

**Tolerância de genótipos de gergelim ao estresse hídrico em cultivo com biofertilizante****Sesame genotype tolerance to water stress in cultivation with biofertilizer**

DOI:10.34117/bjdv6n9-049

Recebimento dos originais: 01/08/2020

Aceitação para publicação: 03/09/2020

**Victor Herbert de Alcântara Ribeiro**

Universidade Federal da Paraíba, Campus Universitário III, S/N - Cidade Universitária,  
Bananeiras - PB, CEP: 58220-000, Brasil  
E-mail: victor\_herbert@hotmail.com

**Nair Helena Castro Arriel**

EMBRAPA Algodão, R. Osvaldo Cruz, 1143 - Centenário, Campina Grande - PB, 58428-095, Brasil  
E-mail: nair.arriel@embrapa.br

**Pedro Dantas Fernandes**

Universidade Federal de Campina Grande, R. Aprígio Veloso, 882 - Universitário, Campina Grande - PB, 58428-830, Brasil  
E-mail: pedrodantasfernandes@gmail.com

**RESUMO**

O gergelim (*Sesamum indicum* L.), possui alto potencial no mercado mundial, pela qualidade de suas sementes e óleo. Tem características de tolerância à seca e adaptação a diferentes tipos de solo. Este estudo tem por finalidade, avaliar a tolerância ao estresse hídrico de genótipos de gergelim ('BRS Seda', 'BRS Morena' e 'BRS Anahi') com aplicações de biofertilizante. O experimento foi realizado na EMBRAPA Algodão constando do uso ou não de um biofertilizante, três cultivares e três níveis de manejo hídrico das plantas (fator 2 x 3 x 3) com cinco repetições, totalizando 90 plantas. Foram avaliadas as variáveis: Altura de planta, Número de frutos por planta, Massa de Sementes. Os dados obtidos foram avaliados pelo teste 'F', com comparações de médias pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) e pelo teste t para aplicação de biofertilizante. O aumento da lâmina de irrigação afetou positivamente a altura de planta de gergelim e número de frutos. Para massa de sementes, as cultivares BRS Anahi e Seda foram influenciadas positivamente pelo uso do biofertilizante quando submetidas a lâminas de irrigação de 70 e 100% da reposição de água. Dentre as cultivares, a que produziu um maior número de frutos foi a BRS Seda.

**Palavras-chave:** Manejo de irrigação, crescimento, produção, sésamo.

**ABSTRACT**

Sesame (*Sesamum indicum* L.) has high potential on the world market, due to the quality of its seeds and oil. It has characteristics of drought tolerance and adaptation to different types of soil. This study aims to assess the tolerance to water stress of sesame genotypes ('BRS Seda', 'BRS Morena' and 'BRS Anahi') with biofertilizer applications. The experiment was carried out at EMBRAPA Cotton, consisting of the use or not of a biofertilizer, three cultivars and three levels of water management of the plants (factor 2 x 3 x 3) with five replications, totaling 90 plants. The variables were evaluated: Plant height, Number of fruits per plant, Seed mass. The data obtained were evaluated by the 'F' test,

with comparisons of means by the Tukey test ( $p < 0.05$ ) and the t test for biofertilizer application. The increase in the irrigation depth positively affected the height of the sesame plant and number of fruits. For seed mass, BRS Anahi and Seda cultivars were positively influenced by the use of biofertilizer when subjected to irrigation depths of 70 and 100% of water replacement. Among the cultivars, the one that produced the largest number of fruits was BRS Seda.

**Keywords:** Irrigation management, growth, production, sesame.

## 1 INTRODUÇÃO

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é a mais antiga oleaginosa conhecida. As suas sementes são ricas em óleo de excelente qualidade, com propriedades antioxidantes, devido à presença de substâncias como a sesamolina, o sesamol e a sesamina (EMBRAPA, 2014; FERREIRA, 2017). Essa demanda constitui-se em uma alternativa importante para o sistema produtivo, principalmente devido ao fato de suas sementes conterem cerca de 50% de óleo de excelente qualidade (BELTRÃO *et al.*, 2001, ARRIEL *et al.*, 2009). A planta do gergelim apresenta ampla adaptação a diversos tipos de condições edafoclimáticas, contudo, estresses bióticos e abióticos podem afetar o rendimento da lavoura, dependendo da intensidade e duração (COOPER *et al.*, 2014; WANG *et al.*, 2014). Nestas condições, a baixa capacidade de armazenamento de água e a baixa fertilidade do solo afetam a produção da cultura. Assim, pela necessidade de melhorias na fertilidade dos solos em que a espécie é cultivada, a utilização de biofertilizantes orgânicos pode ser uma alternativa excelente quando se visa aumentar a produção, sem desgaste ambiental considerável, aliando-se à economia de capital, além de promover a qualidade do solo, aumentando seu teor de matéria orgânica e suas características físicas, químicas e biológicas pode contribuir com a resistência das plantas ao ataque de pragas e doenças, entre outros (OLIVEIRA *et al.*, 2001; WILLER; YUSSEFI, 2001; ARAÚJO *et al.*, 2007; MENEZES; OLIVEIRA, 2008, EUBA NETO *et al.*, 2016). Azevedo *et al.* (2003) afirmam que um dos principais problemas enfrentados pelos agricultores do Nordeste brasileiro, além da baixa qualidade das sementes e da terra, é a escassez de água. Na Paraíba, a cultura do gergelim se constitui excelente opção agrícola por possuir satisfatório grau de resistência à seca associado e baixo custo de produção (BELTRÃO *et al.*, 1991).

Para melhor eficiência do insumo a ser utilizado, deverá ser levado em questão às características físicas do solo, como sua textura, estrutura e seu teor de matéria orgânica, além de que sua acumulação no solo, com o passar dos anos, pode proporcionar o acúmulo de nitrogênio orgânico, aumentando seu potencial de mineralização e disponibilidade para as plantas (TRANI *et al.*, 1997; SCHERER, 1998). Silva *et al.* (2011) e Oliveira *et al.* (2011), afirmam que um dos fatores imprescindíveis para a produção agrícola é a água, sendo necessária rigorosa atenção ao seu uso, pois seu excesso ou falta podem causar estresse hídrico, afetando significativamente o rendimento das

culturas. Logo, o seu manejo precisa ser racional para que haja máximo aproveitamento e acurácia da produção, como afirma Araya *et al.* (2011). Outro fator que merece destaque no que diz respeito à redução de perdas de umidade do solo é o uso de condicionante orgânica como, por exemplo, o biofertilizante bovino (FREIRE *et al.*, 2011). Objetiva-se com esta pesquisa, avaliar o rendimento do gergelim em função de diferentes níveis de estresse hídrico na presença de biofertilizante, visando oferecer ao produtor formas alternativas de adubação e de convivência com períodos com pouca chuva, com custo reduzido em relação às formas convencionais de produção, mantendo-se a qualidade das sementes.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado na EMBRAPA Algodão, situada no município de Campina Grande, PB, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude. 7°13'S, longitude, 35° 52'W e altitude. 547m, com 600 m de altitude e clima Aw (tropical chuvoso) segundo a classificação de Köppen (BRASIL, 1972).

O delineamento experimental utilizado foi DBC - Delineamento de blocos casualizados com 5 repetições em esquema fatorial, visando diminuir a influência de fatores edafoclimáticos na pesquisa.

As características químico-físicas do solo utilizado foram realizadas no laboratório de solos da Universidade Federal de Campina Grande, e apontaram uma média de 3,67 Cálcio em meq/100g de solo apresentando um pH de 6,02 (1:2,5), conforme Tabela 1.

**Tabela 1.** Análise da fertilidade do solo do experimento, realizado no laboratório de solos da UFCG, Campina Grande, PB, 2018.

