



G

ergelim

**Coleção Sementes
Estudos Avançados**

**VICTOR HERBERT DE ALCÂNTARA RIBEIRO
NAIR HELENA CASTRO ARRIEL
VIRGÍNIA MIRTES DE ALCÂNTARA SILVA
PEDRO DANTAS FERNANDES**

Coleção Sementes: Estudos Avançados
Gergelim
v.1

C6929 Coleção Sementes: Estudos Avançados – Gergelim v.1/Autores:
Ribeiro et al.

— Campina Grande: EPTEC, 2021.
65 f.: il. color.

ISBN: 978-65-00-17049-8

1. Manejo de irrigação. 2. Parâmetros fisiológicos. 3.
Biofertilizantes. 4. Crescimento. 5. Produção. 6. Sésamo.
I. Ribeiro, Victor Herbert de Alcântara. II. Arriel, Nair
Helena Castro. III. Silva, Virgínia Mirtes de Alcântara. IV.
Fernandes, Pedro Dantas. V. Título.

CDU 630

Os capítulos ou materiais publicados são de inteira responsabilidade de seus autores.
As opiniões neles emitidas não exprimem, necessariamente, o ponto de vista do Editor responsável.
Sua reprodução parcial está autorizada desde que cite a fonte.



Créditos de Imagens da Capa

Victor Herbert de Alcântara Ribeiro

Editoração, Revisão e Arte da Capa

Paulo Roberto Megna Francisco

Conselho Editorial

Djail Santos (CCA-UFPB)
Dermeval Araújo Furtado (CTRN-UFCG)
George do Nascimento Ribeiro (CDSA-UFCG)
Josivanda Palmeira Gomes (CTRN-UFCG)
João Miguel de Moraes Neto (CTRN-UFCG)
José Wallace Barbosa do Nascimento (CTRN-UFCG)
Juarez Paz Pedroza (CTRN-UFCG)
Lúcia Helena Garófalo Chaves (CTRN-UFCG)
Luciano Marcelo Fallé Saboya (CTRN-UFCG)
Paulo da Costa Medeiros (CDSA-UFCG)
Paulo Roberto Megna Francisco (CTRN-UFCG)
Soahd Arruda Rached Farias (CTRN-UFCG)
Virgínia Mirtes de Alcântara Silva (CTRN-UFCG)

Victor Herbert de Alcântara Ribeiro
Nair Helena Castro Arriel
Virgínia Mirtes de Alcântara Silva
Pedro Dantas Fernandes

Coleção Sementes: Estudos Avançados
Gergelim
v.1



1.a Edição
Campina Grande-PB
2021

Realização



Apoio



SUMÁRIO

<i>Agradecimentos</i>	6
<i>Apresentação</i>	7
INTRODUÇÃO	8
REVISÃO DE LITERATURA	11
<i>O Gergelim</i>	11
<i>Importância socioeconômica do gergelim</i>	13
<i>Estresse hídrico</i>	13
<i>Adubação e biofertilizante</i>	14
MATERIAL E MÉTODOS	18
<i>Caracterização da área do experimento</i>	18
<i>Fatores em estudo, tratamentos e delineamento estatístico</i>	19
<i>Parâmetros fisiológicos</i>	22
<i>Trocas gasosas</i>	22
<i>Outros tratos culturais</i>	22
RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
<i>Crescimento de plantas de gergelim em função da irrigação e biofertilizante</i>	23
<i>Parâmetros fisiológicos</i>	32
<i>Parâmetros de produção</i>	35
CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS	46
<i>Anexos</i>	61
<i>Curriculum dos Autores</i>	64

Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias UFPB/CCHSA pelo empenho e dedicação à pesquisa, contribuindo efetivamente para o desenvolvimento da ciência e pela oportunidade de publicação desta edição. Nosso agradecimento em especial à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Algodão, Campina Grande-PB pela parceria e solicitude nos projetos parceiros e pela seriedade e esforço de seus pesquisadores pelo desenvolvimento das pesquisas realizadas em todo o país.

Os autores

Apresentação

A Coleção Sementes: Estudos Aplicados tem por finalidade contribuir cada vez mais com o avanço da ciência e da agricultura, tendo em vista do reconhecimento do potencial agrícola do Brasil em ser protagonista no fornecimento de alimentos de qualidade para o mundo. Desenvolver uma coleção como essa é uma responsabilidade muito grande de todos os pesquisadores envolvidos, principalmente por se tratar de um tema tão importante e abrangente para o nosso país, rico em biodiversidade, como as sementes.

O primeiro volume trata-se de uma semente estratégica para regiões semiáridas: o gergelim devido as suas diversas características. Os pesquisadores envolvidos nessa obra têm uma experiência ampla de muitos anos na cultura do gergelim. O gergelim é uma cultura com alto potencial de ascensão no mercado nacional e mundial, pela qualidade de suas sementes, óleos, além de vitaminas nutrientes, antioxidantes e minerais essenciais para a saúde humana. A espécie se caracteriza, também, por sua tolerância à seca, adaptação a diferentes tipos de solo, com bons valores de produtividade e utilização do óleo em diversas atividades, nas indústrias alimentícias e química. No histórico de cultivo em regiões do Nordeste do Brasil, sobressai-se a sua particularidade de produzir mesmo em períodos com baixa pluviosidade, devendo-se intensificar os estudos com base nessa característica. Assim, esse primeiro volume traz um estudo aprofundado sobre o nível de fertilidade dos solos da região com a aplicação de biofertilizantes e análise de seu efeito na produção dessa oleaginosa. Desse modo, todos os pesquisadores envolvidos nessa obra sentem-se realizados, pois a pesquisa visa auxiliar os estudantes dos cursos de Ciências Agrárias, Agroecologia, Engenharia Agrícola, Agronomia e Tecnólogos dessas ciências, e essa edição representa um significativo instrumento de aplicação para o Estado da Paraíba e para o País.

Assim, sinto-me orgulhosa e privilegiada em estar participando da elaboração dessa edição, pois a escolha de uma semente estratégica para a região como o gergelim com utilização de biofertilizantes contribui para a proteção do solo, melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos, nutrição e desenvolvimento de plantas, promovendo uma maior biodiversidade nos sistemas produtivos contribuindo para o desenvolvimento de cadeias produtivas na região e na busca cada vez mais de uma agricultura inteligente e sustentável.

Virgínia Mirtes de Alcântara Silva

Dra. em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais

INTRODUÇÃO

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) compreende vários tipos e variedades de plantas com flores pertencentes à família Pedaliaceae que são cultivadas desde a antiguidade para obtenção de suas sementes. A família Pedaliaceae que é composta por cerca de 37 espécies, e o *S. indicum* é um membro bem conhecido deste gênero e mundialmente cultivado (MUSHTAQ et al., 2013).

Outras espécies, incluindo *Sesamum angustifolium*, *Sesamum auriculatum*, *sesamum prostratum*, e *radiatum sesamum* são cultivados em um menor escala no Paquistão e em outros países do sul da Ásia (HWANG, 2005). 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).

Sésamo é cultivado mais de 50 países no mundo. China, Índia, Mianmar (Birmânia), Uganda, Turquia, Nigéria, Tailândia, Bangladesh, Etiópia, México e Paquistão são os principais produtores de gergelim (AKBAR et al., 2011).

De acordo com Arriel (2007), o gergelim vem sendo explorado há mais de 60 anos no Brasil. A partir do final da década de 80 a importância econômica do gergelim tem crescido gradativamente à medida que foram descobertas novas fontes de aproveitamento do grão e de seus subprodutos, destacou-se num mercado sempre crescente, nos setores da panificação e na indústria de biscoitos, além de um mercado ainda não explorado, o de óleo para consumo humano. Sua principal finalidade é a extração do óleo com aplicações nas indústrias alimentícias e óleo-química, que se encontra em plena ascensão, com aumento anual de aproximadamente 15% na quantidade de produtos industrializáveis. Essa demanda constitui-se em uma alternativa importante para o sistema produtivo, podendo competir com outras oleaginosas, 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). 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). 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. Em ação conjunta, tais fatores acarretam prejuízos para os produtores e para a economia nacional. 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).

A exploração do gergelim se encontra em elevação no Nordeste e Cerrado brasileiro, onde seu plantio ocorre, respectivamente, em pequenas e médias propriedades em condições de sequeiro, e na maioria das vezes em consórcio com outras culturas alimentares. No cerrado tem despertado atenção de produtores e seu cultivo encontra-se em expansão.

A principal finalidade é a extração do óleo com aplicações nas indústrias alimentícias e óleo-química, que se encontra em plena ascensão, com aumento anual de aproximadamente 15% na quantidade de produtos industrializáveis, sendo uma alternativa para o sistema produtivo, podendo competir com outras oleaginosas, principalmente devido a excelente qualidade de seu óleo (ARRIEL et al., 2009).

De acordo com Galvão (1999), o emprego de adubos orgânicos é uma prática útil e bastante econômica para agricultores de grandes ou pequenas propriedades, pois tem impacto positivo na conservação e na fertilidade do solo. 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). Quando adicionada ao solo em quantidades adequadas, a matéria orgânica decomposta pela biomassa microbiana do solo promove a mineralização e, pode ter efeito imediato ou residual, por meio de um processo mais lento de decomposição (RODRIGUES et al., 2008).

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 afirmam 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 cobertura morta ou condicionante orgânica como, por exemplo, o biofertilizante bovino (FREIRE et al., 2011).

Diante da crescente perspectiva da exploração econômica do gergelim, torna-se necessário alcançar maior rendimento em grãos dessa oleaginosa por área plantada, principalmente em locais com baixa pluviosidade, sendo necessário o seu cultivo de forma mais eficiente que pode ser alcançado com o emprego de fertilizações. 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.

REVISÃO DE LITERATURA

O Gergelim

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é uma cultura gamopétala, herbácea, oleaginosa, pertencente à família *Pedaliaceae*, podendo ser classificada como perene ou anual, de acordo com a cultivar analisada. Em geral, a cultura do gergelim é conhecida por sua adaptabilidade e fácil manejo, apresentando características de resistência à seca, sendo apta para o cultivo em regiões áridas e semiáridas e com períodos de estiagem (ARRIEL et al., 1999). É uma cultura bastante antiga, sendo considerada uma das principais oleaginosas cultivadas em todo o mundo (QUEIROGA, 2008), rico em sais minerais, proteínas e gordura benéficas (ácidos graxos essenciais), com características antioxidantes, sendo possível a fabricação de óleo comestível bastante popular na cozinha oriental, possuindo teor e qualidade superiores quando comparados aos de soja e girassol (QUEIROGA, 2008; KOURI & ARRIEL, 2009). Este óleo é rico em ácidos graxos insaturados, contendo aproximadamente 47% de ácido oléico e 39% de ácido linoléico e representa de 44 a 58% do seu peso. Stocco e Nichelle (2009), relatam algumas de suas utilidades com o óleo estável quimicamente, com potencial para ser usado na fabricação de margarinas, perfumes, cosméticos, tintas, sabão, remédios, lubrificantes e inseticidas. Tanto o óleo como as comidas fritas com ele têm vida de prateleira longa, devido à presença dos antioxidantes (não rancifica), que melhoram seu sabor (BELTRÃO & VIEIRA, 2001).

Devido suas características de tolerância à seca e de boa adaptabilidade às condições edafoclimáticas, o gergelim é tradicionalmente explorado em propriedades agrícolas no Nordeste. Nesta região, o gergelim faz parte do consumo popular da classe de baixa renda, apresentando-se como opção extremamente importante, por se constituir como fonte de proteína para os pequenos e médios produtores. Com isso, a importância econômica desta cultura vem crescendo gradativamente devido às descobertas para novas fontes de aproveitamento do grão e seus produtos (BELTRÃO, 2010). Portanto, segundo Beltrão e Vieira (2001), o gergelim se apresenta como opção para o Semiárido nordestino, como alternativa de fonte de proteína para o consumo humano, o enriquecimento de outros produtos e por suas características fitoterápicas e fitocosméticas, além de ser uma fonte de renda alternativa.

Por ser um alimento de alto valor nutricional, rico em óleo e proteínas, e seus grãos encontrarem diversas aplicações na indústria farmacêutica, cosmética e óleo química, o gergelim (ou sésamo) vem despertando nos últimos anos o interesse de novos produtores e empresários brasileiros que buscam uma cultura alternativa para alimentação e exploração agrícola viável (EMBRAPA, 2003).

Para Pascholati e Wulff (2005), a cultura do gergelim é, em geral, resistente à seca e apta para o cultivo em zonas áridas e semiáridas e em épocas de escassa precipitação.

