
**ANÁLISE DE GENÓTIPOS
DE GERGELIM
BRAS SEDA E PRETA
SOB DIFERENTES NÍVEIS
DE FERTIRRIGAÇÃO COM
SOLUÇÃO ORGANOMINERAL**

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

Análise de genótipos de gergelim BRS Seda e Preta sob diferentes níveis de fertirrigação com solução organomineral

A612 Análise de genótipos de gergelim BRS Seda e Preta sob diferentes níveis de fertirrigação com solução organomineral/Autores: Ribeiro et al.

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

ISBN: 978-65-00-20669-2

1.Gergelim. 2. Semiárido. 3. Biofertilizantes 4. Fertirrigação 5. Melhoramento Genético. I. Ribeiro, Victor Herbert de Alcântara. II. Queiroz, Messias Firmino de. III. Arriel, Nair Helena Castro. IV. Silva, Virgínia Mirtes de Alcântara. V. Fernandes, Pedro Dantas. VI. Título.

CDU 62

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
Messias Firmino de Queiroz
Nair Helena Castro Arriel
Virgínia Mirtes de Alcântara Silva
Pedro Dantas Fernandes

Análise de genótipos de gergelim BRS Seda e Preta sob diferentes níveis de fertirrigação com solução organomineral



1.a Edição
Campina Grande-PB
2021

Realização



Apoio



Universidade Federal
de Campina Grande

Sumário

Sumário	5
Agradecimentos	6
Prefácio.....	7
INTRODUÇÃO.....	10
REFERENCIAL TEÓRICO	11
MATERIAL E MÉTODOS.....	16
RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS.....	30
Curriculum dos Autores.....	36

Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Estadual da Paraíba – Curso de Agroecologia pela seriedade com o desenvolvimento das pesquisas, a EMBRAPA – Algodão pelo acolhimento e orientações no decorrer de toda a pesquisa e a Universidade Federal de Campina Grande ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola. Nossos agradecimentos em especial ao Professor Renato Ferraz de Arruda Veiga pelas orientações no decorrer de todo o trabalho. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas de mestrado e doutorado aos autores.

Os autores

Prefácio

Esta obra representa a seriedade dos pesquisadores envolvidos para o reconhecimento do potencial da gergelimcultura no país, inclusive no semiárido. É o resultado de um trabalho sinérgico direcionado principalmente em enfatizar o potencial produtivo do gergelim diante de suas várias características e as suas cultivares distribuídas no mundo. O melhoramento genético contribui efetivamente para o desenvolvimento de novas cv. refletindo diretamente na produção de mais e melhores alimentos e medicamentos, garantindo a segurança alimentar para a população local. Ainda favorece o desenvolvimento de cadeias produtivas diante da gama de seus produtos e subprodutos, tais como: óleo de excelente qualidade, leite e farinha, além de inúmeras aplicações industriais. A fertirrigação é o processo de aplicação de fertilizantes via irrigação, administrando a quantidade necessária de nutrientes, no tempo correto, para as plantas. O uso de biofertilizantes garante a nutrição da planta, em macro e micronutrientes, pois o processo de fermentação resulta em transformações químicas e biológicas disponibilizando os nutrientes prontamente para a planta e otimizando todo o processo. Foi escrita por especialistas em Agroecologia, Biologia, Ciências Agrárias, Engenharia Agrícola, Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, Fitotecnia, Genética e Melhoramento de Plantas, Solos e Nutrição de Plantas. Estes, adicionalmente, enfatizam que essa obra é relevante para o estado da Paraíba e para o Brasil, tendo em vista o potencial econômico do gergelim, sua aplicabilidade industrial e a segurança alimentar, como metas na pauta da política agrícola mundial. Os organizadores deste livro agradecem a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para sua concretização.

Apresentação

No livro “Mil e uma noites”, da Arábia pré-islâmica, o personagem do lenhador árabe Ali Babá descobriu a senha dos 40 ladrões que seria “Abra-te Sésamo”, para viabilizar a magia da abertura da caverna onde guardavam o seu tesouro. Tal se refere provavelmente à deiscência dos frutos do Gergelim (*Sesamum indicum* L.). Hoje em dia, nossos melhoristas genéticos e agricultores sabem que devido ao fruto tipo cápsula deiscente, há necessidade da colheita antes que a abertura ocorra, afinal ninguém quer perder o tesouro que são suas sementes. Como demonstra a própria existência deste conto, esta é uma das oleaginosas mais antigas cultivadas pelo homem, em especial pelo alto valor nutricional e medicinal, pois suas sementes são ricas em gorduras, proteínas, carboidratos, fibras e minerais essenciais.