Atributos Químicos	Profundidade (cm)	
	Amostra A	Amostra B
Cálcio (meq/100g de solo)	3,97	3,37
Magnésio (meq/100g de solo)	1,67	1,97
Sódio (meq/100g de solo)	0,11	0,09
Potássio (meq/100g de solo)	0,92	0,32
Hidrogênio (meq/100g de solo)	1,93	1,79
Alumínio (meq/100g de solo)	0,00	0,00
Carbonato de Cálcio Qualitativo	Ausência	Ausência
Carbono Orgânico %	1,06	1,23

Matéria Orgânica %	1,83	2,12
Nitrogênio %	0,11	0,12
Fósforo Assimilável mg/100g	1,48	1,25
pH H <sub>2</sub> O (1:2,5)	6,02	6,02
Cond. Elétrica – mmhos/cm (Suspensão Solo-Água)	0,21	0,22
<b>Classificação Textural</b>	<b>Franco Arenoso</b>	<b>Franco Arenoso</b>
<b>Densidade do Solo g/cm<sup>3</sup></b>	1,32	1,31
<b>Densidade de Partículas g/cm<sup>3</sup></b>	2,69	2,64
<b>Porosidade %</b>	50,92	50,37
<b><u>Umidade (% base solo seco)</u></b>	0,40	0,41
Natural		
0,10 atm	17,02	17,89
0,33 atm	12,46	13,38
1,00 atm	8,65	8,61
5,00 atm	5,62	5,71
10,0 atm	4,09	4,87
15,0 atm	3,91	4,55
<b>Água disponível</b>	<b>13,11</b>	<b>13,34</b>

De acordo com a análise física, o solo encontra-se na classificação textural de ‘Franco – Arenoso’ (Tabela 1) e observado pelo triângulo textural, com porosidade média de 50,64%. Um solo franco-argiloso possui maior quantidade de poros quando comparado a um solo arenoso, este possuindo maior quantidade de macroporos, com isso, a retenção de água é maior em um solo com mais teor de argila.

O clima do local da pesquisa, segundo a classificação de Köppen, é do tipo AS, ou seja, tropical com estação seca, com médias anuais de temperatura em torno de 22 °C sendo a mínima de 19 °C e a máxima de 26 °C, precipitação média anual acima de 700 mm, com maiores índices pluviométricos concentrados nos meses de abril a agosto; evapotranspiração de referência média anual de 500 mm e umidade relativa média anual de 80%.

Fatores em estudo, tratamentos e delineamento estatístico.

No experimento foram estudados os genótipos do gergelim (*S. indicum* L.), cultivares ‘BRS Seda’, ‘BRS Anahí’ e ‘BRS Morena’ desenvolvidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Algodão), cujas principais características são: Anahí com haste única e as demais cultivares são e ramificadas e com cápsulas deiscentes, ciclo de 85 a 100 dias, início da floração com média entre 26 a 35 dias. O plantio foi realizado em recipientes plásticos com capacidade de 20 L (50 cm de altura x 20 cm de diâmetro superior). Os tratamentos foram constituídos de três lâminas de irrigação (40%, 70%, e 100%) que foram escolhidas com base na análise da curva de retenção de água do solo, que foi determinada com base nas análises físico-químicas do solo, e de dois tratamentos de biofertilizante (aplicação ou não de biofertilizante).

A determinação da curva de retenção de água (CRA) no solo pode ser feita através de vários modelos, dentre estes, existem dois modelos com uso mais difundido, o modelo de van Genuchten (van GENUCHTEN, 1980) e o potencial. O primeiro é modelo mais utilizado para determinação da CRA, porém, esse é dependente de coeficientes que são gerados durante a aplicação do mesmo e que são utilizados na equação de determinação da umidade, o que faz com que a aplicação desses seja mais árdua em alguns casos. Já o modelo potencial é simplesmente a geração de uma equação potencial, onde no eixo “x” estão as tensões, ou seja, as variáveis independentes e no eixo “y” as umidades do solo, as variáveis dependentes (FILGUEIRAS *et al.*, 2016).

O biofertilizante foi formulado de acordo com a metodologia descrita por Cavalcanti (1998) com o auxílio da ferramenta SOLVER do Microsoft Office Excel. Para isto, construiu-se uma planilha contendo os diferentes ingredientes orgânicos como observado na Tabela 2. Para o preparo do biofertilizante anaeróbico os ingredientes foram misturados em um reservatório para 200L por 90 dias, com a ausência de revolvimento deste durante todo o período. Ortiz (2006) afirma que a aplicação de soluções organominerais (biofertilizantes), produzidos à base de vinhaça de cana-de-açúcar, ativa a microbiota do solo, aprimorando a humificação de materiais secos e decomposições, melhorando a estrutura física do solo, tornando-o mais solto e arejado.

**Tabela 2.** Composição química percentual dos ingredientes utilizados para formulação de Biofertilizante.

	Sangue	Vinhaça	Coração de bananeira	Cinza de madeira	H2O
Nutrientes	-----%-----				
----					
N	2,55	0,012	0,190	0,00	0,0001
P	0,05	0,005	0,190	3,70	0,0000
K	0,19	0,040	0,020	7,00	0,0022

Quantidade (kg) dos ingredientes utilizados na formulação de 200L de solução					
BIO	1,012	125,00	1,00	0,010	72,977

Cada parcela experimental foi constituída de 1 vaso com 1 planta, seguindo o arranjo fatorial 2 x 3 x 3 (aplicação ou não de biofertilizante x cultivares x manejo hídrico), com cinco blocos, resultando em 90 parcelas experimentais. Para as aplicações de biofertilizante, utilizou-se como referência o peso dos tratamentos a 40%, sendo os tratamentos restantes com diluição do biofertilizante em água para compensar o peso por tratamento. Os vasos foram preenchidos com solo e água, sendo escolhidos ao acaso para pesagem diária, observando o peso total por vaso e, posterior relação com o tratamento de umidade em que está inserido.

Até o 10º dia após a emergência, foi aplicada uma lâmina correspondente a 100% em todos os vasos visando uniformizar todo experimento. Após esse período as lâminas foram aplicadas de acordo com os tratamentos, com base na necessidade de cada tratamento com as pesagens observadas, até os 85 dias após a emergência.

Com base nas pesagens realizadas em laboratório e no experimento, observou-se que quando em capacidade de campo (100%) sua massa é em média 21,88 kg, enquanto para os tratamentos de 70 e 40%, a massa correspondeu a 21,0kg e 20,40kg respectivamente. Tendo estes valores como referência, realizaram-se pesagens diárias de vasos correspondentes a cada tratamento, objetivando manter suas respectivas quantidades de aplicações de água. Para as aplicações com biofertilizante, utilizou-se como referência a pesagem aos 40%, aplicando-se a mesma quantidade de biofertilizante nos demais tratamentos, evitando escassez ou excesso de nutrientes entre os tratamentos.

A partir dos 15 dias após a emergência (DAE) das plantas, foram avaliadas as seguintes características: 'Altura de planta' (AP) e 'Número de frutos' (NDF); Após a colheita, a variável de 'Massa de sementes' (MS). As coletas de dados foram realizadas nas plantas das parcelas experimentais, aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência.

A 'AP' foi medida em cm, entre o colo da planta e a gema localizada na extremidade do ramo mais alto, com auxílio de uma trena fixada em um cano de PVC rígido; o 'NDF' foi contada em campo nas plantas úteis; A 'MS' (g), foi obtido após a secagem das sementes de gergelim, por 15 dias, a temperatura ambiente, em casa de vegetação

Os resultados foram submetidos à análise de variância. As significâncias do efeito dos tratamentos foram determinadas pelo teste F. Para determinar o efeito das diferenças significativas entre as variáveis e fatores as médias, as variáveis foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o software SAS 9.2 (2011).

**3 RESULTADOS E DISCUSSÃO****3.1 CRESCIMENTO DE PLANTAS DE GERGELIM EM FUNÇÃO DA IRRIGAÇÃO E BIOFERTILIZANTE**

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 3), observa-se que houve interação significativa entre lâminas de irrigação e biofertilizantes (L x B), para todas as avaliações de altura de planta com exceção aos 15 dias. Para o número de folhas e diâmetro de caule pode-se observar a diferença significativa entre o fator isolado (lâmina) durante todos os períodos de avaliação. No entanto observou-se ainda interação entre lâminas de irrigação e biofertilizantes (L x B) para F30 e F75.

