

Lâminas de irrigação para cultura do gergelim com biofertilizante bovino

Geocleber Gomes de Sousa; Thales Vinicius de Araújo Viana, Chislene Nojosa Dias, Giovana Lopes da Silva, Benito Moreira de Azevedo

¹Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Avenida Mister Hull, 2977, CEP 60455-760, Fortaleza (CE). E-mail: sousamsa@yahoo.com.br; thales@ufc.br; chislenenojosa@yahoo.com.br; gisolos@hotmail.com; benitoazevedo@hotmail.com.

Resumo: O uso de biofertilizante bovino poderá atenuar o efeito do estresse hídrico em solo da região semiárida do Nordeste brasileiro. Com o objetivo de avaliar o crescimento inicial e as trocas gasosas da cultura do gergelim sob diferentes lâminas de irrigação na presença e ausência de biofertilizante bovino, foi conduzido um ensaio a pleno sol, em vasos com volume de 50 L contendo como substrato a mistura de solo, areia e esterco, na proporção 2:6:2, em uma área experimental da UFC, no município de Fortaleza, CE. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado seguindo o arranjo fatorial 5 x 2, com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos de cinco lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração de referência de Penman-Monteith (ET_o, mm dia⁻¹) - (L₁=57 mm; L₂=114 mm; L₃= 171 mm; L₄= 228 e L₅= 285 mm), correspondendo aos tratamentos: 25, 50, 75, 100 e 125% da ET_o de PM, respectivamente, na presença e ausência de biofertilizante bovino. Aos 60 dias após a semeadura (DAS) foram analisadas as seguintes variáveis: número de folhas (NF), altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), fotossíntese (E), transpiração (A) e condutância estomática (gs). A lâmina de irrigação (181,5 mm da ET_oPM) na presença do biofertilizante bovino proporciona a maior altura de plantas na cultura do gergelim. As diferentes lâminas de irrigação influenciam significativamente os valores de fotossíntese, condutância estomática e transpiração na cultura do gergelim. O biofertilizante pode ser utilizado como fonte de nutrientes para a altura de plantas e o número de folhas em plantas de gergelim.

Palavras chave: *Sesamum indicum* L., Características fotossintéticas, Insumo orgânico.

Irrigation for sesame crop with bovine biofertilizer

Abstract: The use of bovine biofertilizer can mitigate the effect of drought stress in semiarid region of northeastern Brazil. In order to assess the initial growth and gas exchange of sesame under different irrigation depths in the presence and absence of bovine biofertilizer, an assay was conducted under field conditions in pots with volume of 50 L containing as substrate mixture of soil, sand and manure in the ratio 2:6:2, in an experimental area of the UFC, in Fortaleza, CE. The experimental design was completely randomized following the 5 x 2 factorial arrangement with five replications. The treatments consisted of five irrigation depths based on evapotranspiration of Penman - Monteith (ET_o, mm day⁻¹) - (L₁ = 57 mm, L₂ = 114 mm, L₃ = 171 mm, L₄ = 228 and L₅ = 285 mm) corresponding to the treatments 25, 50, 75, 100 and 150% of PMET_o, respectively in the presence and absence of bovine biofertilizer. At 60 days after sowing (DAS), the following variables were analysed: Number of leaves (NL), plant height (PH), stem diameter (DC), photosynthesis (E), transpiration (A) and stomatal conductance (gs). The water depth 181.5 mm of PMET_o in the presence of bovine biofertilizer provides the highest plant height in the sesame crop. The different irrigation depths significantly influence the values of photosynthesis, stomatal conductance and transpiration in the sesame crop. The biofertilizer can be used as a source of nutrients for plant height and number of leaves in plants of sesame.

Key Word: *Sesamum indicum* L., Photosynthetic characteristics, Organic manure.

Introdução

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) pertencente à família Pedaliacea e é a mais antiga oleaginosa conhecida. A África é considerada o continente de origem devido à existência da maioria das espécies silvestres do gênero *Sesamum*, ao passo que na Ásia encontra-se uma riqueza de formas e variedades das espécies cultivadas originárias do Oriente (EMBRAPA, 2012).

A deficiência de água é um dos fatores mais limitantes para a obtenção de elevadas produtividades na região semiárida do Nordeste brasileiro. Nesse sentido, o uso da irrigação pode atenuar os problemas oriundos do suprimento hídrico inadequado na agricultura (COELHO et al., 2010; SILVA et al., 2011;). Salienta-se ainda que os sintomas da deficiência hídrica dependem do genótipo, da duração e do estágio de desenvolvimento da planta. Mesquita et al. (2013) avaliando o crescimento e a produtividade da cultura do gergelim sob diferentes níveis de irrigação (25%; 50%; 75%; 100% e 150% da ETo PM), concluíram que a partir do trigésimo dia após o plantio, a irrigação influenciou significativamente as variáveis vegetativas (massa seca da parte aérea e altura da planta) e produtivas (numero de cápsulas por planta e produtividade).