Devido sua boa adaptabilidade à seca, a cultura pode concluir seu ciclo de produção com um mínimo de precipitação (400mm) bem distribuído, com faixa ótima entre 500 e 650 mm, e uma altitude de até 1.250 m. Oliveira et al. (2005) afirmam que, o gergelim requer precipitações pluviais no período inicial entre 160 e 180mm. Prefere solos com boa drenagem, profundos e com textura franca. A planta cresce e se desenvolve em diversas classes texturais de solo, estes devendo apresentar pH com proximidade à 7, não tolerando, aqueles com pH abaixo de 5,5 ou acima de 8,0 (ARRIEL et al., 2009). A alta resistência estomática é uma de suas principais características fisiológicas, atuando no controle da transpiração em períodos críticos auxiliando na tolerância à seca. Com isso, é classificada como uma cultura rústica, com baixa exigência em fertilidade do solo e água, porém, responde à essas práticas (AVILA & GRATEROL, 2005; OLIVEIRA, 2005).

O gergelim apresenta crescimento inicial lento até, em média, os 25 dias após a emergência das plantas durante a fase vegetativa, as plantas apresentam altura pequena. O maior período de crescimento ocorre entre 50 e 65 dias de emergência, em relação à fitomassa total assim como para área foliar (BELTRÃO & VIEIRA, 2001). Beltrão et al. (2001) afirmam que, o sésamo é uma planta anual ou perene, com altura variando entre 0,5 à 3m, caule ereto e que apresente profundo e vigoroso crescimento radicular, o que auxilia no seu desenvolvimento sob baixa disponibilidade hídrica, aumenta sua resistência à seca. Albuquerque et al. (2011) verificaram que o comportamento fisiológico do *S. indicum* é mais influenciado pelo déficit hídrico que a produtividade.

O gergelim pode ser utilizado como cultura armadilha para mosca-branca – uma de suas principais pragas – e controle de formigas cortadeiras. Esta cultura está inserida nos tradicionais sistemas de cultivo (plantio direto e convencional) como também no sistema agroecológico de produção. Por ser tolerante à seca e ter fácil manejo, apresenta alto potencial produtivo, podendo ser cultivado em sucessão, consorciação com outras culturas e em rotação.

Importância socioeconômica do gergelim

Frente o cenário de áreas como o semiárido, o gergelim surge como uma proposta rentável de exploração econômica, difundindo grande importância social pela preservação de toda forma de vida, configurado por todo seu aporte produtivo para tais condições edafoclimáticos (BELTRÃO et al., 2013).

Segundo Maia-Filho (2013), o gergelim pode apresentar parcela significativa na renda da família agricultora, viabilizando sua permanência no campo. Nos últimos anos seu cultivo tem tido uma ascensão devido à alta demanda oriunda das descobertas nutritivas e possibilidade de edificar vários produtos. Segundo Beltrão et al. (2013) as novas tecnologias de produção principalmente voltadas a praticidade de cultivo e colheita tecnicada tem difundido maiores demandas dos agricultores, pelo seu cultivo.

Seu cultivo tem sido cada vez mais ensejados por fatores ditos por Araújo et al. (2014), como preponderantes para o apogeu da atividade, como rentabilidade econômica frente a diversidade de nichos de mercados atribuídos ao gergelim como matéria prima, sendo eles gastronômicos, biocombustíveis, medicamentos, cosméticos e defensivos agrícolas.

Estresse hídrico

A deficiência hídrica é um dos principais fatores limitantes para a obtenção de boas produtividades na região semiárida do Nordeste brasileiro. Neste sentido, o manejo da irrigação é fator importantíssimo, com capacidade para atenuar os problemas oriundos do suprimento de água inadequado no cultivo (COELHO et al., 2010; SILVA et al., 2011;). De acordo com Silva (2015), as características do solo em conjunto com a baixa disponibilidade de água têm influência no desenvolvimento vegetativo da planta, comprometendo a qualidade e produção das sementes obtidas nestas condições. A eficiência e a disponibilidade da utilização dos nutrientes estão diretamente ligadas à quantidade de água no solo disponível para as plantas. Nas regiões áridas e/ou semiáridas do planeta, comumente se registram volumes hídricos baixos e mal distribuídos, o que resulta em perdas consideráveis no rendimento das culturas. A produção de sementes sob déficit hídrico apresenta diferença nas respostas entre as culturas, o que provoca grande alteração em comparação aos seus efeitos na viabilidade e vigor das sementes, como observa Pedroso et al. (2009).

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). No entanto, é sabido que a planta que se desenvolve em condições nutricionais e hídricas ideais tem maior potencial para produção de sementes bem formadas e vigorosas (ALVES, 2005). Portanto, é de extrema importância para a produção agrícola, que se tenha o conhecimento sobre a quantidade de água adequada a ser aplicada as culturas e ao comportamento das plantas em campos de produção de sementes (MESQUITA, 2013)

Em condições de estresse hídrico, ocorrem alterações fisiológicas, morfológicas e bioquímicas (FERRARI et al., 2015). O fechamento estomático é resposta direta da redução do potencial de água na folha, induzido pela falta da água, alterando as trocas gasosas, que compromete o crescimento devido às reduções de equilíbrio de carbono na planta, dependente da interação respiração e fotossíntese sendo que a proporção de O₂ aumenta em relação à de CO₂ favorecendo a fotorrespiração (PEREIRA et al., 2012).

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).

Adubação e biofertilizante

A prática constante de fertilizar o solo com insumos químicos pode causar problemas de degradação de curto em longo prazo. Desta forma, pode ocorrer redução do teor de matéria orgânica, deixando o solo vulnerável a fenômenos como salinização, erosão, levando ao seu empobrecimento.

A agricultura orgânica é importante para o solo pois permite o fluxo de nutrientes através dos vários níveis tróficos, que são principalmente intermediados pela fauna e microrganismos do solo. Hoje a produção e o consumo de alimentos ecológicos ainda estão crescendo e agricultura orgânica é um dos ramos mais rápidos em desenvolvimento da agricultura (BRENES-MUNOZ et al., 2016).

Quadros (2012) afirma que, em relação à adubação, a influência sobre a produção e qualidade das sementes pode ser positiva, pois ela proporciona melhor desenvolvimento vegetativo da planta e melhores condições de suprimento na formação dos frutos e sementes. Os adubos orgânicos apresentam a liberação mais lenta dos nutrientes, quando comparada com a dos adubos minerais, principalmente o nitrogênio e o fósforo, proporcionando maior disponibilidade dos elementos químicos ao longo do ciclo da cultura (LIMA, 2012).

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

O biofertilizante representa a fermentação da matéria orgânica, atua nutricionalmente sobre o metabolismo vegetal, possui alta atividade microbiana e bioativa, sendo capaz de proporcionar maior proteção e resistência à planta contra agentes externos, além de atuar na ciclagem de nutrientes no solo (MEDEIROS et al., 2003)

Contribuem para a melhora da relação planta-água (XIANG et al., 2012), aumentam a produtividade das culturas (MISHRA et al., 2013) proteção contra a seca, tornar as plantas menos predispostas a algumas doenças transmitidas pelo solo, inclusive causadas por fungos que produzem micotoxinas (SIMARMATA et al., 2016) e reduzem a incidência de insetos pragas (DEY et al., 2014).

Bellini et al. (2011) afirmam que, a aplicação do biofertilizante contribui para a manutenção do pH do solo após a colheita do arroz, assim como, para a disponibilidade de Fósforo (P) no solo e para o incremento de matéria orgânica.

Além disso, Winckler (2017), ao utilizar o biofertilizante, notou uma redução da compactação do solo, principalmente nas camadas superficiais do perfil, sendo o biofertilizante uma possível ferramenta para utilização do manejo da compactação do solo.

O uso de matéria orgânica como fonte de adubação é uma boa alternativa, pois mantém a fertilidade do solo e disponibiliza nutrientes necessários para atender às exigências da cultura

de forma gradativa, melhora as propriedades físicas e favorece a fauna do solo (SANTOS et al., 2006).

Pires e Junqueira (2001), afirmam que a adubação orgânica é importante fonte de macro e micronutrientes, (em especial de N, P, K) sendo a única forma de armazenamento de Nitrogênio que não volatiliza também sendo responsável por cerca de 80% do fósforo (P) encontrado no solo. Ciancio (2010), afirma que enquanto a agricultura moderna preocupa-se com uma média entre cinco ou seis elementos, os micronutrientes observados em adubos orgânicos passam de quinze. Comparando estas formas de mineralização, a autora afirma que um relevante aspecto dos adubos orgânicos em relação aos minerais, é que o primeiro atua na estimulação dos nutrientes às plantas de acordo com a sua exigência nutricional no decorrer de suas fases fenológicas, sendo estes insumos de baixos custos aos produtores, com consequente, economia na utilização de fertilizantes minerais, e menos riscos à saúde. O uso da fertilização orgânica pode viabilizar o retorno do ambiente à condição de equilíbrio ecológico, reduzindo também o emprego de insumos químicos em um sistema produtivo (SILVA et al., 2007; FERREIRA et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2010).

De acordo com o regulamento da União Europeia CEE/2092/91 e CEE/1840/99, práticas agrícolas orgânicas são definidas como um sistema de gestão da produção orgânica que promove e melhora a biodiversidade, ciclos biológicos e atividade biológica do solo (WINTER & DAVIS, 2006), sendo reconhecido como uma prática agrícola sustentável (KNIGHT & NEWMAN, 2013).

Na região do Triângulo Mineiro, uma das áreas com grande produção de gergelim, Oliveira (2005), aponta que são aplicados entre 150 e 300 kg ha⁻¹ de adubo na fase de semeadura, com a formulação apresentando variação entre 03:15:15 a 04:20:10. Observa-se que há muitas diferenças em se tratando da adubação, o que justifica a importância de estudos relacionados a esta área.

Ferreira et al. (2012) afirma que a cultura do gergelim possui bom desenvolvimento em solos com boa drenagem, textura leve e moderadamente férteis. Trata-se de uma cultura bastante exigente em macro e micronutrientes, sendo o nitrogênio e o fósforo nutrientes limitantes. Embora as necessidades nutricionais dos diferentes materiais genéticos de gergelim disponíveis ainda não estejam completamente estabelecidas, a adubação orgânica tem sido uma alternativa ao seu cultivo. Várias pesquisas de adubação indicam que a aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio aumenta razoavelmente o retorno econômico da cultura do gergelim (JAKUSKO & USMAN, 2013). Perin et al. (2010), afirmam que o nitrogênio e o fósforo presentes

no solo são indispensáveis para alcançar alta produtividade e rendimentos na cultura do gergelim. Em pesquisa realizada por Diniz (2004), onde se comparou adubação orgânica e química na cultura do gergelim, concluiu-se que as quantidades de N e P na planta tiveram influência da adubação orgânica, assim como a altura de inserção do 1º fruto e o diâmetro do caule. Também observando a cultura do gergelim, Gadelha (2003) constatou que a altura de plantas e o diâmetro caulinar foram significativamente afetados, de forma positiva, no Agreste da Paraíba.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área do experimento

O experimento foi realizado na EMBRAPA Algodão, situada no município de Campina Grande, PB, com as *coordenadas* geográficas de latitude 7°13'S, longitude, 35° 52'W e altitude de 547m.

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 700mm, com maiores índices pluviométricos concentrados nos meses de abril a agosto; evapotranspiração de referência média anual de 500mm e umidade relativa média anual de 80%.

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 de Cálcio em meg/100g de solo apresentando um pH de 6,02 (1:2,5), conforme Tabela 1.

De acordo com a análise física, o solo encontra-se na classificação textural de Franco – Arenoso (Tabela 1) 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 macro poros, com isso, a retenção de água é maior em um solo com mais teor de argila.

Tabela 1. Análise da fertilidade do solo do experimento

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 ₂ O (1:2,5)	6,02	6,02
Cond. Elétrica – mmhos/cm (Suspensão Solo-Água)	0,21	0,22
Classificação Textural	Franco Arenoso	Franco Arenoso
Densidade do Solo g/cm³	1,32	1,31
Densidade de Partículas g/cm³	2,69	2,64
Porosidade %	50,92	50,37
Umidade (% base solo seco)		
Natural	0,40	0,41
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
Água disponível	13,11	13,34

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.

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

Nutrientes	Sangue	Vinhaça	Coração de bananeira	Cinza de madeira	Manipueira	H ₂ O
	-----%-----					
N	2,55	0,012	0,190	0,00	0,043	0,0001
P	0,05	0,005	0,190	3,70	0,026	0,0000
K	0,19	0,040	0,020	7,00	0,180	0,0022
Quantidade (kg) dos ingredientes utilizados na formulação de 200L de solução						
BIO	1,012	125,00	1,00	0,010	0,000	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 21,0 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), 'Diâmetro caulinar' (DC), 'Número de folhas' (NF) e 'Número de frutos' (NDF); A variável de Trocas gasosas realizada no período da manhã e tarde aos 75 DAE, e, após a colheita, as variáveis de 'Massa de sementes' (MS), 'Massa de mil sementes' (M1000), e 'Número de sementes por cápsula' (NSC).

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 'DC' foi avaliado com paquímetro digital (mm), ao nível do colo das plantas; O 'NF' e o 'NDF' foram contados em campo nas plantas úteis; A 'MS' (g), 'M1000' (g) e 'NSC' foram obtidos após a secagem das sementes de gergelim, por 15 dias, a temperatura ambiente, em casa de vegetação.