Neste livro “Análise de genótipos de gergelim BRS Seda e Preta sob diferentes níveis de fertirrigação com solução organomineral” representa um avanço importante para o reconhecimento do melhoramento genético de plantas no País e do uso de novas tecnologias agrícolas. Contribuindo, cada vez mais, no desenvolvimento da cultura do gergelim, que apresenta duas cultivares altamente estratégicas para regiões semiáridas por sua produtividade e resistência à seca, como as ‘BRS Seda’ e ‘BRS Preta’. A adubação aqui é um fator-chave para a produtividade, assim o manejo com o uso de biofertilizantes se mostra eficaz evidenciando mais um avanço para a agricultura sustentável.

O centro de origem e diversidade de *S. indicum* segundo Nicolai Ivanovich Vavilov, envolve tanto o Oriente Próximo como a Ásia central, regiões ideais para se buscar novos genes para o melhoramento genético da cultura. Embora distante do centro de origem, o Brasil é um país estratégico para sua produção, bem como de outras oleaginosas exóticas, como: amendoim, colza, girassol e soja. Temos clima e solo adequados para comandar a agricultura mundial, alimentando o mundo, e o gergelim é parte essencial nesta tarefa, sem contar que as oleaginosas hoje podem compor os tão propagados biocombustíveis, colocando aqui também a mamona, sem falar dos nossos dendê e babaçu, entre outras. O gergelim é uma planta estratégica para o desenvolvimento da cadeia produtiva no País, por seu valor nutricional, facilidade em seu processo de extração, boa estabilidade, resistência à seca e ampla diversidade genética. Observa-se que a presença da sesamina, sesamolina e o sesamol, presentes no seu óleo, qualifica ainda mais o gergelim, sem contar a boa extração e seus ácidos graxos insaturados.

Aqui podemos ver que essa oleaginosa no semiárido brasileiro é uma cultura extensiva de sequeiro, e mesmo suas sementes sendo relativamente resistentes à seca, a questão da temperatura afeta o seu cultivo, em especial seus grãos e a segurança alimentar. Criar novas cultivares resistentes à seca é o caminho para suportar as intempéries climáticas, bem como o uso de novas tecnologias permitem melhor qualidade do produto final.

Nesse cenário, se observa que esta cultura é estratégica para regiões semiáridas, pois garante alta produção, necessária para suprir o aumento na demanda provocada pelo incremento populacional regional. Assim, o melhoramento genético desta cultura busca responder aos constantes desafios da agropecuária a fim de garantir alimento, ração, eliminação da fome oculta e suprimento em fibras. Os recentes avanços de pesquisas nas áreas de biotecnologia, genômica e fenômica fornecem ferramentas essenciais aos criadores de plantas construir cultivares melhoradas, quer seja no pré-melhoramento, no melhoramento genético e no pós-melhoramento.

Sabe-se que os melhoristas genéticos visam aumentar a frequência de bons alelos nas populações dos vegetais, para que sejam exponenciadas suas qualidades de produção de sementes, de sanidade, e de nutrição, dentre outros objetivos. O uso de variabilidade genética permite o aumento da base genética necessária à produção de novas cultivares elite. O melhoramento permite a escolha de alelos desejáveis para refletir numa maior produtividade, maior resistência ou tolerância aos fatores adversos, tais como pragas, doenças, resistência à seca, entre outros.

Deve-se enfatizar que várias pesquisas continuam sendo realizadas com esta planta, destacando-se logicamente o melhoramento genético. Algumas instituições, como o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), lançaram três cultivares: IAC-Ouro, IAC-China e IAC-Guatemala, enquanto a Embrapa-Algodão, por exemplo, destaca-se no desenvolvimento de várias cultivares desde 1986 e recentemente lançou mais duas 'BRS Anahi', lançada em 2016 e 'BRS Morena', lançada em 2020. Tais cultivares são produtoras de sementes de cor branca, e/ou creme, são as de maior valor comercial, ao passo que as sementes pretas são mais restritas comercialmente, embora possuam ação antioxidantes, anti-inflamatórias, antitumorais, anticâncer e propriedades antienvhecimento, e anti-neurodegeneração.