Cabe ressaltar que o estresse hídrico pode provocar danos fisiológicos para as culturas. Reduz a taxa fotossintética das plantas, causando o fechamento dos estômatos no intuito de diminuir a transpiração, afetando assim, a absorção de CO₂; reduz a área foliar e antecipa a senescência das folhas (TAIZ & ZEIGER, 2009). Por outro lado, a aplicação excessiva de água pode ser um fator limitante para as trocas gasosas (SOUSA et al., 2013).

Na tentativa de reduzir os efeitos depressivos do estresse hídrico sobre o comportamento vegetativo e produtivo das plantas, estudos vêm sendo conduzidos com a utilização de insumos orgânicos como o biofertilizante bovino como uma forma de maximizar a produtividade das culturas (SOUSA et al., 2013) bem como reduzir o consumo de água (FREIRE et al., 2011).

O biofertilizante é um adubo orgânico líquido produzido em meio aeróbico ou anaeróbico a partir de uma mistura de material

orgânico (esterco fresco) e água (PENTEADO, 2007). Segundo Lacerda et al. (2010), a aplicação de produtos orgânicos na agricultura é importante pela diversidade dos nutrientes minerais quelatizados, disponibilizados na atividade biológica e como ativador enzimático do metabolismo vegetal. Cavalcante et al. (2010) verificaram que além dos efeitos promovidos na estruturação física do solo, o esterco bovino líquido aplicado na superfície do substrato forma uma camada de impedimento às perdas elevadas de água por evaporação, o que possibilita às células vegetais permanecerem túrgidas por mais tempo em relação às plantas que não receberam o insumo.

Alguns estudos têm demonstrado a possibilidade do biofertilizante aplicado no solo ser fonte de adubação para satisfazer as exigências nutricionais das plantas sobre o crescimento, trocas gasosas e a produtividade (DINIZ et al., 2011; SILVA et al., 2011; LIMA et al., 2012; SOUSA et al., 2013).

Dessa forma objetivou-se com o presente trabalho avaliar o crescimento inicial e as trocas gasosas da cultura do gergelim sob diferentes lâminas de irrigação na presença e ausência de biofertilizante bovino.

Material e métodos

O estudo foi conduzido em pleno sol na área experimental da Estação Agrometeorológica, no período de Agosto a Setembro de 2012, em Fortaleza-CE (3°45'S; 38° 33'W e altitude de 19 m em relação ao nível do mar). A cultivar utilizada foi a Seda. O clima da região é do tipo Aw', sendo caracterizado como tropical chuvoso, muito quente, com chuvas predominantes nas estações do verão e outono (KOPPEN, 1923). A região se caracteriza por apresentar precipitação média em torno de 1.523 mm, temperatura média do ar de 26,9°C e uma umidade relativa média de 69%.

O material utilizado como substrato foi uma mistura de solo classificado de acordo com Embrapa (2006) como Argissolo Vermelho, areia e esterco, na proporção 2:6:2, respectivamente. Uma amostra do substrato foi coletada para determinação das características químicas e físico-hídricas (Tabelas 1 e 2), conforme Embrapa (2011).

Tabela 1 - Características químicas do substrato quanto à fertilidade.

Características químicas							
N	Ca ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Na	P	pH	Ce
-----g kg ⁻¹ -----						1,0;2,5	dS m ⁻¹
0,12	0,6	0,1	0,2	0,36	0,45	5,3	

Tabela 2 - Resultados das análises físico-hídricas do substrato.

Características físico-hídrica	Amostra
Areia grossa (g kg ⁻¹)	559
Areia fina (g kg ⁻¹)	351
Silte (g kg ⁻¹)	40
Argila (g kg ⁻¹)	50
Grau de flocculação (g 100 ⁻¹ g ⁻¹)	57
Característica textural	Areia
Densidade do solo (kg dm ⁻³)	1,41
Densidade das partículas (kg dm ⁻³)	2,66
Capacidade de campo (m ³ m ⁻³)	0,177
Ponto de murcha permanente (m ³ m ⁻³)	0,056
Umidade de saturação (m ³ m ⁻³)	0,40

O plantio foi realizado em vasos plásticos com capacidade para 50 L em delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial 5 x 2 e cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos de cinco lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração de referência de Penman-Monteith (ET_o, mm dia⁻¹) obtida de uma estação automática próximo a área experimental, ET_o (25%; 50%; 75%; 100% e 125%) na presença e ausência de biofertilizante bovino.