Parâmetros fisiológicos

Trocas gasosas

Foram realizadas avaliações das trocas gasosas, por meio da mensuração das seguintes variáveis: taxa assimilação de CO₂ (*A*), transpiração (*E*), condutância estomática (*g_s*) e concentração interna de CO₂ (*C_i*). Essas análises foram feitas com um determinador de trocas gasosas em plantas, contendo um analisador de gás infravermelho - IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo LCpro – SD, da ADC Bioscientific, UK).

As leituras foram realizadas em folha totalmente expandida contada a partir da gema apical, conduzidas sob condições naturais de temperatura do ar, concentração de CO₂ e utilizando uma fonte artificial de radiação de 1200 µmol m⁻² s⁻¹ – sendo a primeira avaliação no período da manhã, e a segunda realizada no período da tarde.

Outros tratos culturais

Foram aplicados via pulverização, extratos à base de pimenta preta, e de extratos de neem visando o controle das principais pragas: lagartas-enroladeiras, saúvas, pulgão, cigarrinha-verde e mosca-branca e das principais doenças: cercosporiose, considerada a principal doença do gergelim no Brasil, juntamente com a mancha-angular, a podridão negra do caule e a murcha-de-fusarium (ARRIEL et al., 2009). Os extratos foram aplicados durante duas semanas, todos os dias no período da tarde.

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 comparados pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Por causa da heterogeneidade das variâncias, os dados da produção de sementes por planta foram transformados para raiz de X. As análises estatísticas foram realizadas com o software SAS 9.2 (2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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 observa-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.

De modo geral foi observado um incremento de crescimento vegetativo para altura das plantas, diâmetro do caule, e número de ramos nas plantas de gergelim quando submetidas a irrigação e fertilização orgânica.

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)

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios					
		A15	A30	A45	A60	A75	A90
Cultivar (C)	2	2,99 ^{ns}	1,80 ^{ns}	7,65 ^{ns}	65,28 ^{ns}	563,72 ^{ns}	1014,01 ^{ns}
Lâmina (L)	2	375,86 ^{**}	2150,84 ^{**}	10422,86 ^{**}	16212,97 ^{**}	16846,39 ^{**}	17604,42 ^{**}
Biofertilizante (B)	1	0,82 ^{ns}	3,80 ^{ns}	334,08 ^{ns}	340,27 ^{ns}	91,00 ^{ns}	360,40 ^{ns}
Bloco	4	31,06 ^{**}	28,54 ^{ns}	230,86 ^{ns}	524,67 ^{ns}	573,32 ^{ns}	310,16 ^{ns}
Interação C x L	4	5,17 ^{ns}	22,88 ^{ns}	146,47 ^{ns}	368,95 ^{ns}	62,29 ^{ns}	15,61 ^{ns}
Interação C x B	2	0,98 ^{ns}	12,46 ^{ns}	67,53 ^{ns}	129,97 ^{ns}	196,13 ^{ns}	824,64 ^{ns}
Interação L x B	2	3,82 ^{ns}	72,23 [*]	660,14 [*]	1194,75 [*]	2101,38 ^{**}	1416,18 [*]
Interação C x L x B	4	1,91 ^{ns}	20,89 ^{ns}	99,49 ^{ns}	259,33 ^{ns}	252,28 ^{ns}	236,25 ^{ns}
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
		F15	F30	F45	F60	F75	F90
Cultivar (C)	2	4,14 ^{ns}	25,01 ^{ns}	64,81 ^{ns}	2063,41 ^{**}	2526,47 ^{**}	10483,47 ^{**}
Lâmina (L)	2	119,87 ^{**}	1348,01 ^{**}	7712,21 ^{**}	12420,67 ^{**}	23437,34 ^{**}	35958,17 ^{**}
Biofertilizante (B)	1	12,84 ^{ns}	392,71 [*]	0,27 ^{ns}	134,44 ^{ns}	266,94 ^{ns}	74,71 ^{ns}
Bloco	4	14,87 ^{**}	56,37 ^{ns}	635,34 ^{ns}	1129,84 ^{**}	158,19 ^{ns}	589,32 ^{ns}
Interação C x L	4	4,92 ^{ns}	50,04 ^{ns}	369,79 ^{ns}	621,16 ^{ns}	748,21 [*]	995,39 [*]
Interação C x B	2	4,47 ^{ns}	38,14 ^{ns}	300,41 ^{ns}	187,74 ^{ns}	275,87 ^{ns}	400,47 ^{ns}
Interação L x B	2	5,67 ^{ns}	406,01 ^{**}	451,07 ^{ns}	283,01 ^{ns}	1034,81 [*]	37,91 ^{ns}
Interação C x L x B	4	8,96 ^{ns}	7,44 ^{ns}	336,86 ^{ns}	186,36 ^{ns}	215,84 ^{ns}	124,32 ^{ns}
Resíduo	68	3,92	70,76	350,92	305,56	224,82	343,56
CV (%)		24,23	45,12	43,92	23,64	15,05	32,92
		D15	D30	D45	D60	D75	D90
Cultivar (C)	2	0,56 ^{ns}	0,30 ^{ns}	5,19 ^{ns}	10,47 ^{ns}	14,36 ^{ns}	9,44 ^{ns}
Lâmina (L)	2	25,20 ^{**}	68,21 ^{**}	185,70 ^{**}	175,70 ^{**}	177,24 ^{**}	236,93 ^{**}
Biofertilizante (B)	1	0,11 ^{ns}	0,19 ^{ns}	10,68 ^{ns}	40,70 ^{**}	17,14 ^{ns}	18,54 [*]
Bloco	4	1,27 ^{ns}	1,15 ^{ns}	2,48 ^{ns}	3,57 ^{ns}	3,78 ^{ns}	4,32 ^{ns}
Interação C x L	4	0,96 ^{ns}	3,16 ^{ns}	0,97 ^{ns}	1,54 ^{ns}	5,20 ^{ns}	2,57 ^{ns}
Interação C x B	2	0,43 ^{ns}	1,03 ^{ns}	2,03 ^{ns}	1,45 ^{ns}	2,60 ^{ns}	6,62 ^{ns}
Interação L x B	2	0,34 ^{ns}	0,01 ^{ns}	2,00 ^{ns}	7,74 ^{ns}	5,72 ^{ns}	9,93 ^{ns}
Interação C x L x B	4	0,31 ^{ns}	0,12 ^{ns}	3,75 ^{ns}	3,96 ^{ns}	5,97 ^{ns}	4,31 ^{ns}
Resíduo	68	0,58	2,26	4,95	5,65	5,92	3,82
CV (%)		19,99	22,25	23,07	20,77	18,22	13,91

** , * 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, F15, F30, F45, F60, F75 e F90: número de folhas aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência, D15, D30, D45, D60, D75 e D90: diâmetro do caule aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência.

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.

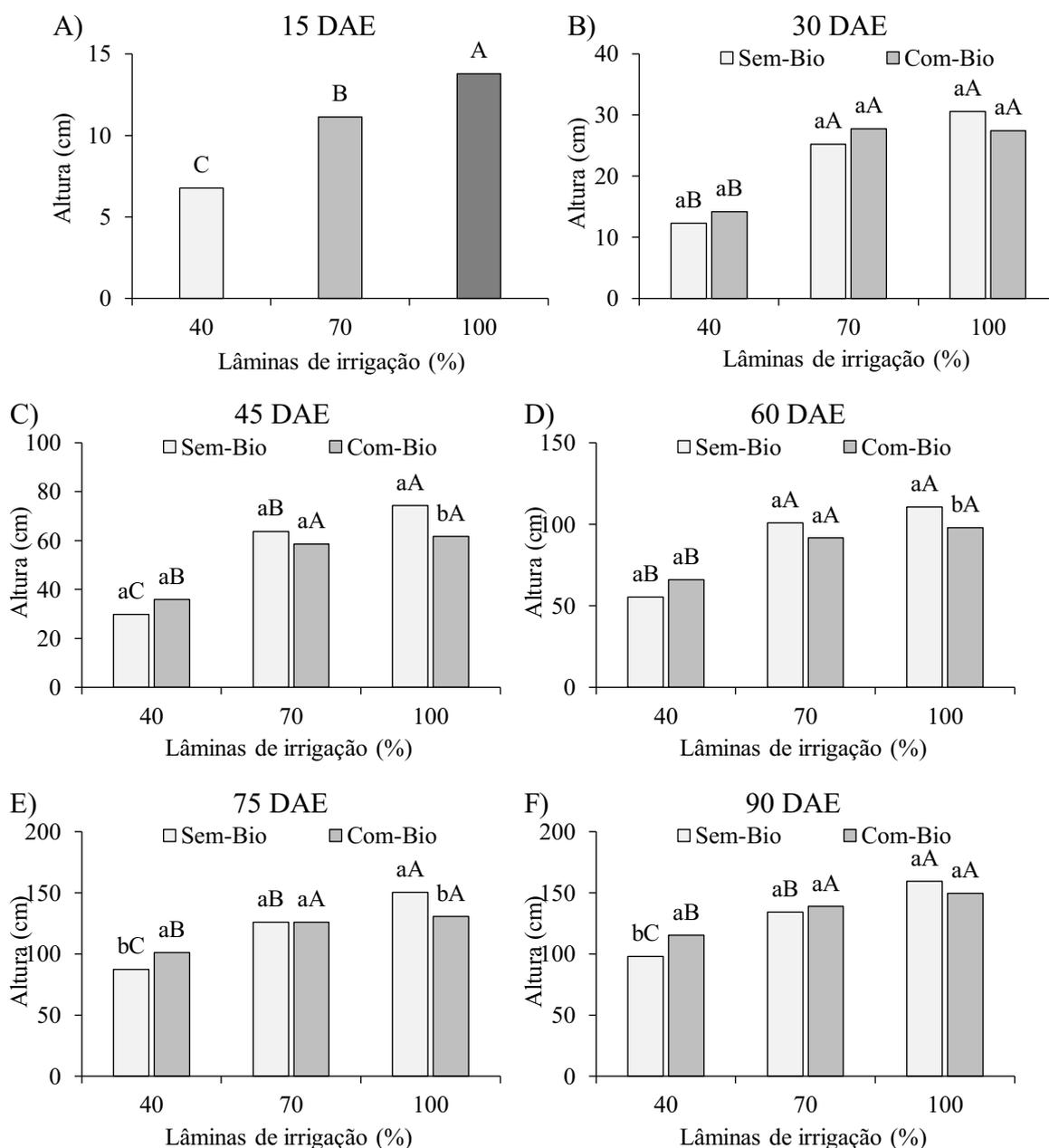


Figura 1. Alturas de plantas de gergelim. (A) aos 15 dias após a emergência (DAE), (B) 30 DAE, (C) 45 DAE, (D) 60 DAE, (E) 75 DAE e (F) 90 DAE em função de lâminas de irrigação e biofertilizante. Médias seguidas de mesma letra, minúscula para biofertilizante e maiúscula para lâminas de irrigação, não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

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 172 cm. Porém, a pesquisa de Ribeiro et al. (2016) 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.

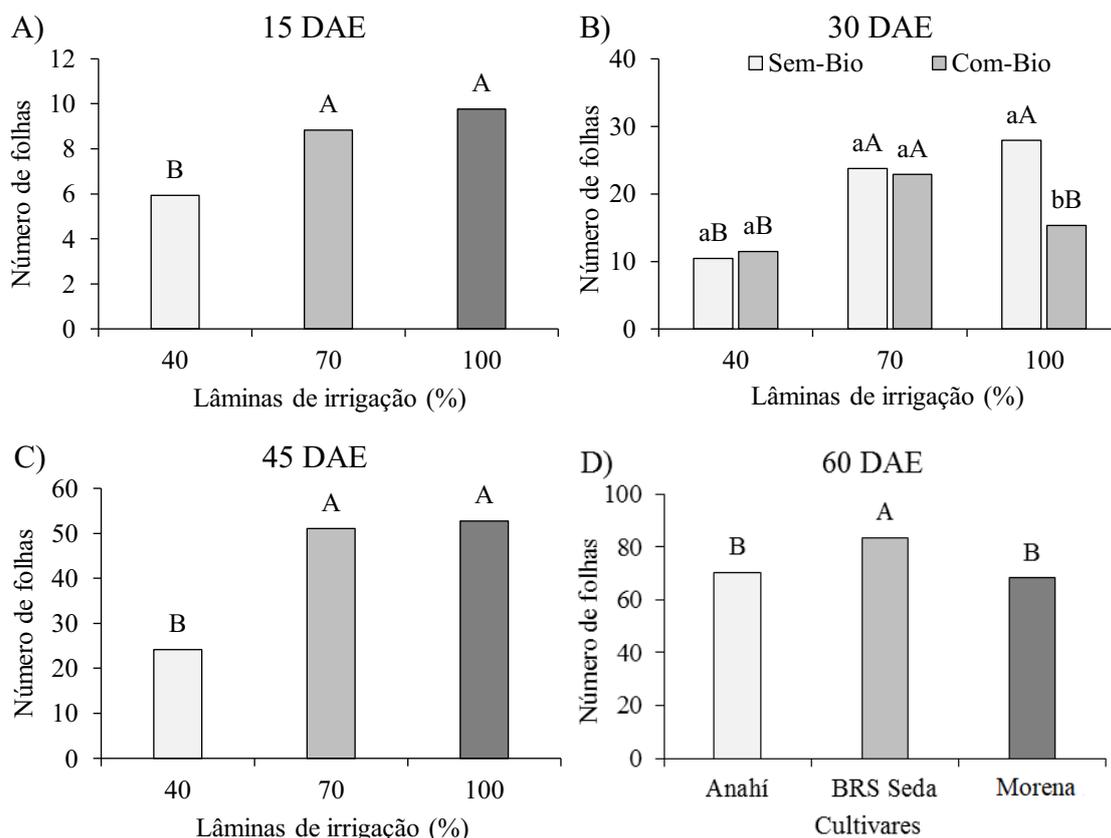


Figura 2. Número de folhas. (A) aos 15 dias após a emergência (DAE), (B) 30 DAE, (C) 45 DAE e (D) 60 DAE, em função de lâminas de irrigação, biofertilizante e cultivares. Médias seguidas de mesma letra, minúscula para biofertilizante e maiúscula para lâminas de irrigação e cultivares, não diferem.