Pontuo neste livro as pesquisas com fertilizantes biológicos como ação estratégica no enriquecimento da fertilidade do solo favorecendo a multiplicação de microrganismos e nutrição das plantas, colocando a produtividade num nível suficientemente alto, indispensável para a sustentabilidade agrícola.

Diante desse contexto ressalta-se a contribuição de todos os cientistas envolvidos na luta pelo aumento da produtividade com novas cultivares através de melhoramento genético e na pesquisa e uso de novas tecnologias como os biofertilizantes.

A Paraíba demonstra ter excelente potencial logístico na produção do gergelim, com o apoio de várias universidades e instituições de pesquisa, em especial da Embrapa Algodão.

Enfim, ao apresentar este livro, me sinto privilegiado ao poder lê-lo e desfrutá-lo com antecedência. O Brasil tem que se utilizar mais do gergelim para a sua alimentação, bem incrementar novas tecnologias agrícolas, para o bem da nossa nação agropecuária.

Dr. Renato Ferraz de Arruda Veiga
Fundação de Apoio à Pesquisa Agrícola

INTRODUÇÃO

O Gergelim (*Sesamum indicum L.*), espécie da família Pedaliaceae, é uma planta anual ereta, herbácea que é considerada ser uma das mais antigas culturas de sementes oleaginosas, cultivada há séculos particularmente na África, Ásia, China, Índia e América do Sul e algumas partes dos Estados Unidos. No Brasil, os estados que se destacam na produção do gergelim são: Bahia, Ceará, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Piauí e Rio Grande do Norte.

Esta cultura é reconhecida mundialmente e, portanto, ocupa uma posição privilegiada no comércio internacional, onde os maiores produtores são: Myanmar, Índia e China, respectivamente, representando 53,9% da produção mundial. O comércio global de sementes de gergelim é avaliado em aproximadamente US \$ 1,49 bilhão. Além disso, a demanda por óleo de gergelim também vem aumentando durante a última década, indicando sua relevância mundial.

A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) cita para a safra 19/20 o resultado de 127 mil toneladas, uma alta de 208,7% em relação à safra anterior quando foram colhidas 41 mil toneladas, destacando o aumento da área plantada de 51 mil hectares para 160 mil hectares.

Suas sementes têm valor nutricional e medicinal sendo ricos em gordura, proteína, carboidratos, fibras e minerais essenciais. Possui ainda quantidades significativas de methionina, triptofano - aminoácidos com inúmeros benefícios para a saúde humana. O óleo, com 85% de ácidos graxos insaturados, é altamente estável e com efeito redutor no colesterol.

O leite de gergelim, extraído pela trituração das sementes, é desprovido de fatores anti-nutricionais que o indica quando a pessoa tem alergia ao consumo de leite. Sua farinha é rica em proteína de alta qualidade (40%) indicada para a alimentação de aves e gado.

A adubação é um dos fatores mais estudados na cultura do gergelim em condições semiáridas, apresentando respostas distintas quando se avaliam locais e épocas de cultivo, ou mesmo entre cultivares, demonstrando a complexidade de pesquisas mais direcionadas nas relações solo-planta.

Nos últimos anos a fertirrigação com utilização de biofertilizante ou fertilizantes orgânicos estão ganhando atenção entre os agrônomos e cientistas do solo por seus consideráveis benefícios, em especial para esta espécie.

REFERENCIAL TEÓRICO

O gergelim é considerado a principal cultura de oleaginosas do mundo devido ao seu valor nutricional, facilidade em seu processo de extração, boa estabilidade, resistência à seca e ampla variedade genética (RIBEIRO et al., 2020; ALI, 2017; ARAÚJO et al., 2014; BEDIGIAN, 2004). Entre as importantes oleaginosas amplamente cultivadas no mundo, como colza (*Brassica napus* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), soja (*Glycine max* (L.) Merrill), girassol (*Helianthus annuus* L.), o gergelim (*Sesamum indicum* L.) se destaca, pois fornece um dos maiores e mais ricos óleos comestíveis (PATHAK et al., 2014; ARRIEL et al., 2020).

O Gergelim é uma espécie da família Pedaliaceae, é uma planta anual ereta, herbácea que é considerada ser uma das mais antigas culturas de sementes oleaginosas, cultivada há séculos particularmente na África, Ásia, China, Índia e América do Sul e algumas partes dos Estados Unidos (OYINLOYE et al., 2016; HEGDE, 2012; BEDIGRAM, 2010).