Até os 15 dias após a semeadura foi aplicada uma lâmina correspondente a 100% em todas as plantas visando uniformizar o stand. Após esse período a lâmina foi aplicada de acordo com os tratamentos. Os valores das lâminas de irrigação para os níveis de irrigação até a fase de crescimento foram: L₁ = 57 mm; L₂ =

114 mm; L₃ = 171 mm; L₄ = 228 mm e L₅ = 285 mm, correspondendo aos tratamentos: 25, 50, 75, 100 e 125% da ET_o de PM, respectivamente.

Para fins de condução, manejo e controle das lâminas de irrigação aplicadas durante o experimento, foi usado um sistema de irrigação por gotejamento com emissores autocompensante com vazão nominal de 8,0 L h⁻¹.

O manejo da irrigação foi realizado utilizando o princípio de lâmina acumulada, repondo a lâmina de água evapotranspirada durante dois dias consecutivos (frequência de irrigação). O tempo de irrigação utilizado no experimento foi quantificado conforme a Equação 01.

$$T_i = \frac{ECA \cdot K_p \cdot A_v}{E_i \cdot q_g} \quad (1)$$

Em que:

T_i: tempo de irrigação (horas);

ECA: evaporação medida no tanque classe A (mm dia⁻¹)

K_p: coeficiente do tanque

A_v: a área do vaso (m²);

E_i: a eficiência de irrigação (adimensional);

q_g: é a vazão do gotejador (L h⁻¹).

O monitoramento da umidade do substrato foi conduzido através de tensiômetros posicionados a 0,30 m de profundidade em cada tratamento. Os valores das leituras nos tensiômetros foram convertidos em potencial matricial de água no solo em kPa, sendo os valores de -2,8 Kpa para 25% da EToPM, -5,2 Kpa para 50% da EToPM, -8,0 Kpa para 75% da EToPM, -10,2 Kpa para o tratamento 100 % EToPM e -14,4 Kpa para o tratamento 125 % da EToPM.

O biofertilizante foi preparado por meio da fermentação de esterco bovino fresco e água na proporção de 50% (volume/volume = v/v), por um

período de trinta a sessenta dias, em recipiente plástico, na ausência de ar. Para se obter o sistema anaeróbio, a mistura foi colocada em uma bombona plástica de 240 litros deixando-se um espaço vazio de 20 cm no seu interior e fechado 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 podem ser vistos na Tabela 3.

Tabela 3 - Características químicas do biofertilizante.

N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	Mn
-----g L ⁻¹ -----					-----mg L ⁻¹ -----				
1,07	0,58	0,97	1,30	0,40	-	64,95	23,29	3,64	7,21

Com o propósito de verificar a eficiência nutricional do biofertilizante bovino procurou-se atender as exigências nutricionais das plantas do gergelim. Para isso adotou-se a recomendação máxima da adubação química fornecida por Beltrão et al. (2001) correspondente a: 125 kg ha⁻¹ de N, 35 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 seria de: 12,5 g N; 3,5 g P₂O₅ e 15 g de K₂O.

A partir das análises químicas do

substrato e do biofertilizante e das estimativas de fornecimento total dos nutrientes, procurou-se fornecer no tratamento com o biofertilizante a recomendação máxima para N, P e K para a fase de crescimento. Para um maior entendimento das estimativas realizadas, ressalta-se, que a densidade do substrato foi de 1,41; o volume do substrato foi de 40 L, perfazendo 56,4 kg vaso⁻¹; ocorreram 3,5 aplicações do biofertilizante durante 45 dias, em conformidade com a Tabela 3 e 4.

Tabela 4 - Quantidades de nutrientes recomendados, presentes no substrato e necessidades de complementação nutricional.

Características químicas	Nutriente		
	N	P	K
Recomendação	(g planta ⁻¹)		
	12,50	3,50	15,00
	(g kg ⁻¹)		
Substrato	0,12	0,45	0,14
	(g 56,4 kg ⁻¹)		
	6,76	25,38	7,89
Necessidade de complementação nutricional	(g planta ⁻¹)		
	5,74	21,88	7,11

A quantidade de NPK recomendado foi de 12,5, 3,5 e 15 g planta⁻¹, respectivamente. Esses nutrientes apresentaram 0,12, 0,45 e 0,14 g planta⁻¹ no substrato, que ao multiplicar pela densidade (56,4 kg⁻¹) apresentava em cada vaso 6,76 g planta⁻¹; 25,38 g planta⁻¹ e 7,89 g planta⁻¹. No entanto a necessidade de complementação nutricional era de 5,74 de N, 21,88 de P e 7,11

de K.

