em função dos fertilizantes aplicados (B) em plantas de girassol

Medeiros et al. (2007) cultivando plantas de alface observaram efeito significativo da aplicação de biofertilizante e de fertilizante organo-mineral nas plantas avaliadas, sendo que com a aplicação desses fertilizantes foram verificados aumentos nos valores de matéria seca da raiz.

Campos et al. (2009) avaliando o efeito do biofertilizante na MSR da mamoneira, observaram um maior desempenho na presença desse insumo em relação a testemunha (sem biofertilizante bovino). De forma semelhante, Sousa et al. (2014) registraram essa mesma evidência em plantas de feijão-de-corda.

CONCLUSÕES

O fertilizante mineral proporciona maior desempenho da fotossíntese, transpiração e condutância estomática em plantas de girassol,

em relação a testemunha e o biofertilizante bovino.

A lâmina de irrigação de 150% da ECA evidencia maior fotossíntese, transpiração e condutância estomática em plantas de girassol.

A cultura do girassol apresenta maior matéria seca da folha e da raiz na lâmina irrigação equivalente a 150% da ECA, quando adubada com mineral e o biofertilizante bovino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J.B.S.; CARVALHO, G.J.; GUIMARÃES, R.J.; MORAIS, A.R.; CUNHA, R.L. Composto orgânico e biofertilizante supermagro na formação de cafeeiros. *Coffee Science*, Lavras, v.3, n.2, p.115-123, 2008.

INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO E DA ADUBAÇÃO COM FERTILIZANTE ORGÂNICO E MINERAL NA CULTURA DO GIRASSOL

- BILIBIO, C.; CARVALHO, J.A.; MARTINS, M.; REZENDE, F.C.; FREITAS, E.A.; GOMES, L.A.A. Desenvolvimento vegetativo e produtivo da berinjela submetida a diferentes tensões de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.7, p.730-735, 2010.
- BISCARO, G.A.; MACHADO, J.R.; TOSTA, M.S.; MENDONÇA, V.; SORATTO, R.P.; CARVALHO, L.A. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia-MS. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.32, n.5, p.1366-1373, 2008.
- BRITO, M. E. B.; FILHO, G.D.A.; WANDERLEY, J.A.C.; MELO, A.C.; COSTA, F.B.; FERREIRA, M.G.P. Crescimento, fisiologia e produção do milho doce sob estresse hídrico. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1244-1254, 2013.
- CAMPOS, V.B.; CAVALCANTE, L.F.; RODOLFO JÚNIOR, F.; SOUSA, G.G.; MOTA, J.K. Crescimento inicial da mamoneira em resposta à salinidade e biofertilizante bovino. **Revista Magistra**, v. 21, n. 1, p.41-47, 2009.
- DICKMANN, L.; CARVALHO, M.A.C.; BRAGA, L.F.; SOUSA, M.P. Comportamento de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) submetidas a estresse salino. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 03, p. 64-75, 2005.
- DUTRA, C.C.; PRADO, E.A.F.; PAIM, L.R.; SCALON, S.P.Q. Desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes condições de fornecimento de água. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, suplemento 1, p.2657-2668, 2012.
- FREITAS, C.A.S.; SILVA, A.R.A.; BEZERRA, F.M.L.; ANDRADE, R.R.; MOTA, F.S.B.; AQUINO, B.F. Crescimento da cultura do girassol irrigado com diferentes tipos de água e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.10, Campina Grande, p.1031-1039, 2012.
- GONDIM, S. C.; SOUTO, J.S.; CALVACANTE, L.F.; ARAUJO, K.D. Biofertilizante bovino e salinidade da água na macrofauna do solo cultivado com maracujazeiro amarelo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 05, n. 02, p. 35-45, 2010.
- GONÇALVES, E.R.; FERREIRA, V.M.; SILVA, J.V.; ENDRES, L.; BARBOSA, T.P.; DUARTE, W.G. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a* em variedades de cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.4, p.378-386, 2010.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA artes e textos, 2006. 532 p.
- LOPES, M.N.; POMPEU, R.C.F.F.; SILVA, R.G.; FILHO, J.G.L.R.; BESERRA, L.T.; LACERDA, C.F. Trocas gasosas e índices de crescimento em capim-braquiária manejado sob lâminas de irrigação e idades de crescimento. **Revista Agro@mbiente Online**, v.7, n.1, p.10-17, 2013.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- MARQUES, P.A.A.; BERNARDI FILHO, L.; SANTOS, A.C.P. Crescimento, produção de óleo essencial e trocas gasosas em orégano influenciados por diferentes lâminas de irrigação. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p.1888-1892, 2009.
- MEDEIROS, D.C.; LIMA, B.A.B.; BARBOSA, M.R.; ANJOS, R.S.B.; BORGES, R.D.; NETO, J.G.C.; MARQUES, L.F. Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura brasileira**, v.25, n.3, 2007.