O gergelim representa uma cultura estratégica, adaptável a uma variedade de tipos de solos, com bom desempenho em solos bem drenados, de estrutura média em pH neutro. Com relação ao clima, os principais fatores climáticos que determinam o melhor desenvolvimento do gergelim é a temperatura (entre 25 e 30°C), precipitação (mínimo de 30mm), luminosidade (maioria das cultivares é de 10 horas de luz diária) e altitude (preferencialmente baixas altitudes e até 1.200 m) (EMBRAPA, 2009).

Essa oleaginosa passou a ser cultivada comercialmente no Nordeste do Brasil a partir de 1986, quando foram estruturados mecanismos de fomento nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, e desenvolvidos projetos de pesquisa com a cultura

No Nordeste a exploração ainda permanece em nível de subsistência, com poucos excedentes comercializáveis, apesar de boa adaptabilidade da cultura à região, das condições climáticas favoráveis, da facilidade de cultivo, da alta produção, dos valores de mercado compensadores e da qualidade nutricional de seus subprodutos, o que é alternativa para amenizar o agravante da carência alimentar, sobretudo para população de baixa renda (BELTRÃO, 1995).

De acordo com Beltrão et al. (1991), após a expansão do gergelim, vários passos tecnológicos têm sido definidos para o cultivo dessa oleaginosa nas condições edafoclimáticas da região nordestina, como espaçamento, configuração de plantio, adubação e a síntese de novas cultivares produtivas de alto teor de óleo e que atendam às necessidades dos segmentos que consomem esta matéria-prima.

O gergelim na região nordeste brasileira é cultivado quase que exclusivamente por pequenos e médios produtores, os quais utilizam mão-de-obra proveniente da agricultura familiar, com baixo nível

Análise de genótipos de gergelim BRS Seda e Preta sob diferentes níveis de fertirrigação com solução organomineral tecnológico, materiais crioulos, além do baixo uso de fertilizantes, essenciais para o aumento da produtividade (QUEIROGA et al., 2009).

As sementes são quimicamente compostas de 44-57% de óleo, 18-25% proteína, 13-14% carboidratos (BORCHANI et al., 2010). O gergelim auxilia na alimentação básica popular, pois a semente pode ser consumida também *in natura*, e em preparações diversas; todavia o óleo é a principal razão de seu cultivo, pois se trata de um óleo de alta qualidade servindo também, como base para o preparo de gorduras compostas, margarinas e óleos para salada, é um óleo rico em ácidos graxos insaturados, como oléico e linoléico (BARROS et al., 2001).

Além do óleo, o leite de gergelim, extraído pela trituração das sementes é um excelente substituto em caso de alergias aos outros leites, também a farinha de gergelim é uma excelente proteína de alta qualidade (40%) para a alimentação para aves e gado. Além disso, os leites vegetais estão livres de caseína, lactose e colesterol para que eles não causam problemas relacionados à intolerância à lactose, à alergenicidade da caseína e às preocupações cardíacas (AHMADIAN-KOUCHAKSARAEI et al., 2014)

Assim o desenvolvimento de bebidas lácteas à base de gergelim pode superar este problema que restringe o consumo de produtos lácteos à base de soja e outros leites vegetais (AHMADIAN-KOUCHAKSARAEI et al., 2014)

As sementes de gergelim possuem elevadas quantidades de componentes nutricionais, muito utilizados em tratamentos na área da saúde, com efeitos anti-hipertensivos, anticancerígenos, anti-inflamatórios e antioxidantes (PATHAK et al., 2014).

As variedades produtoras de sementes de cor branca, e/ou creme, são as de maior valor comercial, ao passo que as sementes pretas se caracterizam por serem de demanda restrita, mas em ascensão no mercado consumidor (ARRIEL et al., 2014).

Com relação ao gergelim preto ele não é apenas nutritivo, mas pode ser usado como medicamento no tratamento de várias doenças (NORMILE, 2003).

As sementes de gergelim preto possuem propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antitumorais, anticâncer e propriedades antienvhecimento, e contra a neuro degeneração (MAJDALAWIEH et al., 2017; GOUVEIA et al., 2016; KOCHER, 2015; PARK et al., 2010).

Já a BRS Seda apresenta potencial para produzir até 2.500 kg ha⁻¹, em condições ideais de cultivo. É tolerante à mancha-angular, à cercosporiose e à murcha-de-macrofomina, e é indicada para o cultivo no Nordeste, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, São Paulo (precipitação de 400 a 850mm) e Cerrad o (ARRIEL et al., 2020).