Após estimativas, adotou-se como dosagem máxima 1 L planta⁻¹ durante a fase experimental, para tentar suprir a recomendação para o N, P e K. A quantidade e o fornecimento total de nutrientes (substrato + biofertilizante) durante o experimento estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Quantidade e fornecimento total de nutrientes fornecidos a partir da aplicação do biofertilizante, durante a fase experimental.

Acúmulo de nutrientes [#]		
N	P	K
-----g planta ⁻¹ -----		
10,50	27,41	11,28

= Somatório da quantidade aplicado no substrato + quantidade aplicada de biofertilizante (1 L planta⁻¹).

No final do experimento, aos 60 DAS, avaliaram-se as seguintes variáveis: número de folhas - contagem direta das folhas; altura de planta - trena métrica graduada em centímetros; diâmetro do caule (DC) - com paquímetro digital, foi mensurado o diâmetro basal do caule das plantas a uma altura de aproximadamente 2 cm da superfície do solo. A fotossíntese (E) a transpiração (A) e a condutância estomática (gs) foram realizadas em folhas completamente maduras, utilizando-se um medidor de fotossíntese. As medições foram realizadas entre 9:00 e 11:00 horas, em folhas completamente expandida.

Resultados e discussão

De acordo com a análise de variância, apresentada na Tabela 6, houve interação apenas para a variável altura de planta (AP), ao nível de 1% de significância. Para o número de folhas (NF) houve efeito isolado das lâminas de irrigação e do biofertilizante, enquanto para o a fotossíntese (E), transpiração (A) e condutância estomática (gs), houve diferença significativa apenas sob as lâminas de irrigação. Diâmetro do caule não foi influenciado significativamente por nenhuma das fontes de variação avaliadas.

Tabela 6 - Resumo da análise de variância para o número de folhas (NF), altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), fotossíntese (E), transpiração (A) e condutância estomática (gs) em plantas de gergelim cultivada sob diferentes lâminas de irrigação, em solo com e sem biofertilizante bovino.

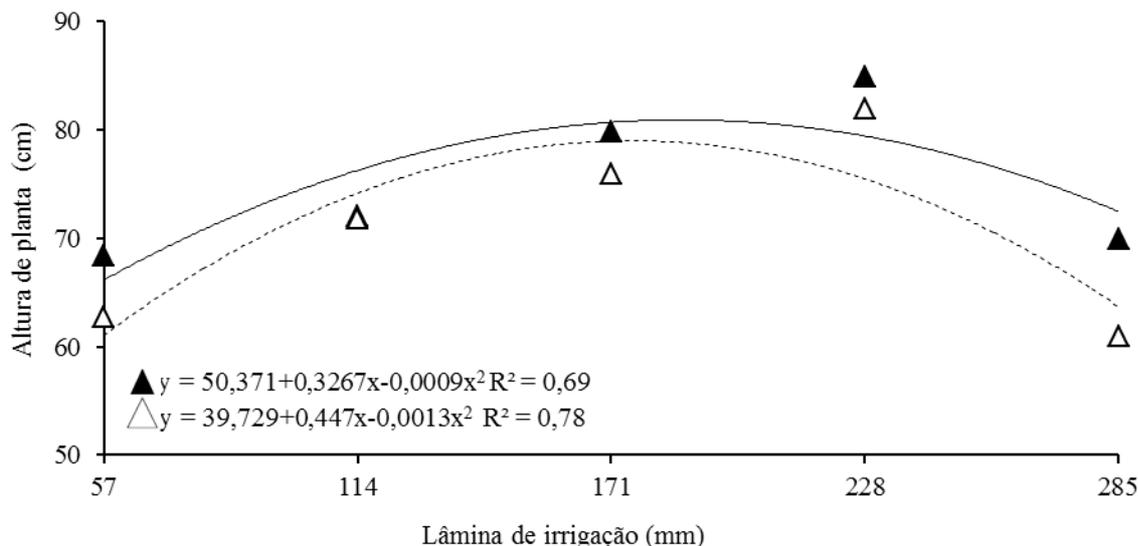
FV	Quadrado médio						
	GL	NF	AP	DC	E	A	gs
Tratamentos	9	24,48*	942,10**	2,86 ^{ns}	130,90**	12,80**	12,80**
Lâminas de irrigação (Li)	4	28,47*	1322,99**	0,44 ^{ns}	261,98**	27,18**	27,18**
Biofertilizante (B)	1	0,22**	93,33 ^{ns}	2,88 ^{ns}	37,76 ^{ns}	2,30 ^{ns}	2,30 ^{ns}
B x Ni	4	26,62 ^{ns}	773,41**	5,28 ^{ns}	23,10 ^{ns}	1,03 ^{ns}	1,03 ^{ns}
Resíduo	30	10,11	25,06	3,08	12,10	2,78	2,78
CV (%)	-	10,41	6,82	9,30	21,58	28,9	28,9

FV= Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; * =Significativo a 1%, ** Significativo a 5% e ns = não significativo.