Para os fatores isolados foi observado efeito significativo em ‘Cultivar’ para número de folhas (F) aos 60, 75 e 90 DAE. Na lâmina foi observado para altura de planta, número de folhas e diâmetro de caule (D) em todas as épocas de avaliação. Para o fator biofertilizante observou-se efeito significativo para número de folhas aos 30 DAE e o diâmetro caule aos 90 DAE.

Na análise comparativa dos dados obtidos no presente ensaio (Tabela 3) constata-se diferença significativa a 1% de probabilidade para o fator lâmina de irrigação sobre todos os dias após a emergência. Para o fator biofertilizante houve diferença significativa a 1 e 5% de probabilidade apenas para 60 e 90 dias respectivamente, após a emergência. No entanto para os demais fatores e suas interações não houve diferença significativa.

**Tabela 3.** Resumo das análises de variância para altura de planta (A), número de folhas (F) e diâmetro caulinar (D) em cultivares de gergelim sob biofertilizante e lâminas de irrigação, avaliadas aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência (DAE), Campina Grande, PB, 2019.

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios					
		A15	A30	A45	A60	A75	A90
Cultivar (C)	2	2,99 <sup>ns</sup>	1,80 <sup>ns</sup>	7,65 <sup>ns</sup>	65,28 <sup>ns</sup>	563,72 <sup>ns</sup>	1014,01 <sup>n</sup> <sub>s</sub>
Lâmina (L)	2	375,86 <sup>**</sup>	2150,84 <sup>*</sup>	10422,86 <sup>*</sup>	16212,97 <sup>*</sup>	16846,39 <sup>*</sup>	17604,42 <sup>*</sup>
Biofertilizante (B)	1	0,82 <sup>ns</sup>	3,80 <sup>ns</sup>	334,08 <sup>ns</sup>	340,27 <sup>ns</sup>	91,00 <sup>ns</sup>	360,40 <sup>ns</sup>
Bloco	4	31,06 <sup>**</sup>	28,54 <sup>ns</sup>	230,86 <sup>ns</sup>	524,67 <sup>ns</sup>	573,32 <sup>ns</sup>	310,16 <sup>ns</sup>
Interação C x L	4	5,17 <sup>ns</sup>	22,88 <sup>ns</sup>	146,47 <sup>ns</sup>	368,95 <sup>ns</sup>	62,29 <sup>ns</sup>	15,61 <sup>ns</sup>
Interação C x B	2	0,98 <sup>ns</sup>	12,46 <sup>ns</sup>	67,53 <sup>ns</sup>	129,97 <sup>ns</sup>	196,13 <sup>ns</sup>	824,64 <sup>ns</sup>
Interação L x B	2	3,82 <sup>ns</sup>	72,23 <sup>*</sup>	660,14 <sup>*</sup>	1194,75 <sup>*</sup>	2101,38 <sup>*</sup>	1416,18 <sup>*</sup>
Interação C x L x B	4	1,91 <sup>ns</sup>	20,89 <sup>ns</sup>	99,49 <sup>ns</sup>	259,33 <sup>ns</sup>	252,28 <sup>ns</sup>	236,25 <sup>ns</sup>

Resíduo	68	3,61	22,25	146,16	281,35	324,79	394,40
CV (%)		18,01	20,59	22,39	19,27	14,99	14,99

\*\* , \* e ns: significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F (cultivar e lâminas de irrigação) e teste t (LSD) (biofertilizante). GL: graus de liberdade, CV: coeficiente de variação. A15, A30, A45, A60, A75 e A90: altura de planta aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência.

De modo geral foi observado um incremento de crescimento vegetativo para altura das plantas de gergelim quando submetidas a irrigação e fertilização orgânica.

Aos 15 DAE o aumento da lâmina de irrigação afetou positivamente a altura de planta de gergelim (Figura 1A). As plantas atingiram uma altura média de 14 cm na lâmina de 100% da irrigação com um incremento de 7 cm (100%) em relação a lâmina de 40% em que as plantas alcançaram média de 7 cm de altura.

Quando realizado o desdobramento da interação para altura da planta (Figura 1B) foi observado que não houve influência do biofertilizante dentro de cada lâmina de irrigação aos 30 DAE, porém a altura de planta foi influenciada pelas diferentes lâminas de irrigação observando-se diferença estatística entre as lâminas de 70 e 100% em relação a lâmina de 40%. O valor médio para altura de planta quando aplicado o biofertilizante na lâmina de 70% foi de 28 cm, obtendo um incremento de 100% em relação a lâmina de 40% que obteve 14 cm. Já para os tratamentos sem o biofertilizante, na lâmina de 100%, a média na altura de planta foi de 31 cm e de 12 cm para lâmina de 40%, obtendo um incremento percentual em torno de 158,3%. É importante que as plantas tratadas com biofertilizantes e com 100% de irrigação apresentaram menor altura que aquelas não tratadas, em termos de valores médio as plantas dos respectivos tratamentos apresentaram 160 cm e 140 cm aos 90 DAE e não ocorreram diferenças significativas pelo teste F.

Estes resultados se diferem dos observados por Ribeiro *et al.* (2016), onde as cultivares de gergelim ‘BRS Seda’ e ‘Preta’ foram submetidas à doses de solução organomineral e, ao aumentar a quantidade da dosagem, as plantas responderam de forma crescente, obtendo médias acima de 172cm. Porém, a pesquisa de Ribeiro foi realizada em condições de campo, diferente da presente pesquisa, realizada em casa de vegetação. O ambiente de casa de vegetação, sua temperatura e utilização de vasos, podem ser considerados fatores limitantes para o desenvolvimento das culturas, além de que uma irrigação à 100% das condições do solo podem acarretar na lixiviação de macro e micronutrientes, além da diminuição do oxigênio, devido ao preenchimento dos macro e microporos, podendo gerar um estresse hídrico devido ao excesso de água.

Aos 45 e 60 DAE, houve o mesmo comportamento dos 30 DAE com médias de 74 e 111 cm para a lâmina de 100% e de 30 e 55 cm para lâmina de 40% para os tratamentos sem biofertilizante aos 45 e 60 DAE, respectivamente. O incremento percentual foi de 146,6 % na altura da planta aos

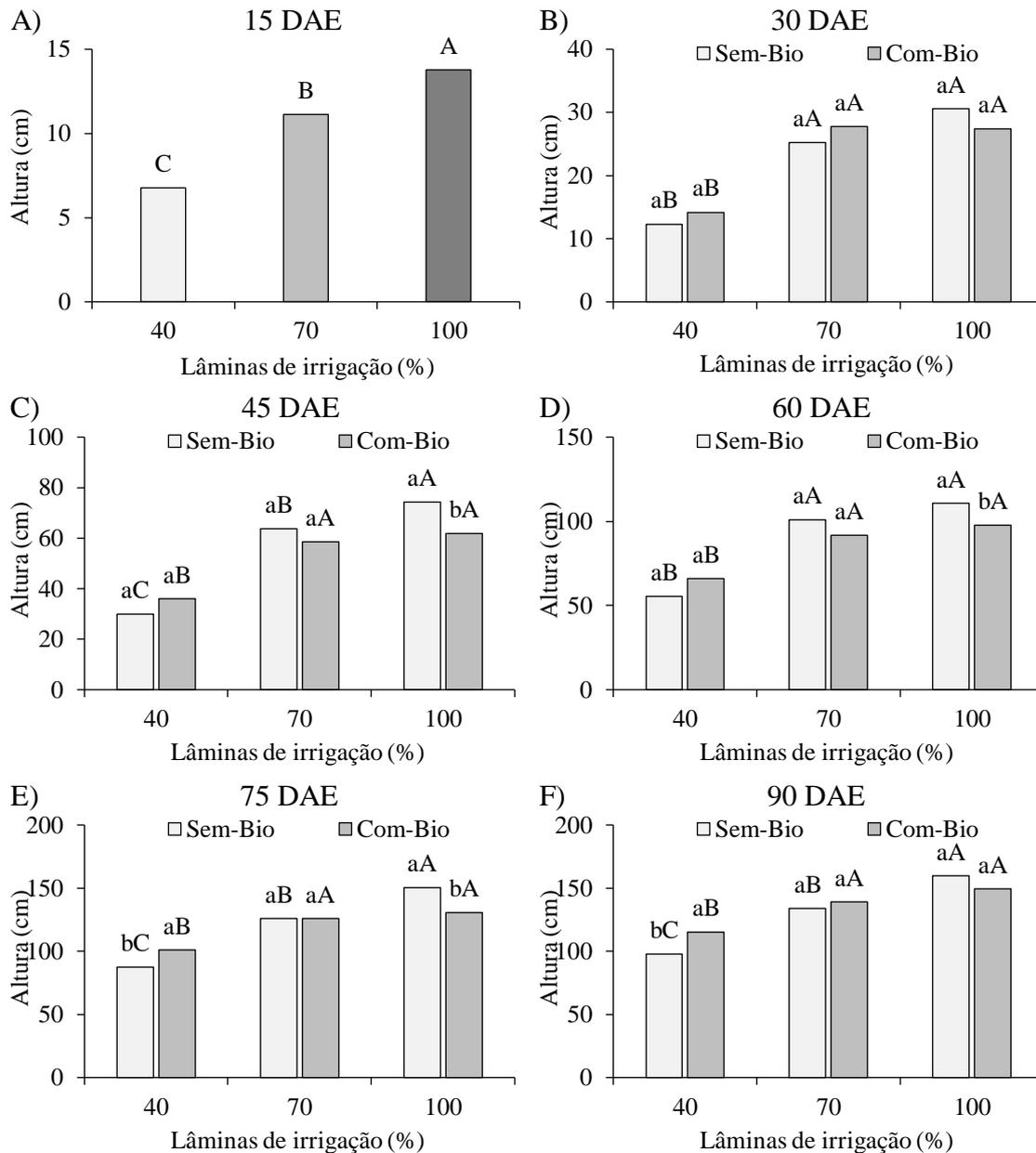
45 DAE e de 101,8% aos 60 DAE, quando comparado a lâmina de 100% com a de 40% (Figuras 2C e 2D).