- NEVES, A.L.R. Trocas gasosas e teores de inerais no feijão de corda irrigado com água salina em diferentes estágios. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, suplemento, p.873-881, 2009.
- PAIVA, A.S.; FERNANDES, E.J.; RODRIGUES, T.J.D.; TURCO, J.E.P. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.1, Jaboticabal, 2005.
- PENTEADO, S. R. **Adubação Orgânica: Compostos orgânicos e biofertilizantes**. 2. ed. Campinas: Edição do autor, 2007.162 p.
- POMPEU, R.C.F.F. Trocas gasosas em capim-massai submetido à adubação nitrogenada e manejado sob lotação rotativa com ovinos. **Anais... IV Congresso de Forragicultura e Pastagens**, 2011.
<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/43196/1/AAC-Trocas-gasosas.pdf>>
Visitado em: 26 de junho de 2014.
- SANTOS, T.A.; MIELKE, M.S.; PERREIRA, H.A.S.; GOMES, F.P.; SILVA, D.C. Trocas gasosas foliares e crescimento de plantas jovens de *Protiumheptaphyllum* March (Burseraceae) submetidas ao alagamento do solo em dois ambientes de luz. **ScientiaForestalis**, Piracicaba, v.40, n.93, p.047-056, 2012.
- SILVA, A.R.A.; BEZERRA, F.M.L.; SOUSA, C.C.M.; FILHO, J.V.P.; FREITAS, C.A.S. Desempenho de cultivares de girassol sob diferentes lâminas de irrigação no Vale do Curu. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 57-64, jan-mar, 2011.
- SILVA, A.R.A.; BEZERRA, F.M.L.; FREITAS, C.A.S.; FILHO, J.V.P.; ANDRADE, R.R.; FEITOSA, D.R.C. Morfologia e fitomassa do girassol cultivado com déficits hídricos em diferentes estágios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Online)**, v. 16, p. 959-968, 2012.
- SILVA, A.R.A.; BEZERRA, F.M.L.; LACERDA, C.L.; FILHO, J.V.P.; FREITAS, C.A.S. Trocas gasosas em plantas de girassol submetidas à deficiência hídrica em diferentes estágios fenológicos. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, n.1, p.86-93, 2013.
- SOUSA, G. G. VIANA, T. V. A.; BRAGA, E. S.; AZEVEDO, B. M.; MARINHO, A. B.; BORGES, F. R. M. Fertirrigação com biofertilizante bovino: efeitos no crescimento, trocas gasosas e na produtividade do pinhão-manso. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 3, p. 503-509, 2013.
- SOUSA, G. G.; LIMA, F.A.; GOMES, K.R.; VIANA, T.V.A.; COSTA, F.R.B.; AZEVEDO, B.M.; MARTINS, L.F. Irrigação com água salina na cultura do amendoim em solo com biofertilizante bovino. **Nativa**, v. 02, n. 02, p. 89-94, (2014a).
- SOUSA, G. G.; AZEVEDO, B.M.; FERNANDES, C. N. V.; VIANA, T.V.A.; SILVA, M. L. S. Growth, gas exchange and yield of peanut in frequency of irrigation. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n. 1, p. 27-34, jan-mar, (2014b).
- SOUSA, G. G.; VIANA, T.V.A.; SILVA, G. L.; DIAS, C. N.; AZEVEDO, B. M. Interação entre salinidade e biofertilizante de caranguejo na cultura do milho. **Magistra**, v. 28, n.1, p. 538-547-, Jan./mar.2016.
- TAIZ L.; ZEIGER E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.
- UCHÔA, S.C.P.; IVANOFF, M.E.A.; ALVES, J.M.A.; SEDIYAMA, T.; MARTINS, S.A. Adubação de potássio em cobertura nos componentes de produção de cultivares de girassol. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.1, p.8-15, 2011.

INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO E DA ADUBAÇÃO COM FERTILIZANTE ORGÂNICO E MINERAL NA CULTURA DO GIRASSOL

VIANA, T.V.A.; SANTOS, A.P.G.; SOUSA, G.G.; PINHEIRO NETO, L.G.; AZEVEDO, B.M. Trocas gasosas e teores foliares de NPK em meloeiro adubado com biofertilizantes. **Agrária – Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.4, p.596-601, 2013.

ZOBIOLE, L.H.S.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F.A.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.34, p.425-433, 2010.