Na Figura 1 é possível observar resposta quadrática da altura da planta, em função das diferentes lâminas de irrigação, com e sem biofertilizante. A lâmina de irrigação associado ao biofertilizante responsável pela máxima altura da

planta foi de 181,5 mm, o que proporcionou uma altura de 80,02 cm. Já para o tratamento sem biofertilizante as plantas atingiram altura máxima de 78,15 cm quando se utilizou uma lâmina de irrigação de 171,92 mm.

Figura 1 - Altura de plantas de gergelim em função de diferentes lâminas de irrigação em solo com (▲) e sem (△) biofertilizante bovino.



Na ausência de insumo orgânico, Sousa et al. (2008) em algodão, e Carvalho et al. (2011) em pinhão-mansão obtiveram respostas lineares crescente na altura de plantas sob lâminas crescente de irrigação. No entanto, é importante reforçar que a aplicação excessiva de água pode provocar maior lixiviação de nutrientes essenciais ao crescimento além de saturar o solo provocando menor oxigenação do sistema radicular (MESQUITA et al., 2013)

A superioridade da altura de plantas na presença do biofertilizante bovino sob as diferentes lâminas de irrigação, confirmam a hipótese de Cavalcante et al. (2009), ao afirmarem que, independentemente da época de aplicação, o aumento do percentual do esterco bovino líquido fermentado no substrato estimula o crescimento inicial das plantas.

A análise da regressão do número de folhas em função das lâminas de irrigação foi ajustada a um modelo polinomial quadrático, com R^2 de 0,58 (Figura 2A). O número ótimo de folhas estimado foi 34,12, para uma lâmina de irrigação estimada de 198,66 mm. Verificou-se que tanto o

déficit quanto o excesso hídrico proporcionaram um menor número de folhas ao 45 DAS. Para Taiz & Zeiger (2013), a expansão foliar é muito sensível à deficiência hídrica sendo completamente inibida sob níveis moderados de estresse, o que afeta severamente as taxas fotossintéticas e, em consequência, a produção de fitomassa da parte aérea. Da mesma forma, Sousa et al. (2008) utilizando diferentes lâminas de irrigação verificaram aumento do número de folhas de plantas de algodoeiro.

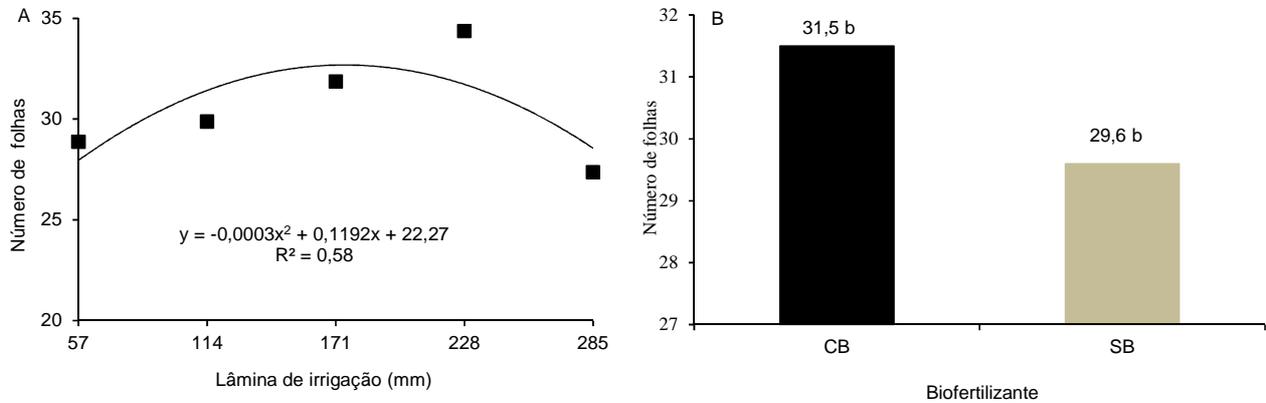
Com relação ao efeito do biofertilizante sobre o número de folhas, a Figura 2B, revela valores médios de 31,5 na presença e 29,6 na ausência do insumo orgânico. O maior número de folhas nas plantas que receberam o biofertilizante bovino é resultado da ação positiva dos biofertilizantes que estimulam a liberação de substâncias húmicas que são responsáveis pela liberação de nitrogênio e carbono e pela elevada porcentagem da CTC do solo, favorecendo assim absorção de nutrientes essenciais (VIANA et al., 2013; CAVALCANTE et al.; 2007).