Aos 75 e 90 DAE o biofertilizante influenciou a altura da planta de gergelim na lâmina de 40%, promovendo assim uma maior altura de planta quando aplicado o biofertilizante. A média na altura de planta foi de 101 e 115 cm para as plantas submetidas ao biofertilizante aos 75 e 90 DAE, respectivamente, e de 87 e 98 cm sem o biofertilizante, obtendo assim um incremento percentual de 16,09% aos 75 DAE e de 17,34% aos 90 DAE.

Ao se comparar as diferentes lâminas de irrigação observa-se que os maiores valores em altura de planta com e sem aplicação de biofertilizante foram maiores na lâminas 100% aos 75 e 90 DAE. Portanto, ao final do ciclo da planta quando são formadas as estruturas de produção com efeito positivo da irrigação sobre o crescimento das plantas, se desenvolve, na parte terminal do caule, quando são formados as flores e os frutos. Comparativamente, os menores valores médios de altura para as plantas com irrigação e biofertilizantes podem ser em função de que as plantas submetidas à fertiirrigação, provavelmente, entraram mais cedo na fase reprodutiva e assim, finalizam o crescimento vegetativo para entrarem na fase reprodutiva.

Quando observado o fator genótipo, não houve diferença significativa durante todo o ciclo da cultura (períodos de 15 a 90 dias). Resultados semelhantes foram verificados por Boydak *et al.* (2007) e Silva *et al.* (2014), em estudos realizados com diferentes métodos de irrigação no crescimento e nos componentes de produção da cultura do gergelim.

**Figura 1.** Alturas de plantas de gergelim. (A) aos 15 dias após a emergência (DAE), (B) 30 DAE, (C) 45 DAE, (D) 60 DAE, (E) 75 DAE e (F) 90 DAE em função de lâminas de irrigação e biofertilizante. Médias seguidas de mesma letra, minúscula para biofertilizante e maiúscula para lâminas de irrigação, não diferem, Campina Grande, PB, 2019.



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 a altura da planta. Maia-Filho *et al.* (2013) avaliou a cultivar ‘BRS Seda’ em condições de campo e com aplicações de biofertilizante, obtendo uma altura média de 156,75 cm, com algumas podendo chegar a 160 cm, valores que são maiores do que os descritos nesta pesquisa nos 90 DAE quanto à aplicação de biofertilizante. Uma possível explicação é que a aplicação de 100% da lâmina de irrigação pode gerar um estresse por excesso de água, retardando o crescimento da planta, além de deixar os macros e micronutrientes, naturais do solo e aplicados com o biofertilizante, suscetíveis à lixiviação. É

importante acrescentar que a pesquisa realizada por Maia-Filho *et al.* (2013) foi feita em condições de campo, enquanto a presente pesquisa foi realizada em casa de vegetação e em vasos, o que pode ser um fator limitante no crescimento, pois as raízes não se desenvolvem de forma livre, além da temperatura geralmente ser mais elevada em casas de vegetação. Como é cultivado em regiões semiáridas em todo o mundo, o potencial de produção do gergelim é muitas vezes limitado por estresse hídrico (BOUREIMA *et al.*, 2012). A lâmina de irrigação associada ao biofertilizante responsável pela máxima altura da planta apresentou média de 150 cm, valor próximo da média quando comparado com dados observados por Perin *et al.* (2010) que utilizando solo de baixa fertilidade com adubação, obteve para a variável altura média da planta um valor médio de 156 cm.

#### Parâmetros de produção

Na tabela 4, estão descritos os resultados da análise de variância para número de frutos (FR) e massa de sementes (MSE). Observa-se interação significativa entre os fatores em estudos, cultivar (C) versus lâminas de irrigação (L) versus biofertilizante (B) apenas para variável massa seca de sementes. Para as demais variáveis foi observado efeito significativo dos fatores isolados cultivar e lâmina, exceto para o comprimento do fruto que apresentou resultados não significativos.

**Tabela 4.** Resumo das análises de variância para componentes de produção.

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios				
		FR30	FR45	FR75	FR90	MSE
Cultivar (C)	2	6,85**	10,91**	1,99**	1,48**	19,83**
Lâmina (L)	2	0,22ns	2,35**	25,01**	38,25**	416,16**
Biofertilizante (B)	1	0,12ns	0,06ns	2e-5ns	0,22ns	1,91 <sup>ns</sup>
Bloco	4	0,67ns	1,17*	0,25ns	0,04ns	2,27 <sup>ns</sup>
Interação C x L	4	0,75*	0,56ns	0,39ns	0,96**	6,19**
Interação C x B	2	4-3ns	0,11ns	0,23ns	5e-3ns	3,37 <sup>ns</sup>
Interação L x B	2	0,26ns	0,32ns	1,27**	0,59*	14,72**
Interação C x L x B	4	0,40ns	0,29ns	0,19ns	0,10ns	5,28*
Resíduo	68	0,27	0,42	0,20	0,15	1,55
CV (%)		82,87	28,91	9,38	7,92	16,28

\*\* , \* e <sup>ns</sup>: significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F (cultivar e lâminas de irrigação) e teste t (LSD) (biofertilizante). GL: graus de liberdade, CV: coeficiente de variação, C1FR: FR30, FR45, FR60, FR75 e FR90: número de frutos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência; comprimento de fruto, MSE: massa de sementes.

Quando comparada a massa seca de sementes de gergelim entre as cultivares sob as diferentes lâminas de irrigação e aplicação do biofertilizante, observa-se que as cultivares Anahi e BRS Seda foram influenciadas positivamente pelo uso do biofertilizante quando submetidas a lâminas de

irrigação de 70 e 100% da reposição de água. Apresentando 9 e 8 gramas por planta para as cultivares Anahi e BRS Seda na lâmina de 70% e de 12 e 11 gramas por planta para lâmina de 100% para mesma cultivares, respectivamente. O incremento proporcionado pelas cultivares em consonância com o biofertilizante e as referidas lâminas de irrigação sob a massa de sementes por planta quando comparada as cultivares BRS Anahi e BRS Seda com a Morena foi de 80 e 60% na lâmina de 70% e de 33,3 e 22,2% para lâmina de 100% em função da reposição de água (Figura 13).