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.

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.

Aos 15, 45 e 60 DAE após a emergência foi observado um aumento no número de folhas em decorrência do aumento das lâminas de irrigação, sendo as lâminas de 70 e 100% diferentes estatisticamente da lâmina de 40%. O incremento percentual entre a lâmina de 100% em comparação com a de 40% foi de 66,6, 120,8 e 70,58% aos 15, 45 e 60 DAE, respectivamente (Figura 3).

Aos 60 DAE (Figura 2D) observa-se que a cultivar BRS seda foi diferente estatisticamente das demais cultivares, apresentando uma média de 83 folhas por planta em comparação a cultivar Anahi e Morena que apresentaram 70 e 68 folhas por planta respectivamente. O incremento no número de folhas entre a cultivar BRS Seda e as demais cultivares foram de 18,5% quando comparada com a cultivar Anahi e de 22,05% quando comparada com a cultivar Morena.

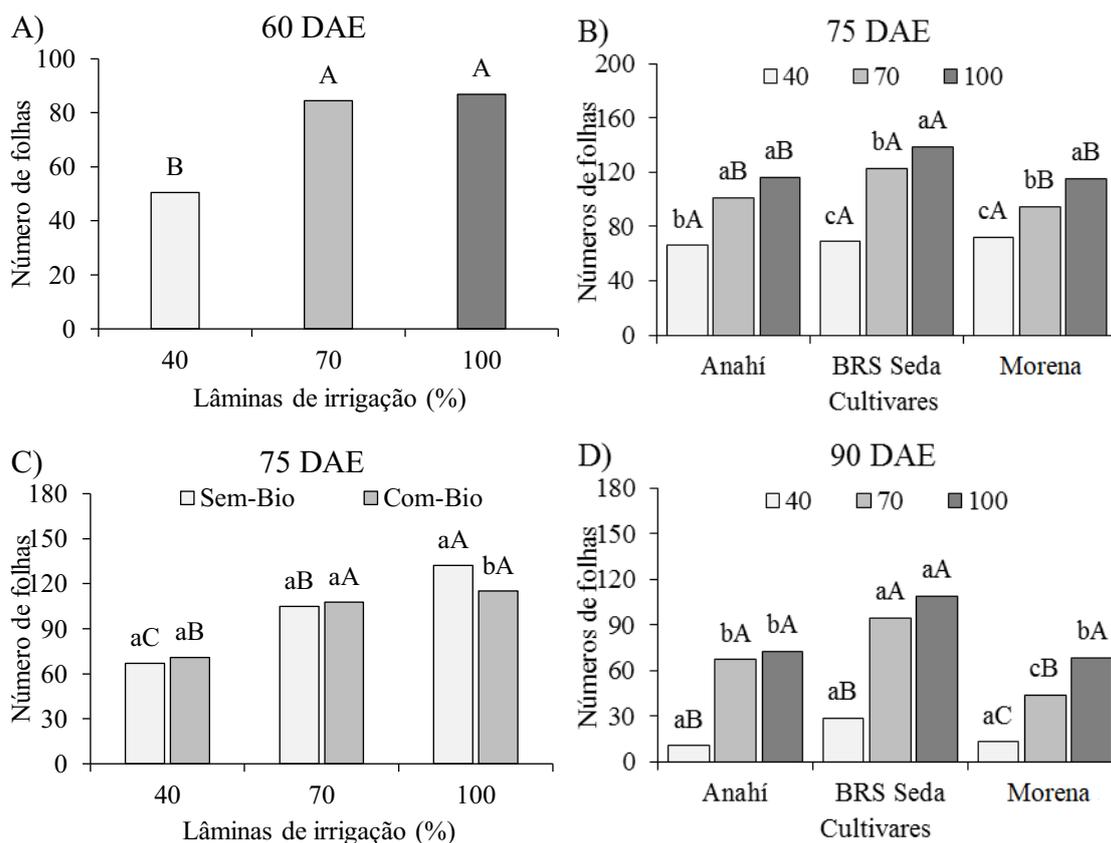


Figura 3. Número de folhas. (A) aos 60 dias após a emergência (DAE), (B e C) 75 DAE e (D) 90 DAE em função de lâminas de irrigação, biofertilizante e cultivares. Médias seguidas de mesma letra, minúscula para biofertilizante e cultivares e maiúscula para lâminas de irrigação, não diferem.

Quanto ao desdobramento entre lâminas e biofertilizante foi observado que aos 30 e 75 DAE a aplicação de biofertilizante na lâmina de 100% diminuiu consideravelmente o número de folhas nas plantas de gergelim quando comparado ao tratamento sem aplicação do biofertilizante. O incremento no número de folhas quando não foi aplicado o biofertilizante foi de 86,6 e 14,38% aos 30 e 75 DAE, respectivamente (Figura 4B e 4C).

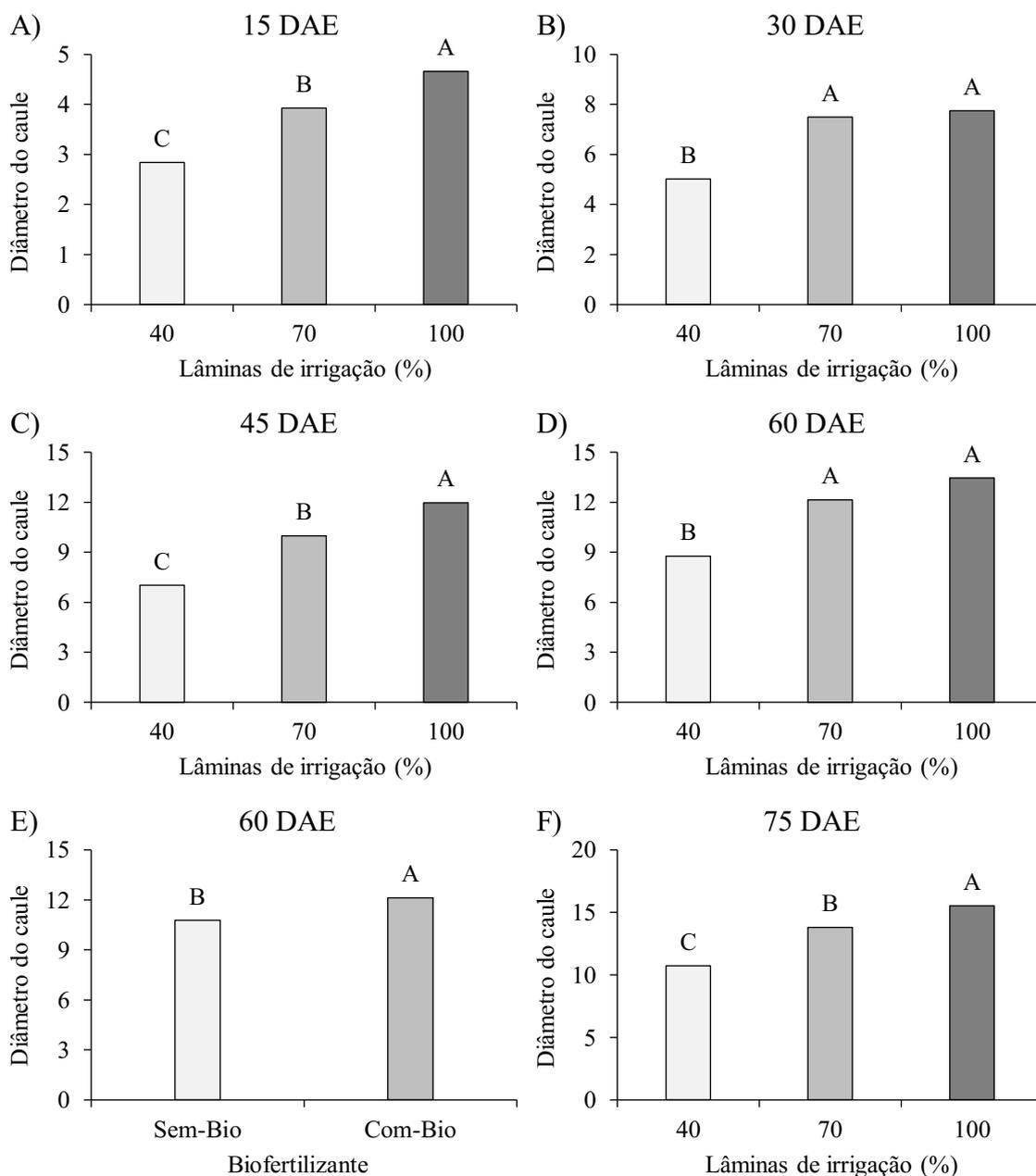


Figura 4. Diâmetro do caule. (A) aos 15 dias após a emergência (DAE), (B) 30 DAE, (C) 45 DAE, (D e E) 60 DAE e (F) 75 DAE em função de lâminas de irrigação e biofertilizante. Médias seguidas de mesma letra não diferem.

Os presentes dados, tanto para aplicação com ou sem biofertilizante, se apresentaram menores quando comparados com os valores observados por Ribeiro et al. (2017), onde, ao aplicar doses crescentes de biofertilizante com base em vinhaça, obteve uma média máxima de 117,6 folhas/planta na cultivar ‘BRS SEDA’. Essa superioridade deve-se ao fato da cultivar ‘BRS Seda’ ter como principal característica o desenvolvimento de vários ramos – o que possibilita maior número de flores, frutos e folhas – além de que a pesquisa foi realizada em condições de

campo e as cultivares não foram submetidas às condições de estresse hídrico, portanto, diferentemente desta pesquisa (realizada em casa de vegetação e em vasos), não tiveram limitações em fatores principais para seu desenvolvimento, permitindo as plantas a se desenvolverem plenamente em suas diferentes fases.

Foi observado um crescimento linear no diâmetro do caule à medida que foram aumentadas as lâminas de irrigação aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 DAE. O incremento percentual quando comparada a lâmina de 100% com a de 40% foi de 66,6, 60, 71,4, 44,4, 45,4 e 54,5% respectivamente (Figura 5). Aos 60 e 90 DAE foi observado um aumento no diâmetro do caule quando aplicado o biofertilizante. O aumento percentual foi de 9 e 7,1% para os respectivos tempos de avaliação (Figura 5E e 6B).

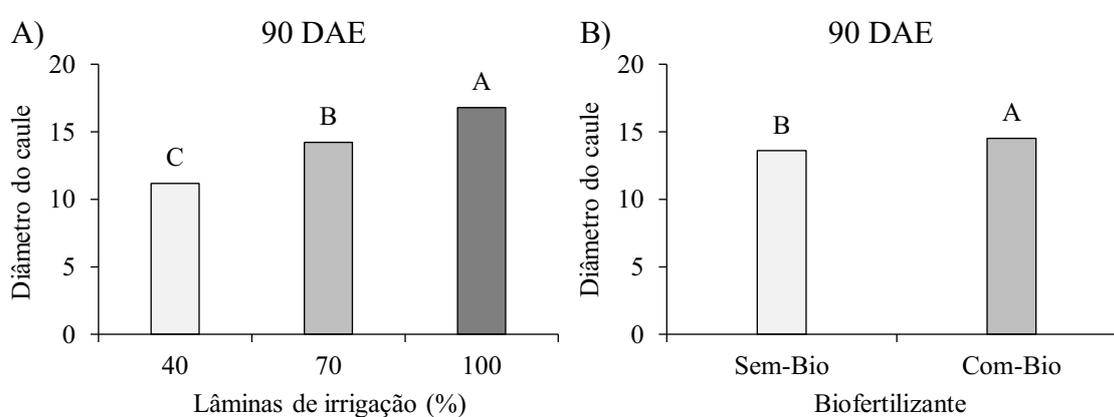


Figura 5. Diâmetro do caule. (A e B) aos 90 dias após a emergência (DAE) em função de lâminas de irrigação e biofertilizante. Médias seguidas de mesma letra não diferem.