Trabalhando em condições de casa de

vegetação, Sousa et al. (2012) investigando o número de folhas de plantas de amendoim

adubadas com o mesmo tipo de biofertilizante, verificaram aumento linear para essa variável.

Figura 2 – Número de folhas em função de diferentes lâminas de irrigação (A) e médias do número de folhas (B) nos tratamentos com (■) e sem (■) biofertilizante.



A partir das análises de regressão para a fotossíntese, verificou-se que o modelo polinomial quadrático foi o mais adequado ($p < 0,01$), com R^2 de 0,91 (Figura 3A). A transpiração máxima estimada a partir da equação obtida foi de $21,30 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para uma lâmina de irrigação de 185,44 mm com um (R^2) 0,91. Taiz & Zeiger (2013), relatam que no curso diário natural ocorre desbalanço entre a água absorvida pelo sistema radicular e a transpirada pelas folhas, independente da condição de suprimento hídrico, em função da oscilação da demanda evaporativa da atmosfera ao longo do dia, ou até pelo seu estresse imposto nos diferentes estádios fenológicos (SILVA et al., 2013)

É interessante ressaltar ainda que a redução da transpiração a partir dessa lâmina de irrigação mostra que a planta apresenta um ajustamento osmótico diferenciados nessas condições, ou seja, realizar ajustes estomáticos e fotossintéticos (MARQUES et al., 2009), aumentando resistência estomática com o aumento da irrigação, notadamente no período da manhã (MELO et al., 2010).

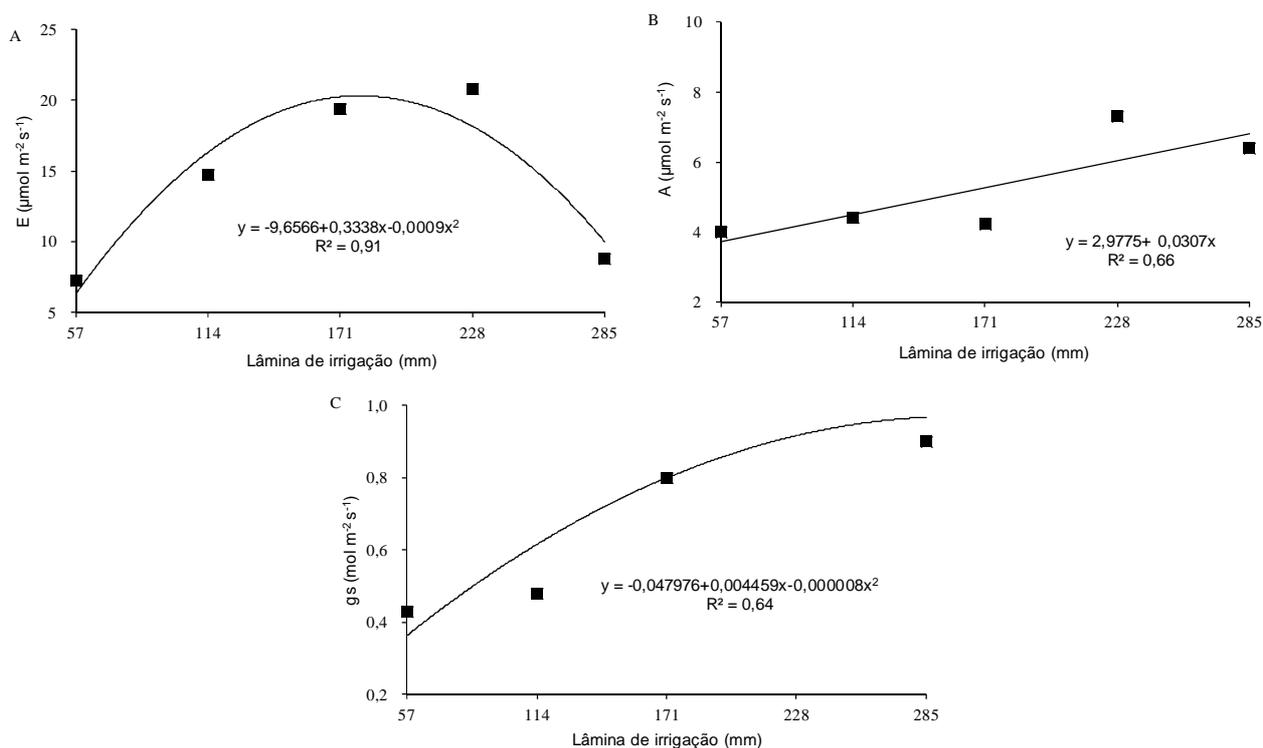
Esse resultado corroboram com os dados revelados por Silva et al. (2013) ao analisar as trocas gasosas em plantas de girassol submetidas à deficiência hídrica em diferentes estádios fenológicos. Os autores relatam que os percentuais médios do total de água consumida nos diferentes períodos de crescimento da cultura do girassol, presume-se que aproximadamente