Esse incremento proporcionado para a massa de sementes é resultado da ação positiva do biofertilizante que estimula a liberação de substâncias que são responsáveis pela liberação de nitrogênio, carbono e pela elevada porcentagem da CTC do solo, favorecendo assim absorção de nutrientes essenciais pela planta (VIANA *et al.*, 2013). Além dos fatores supracitados, o biofertilizante ainda age como promotor da adição de matéria orgânica melhorando estrutura física do solo e o armazenamento de água, possibilitando maior disponibilidade hídrica para as plantas cultivadas. (SOUZA *et al.*, 2008).

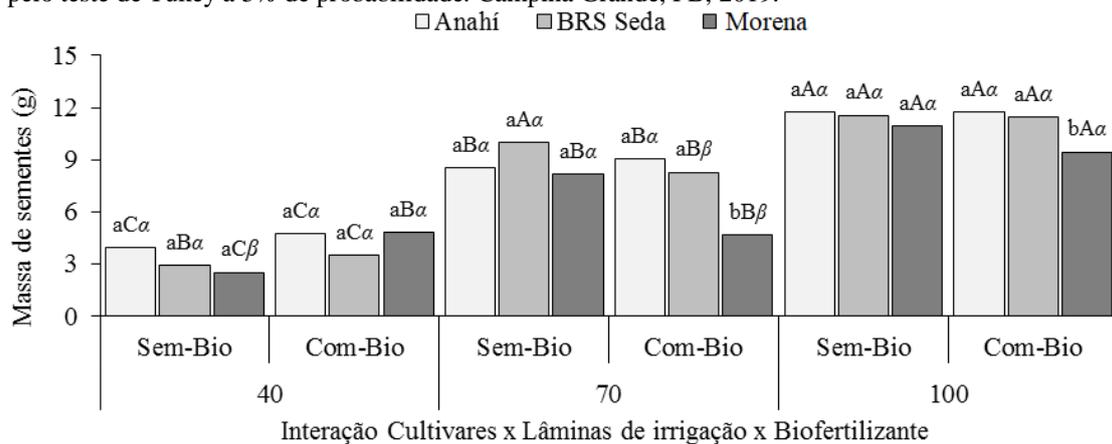
Observa-se ainda que a lâmina de 100% da reposição de água foi estatisticamente diferente das demais lâminas de irrigação para maioria das cultivares estudadas, exceto para cultivar BRS Seda que na lâmina 70% quando da ausência do biofertilizante não diferiu estatisticamente da lâmina de 100%. Quando comparado a massa de sementes por planta das diferentes cultivares estudadas entre a lâmina de 100% e 40% da reposição de água na presença e ausência do biofertilizante, constata-se um aumento percentual de 200, 300 e 450% sem biofertilizante para as cultivares Anahi, BRS Seda e Morena, respectivamente e de 140, 266 e 80% com biofertilizante para as mesmas cultivares respectivamente. De acordo com Lima *et al.* (2013), a interação irrigação versus biofertilizante eleva a capacidade produtiva do gergelim, devido a uma melhor absorção pelo vegetal dos nutrientes aplicados, bem como pelo aumento da atividade fotossintética e rápida translocação de nutrientes.

Ainda de acordo com o desdobramento da interação quando estudado os resultados proporcionado por cada lâmina de irrigação individualmente em função da aplicação do biofertilizante, observa-se que para a lâmina de 40% da reposição de água, apenas a cultivar Morena foi influenciada pela adição do biofertilizante, aumentando a massa de semente por planta em 150%. Já para a lâmina de 70% as cultivares BRS Seda e Morena quando comparado os tratamentos com e sem biofertilizante as mesmas obtiveram um decréscimo na massa de sementes por planta com o uso do biofertilizante em 20 e 37,5% respectivamente. Na lâmina de 100% não houve diferença significativa para os tratamentos com e sem aplicação do biofertilizante (Figura 7). De acordo com Arriel *et al.* (2015), a estimativa de produtividade da BRS Anahi é por volta de 1.600 kg/ha.

Santos (2017) observou maior incremento na produtividade em relação às sementes na medida em que aumentou a dose de N, sendo os valores máximos de PS foram obtidos na dose 120 kg ha<sup>-1</sup>

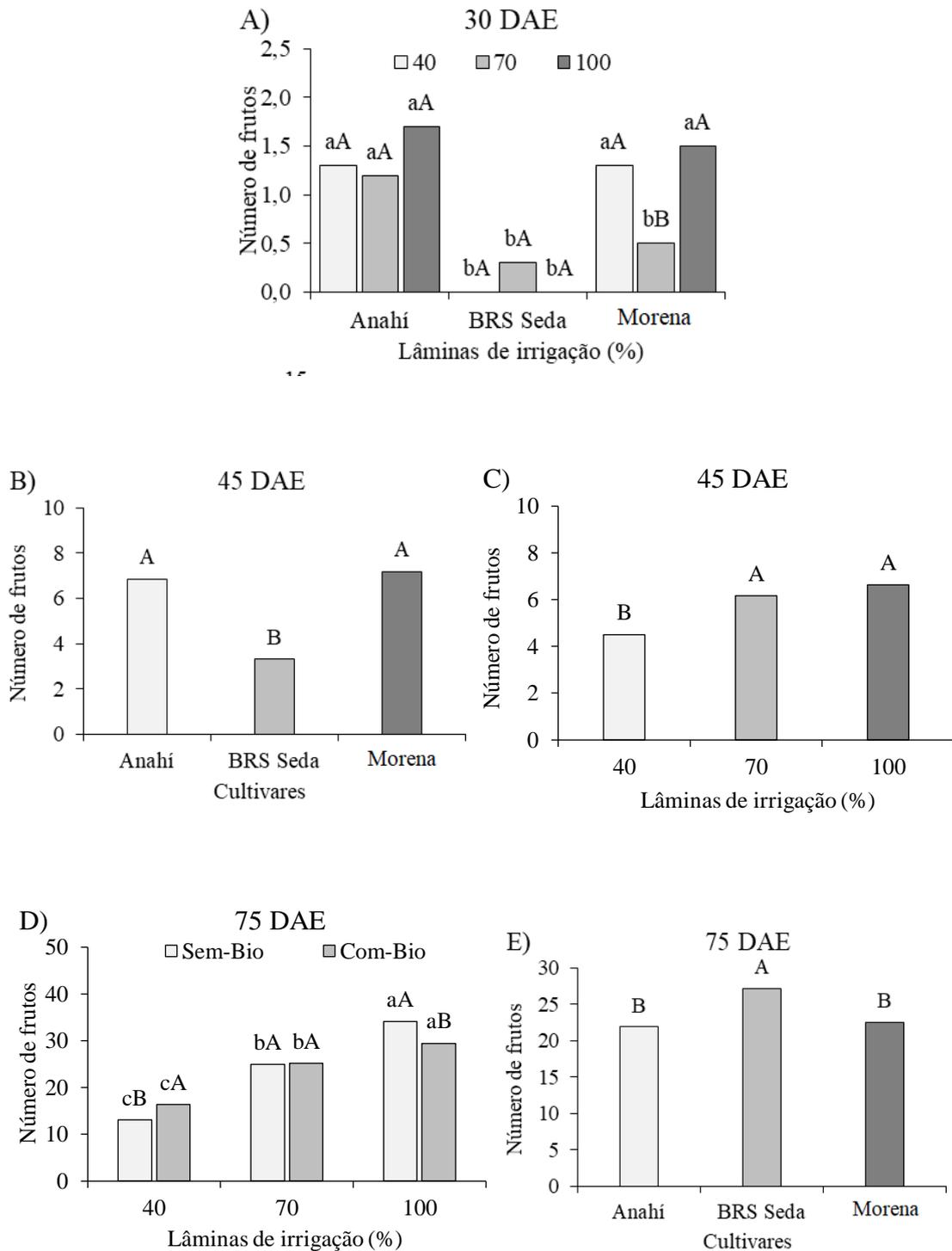
de N, exceto a cultivar BRS Seda na 1ª SA, que foi na dose de 118 kg ha<sup>-1</sup> de N. Os valores máximos obtidos nas cultivares foram de 1.268 kg ha<sup>-1</sup> (CNPA G2), 1.807,25 kg ha<sup>-1</sup> (CNPA G3), 1.473,25 kg ha<sup>-1</sup> (CNPA G4) e 1.654,69 kg ha<sup>-1</sup> de sementes na cultivar BRS Seda na 1ª safra. Sendo estes valores acima dos encontrados nesta pesquisa, pode fazer a relação entre os trabalhos, ao observar que na lâmina de 40%, por ser um fator limitante do desenvolvimento, mesmo com a presença do nitrogênio na formulação do biofertilizante, a produção de sementes foi baixa para as cultivares. Porém, aliada com a irrigação a 100%, observou-se maior incremento na produção, não havendo muita interferência na presença de biofertilizante. Isto pode ocorrer, pois o solo já possuía nível baixo de N, e, com a irrigação nos vasos (de 70 e 100% da CDC), pode acarretar na lixiviação desse nutriente. Em grande parte dos casos ao observar os dados de produção, a disponibilidade de N para a cultura é comumente um fator limitante que influencia o desenvolvimento da planta mais do que qualquer outro nutriente, tratando-se de nutrição mineral (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000).