Silva et al. (2010) obteve seu valor máximo com a dose de esterco equivalente a 200 g de esterco (20 folhas/média/planta), diferente da presente pesquisa, que chegou a alcançar valores acima de 100 folhas, aos 75 DAE para lâminas com e sem aplicação de biofertilizante.

Observa-se na Figura 4 que aos 60 dias as lâminas de 70 e 100% são estatisticamente iguais, porém diferem da lâmina de 40%. No entanto aos 90 dias todas as lâminas se diferem entre si, observando um comportamento linear crescente quanto ao diâmetro de caule de acordo com o aumento da lâmina de irrigação. Estes resultados edificam a importância da disponibilidade hídrica para estabilização funcional de toda planta, uma vez que o diâmetro do caule foi severamente afetado pela escassez de água no solo o que acarretara o decréscimo de produção. Segundo Souto et al. (2013), a partir do momento em que existe a redução do diâmetro caulinar a planta terá mais gastos de energia no processo de translocação de água, atrasando o seu desenvolvimento.

Contudo o aporte no diâmetro caulinar é uma importante característica agrônômica para a cultura do gergelim, tendo em vista sua viabilidade de acamamento dependente de aspectos edafoclimáticos na região a qual esteja inserida, proporcionando uma maior resistência e evitando o tombamento da planta (VASQUEZ et al., 2008).

O presente resultado se assimila com os encontrados por Cruz et al. (2013), quando utilizou água residuária para irrigação do gergelim, observando que o diâmetro caulinar foi influenciando durante todo o ciclo em que a cultura do gergelim teve sua necessidade hídrica suprida por esta água. Ainda segundo os mesmos autores os resultados edificam a relação direta do estresse hídrico e a formação do caule da planta, ditando sua produtividade a partir da mitigação de aspectos como tombamento e ataques de pragas. Além de compreender toda translocação da água e sais minerais.

Para os dados de biofertilizante, o presente ensaio corrobora com os dados encontrados por Sousa (2018) onde mesmo sob uma condição de estresse salino do solo os tratamentos que compreenderam biofertilizante mostraram maiores valores para diâmetro de caule de soja quando irrigado com biofertilizante até 2,4 dS m⁻¹ de condutividade elétrica da água.

Resultados similares são dispostos na literatura sobre o desenvolvimento do mamoneiro BRS 188- Paraguaçu na condição de estresse hídrico, para tanto observou que a irrigação suprimindo 100% da evapotranspiração da cultura acrescida da irrigação com biofertilizante apresentou resultados superiores aos demais tratamentos, obtendo-se 57,33mm correspondente a dosagem de 3,6 L planta (FERREIRA et al., 2015).

Parâmetros fisiológicos

De acordo com a tabela de análise de variância (Tabela 3) referente às trocas gasosas avaliadas aos 60 DAE, verifica-se interação significativa entre os fatores lâmina (L) e biofertilizante (B) para variável concentração interna de carbono (Ci) no período da manhã e cultivar (C) versus biofertilizante (B) no período da tarde para a variável transpiração (E). Quando estudado os fatores isolados, observa-se efeito significativo ($p < 0,5$) apenas para concentração interna de carbono (Ci) entre as cultivares e do biofertilizante na cultura do gergelim sob a variável transpiração (E) no período da manhã (Tabela 4).

A partir da aplicação de teste de médias (Figura 5A), para as cultivares de gergelim, observa-se que os maiores valores de concentração interna de CO₂ (Ci) foram encontrados nas

cultivares Anahi e Morena com média de 291 e 290 $\mu\text{mol mol}^{-1}$. Quando comparadas com a cultivar BRS Seda (272 $\mu\text{mol mol}^{-1}$) o incremento na Ci foi de 6,9 e 6,6%, respectivamente.

Quando do desdobramento entre as lâminas de irrigação e a aplicação de biofertilizante, observa-se que na lâmina de 70% da irrigação os valores de Ci foram de 268 e 297 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ para o tratamento com e sem biofertilizante respectivamente. Os aumentos das lâminas de irrigação não interferiram na concentração interna de CO_2 , porém a aplicação de biofertilizante foi estatisticamente diferente na lâmina de 70%, promovendo uma redução na Ci de 29 $\mu\text{mol mol}^{-1}$, ou seja, 9,7% (Figura 5B).

Tabela 4. Resumo das análises de variância para as variáveis: concentração interna de carbono (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs) e fotossíntese em cultivares gergelim sob diferentes doses de biofertilizante e lâminas de irrigação

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios			
		Manhã			
		ci	E	gs	A
Cultivar (C)	2	3382,97*	0,23 ^{ns}	1e-3 ^{ns}	8,36 ^{ns}
Lâmina (L)	2	532,34 ^{ns}	0,21 ^{ns}	6e-4 ^{ns}	7,09 ^{ns}
Biofertilizante (B)	1	2044,90 ^{ns}	0,89*	2e-3 ^{ns}	11,86 ^{ns}
Bloco	4	20267,44**	2,93**	1e-3 ^{ns}	59,19**
Interação C x L	4	1096,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	2e-4 ^{ns}	5,30 ^{ns}
Interação C x B	2	1632,93 ^{ns}	0,08 ^{ns}	2e-4 ^{ns}	13,65 ^{ns}
Interação L x B	2	3596,70*	0,42 ^{ns}	9e-4 ^{ns}	17,62 ^{ns}
Interação C x L x B	4	498,33 ^{ns}	0,09 ^{ns}	4e-4 ^{ns}	10,16 ^{ns}
Resíduo	68	864,75	0,19	8e-4	6,73
CV (%)		10,33	19,34	22,02	37,64
		Tarde			
		ci	E	gs	A
Cultivar (C)	2	916,84 ^{ns}	0,07 ^{ns}	7e-5 ^{ns}	2,40 ^{ns}
Lâmina (L)	2	3064,67 ^{ns}	0,43 ^{ns}	2e-4 ^{ns}	5,92 ^{ns}
Biofertilizante (B)	1	0,71 ^{ns}	1,36 ^{ns}	1e-3 ^{ns}	6,25 ^{ns}
Bloco	4	4931,46*	21,40**	14e-2**	59,86**
Interação C x L	4	2277,36 ^{ns}	0,72 ^{ns}	1e-3 ^{ns}	6,05 ^{ns}
Interação C x B	2	1512,04 ^{ns}	1,55*	7e-4 ^{ns}	0,77 ^{ns}
Interação L x B	2	1170,07 ^{ns}	0,32 ^{ns}	9e-5 ^{ns}	2,62 ^{ns}
Interação C x L x B	4	2333,16 ^{ns}	0,22 ^{ns}	1e-4 ^{ns}	3,52 ^{ns}
Resíduo	68	1914,34	0,45	5e-4	3,75
CV (%)		18,31	25,45	28,36	35,66

** , * 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.

A diminuição da concentração interna de CO_2 tende a ser resquício da diminuição da taxa de assimilação de dióxido de carbono, pois durante processo das trocas gasosas, a absorção de CO_2 converge na perda de água, restringindo a assimilação de dióxido de carbono e

consequentemente diminuindo a Ci (SHIMAZAKI, 2007). Ainda de acordo com Taiz e Zaiger (2013) um fator importante a ser observado no estudo das trocas gasosas é que essas são bastante influenciadas pelas condições climáticas, contudo o suprimento nutricional possui uma estreita relação com as trocas gasosas. Assim, uma maior abertura estomática tende a favorecer a entrada de CO₂ no mesofilo foliar, aumentando a concentração interna e por consequência, aumentando também o processo fotossintético da planta.

Essas afirmativas associadas às características genéticas das cultivares de gergelim estudado ratificam a ocorrência de diferença significativa entre as concentrações de carbono interno, quando da interação entre a aplicação de biofertilizante e as lâminas de irrigação.

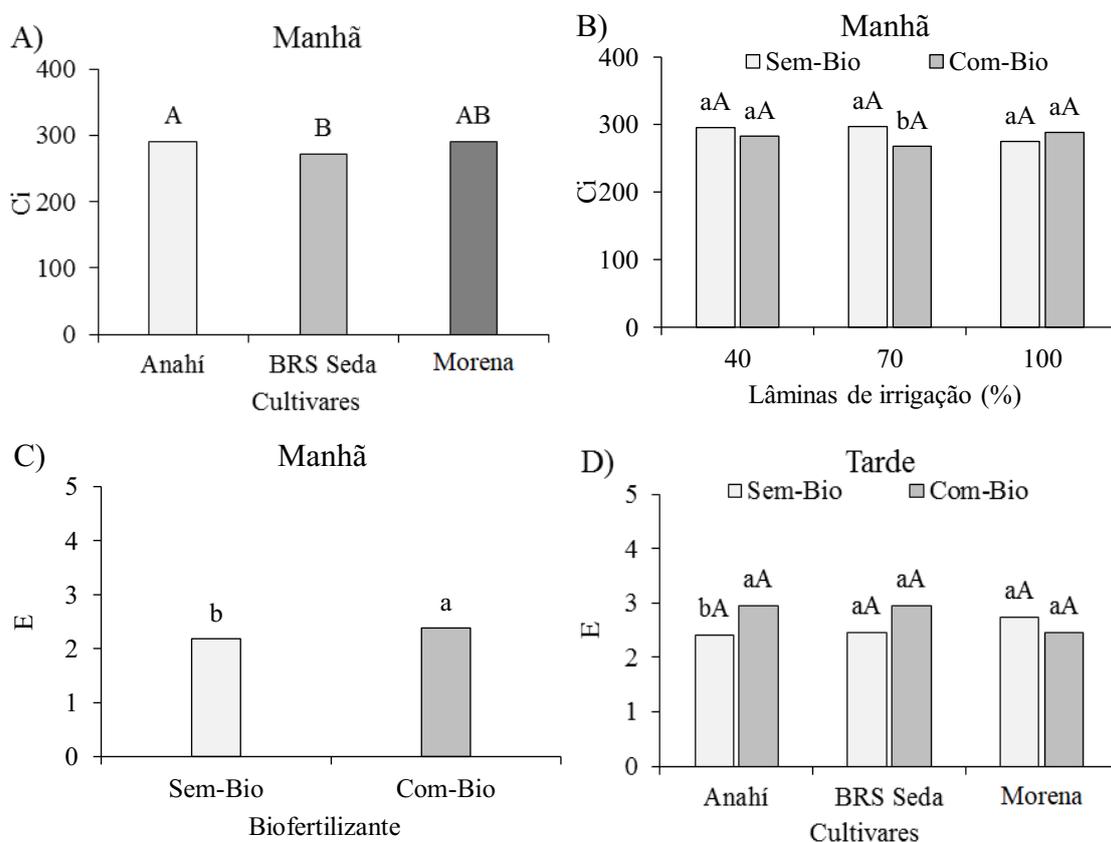


Figura 6. Ci e E. (A, B e C) análises realizadas no período da manhã e (D) no período da tarde em função de lâminas de irrigação, biofertilizante e cultivares. Médias seguidas de mesma letra, minúscula para biofertilizante e cultivares e maiúscula para lâminas de irrigação, não diferem.

Quanto ao desdobramento da interação entre cultivares e biofertilizante para variável transpiração (E), observa-se que a única cultivar a diferir estatisticamente da aplicação do tratamento com biofertilizante foi a Anahí, apresentando maior transpiração quando aplicado o biofertilizante. As demais cultivares não sofreram influência com a aplicação do

biofertilizante (Figura 5D). Quando as plantas foram submetidas à aplicação de biofertilizante observa-se uma elevação na taxa de transpiração (Figura 5 C). A transpiração máxima observada para as cultivares com e sem aplicação de biofertilizante foi de 2,95 e 2,42 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ para a cultivar Anahi, 2,95 e 2,46 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ para BRS Seda e de 2,47 e 2,75 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ para cultivar Morena.

Resultados diferentes desta pesquisa foram encontrados por Krishna et al. (2018) ao estudarem lâminas de irrigação e aplicação de biofertilizante na cultura do girassol, onde a lâmina de 150% proporcionou uma maior taxa fotossintética, transpiração e condutância estomática.

Diferentemente dos resultados da transpiração encontrados neste trabalho, Sousa et al. (2014) ao estudarem a cultura do gergelim, ressaltaram que reduções nas lâminas de irrigação promoveram a redução na taxa transpiratória. Os autores em questão atribuem esse resultado ao ajustamento osmótico apresentado pela planta naquelas condições, ajustando-se a abertura estomática e a taxa fotossintética.

Os resultados não significativos estatisticamente encontrados nessa pesquisa para as demais variáveis fisiológicas, condutância e estomática (gs) e fotossíntese (A), podem ser atribuídos ao fato de que as plantas de gergelim não terem sido submetidas a nenhum tipo de estresse severo, sendo cultivadas de forma favorável ao seu crescimento e desenvolvimento produtivo. Outro fator a ser atribuído seria o balanço nutricional favorável a planta, pois, de acordo com Taiz e Zeiger (2009) o balanço nutricional adequado da planta pode manter sua capacidade fotossintética e, conseqüentemente, estabilizar todo o processo de trocas gasosas. Nesse sentido, os dados obtidos para trocas gasosas neste trabalho, podem ter sido resultado do equilíbrio nutricional promovido às plantas de gergelim pelo biofertilizante.