20% do total são utilizados durante o estágio vegetativo. Já para Freitas et al. (2011) analisando o manejo da irrigação da mamoneira sob diferentes estresse hídrico no solo, constataram que não houve efeitos significativos para essa variável.

Na Figura 3B, encontra-se a resposta da transpiração em função das lâminas de irrigação. A equação que melhor se ajustou aos dados foi a linear crescente com (R^2) 0,66, revelando que a cultura do gergelim respondeu positivamente com o aumento da umidade no solo. No entanto, o estresse hídrico afeta os processos fisiológicos e metabólicos da planta, incluindo o crescimento celular, a síntese de proteínas, e a abertura estomática. Marques et al. (2009) avaliando a fotossíntese em plantas de orégano influenciadas por diferentes lâminas de irrigação, registraram que o aumento da intensidade do estresse hídrico, ocasionou uma diminuição da atividade fotossintética das plantas aos 45 dias após o plantio.

Na análise de regressão para a condutância estomática (gs), verificou-se efeito quadrático ajustado ao modelo polinomial com R^2 igual a 0,64 (Figura 3C). O valor máximo de gs ($0,57 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) foi obtido sob a lâmina de irrigação de 278,68 mm, onde, a partir dessa lâmina a condutância estomática passa a decrescer. Em situação de baixa disponibilidade de água no solo as plantas reduzem a perda de água ao diminuir a condutância estomática.

Figura 3 - Valores de fotossíntese (A), valores de transpiração (B) e valores de condutância estomática (C) em plantas de gergelim em função de diferentes lâminas de irrigação.



A quantidade de água no tratamento 57 mm já não seria suficiente para atender a demanda hídrica nas plantas e, além disso, o tratamento resultou em acúmulo de solutos no solo, conforme indicado pela baixíssima condutância estomática. Do mesmo modo, as plantas irrigadas com o tratamento 285 mm (excesso hídrico) também reduziram a gs. Nessas condições a cultura do gergelim possivelmente aumentou a resistência estomática e conseqüentemente diminuiu a condutância estomática com o aumento da reposição hídrica no solo.

Resultados oposto ao desse estudo foram evidenciados por Marques et al. (2009), ao analisar alterações fisiológicas na cultura da melancia sob diferentes lâminas de irrigação. Para esses autores as reduções constatadas na resistência estomática com o aumento da irrigação, notadamente no período da manhã, possibilitaram maior condutância estomática.

Conclusões

A lâmina de irrigação de 181,5 mm da ET₀PM na presença do biofertilizante bovino

proporciona a maior altura de plantas na cultura do gergelim.

As diferentes lâminas de irrigação influenciam significativamente os valores de fotossíntese, condutância estomática e transpiração na cultura do gergelim.

O biofertilizante pode ser utilizado como fonte de nutrientes para a altura de plantas e o número de folhas em plantas de gergelim.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro para a realização da pesquisa.

Referências

BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA, J. G.; PEREIRA, J. R. **Preparo do solo, adubação e calagem**. In: BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J. O agronegócio do gergelim no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 348 p.