**Figura 2.** Massa de sementes em função de lâminas de irrigação, biofertilizante e cultivares. Médias seguidas de mesma letra, minúscula para cultivares, maiúscula para lâminas de irrigação e símbolos ( $\alpha$  e  $\beta$ ) para biofertilizante, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Campina Grande, PB, 2019.

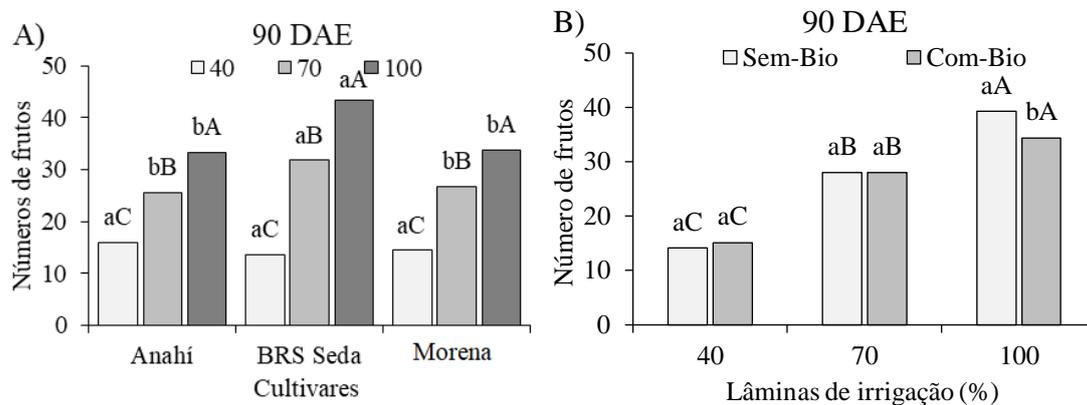


Quanto à massa de sementes a interação de todos os fatores mostrou diferença significativa, porém observa-se que a lâmina de irrigação aplicada de forma crescente atuou positivamente no rendimento de massa de sementes o que diverge com os resultados encontrados por Nascimento *et al.* (2011) quando cultivaram gergelim em função de diferentes níveis de água disponíveis no solo (40; 60; 80 e 100%) obedecendo uma produção decrescente quando aumentado estes níveis.

**Figura 3.** Número de frutos. (A) aos 30 dias após a emergência (DAE), (B) 45 DAE, (C) 45 DAE e (D e E) 75 DAE em função de cultivares, lâminas de irrigação e biofertilizante. Médias seguidas de mesma letra, minúscula para cultivares, maiúscula para lâminas de irrigação e símbolos ( $\alpha$  e  $\beta$ ) para biofertilizante, não diferem. Campina Grande, PB, 2019.



**Figura 4.** Número de frutos. (A e B) 90 DAE em função de cultivares, lâminas de irrigação e biofertilizante. Médias seguidas de mesma letra, minúscula para cultivares, maiúscula para lâminas de irrigação, não diferem. Campina Grande, PB, 2019.



Observa-se que 30 dias após a emergência a cultivar Anahi apesar de não diferir estatisticamente da cultivar Morena e entre as lâminas de irrigação, apresenta o melhor resultado quando recebe uma lâmina de irrigação de 100%. Ainda sobre a cultivar Morena, a lâmina de irrigação proporciona queda no número de frutos quando irrigada com a lâmina de 70%, assim como a cultivar BRS Seda independente da lâmina de irrigação (Figura 9).

Com relação aos 45 dias após a emergência o comparativo entre as cultivares continuou como observado aos 30 dias após a emergência, onde não houve diferença entre as cultivares Anahí e vermelha, no entanto para a lâmina de irrigação o pior resultado é observado para 40% (Figura 9).

Aos 75 dias após a emergência o número de frutos sofreu significativa interferência quando estudado a lâmina de irrigação, observando um aumento linear na produção dos frutos de acordo com o aumento da lâmina. Enfatizando ainda que com exceção da lâmina de 70% os melhores resultados foram obtidos quando para 40% irrigado conjuntamente como biofertilizante e 100% sem o biofertilizante. Destaca-se ainda a dinâmica entre as cultivares que diferente do apresentando para 30 e 45 dias após emergência, a cultivar BRS Seda apresenta diferença significativa quando comparada a cultivar Anahí e vermelha (Figura 1).

Observa-se na figura 2 que aos 90 dias após a emergência as cultivares Anahí e Morena não diferem estatisticamente entre si, no entanto diferem quanto a lâmina de irrigação, apresentando melhores resultados para 100%. Para tanto a cultivar que produziu um maior número de frutos foi a BRS Seda quando irrigada com a lâmina de 100%, porém observa-se ainda que esta lâmina só obtém seu ótimo quando é aplicada sem o biofertilizante, o que não acontece para as lâminas de 40 e 70%.

De forma geral as cultivares Anahí e Morena apresentam caráter precoce de produção até os 45 dias após o transplante, o que pode ser considerado na tomada de decisão quanto a interferência de fatores bióticos como pragas e doenças e abióticos como fatores climáticos e logísticos, no entanto após este período ambas as cultivares apresentam uma menor produção quando comparada com a

BRS Seda que aos 90 dias após a emergência aporta aproximadamente 10% a mais de frutos, tendo como fator decisivo ainda a disponibilidade hídrica em seu período de produção como observado para as lâminas de irrigação.

Bharathi *et al.* (2014), ao estudarem os efeitos de diferentes tipos de fertilizante na produtividade de gergelim, observaram médias entre 37 a 91 frutos por planta, atribuindo os resultados ao aumento da produção de flores, responsáveis pela formação dos frutos – valores que estão acima dos valores médios encontrados nesta pesquisa. Beltrão *et al.* (2013) afirma que o número de frutos por planta está diretamente relacionado ao número de flores emitidas pelo vegetal. De acordo com Bharathi *et al.* (2014), a aplicação de biofertilizantes traz incremento ao número de frutos por planta, devido a uma melhor absorção pelo vegetal dos nutrientes aplicados, bem como pelo aumento da atividade fotossintética e rápida translocação de nutrientes. Grilo e Azevedo (2013) sugerem que existe correlação entre o número total de frutos por planta e o rendimento da cultura, ou seja, que um maior número de frutos por planta contribui para o incremento na produção do gergelim.

Santos (2016), ao estudar aplicações de solução organomineral em duas cultivares de gergelim, observou médias maiores das que as encontradas no presente trabalho, a “BRS Seda” atingiu número médio aproximado de 143 frutos por planta no tratamento que recebeu 120% de adubação organomineral, com incremento de aproximadamente 61 frutos (74,4%) em relação ao nível 0% de biofertilizante, que chegou a produzir em média 82 frutos. Já o gergelim “Preto”, alcançou média de, aproximadamente, 150 frutos por planta, na dose máxima de adubação organomineral, com acréscimo de 70 frutos (87,5%) em relação ao nível 0% de biofertilizante, que alcançou média próxima a 80 frutos. Estes valores estão acima dos observados nesta pesquisa, visto que a aplicação da solução organomineral teve aplicação de até 120%, o que gerou boa aceitação das cultivares não havendo estresse por excesso de nutrientes. Também se faz necessário observar que o trabalho de Santos (2016) foi realizado em campo, o que permitiu melhor desenvolvimento das cultivares (sem limitações por diâmetro do vaso, e/ou compactação do solo), assim como a cultivar ‘BRS Seda’ possui característica de desenvolver muitos ramos, quando em condições favoráveis, diferente do presente trabalho, em que o desenvolvimento das cultivares foi menor, devido as condições de casa de vegetação e utilização dos vasos, o que pode ter sido um fator limitando no crescimento do número de ramos das cultivares, afetando, assim, a quantidade de frutos, folhas e fases fenológicas.