Algumas espécies mais tolerantes comumente apresentam estratégias de adaptação do aparelho fotossintético em função do período em que estiver submetido a algum tipo de estresse (PEIXOTO, 2002). O gergelim pode ter apresentado um desses mecanismos de defesas, uma vez que a taxa de assimilação líquida da fotossíntese não diminuiu perante a condição estressante, sendo estatisticamente igual para todos os tratamentos estudados.

Parâmetros de produção

Na Tabela 6, estão descritos os resultados da análise de variância para número de frutos (FR), número de sementes por capsula (NSC), massa de sementes (MSE) e massa de mil

sementes (MMS). 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 5. Resumo das análises de variância para componentes de produção

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios			
		Manhã			
		NSC	MSE	MMS	
Cultivar (C)	2	238,85*	19,83**	0,08**	
Lâmina (L)	2	2855,98**	416,16**	0,87**	
Biofertilizante (B)	1	0,90 ^{ns}	1,91 ^{ns}	9e-5 ^{ns}	
Bloco	4	23,52 ^{ns}	2,27 ^{ns}	2e-3 ^{ns}	
Interação C x L	4	81,17 ^{ns}	6,19**	0,01 ^{ns}	
Interação C x B	2	25,20 ^{ns}	3,37 ^{ns}	0,03 ^{ns}	
Interação L x B	2	75,84 ^{ns}	14,72**	0,01 ^{ns}	
Interação C x L x B	4	34,10 ^{ns}	5,28*	7e-3 ^{ns}	
Resíduo	68	49,19	1,55	0,01	
CV (%)		11,66	16,28	4,02	
		FR30	FR45	FR75	FR90
Cultivar (C)	2	6,85**	10,91**	1,99**	1,48**
Lâmina (L)	2	0,22 ^{ns}	2,35**	25,01**	38,25**
Biofertilizante (B)	1	0,12 ^{ns}	0,06 ^{ns}	2e-5 ^{ns}	0,22 ^{ns}
Bloco	4	0,67 ^{ns}	1,17*	0,25 ^{ns}	0,04 ^{ns}
Interação C x L	4	0,75*	0,56 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,96**
Interação C x B	2	4-3 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,23 ^{ns}	5e-3 ^{ns}
Interação L x B	2	0,26 ^{ns}	0,32 ^{ns}	1,27**	0,59*
Interação C x L x B	4	0,40 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,10 ^{ns}
Resíduo	68	0,27	0,42	0,20	0,15
CV (%)		82,87	28,91	9,38	7,92

** , * 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, C1FR: comprimento de fruto, NSC: número de sementes por cápsula, MSE: massa de sementes, MMS: massa de mil de sementes; FR30, FR45, FR60, FR75 e FR90: número de frutos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência.

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 proporcionados 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⁻¹ de N, exceto a cultivar BRS Seda na 1^a SA, que foi na dose de 118 kg ha⁻¹ de N. Os

valores máximos obtidos nas cultivares foram de 1.268 kg ha⁻¹ (CNPA G2), 1.807,25 kg ha⁻¹ (CNPA G3), 1.473,25 kg ha⁻¹ (CNPA G4) e 1.654,69 kg ha⁻¹ 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).

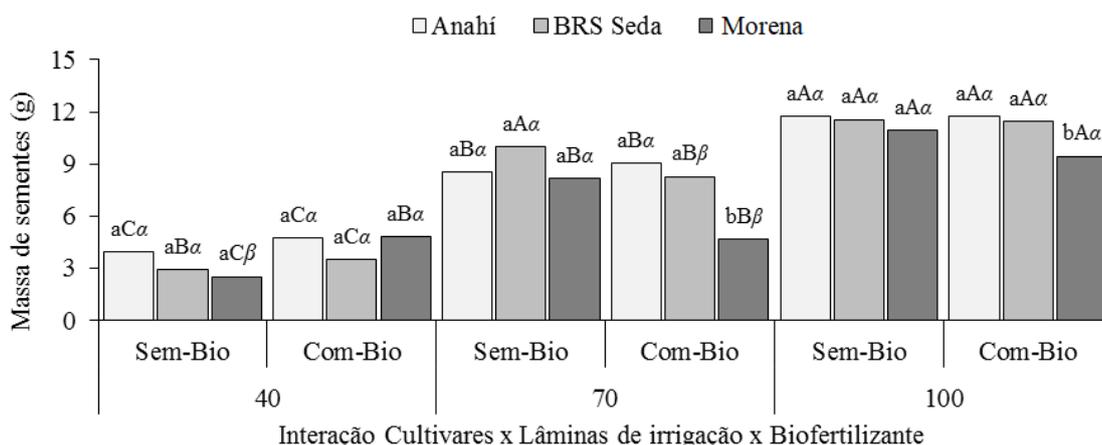


Figura 7. Massa de sementes em função de lâminas de irrigação, biofertilizante e cultivares.

Médias seguidas de mesma letra, minúscula para cultivares, maiúscula para lâminas de irrigação e símbolos (α e β) para biofertilizante, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o número de sementes, as cultivares BRS Seda e Morena apresentaram maiores médias na produção de sementes quando comparada a Anahi, com valores de 61,7, 61,8 e 56,8, respectivamente (Figura 7A). A lâmina de irrigação de 100% em função da reposição de água proporcionou uma maior produção de sementes com média de 68,3. O incremento percentual proporcionado pela lâmina de irrigação de 100% em relação a lâmina de 40% da reposição de água foi de 38,4% (Figura 7B). Neto et al. (2016), ao avaliar a cultura do gergelim em função de adubação orgânica e mineral, constatou maior produtividade de números de sementes por

planta ao aplicar esterco caprino, chegando a valores de 1,16 t/ha, acima dos encontrados nesta pesquisa. As diferenças podem ser atribuídas a condições de solo (reação, matéria orgânica, textura do solo), altitude, clima, além de que o biofertilizante com base em esterco caprino pode apresentar maiores teores de potássio e fósforo.

A massa de mil sementes variou de forma significativa entre as cultivares e as lâminas de irrigação. Quando estudado isoladamente o fator cultivar seguiu a mesma tendência da variável anterior número de sementes, sendo as cultivares BRS Seda e Morena apresentando maiores massas (2,97 e 2,92 gramas) respectivamente. O peso médio de mil sementes da cultivar 'Anahí' é, em média, de 4,22g (ARRIEL et al., 2015), que está acima dos valores médios encontrados nesta pesquisa (valores aproximados de 3g). Uma possível explicação para isto, se dá pela quantidade de água disponível para as plantas que, junto com o experimento ter sido realizado em ambiente fechado, onde a temperatura pode ficar mais elevada, se torna um fator limitante para o desenvolvimento das sementes das cultivares mesmo com aplicação do biofertilizante.

Já para o fator lâmina, a irrigação de 100% da reposição de água apresentou maior valor de massa de sementes (3,07 g) (Figura 14C e 14D). Analisando os resultados encontrados nesta pesquisa, nota-se que estão bem próximos do padrão de 3 gramas, que é o valor de referência do mercado (QUEIROGA et al., 2010). Resultados semelhantes foram encontrados por Jadhav et al. (2015), que ao estudar o uso da adubação nitrogenada no gergelim, constataram 2,87 g para a massa de mil sementes. Resultados diferentes foram encontrados por Silva et al. (2014) ao trabalharem com diferentes genótipos e gergelim sob lâminas de irrigação obtiveram peso de mil sementes acima de 3,1 gramas.

Estes resultados diferem, mesmo que pouco, dos observados na presente pesquisa, pois as cultivares possuem características particulares em relação ao tamanho e peso de suas sementes, a exemplo das cultivares observadas neste trabalho, a 'Anahi' apresenta maior comprimento e peso nas suas sementes, diferentemente da 'Morena' que se mostra menor, apesar disso, as cultivares apresentaram valores próximos a média de 3,0g/mil sementes.

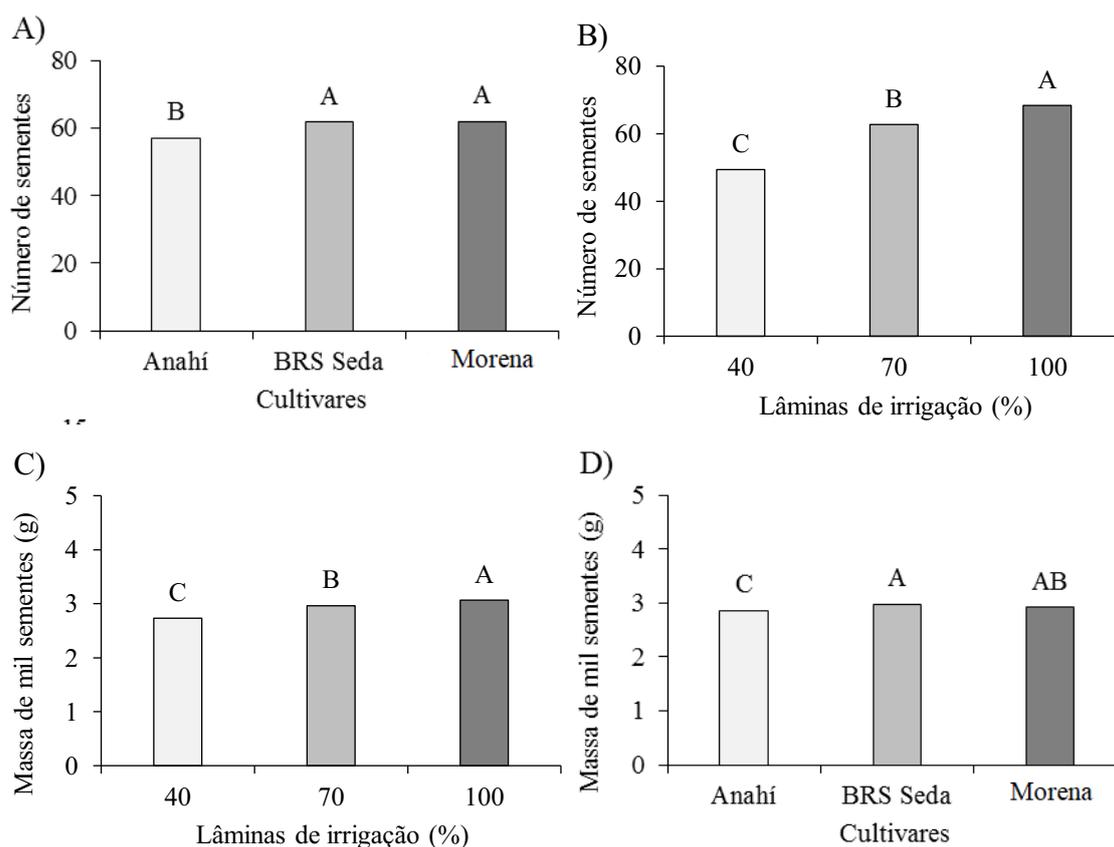


Figura 8. Número de sementes, (A e B) e massa de mil sementes (C e D) em função de cultivares e lâminas de irrigação. Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os maiores valores dos componentes de produção foram obtidos em função da lâmina de 100% de reposição de água. Silva et al. (2014) corrobora com esses resultados ao trabalharem com genótipos e lâminas de irrigação, observaram que os componentes de produção do gergelim foram superiores quando submetidos a lâmina de 1026,50mm sendo a cultivar BRS seda a mais preponderante para o cultivo com maiores disponibilidades de água. Essa otimização produtiva evidencia a importância da utilização de fontes orgânicas no manejo produtivo de culturas, uma vez que Sousa et al. (2014) encontraram dados similares aos do presente ensaio observando uma mitigação do estresse hídrico no solo e um consequente aumento na produção quando utilizou biofertilizante bovino em cultivares de amendoim.

Segundo Santos et al. (2017) a utilização de biofertilizante e seus efeitos positivos podem ser explicados pela relação direta de matéria orgânica sobre o solo, com menor grau de compactação, maior retenção de água e otimização na disponibilidade dos nutrientes. Os mesmos autores ainda ressaltam que seus benéficos vão além, pois sua aplicação atenua a microbiota do solo que são responsáveis diretos pela dinâmica produtiva da planta através da

ativação de enzimas do metabolismo vegetal bem como fomentam a disponibilidade de diversos nutrientes minerais quelatados.

Resultados similares para produção quando discutido sobre a fonte de adubação orgânica são relatados na literatura, segundo Cruz et al. (2013) diferentes doses residuais de torta de mamona em função do cultivo de gergelim não apresentaram diferença significativa para peso de frutos e de sementes.

Para a massa de mil sementes os resultados em função da fonte de adubação corroboram como os encontrados por Euba Neto et al. (2016), onde após o cultivo de gergelim sob diferentes fontes de adubações orgânicas e minerais não encontraram diferença estatística em função do peso de mil sementes. Porém no mesmo estudo os autores utilizaram um segundo fator correspondido por duas cultivares (BRS Seda e CNPA G4) que apresentaram diferença significativa a ($P < 0.01$) para estas mesmas variáveis corroborando com os dados do presente experimento.