- CARVALHO, C. M.; VIANA, T. V. A.; MARINHO, A. B.; LIMA JÚNIOR, L. A.; AZEVEDO, B. M.; VALNIR JÚNIOR, M. Influência de diferentes lâminas de irrigação no crescimento inicial do pinhão manso. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.5, n. 1, p.75–81, 2011.
- CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, G. D.; OLIVEIRA, F.A.; CAVALCANTE, I. H. L.; GONDIM, S. C.; CAVALCANTE, M. Z. B. Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em solo de baixa fertilidade tratado com biofertilizantes líquidos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, n. 08, p.15-19, 2007.
- CAVALCANTE, L. F.; SILVA, G. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, T. J.; ALVES, J. C.; COSTA, A. P. M. Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, p. 414-420, 2009.
- 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. 01, p. 251-261, 2010.
- COELHO; E. F.; SIMÕES, W. L. Produtividade do mamoeiro, cultivar tainung n 1, sob diferentes manejos de irrigação nos tabuleiros costeiros do nordeste. **Magistra**, v. 22, n. 1, p. 35-40, 2010.
- DINIZ, A. A.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; NUNES, J. BREHM, M. A. S. Esterco líquido bovino e ureia no crescimento e produção de biomassa do maracujazeiro amarelo. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 03, p. 597-604, 2011.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p. (Documentos, 1).
- EMBRAPA. **Cultivo do gergelim**. Disponível em [www/sistemasdeproducao.cnptiaembrapa.br/FontesHTML/ Gergelim/ Cultivado Gergelim /index.htm](http://www/sistemasdeproducao.cnptiaembrapa.br/FontesHTML/Gergelim/CultivadoGergelim/index.htm). Acesso em: 12 set. 2012.
- FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.; SOUTO, A. G. L. Necessidade hídrica do maracujazeiro-amarelo cultivado sob estresse salino, biofertilização e cobertura do solo. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 1, p. 82-91, 2011.
- FREITAS, C. A. S; SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; LACERDA, C. F.; PEREIRA FILHO, J. V.; SOUSA, G. G. Produção de matéria seca e trocas gasosas em cultivares de mamoneira sob níveis de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** (Impresso), v. 15, p. 1168-1174, 2011.
- LACERDA, C. F.; COSTA, R. N. T.; BEZERRA, M. A.; GUEYI, H. R. **Estratégias de manejo para uso de água salina na agricultura**. In: GUEYI, H. R.; DIAS, N. S. LACERDA, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal, 2010. 472 p.
- LIMA, J. G. A. VIANA, T. V. A.; SOUSA, G. G.; WANDERLEY, J. A. C.; PINHEIRO NETO, L. G.; AZEVEDO, B. M. Crescimento inicial do milho fertirrigado com biofertilizante. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 01, p. 39-44, 2012.
- MARQUES, P. A. A.; BERNARIDI FILHO, L.; SANTOS, A. C. P. Crescimento, produção de óleo essencial e trocas gasosas em orégano influenciado por diferentes lâminas de irrigação. **Ciência Rural**, v. 39, n.6, p. 1888-1892, 2009.
- MESQUITA, J. B. R.; AZEVEDO, B. M.; CAMPELO, A. R.; FERNANDES, C. N. V.; VIANA, T. V. A. Crescimento e produtividade da cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.) sob diferentes níveis de irrigação, **Irriga**, v. 18, n. 2, p. 364-375, 2013.
- MELO, A. S.; FERNANDES, P. SOBRAL, L. F.; BRITO, M. E. B.; DANTAS, J. D. M. Crescimento, produção de biomassa e eficiência fotossintética da bananeira sob fertirrigação com nitrogênio e potássio. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 03, p.417-426, 2010.
- PENTEADO, S. R. **Adubação Orgânica: Compostos orgânicos e biofertilizantes**. 2. ed. Campinas: Edição do autor, 2007.162 p.
- SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F.M.L.; SOUSA, C. C. M.; PEREIRA FILHO, J. V.; FREITAS, C. A. S. Desempenho de cultivares de girassol sob diferentes lâminas de irrigação no Vale do Curu, CE. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 01,

p.57-64, 2011.

SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; LACERDA, C. F.; PEREIRA FILHO, J. V.; FREITAS, C. A. S. Trocas gasosas em plantas de girassol submetidas à deficiência hídrica Em diferentes estádios fenológicos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 01, p. 86-93, 2013.

SOUSA, P.S.; MEDEIROA, J. F.; MATOS, J. A.; MELO, S. B.; FERREIRA, R. C. efeito de lâminas de irrigação sobre o crescimento do algodoeiro herbáceo. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v.3, n.03, p.6-11, 2008.

SOUSA, G. G.; AZEVEDO, B. M.; ALBUQUERQUE, A. H. P. MESQUITA, J. B. R.; VIANA, T. V. A. Características agronômicas do amendoineiro sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes. **Revista Agroambiente**, v. 6, n. 02, p. 124-132, 2012.

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.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Trad. SANTARÉM, E. R. 3.ed. – Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

VIANA, T. V. A.; SANTOS, A. P. G.; SOUSA, G. G.; PINHEIRO NETO, L. G.; AZEVEDO, B. M.; AQUINO, B. F. Trocas gasosas e teores foliares de NPK em meloeiro adubado com biofertilizantes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.4, p.595-601, 2013.

Recebido em: 05/09/2013
Aceito em: 16/04/2014