## 5 CONCLUSÕES

- O aumento da lâmina de irrigação afetou positivamente a altura de planta de gergelim e número de frutos;
- Para massa de sementes, as cultivares BRS Anahi e BRS Seda foram influenciadas

positivamente pelo uso do biofertilizante quando submetidas a lâminas de irrigação de 70 e 100% da reposição de água;

- Dentre as cultivares, a que produziu um maior número de frutos foi a BRS Seda.

### REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. A.; BELTRÃO, N. E. M.; LUCENA, A. M. A.; OLIVEIRA, M. I. P.; CARDOSO, G. D. Ecofisiologia do gergelim (*Sesamum indicum* L.). In: BELTRAO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P. **Ecofisiologia das culturas de algodão, amendoim, gergelim, mamona, pinhão manso e sisal**. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica, 2011

ALVES E.S., et al. Rendimento e qualidade fisiológica de sementes de coentro cultivado com adubação orgânica e mineral. **Rev Bra de Sem**. 2005; 1(27): 132-137.

ARAÚJO E. N.; OLIVEIRA A. P.; CAVALCANTE L. F.; PEREIRA W. E.; BRITO N. M.; NEVES, C. M. L.; SILVA, E. E. S. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p. 466-470, 2007.

ARAÚJO, F.S.; BORGES, S.R.S.; SILVA, G.Z.; ARAÚJO, L.H.B.; TORRES, E.J.M. Doses de fósforo no crescimento inicial do gergelim cultivado em solução nutritiva. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.8, n.2, p.41-47, jun. 2014.

ARAYA, A.; STROOSNIJDER, L.; GIRMAY, G.; KEESSTRA, S.D. Crop coefficient, yield response to water stress and water productivity of teff (*Eragrostis tef* (Zucc.). **Agricultural Water Management**, n.98, p.775-783, 2011.

ARRIEL, N. H. C.; FIRMINO, P. de T.; BELTRÃO, N. E. M. **Gergelim: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 209p

ARRIEL, N. H. C.; SOUSA, S. L. de; HEUERT, J.; MEDEIROS, A. A. de; GONDIM, T. M. de S.; FIRMINO, P. de T.; VASCONCELOS, R. A. de; DANTAS, E. S. B. **Gergelim BRS Anahí**, EMBRAPA Algodão, Campina Grande 2015.

ÁVILA, J. M.; GRATEROL, Y. E. Planting date, row spacing and fertilizer effects on growth and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.). **Bioagro**, v. 17, n. 1, p. 35-40, 2005.

AZEVEDO, M.R.Q.A.; GOUVEIA, J.P.G.; TROVAO, D.M.M.; QUEIROGA, V de P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Rev. bras. eng.**

agríc. ambient. [online]. 2003, vol.7, n.3, pp.519-524. ISSN 1415-4366. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662003000300019>.

BELTRÃO, N. E. M. *et al.* Época relativa de plantio no consórcio mamona e gergelim. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 5, n. 5, p. 67-73, 2010.

BELTRÃO, N.E.M.; FERREIRA, L.L.; QUEIROZ, N.L.; TAVARES, M.S.; ROCHA, M.S.; ALENCAR, R.D.; PORTO, V.C.N. **O gergelim e seu cultivo no semiárido brasileiro**. Natal: IFRN, 2013. 225p.

BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J.(Ed.). O agronegócio do gergelim no Brasil. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001, p. 247-284.

BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA D.J.; NÓBREGA L.B. & SANTOS J.W. Adubação, cultivar e controle de plantas daninhas na cultura do gergelim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 26:605-611, 1991.

BHARATHI, K.; PANNEERSELVAM, P.; BHAGYA, H.P. Effect of clipping and plant growth regulator along with different kinds of fertilizers on yield and yield parameters in sesame (*Sesamum indicum* L.) during monsoon period. **Indian Journal of Agricultural Research**, v. 48, n. 3, 2014.

BOUREIMA, S.; OUKARROUMB A DIOUFA M.; CISSEA N & DAMME PV. Screening for drought tolerance in mutant germplasm of sesame (*Sesamum indicum*) probing by chlorophyll a fluorescence. **Environmental and Experimental Botany**, 81:37-43, 2012.

BOYDAK, E.; KARAASLAN, D.; SIMSEKE, M.; GERÇEK, S.; KIRMAK, H.; KASP, Y.; OZTURK, I. Effect of irrigation methods and irrigations interval on yield and some yield components of sesame growing in semi-arid area. Southeast Anatolia Agricultural Research Institute. Asian Network for Scientific Information. **Journal of Agronomy**, v.6, p.439-443, 2007.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 02, p. 365-372, 2000. Disponível em: . Acesso em: 15 jan. 2017.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. **Levantamento exploratório: reconhecimento de solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro, 1972. 683p. (Boletim Técnico, 15).

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, W. 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

CAVALCANTI, F.J.A. (Coord.). Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação. 2ª ed. rev. Recife: IPA, 1998

CIANCIO, N. H. R. Produção de grãos, matéria seca e acúmulo de nutrientes em culturas submetidas à adubação orgânica e mineral. 2010. 86f. **Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) – Centro de Ciências Rurais**, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 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.

COOPER, M.; MESSINA, C.D.; PODLICH, D.; TOTIR, L.R.; BAUMGARTEN, A.; HAUSMANN, N.J.; WRIGHT, D.; GRAHAM, G. **Predicting the future of plant breeding: complementing empirical evaluation with genetic prediction**. *Crop. Pasture Sci.* 65, 311-336, 2014.

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 Agronômica**, v. 42, n. 03, p. 597-604, 2011.

EMBRAPA Algodão - **Cultivo Ecológico do Gergelim: Alternativa de Produção para Comunidades de Produtores Familiares da Região Semi-árida do Nordeste**, Campina Grande, 2003.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Potencial econômico e nutricional do gergelim mobiliza pesquisa**, 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2202864/potencial-economico-e-nutricional-do-gergelim-mobiliza-pesquisa> Acesso 02/2018

EUBA NETO, M; PEREIRA, W. E; SOUTO, J. S; ARRIEL, N. H. C. Crescimento e produtividade de gergelim em Neossolo Flúvico em função de adubação orgânica e mineral. **Revista Ceres**. v. 63, n.4, p. 568-575, 2016.

FEITOSA, H. O.; GONÇALVES, F. M.; CARVALHO, C. M.; GUERRA, J. G. M. Influência da adubação orgânica e da cobertura viva em figueira com irrigação suplementar. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.3, n.2, p.88–94, 2009.

FERRARI, E.; PAZ, A.; SILVA, A. C. **Déficit hídrico no metabolismo da soja em semeaduras antecipadas no Mato Grosso**. *Nativa*, Sinop, v. 3, n. 1, p. 67-77, 2015.

FERREIRA, M. D.; SPRICIGO, P. C. Colorimetria - princípios e aplicações na agricultura. In: FERREIRA, M. D. (Ed.técnico). **Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças**, São Carlos: Embrapa Instrumentação, p. 209-220, 2017.

FILGUEIRAS, R.; OLIVEIRA, V.M.R de; CUNHA, F.F. da; MANTOVANI, E.C. & SOUZA, E.J. de. **Modelos de curva de retenção de água no solo**. *Irriga*, Botucatu, Edição Especial, IRRIGA & INOVAGRI, p. 115-120, 2016.

FREIRE, J. L. O. et al. Atributos qualitativos do maracujá amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 1, p. 102-110, 2011.

GADELHA, G. Q. **Níveis populacionais e adubação orgânica na cultura do Gergelim (*Sesamum indicum* L.)**. 31f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade federal da Paraíba, Areia, 2003.