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.

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).

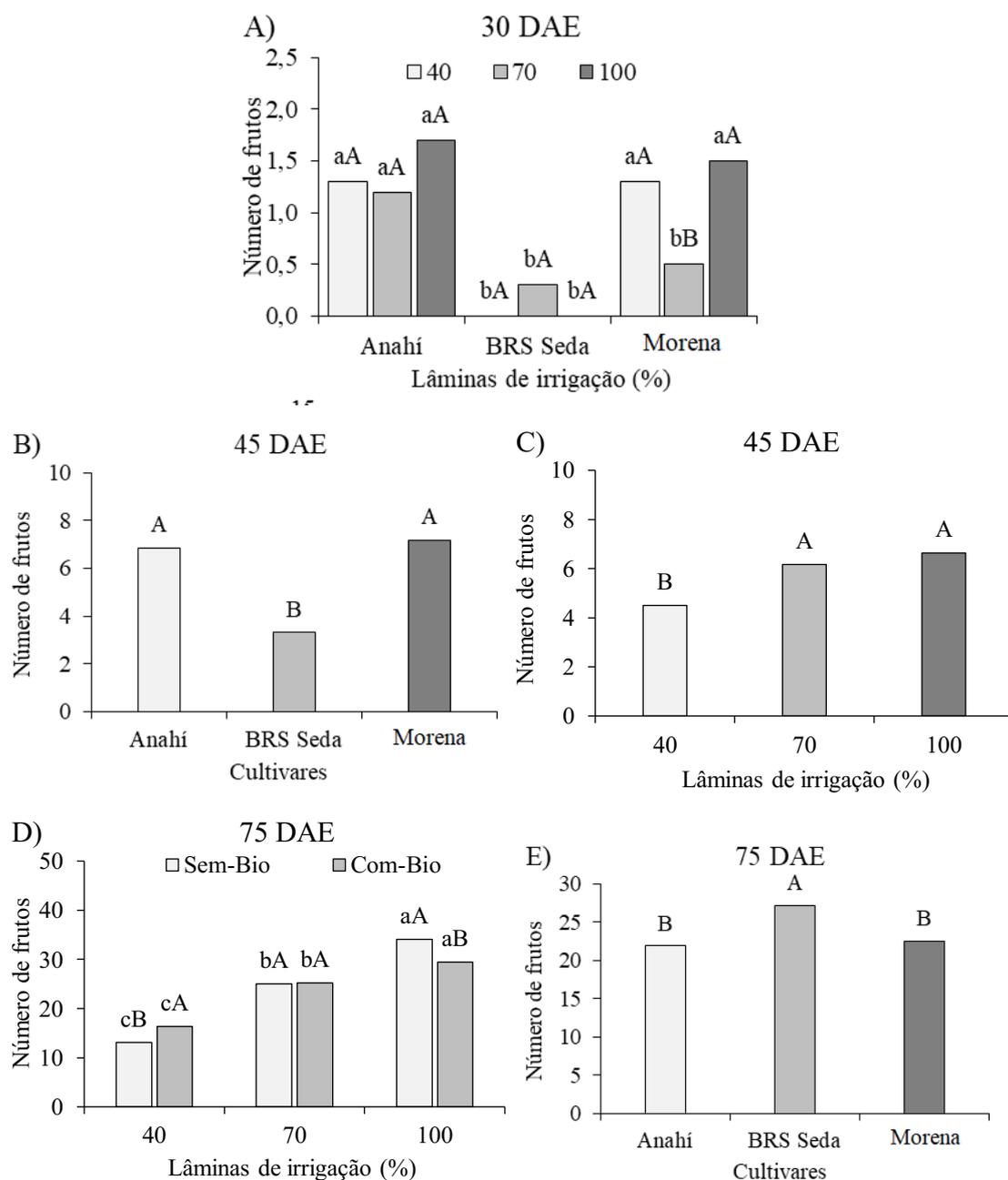


Figura 9. Número de frutos. (A) aos 30 dias após a emergência (DAE), (B) 45 DAE, (C) 45 DAE e (D e E) 75 DAE em função de cultivares, lâminas de irrigação e biofertilizante. Médias seguidas de mesma letra, minúscula para cultivares, maiúscula para lâminas de irrigação e símbolos (α e β) para biofertilizante, não diferem.

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 10).

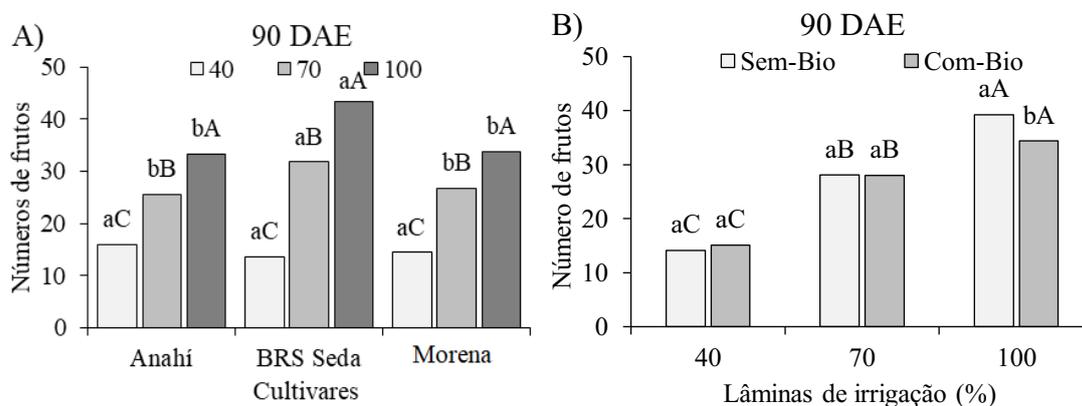


Figura 10. Número de frutos. (A e B) 90 DAE em função de cultivares, lâminas de irrigação e biofertilizante. Médias seguidas de mesma letra, minúscula para cultivares, maiúscula para lâminas de irrigação, não diferem.

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.

CONCLUSÃO

- O aumento da lâmina de irrigação afetou positivamente a altura de planta de gergelim, diâmetro caulinar, número de frutos e número de folhas;
- Aos 60 e 90 DAE observou-se um aumento no diâmetro do caule quando aplicado o biofertilizante;
- O aumento das lâminas de irrigação não interferiu na concentração interna de CO₂, porém a aplicação de biofertilizante foi estatisticamente diferente na lâmina de 70%;
- A aplicação de biofertilizante elevou a taxa de transpiração;
- 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;
- Para o número de sementes, as cultivares BRS Seda e Morena apresentaram maiores médias na produção de sementes quando comparada a Anahi,
- 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: BELTRÃO, 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. U.; OLIVEIRA, A. P. D.; BRUNO, R. D. L. A.; SADER, R., & ALVES, A. U. Rendimento e qualidade fisiológica de sementes de coentro cultivado com adubação orgânica e mineral. Revista Brasileira de Sementes, v.1, n.27, p.132-137, 2005.

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, v.8, n.2, p.41-47, 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.; ANDRADE, F. P. de; BOUTY, F. de A. C.; COUTINHO, J. L. B.; AMIM, M. F.; GUEDES, A. R.; ALENCAR, A. R. de.; BIDÔ, L. Competição de genótipos de gergelim em quatro Estados do Nordeste do Brasil - 1995. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1998.

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.; FIRMINO, P. T.; BELTRÃO, N. E. M.; SOARES, J. J.; ARAÚJO, A. E.; SILVA, A. C.; FERREIRA, G. B. A cultura do gergelim. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 72p.

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.

ARRIEL, N. H. C.; VIEIRA, D. J.; ARRIEL, E. F.; PEREIRA, J. R.; COSTA, I. T. da. Correlações genéticas e fenotípicas e herdabilidade em genótipos de gergelim. Revista de Oleaginosas e Fibrosas, v.3, n.3, 1999.

ARRIEL, N. H. C.; VIEIRA, D. J.; FIRMINO, P. T. Situação atual e perspectivas da cultura do gergelim no Brasil. Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro, 1999.

AKBAR, F.; RABBANI, M.A.; MASOOD, M. S.; SHINWARI, Z. K. Genetic diversity of sesame (*Sesamum indicum* L.) germplasm from Pakistan using RAPD markers. Pakistan Journal of Botany, v.43, p.2153-2160, 2011.

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., v.7, n.3, p.519-524, 2003.

BELLINI, G. et. al. Influência da aplicação de um fertilizante biológico sobre atributos físicos e químicos do solo. In: EPCC, 7, 2011. Anais...2011.

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, v.26, p.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, P. V. Screening for drought tolerance in mutant germplasm of sesame (*Sesamum indicum*) probing by chlorophyll a fluorescence. Environmental and Experimental Botany, v.81, p.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. Journal of Agronomy, v.6, p.439-443, 2007.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. Ciência Rural, v.30, n.2, p.365-372, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura. 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.8, 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.1, 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. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Centro de Ciências Rurais. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 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.*, v.65, p.311-336, 2014.

CRUZ, R. N.; AZEVEDO C A. V.; FERNANDES J. D.; MONTEIRO, A. F.; WANDERLEY J. A. C. Adubação orgânica residual no crescimento e produção do gergelim irrigado com água residuária. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 2013.

DEY, R.; PAL, K. K.; TILAK, K. V. B. R. Plant growth promoting rhizobacteria in crop protection and challenges. In: GOYAL, A., MANOHARACHARY, C. (Eds.), *Future Challenges in Crop*

Protection Against Fungal Pathogens. Springer Science+Business Media, New York. p.31–59. 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.3, p.597-604, 2011.

EMBRAPA Algodão. Cultivo Ecológico do Gergelim: Alternativa de Produção para Comunidades de Produtores Familiares da Região Semiárida 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 em: 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*, 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*, v.3, n.1, p.67-77, 2015.

FERREIRA, A. O. et al. Impacto de resíduos orgânicos de abatedouro de aves e suínos na produtividade do feijão na região dos campos gerais–PR–Brasil. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 5, n.4, p.15-21, 2010.

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.

FERREIRA, N. M.; MESQUITA, E. F.; SÁ, F. V. S.; BERTINO, A. M. P.; PAIVA, E. P.; FARIAS, S. A. R. Crescimento e produtividade da mamoneira BRS Paraguaçu sob irrigação, cobertura do solo e adubação orgânica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.19, n.9, p. 857-864, 2015.

FERREIRA, T. C. et al. Produção de *Sesamum indicum* L. orgânico no Agreste Paraibano. *Revista de Biologia e Farmácia*, v.7, n. 2, p.112-11, 2012.

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*, ed. Esp., 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*, 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.

GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, I. C. Adubação orgânica. *Revista Cultivar*, v.2 n.9, p.38-41, 1999.

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*, v.29, n.2, 2013.

HWANG, L. S. Sesame Oil. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. 2005.

JADHAV, S. R.; NAIKNAWARE, M. D.; PAWAR, G. R. Effect of nitrogen, phosphorus and biofertilizers on growth, yield and quality of summer sesamum (*Sesamum indicum* L.). *International Journal of Tropical Agriculture*, v.33, n.2, p.475-480, 2015.

JADOSKI, S. O.; KLAR, A. E.; SALVADOR, E. D. Relações hídricas e fisiológicas em plantas de pimentão ao longo de um dia. *Ambiência*, 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*, v.2, p.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.

KRISHNA, R. G.; SOUSA, G.; VIANA, G. A.; VINICIUS, T.; RODRIGO, B. C.; AZEVEDO, F. M.; SALES, B. S.; RICHEDDS, J. Influência da irrigação e da adubação com fertilizante orgânico e mineral na cultura do girassol. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.12, n.2, p.2529-2541, 2018.

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*, v.7, n.2, p.102-111, 2013.

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

MACHADO, E. C. et al. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 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*, 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: Simpósio 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.

MEDEIROS, M. B.; WANDERLEY, P. A.; FRANKLIN, F.; FERNANDES, F. S.; ALVES, G. R.; DANTAS, P.; CORDÃO, R. P.; XAVIER, W. M. R.; LEAL NETO, J. S. Uso de biofertilizantes líquidos no manejo ecológico de pragas agrícolas. In: Encontro Temático Meio Ambiente e Educação Ambiental da UFPB, 2., 2003, João Pessoa. Anais... João Pessoa, 2003. p.19-23.

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.3, 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. 82f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2010.

MISHRA, D. J.; SINGH, R.; MISHRA, U. K.; KUMAR, S. S. Role of bio-fertilizer in organic agriculture: a review. *Res. J. Recent Sci.*, v2, p.39-41. 2013.

MUSHTAQ, AYESHA et al. Sésamo. In: Plantas Medicinais do Sul da Ásia. Elsevier, 2020. p.601-615.

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, v.15, n.8, p.853–860, 2011.

NETO, M. E.; 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. Rev. Ceres, v.63, n.4, 2016.

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., v.37, n.3, p.154-162, 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.; 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. 4^a 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.*, v.4, n.2, p.155-164, 2009.

PEIXOTO, P. H. P.; DAMATTA, F. M.; CAMBRAIA, J. Responses of the photosynthetic apparatus to aluminum stress in two sorghum cultivars. *Journal of Plant Nutrition*, v.25, p.821-832, 2002.