GRILO, J.A.S.; AZEVEDO, P.V.; **Crescimento, desenvolvimento e produtividade do gergelim BRS SEDA na agrovila de Canudos, em Ceará Mirim (RN)**. *Revista Holos*, Natal, ano 29, v. 2. 2013.

JADOSKI, S. O.; KLAR, A. E.; SALVADOR, E. D. Relações hídricas e fisiológicas em plantas de pimentão ao longo de um dia. **Ambiência**, Guarapuava, v. 1, n. 1, p. 11-19, 2005.

JAKUSKO, B.B. & USMAN, B.D. Effects of NPK fertilizer and plant population density on productivity of sesame (*Sesamum indicum* L.). **Research Journal of Agricultural and Environmental Management**, 2:121-126, 2013.

KOURI, J.; ARRIEL, N.H.C. Aspectos econômicos. In: ARRIEL, N.H.C.; BELTRAO, N.E.M.; FIRMINO, P.T. (Ed.). **Gergelim: o produtor pergunta, a EMBRAPA responde**. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**: Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2009.

LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; SILVA, F. L. B.; GUIMARÃES, F. V. A.; SILVA, G. L.; CAVALCANTE, L. F. Soil salinization and maize and cowpea yield in the crop rotation system using saline waters. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.4, p.663-675, 2011.

LIMA, F.A.; SOUSA G.G.; VIANA T.V.A.; PINHEIRO NETO, L.G.; Azevedo, B.M.; CARVALHO, C.M. Irrigação da cultura do gergelim em solo com biofertilizante bovino. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.7, n. 2, p. 102 - 111, 2013.

LIMA, V.I. **Crescimento e Produção de gergelim cv. G3 em função de zinco e boro**. 2006. 72p. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB, 2006,72p.

MACHADO, E. C. *et al.* Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 12, p. 1161- 1170, 2005.

MAIA FILHO, F.C.F.; PEREIRA, R.F.; COSTA, C.P.M.; CAVALCANTE, S.N.; LIMA, A.S.; MESQUITA, E.F. Crescimento e fisiologia do gergelim „BRS Seda“ sob cultivo orgânico. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 06-14, 2013.

MAIA FILHO, F.C.F.; MESQUITA, E.F.; MELO, D.S.; SOUSA, P.M.; PEREIRA, R.F; MELO, W.B.; VIEIRA, I.G.S.; ANDRADE, R. **Desenvolvimento fisiológico do gergelim BRS Seda sob cultivo orgânico**. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS E FIBROSAS, 1., 2010, Campina Grande. Anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 616-621

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.

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 Agronômica**, v. 41, n. 03, p.417-426, 2010.

MENEZES, R. S. C.; OLIVEIRA, T. S. Mudanças na fertilidade de um Neossolo Regolítico após seis anos de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.251-257, 2008.

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.

MESQUITA, J.B.R. **Manejo da cultura do gergelim submetida a diferentes lâminas de irrigação, doses de nitrogênio e de potássio pelo método convencional e por fertirrigação**. 2010. 82f. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

NASCIMENTO, S. P.; BASTOS, E. A.; ARAÚJO, E. C. E.; FREIRE FILHO, F. R.; SILVA, E. M. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande –PB, v.15, n.8, p.853–860, 2011.

OLIVEIRA, A. E. S. et al. Interação da adubação organo-mineral no estado nutricional das plantas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. V. 5, n.3, p. 53-58, 2011.

OLIVEIRA, A. P.; FREITAS NETO P. A.; SANTOS E. S. Produtividade do inhame, em função de fertilização orgânica e mineral e de épocas de colheita. **Horticultura Brasileira**, v.19, p.144-147, 2001.

OLIVEIRA, E. **Características da cultura do gergelim**. Campo Florido: Emater, 2005

OLIVEIRA, L. F. C. de et al. Coeficiente de cultura e relações hídricas do cafeeiro, cultivar Catucaí, sob dois sistemas de manejo da Irrigação. **Pesq. Agropec. Trop.** 37(3): 154-162, set. 2010

ORTIZ, L. (Coord.). Impactos cumulativos e tendências territoriais da expansão das monoculturas para a produção de bioenergia. 2006. Disponível em: <<http://fboms.aspoan.org/wp-content/uploads/2013/03/agronegocioagroenergia.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2014.

PASCHOLATI, S. F. e WULFF, N. A. **Doenças do gergelim** (Cindissem), In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**, 4ª ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 379 – 384.

PEDROSO, T.Q., et al. Qualidade de sementes de cafeeiro produzidas em diferentes densidades de plantio e regimes hídricos. **Cof Sci.** 2009; 4(2): 155-164.

PEREIRA, J. W.; MELO FILHO, P. A.; ALBUQUERQUE, M. B.; NOGUEIRA, R. M. M.; SANTOS, R. C. **Mudanças bioquímicas em amendoim submetidos a déficit hídrico moderado**. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 766-773, 2012.

PERIN, A.; CRUVINEL, J.D.; SILVA, W.J. Desempenho do gergelim em função da adubação NPK e do nível de fertilidade do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n.1, p.93-98, 2010.

PIRES, J. F.; JUNQUEIRA, A. M. R. **Impacto da adubação orgânica na produtividade e qualidade das hortaliças**. Horticultura Brasileira, Brasília, V. 19, n.2, p.195, 2001.

QUADROS, D. G.; ANDRADE, A.P.; OLIVEIRA, G.C.; OLIVEIRA, E.P.; MOSCON, E.S. Componentes da produção e qualidade de sementes dos cultivares marandu e xaraés de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf colhidas por varredura manual ou mecanizada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 2019-2028, set./out. 2012

RIBEIRO, V. H. A; QUEIROZ, M.F.; FERREIRA, J. L.; ARRIEL, N.H.C.; **Crescimento, produção e fenologia do gergelim sob diferentes níveis de solução organomineral via fertirrigação**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017 Belém-PA, Brasil, 2016.

SANTOS, M.G. **Gergelim irrigado em função da adubação nitrogenada em duas safras agrícolas** Dissertação de Mestrado (UFERSA), 2017

SANTOS S.C.S. **Crescimento, fisiologia e produção de genótipos de gergelim sob níveis de adubação organomineral**. Dissertação (UEPB – Ciências Agrárias), 2016.

SCHERER, E. E. Utilização de esterco suíno como fonte de nitrogênio: bases para a adubação dos sistemas milho/feijão e feijão/milho, em cultivos de sucessão. Florianópolis: EPAGRI,1998. 49p. **Boletim Técnico**, 1998

SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N. E M; CARDOSO, G.D.; FARIAS, V.A; LIMA, C.L.D. Análise do crescimento e fenologia do gergelim cultivar CNPA G4. **Revista Brasileira de oleaginosas e fibrosas**. v.6, n.3, p. 599-608, 2002.

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, J.C.A.; FERNANDES, P.D.; BEZERRA, J.R.C.; ARRIEL, N.H.C.; CARDOSO, G.D. Crescimento e produção de genótipos de gergelim em função de lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.4, p.408–416, 2014

SOUZA, J. O.; MEDEIROS, J. F. M.; SILVA, M. C. C.; ALMEIDA, A. H. B. Adubação orgânica, manejo de irrigação e fertilização na produção de melão amarelo. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n.1, p. 015-018, 2008.

STOCCO, C. Q. de F.; NICHELLE, F. Benefícios do Gergelim. **Revista Pense Leve**, março 2009.

TRANI, P. E.; TAVARES, M.; SIQUEIRA, W. J.; SANTOS, R. R.; BISÃO, L.L.; LISBÃO, R. S. Cultura do alho. **Recomendação para seu cultivo no Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997

VAN GENUCHTEN, M.T. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.44, p.892-898, 1980.

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.

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.

WANG, L.; HAN, X.; ZHANG, Y.; LI, D.; WEI, X.; DING, X.; ZHANG, X., 2014. Deep resequencing reveals allelic variation in *Sesamum indicum*. **BMC Plant Biol.**14, 1-225.

WILLER, H.; YUSSEFI, M. **Organic agriculture worldwide 2001: Statistics and future prospects**. Stuttgart: Foundation for Ecology and Agriculture, 2001, 134p.