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*, 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*, 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*, 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*, v.33, n.5, p. 2019-2028, 2012.

QUEIROGA, V. DE P.; BORBA, F. G.; ALMEIDA, K. V. DE; SOUSA, W. J. B. DE; JERÔNIMO, J. F.; QUEIROGA, D. A. N. Qualidade fisiológica e composição química das sementes de gergelim com distintas cores. *Revista Agro@mbiente On-line*, v.4, n.1, p.27-33, 2010.

QUEIROGA, V. P.; GONDIM, T. M. S.; SILVA, O. R. R. F. Características do gergelim indeiscente e semideiscente para semeadura e colheita no sistema produtivo mecanizado. Campina Grande: Embrapa Algodão. 2009, 36p.

QUEIROGA, V. P.; SILVA, O. R. R. F. Tecnologias utilizadas no cultivo do gergelim mecanizado. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 142p. (Embrapa Algodão. Documentos, 203).

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. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 2017, Belém. Anais...Belém, 2017.

RODRIGUES, M. G. V.; SOUTO, R. F.; SILVA, S. O. Avaliação de genótipos de bananeira sob irrigação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.28, n.3, p.444-448, 2008.

SANTOS, M. G. Gergelim irrigado em função da adubação nitrogenada em duas safras agrícolas. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Semiárido. 2017.

SANTOS J. F.; OLIVEIRA A. P.; ALVES A. U.; BRITO C. H.; DORNELAS C. S. M.; NÓBREGA J. P. R. Produção de batata-doce adubada com esterco bovino em solo com baixo teor de matéria orgânica. *Horticultura Brasileira*, v.24, p.103-106, 2006.

SANTOS S. C. S. Crescimento, fisiologia e produção de genótipos de gergelim sob níveis de adubação organomineral. Dissertação (Mestrado). Ciências Agrárias. Universidade Estadual da Paraíba. 2016.

SCHERER, E. E. Utilização de esterco suínos 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.

SHIMAZAKI, K. I.; DOI, M.; ASSMANN, S. M.; KINOSHITA, T. Light regulation of stomatal movement. *Annual Review of Plant Biology*, v.58, n.6, p.219-247, 2007.

SIMARMATA, T.; HERSANTI, TURMUKTINI, T.; FITRIATIN, B.N.; SETIAWATI, M. R.; Application of bioameliorant and biofertilizers to increase the soil health and Rice productivity. HAYATI J. Biosci., v.23, p.181–184, 2016.

SILVA, A. J. Efeito residual das adubações orgânica e mineral na cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.) em segundo ano de cultivo. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2006.

SILVA, A. J. N.; CABEDA, M. S. V.; LIMA, F. W. F. Efeito de sistemas de uso e manejo nas propriedades físico-hídricas de um Argissolo Amarelo de tabuleiro costeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, p.833-842, 2007.

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 Agronômica*, v.42, n.1, 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*, v.18, n.4, p.408–416, 2014.

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

SILVA, J. R. P.; FERREIRA, T. C.; SOUZA, J. T. A.; PEREIRA, G. L.; DANTAS, J. P.; Influência de doses crescentes de esterco bovino no número de folhas e ramos do gergelim (*Sesamum indicum*). In: *Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas*, 1, 2010, João Pessoa. Anais...João Pessoa, 2010.

SILVA, L. C. Cultura do gergelim. (Treinamento para assistentes de pesquisa do sistema cooperativo de pesquisa agropecuária). Campina Grande: EMBRAPA-CNPA,1993. 15p.

SILVA, R. G. et al. Produtividade de milho em diferentes sistemas produtivos. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.2, n.2, p.136-141, 2007.

SILVA, T. O. da. et al. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*, I – Produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.31, n.1, p.39-49, 2007.

SOUSA, G.; GOMES et al. Lâminas de irrigação para cultura do gergelim com biofertilizante bovino. MAGISTRA, v.26, n.3, p.343-352, 2017.

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, 2014.

SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A.; DIAS, C. N.; SILVA, G. L. S.; AZEVEDO, B. M.; NOBRE. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental, v.14, n.7, p.747-754, 2010.

SOUSA, G. G. de. Irrigação com água salina na soja (*Glycine max* L.) em solo com biofertilizante bovino. Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient. [Online]. 2018.

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.3, p.6-11, 2008.

SOUTO, A. G. L. et al. Comportamento do Noni à salinidade da água de irrigação em solo com biofertilizante bovino. Irriga, v.18, n.3, p.442-453, 2013.

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.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 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*, v.44, p.892-898, 1980.
- VASQUEZ, G. H.; CARVALHO, N. M.; BORBA, M. M. Z. Redução na população de plantas sobre a produtividade e qualidade fisiológica da semente de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, v.30, n.2, p.1-11, 2008.
- 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. Deep resequencing reveals allelic variation in *Sesamum indicum*. *BMC Plant Biol.*, v.14, p.1-225, 2014.
- WINCKLER, T. A. L. Avaliação da eficiência do microgeo® na reestruturação de solo sob diferentes sistemas de cultivo. Universidade Federal do Paraná. Palotina, 2017.
- WILLER, H.; YUSSEFI, M. Organic agriculture worldwide 2001: Statistics and future prospects. Stuttgart: Foundation for Ecology and Agriculture, 2001. 134p.
- XIANG, W.; ZHAO, L.; XU, X.; QIN, Y.; YU, G. Mutual information flow between beneficial microorganisms and the roots of host plants determined the bio-functions of biofertilizers. *Am. J. Plant Sci.*, v.3, p.1115-1120, 2012.

YADAV, A. K.; CHANDRA, K. Mass production and quality control of microbial inoculants. Proc. Indian Natl. Sci. Acad., v.80, p.483–489, 2014.

Anexos



Anexo 1. Imagens do experimento com o gergelim.



Anexo 2. Disposição do experimento.



Anexo 3. Análise das trocas gasosas.



Anexo 4. Experimento montado.

Curriculum dos Autores

Victor Herbert de Alcântara Ribeiro: Possui graduação em Agroecologia pela Universidade Estadual da Paraíba (2016). Mestre em Ciências Agrárias (Agroecologia) no Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba - Campus III, Bananeiras. Doutorando em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais com ênfase na área de Transferência de Calor e Massa vinculados a Refrigeração e Secagem de Alimentos (secagem, desidratação osmótica, liofilização, enriquecimento de alimentos e novos produtos (desenvolvimento de ração para peixes com resíduos de algaroba *Prosopis juliflora* (Sw) DC). Também trabalha com temas vinculados a biofertilizantes, substâncias organominerais e cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.)

Nair Helena Castro Arriel: Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal Rural da Amazônia (1985), mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade Federal de Lavras (1992) e doutorado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2004). Em 1987 ingressou como pesquisadora na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, exerceu o cargo de Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento (08/2007 a 03/2008) e Chefe Adjunto de Comunicação e Negócios (03/2009 a 05/2010). Atuou como responsável junto ao MAPA fornecendo informações sobre zoneamento da cultivar de algodão (2009 a 2013), Supervisora III do Núcleo Temático de Agricultura Familiar da Embrapa Algodão (03/2008 a 02/2009) e Supervisora II do Núcleo de Pesquisa de Gergelim (04/2011) a 02/2012). Presidente da Comissão Interna de Iniciação Científica ? bolsas PIBIC/Embrapa Algodão, 2007/2008. Presidente da Comissão de Auditoria Técnica do Projeto Produção Integrada de Amendoim nos Estados de SP, CE e PB (06 a 08/2007). Presidente por duas vezes do Comitê Local de Propriedade Intelectual da Embrapa Algodão (de 09/2007 a 04/2008; 08/2009 a 05/2010). Curadora dos Bancos Ativos de Germoplasma de Cártamo Gergelim e Faveleira. Também exerce a função de docente permanente na Disciplina Conservação de Recursos Genéticos em Agroecossistemas, do Mestrado em Agroecologia, na Universidade Federal da Paraíba - UFPB e do programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba : PPGCAG UEPB/EMBRAPA/UEPB/DISCIPLINA: Recursos genéticos de culturas bioenergéticas para o Semiárido nordestino. Coordena projetos na área de Recursos Genéticos cujo projeto é componente do Portfólio Gestão Estratégica de Recursos Genéticos para Alimentação, a Agricultura e a Bioindústria da Plataforma da Rede Nacional de Recursos Genéticos Vegetais; Melhoramento de plantas e Sistemas agroecológicos, atuando principalmente com as culturas do gergelim, amendoim, algodão e mamona. Coordenadora o Núcleo de Agroecologia da Embrapa Algodão e o Projeto Algodão agroecológico em consórcios agroalimentares.

Virgínia Mirtes de Alcântara Silva: Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade do Vale do Acaraú-CE em 2010, Doutora e Mestre em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Especialista em Geoambiência e Recursos Hídricos do Semiárido pela Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Especialista em Geografia e Gestão Ambiental pela Universidade Integrada de Patos - FIP. Atuando nas áreas de Sensoriamento Remoto e SIG, Desertificação, Restauração Ecológica, Recuperação de Áreas Degradadas e Características Climatológicas do Brasil, Eventos Extremos de Chuva e Desastres Ambientais. Doutora em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais atuando na área de Crioconservação de Recursos Genéticos de Origem Vegetal, com ênfase em criocongelamento de sementes, além de Transferência de Calor e Massa vinculados a Refrigeração e Secagem de Alimentos (secagem, desidratação osmótica, liofilização, enriquecimento de alimentos e novos produtos). Integra o corpo editorial da editora EPTEC. Revisor dos Periódicos *African Journal of Plant Science*; *African Journal of Food Science*; *Journal of Development and Agricultural Economics*, *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, *African Journal of Agricultural Research*. Membro Integrante da Rede Internacional de Pesquisa em Desenvolvimento Resiliente ao Clima - RIVEDRC- Rede Resiliência Climática, criada em 2019, como uma parceria internacional, aprovado pelo edital do CNPQ/Fundação Araucária: PI 06/2018 Programa Researcher (Reino Unido), que previu a organização do Workshop Brasil-Reino Unido sobre o Financiamento do Desenvolvimento Urbano Resiliente ao Clima realizado nos dias 09 a 13 de setembro de 2019.

Pedro Dantas Fernandes: Graduado em Engenharia Agrônômica pela Escola de Agronomia do Nordeste / Universidade Federal da Paraíba (1966-1969). Mestrado em Fitotecnia pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz / USP (1970-1971). Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas pela ESALQ/USP (1972-1974). Cumpriu programa de Pós-doutorado na University of Arizona, Tucson/AZ, USA (ago-1989/dez-1990), em fisiologia da produção, com ênfase em Horticultura. Foi membro do Conselho Científico e Tecnológico do CNPq/Comissão Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, indicado pelo Presidente da República do Brasil (Decreto publicado no Diário Oficial da União, em 07/11/80, para o período 80-82 e reconduzido para o período 82-84, por Decreto publicado no DOU em 07/08/82). Foi Professor da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal/UNESP (1972-1977) e do CCA/UFPB (1977-1979) de onde foi transferido para a Engenharia Agrícola/UFPB, em Campina Grande. Após aposentadoria, em 06/10/2008, passou à categoria de Professor Voluntário, através de termo de adesão à Universidade Federal de Campina Grande, para atuação em Programas de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, lecionando Ecofisiologia Vegetal e Metodologia da Pesquisa Científica e orientando alunos em nível de Mestrado e de Doutorado. Em 16/10/2008 foi nomeado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia como Assessor Técnico do Instituto Nacional do Semiárido, assumindo a Coordenação de Pesquisa do Instituto até 15/06/2011, quando solicitou exoneração. No período 08/2011 a 01/2017 foi Professor Visitante Sênior da Universidade Estadual da Paraíba. Continuou como Prof. Voluntário da UFCG, até 14/08/2018, quando foi aprovado em Edital público e contratado como Professor Visitante da Unidade Acadêmica em Engenharia Agrícola. Tem experiência em áreas de Agronomia e de Engenharia Agrícola, com ênfase em Fisiologia da Produção, atuando, principalmente, em estresse abiótico (salino, hídrico e hipoxítico/anoxítico), bem como, em Ecofisiologia de espécies da Caatinga. Em 2013 foi homenageado pela Universidade Federal de Campina Grande, como Paraninfo Geral das turmas concluintes da UFCG - período letivo 2013.1 (Ofício Número 277/R/GR/UFCG, datado de 14/10/2013). Em 2017, a homenagem foi do Conselho Universitário da UEPB, elegendo-o como Paraninfo Geral das turmas concluintes do Campus II da UEPB, conforme Resolução/UEPB/CONSUNI/0223/2017, datada de 21/12/2017. Até o momento, participou da publicação de número superior a 180 papers em revistas científicas especializadas e orientou/coorientou mais de 100 alunos, em vários níveis de qualificação, com 35 doutores já titulados sob sua orientação/coorientação.



Embrapa

® Portal Tecnológico
de Divulgação Científica
Eventos, Pesquisas e Inovação



978-65-00-17049-8