Nesse contexto, o cultivo do gergelim apresenta grande potencial econômico devido às possibilidades de exploração, tanto no mercado nacional quanto no internacional, visto que suas sementes contêm cerca de 50% de óleo de excelente qualidade, que pode ser usado nas indústrias alimentar, química e farmacêutica (MORETTO & ALVES, 1986);

O Mercado mundial desta oleaginosa está em plena ascensão, porque aumenta cada vez o quantitativo de produtos industrializados com gergelim para o consumo (alimentação, cosméticos e farmacologia) gerando demanda do produto *in natura* (SETE, 1998). Além do mais, estudos recentes apresentam o grande potencial do óleo de gergelim como matéria-prima para produção de biodiesel (BARROS et al., 2007; DANTAS et al., 2007).

Diante da crescente perspectiva da exploração econômica do gergelim, torna-se necessário alcançar maior rendimento em grãos dessa oleaginosa por área plantada, principalmente em solos com baixa fertilidade natural, sendo necessário o seu cultivo de forma mais eficiente em função do manejo da adubação (RIBEIRO et al., 2017).

O melhoramento de novas cultivares estratégicas para a região semiárida é importante para o desenvolvimento de variedades com alto rendimento, qualidade e resistente a pragas, pois a produção do gergelim é limitada por vários fatores. A produção de gergelim é severamente afetada por restrições bióticas, bem como restrições abióticas que incluem principalmente doenças fúngicas, fotosensibilidade e precoce senescência resultando em perdas que variam de 10 a 90% do rendimento (KAPPOR et al., 2015).

Dentre estas estão incluídas, manchas foliares, causada por fungo *Cylindrosporium sesami* Hansf., Mancha bacteriana, por bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *Semami* (Xcc), e pragas como *P. interpunctella*, que infecta os grãos armazenados de gergelim, causando danos econômicos à cultura (ARRIEL et al., 2007; MICHEREFF FILHO et al., 2013; EMBRAPA, 2009).

Assim, o desenvolvimento e crescimento de variedades resistentes a doenças é, portanto, o mais eficaz, ambientalmente correta, menos dispendiosa e de longo prazo para doenças manejo em lavouras (SHABANA et al., 2014).

Nos últimos anos, os especialistas em melhoramento começaram a explorar várias melhorias na qualidade de culturas como milho, soja, gergelim, tomate, colza e amendoim através de uma variedade de métodos de manejo (RIBEIRO et al., 2019; CAO et al., 2017; QU et al., 2016; LEE et al., 2016; YAMAMOTO et al., 2016; PRASANNA et al., 2015; SUWARNO et al., 2014).

O gergelim possui uma ampla diversidade genética. Provavelmente devido a uma adaptação aos vários ambientes onde sua presença foi registrada, incluindo Índia, China, Ásia Central, Oriente Médio e Etiópia, juntamente com seleções naturais e artificiais de longo prazo (ARRIEL et al., 2019; WEI et al., 2015; ZEVEN & ZHUKOVSKY, 1975).

Desde 1986, a Embrapa Algodão conduz pesquisas para desenvolver cultivares mais produtivas e resistentes, além do melhor aproveitamento das suas propriedades. Entre as cultivares lançadas estão CNPA G2, G3, G4, SEDA e a cultivar BRS Anahí lançada recentemente (ARRIEL et al., 2006; ARRIEL et al., 2015; ARRIEL et al., 2019).

O Brasil ainda é considerado um pequeno produtor desta oleaginosa com 20.000 hectares cultivados e produção de 13.000 toneladas. O mercado interno é estimado em 50.000 toneladas de

Análise de genótipos de gergelim BRS Seda e Preta sob diferentes níveis de fertirrigação com solução organomineral grãos, dos quais 80% são importados. O abastecimento das indústrias nacionais poderia ser suprido pelo cultivo de 77.000 hectares, mantida a atual produtividade, o que é perfeitamente viável, através da exploração desta cultura no semiárido nordestino, ou nas condições de cerrado (EMBRAPA, 2000b).

O gergelim, embora com produtividade inferior à das principais espécies de oleaginosas exploradas no Brasil, têm destaque na sua exploração, por produzir óleo de excelente qualidade alimentar, semelhante ao de oliva (ARRIEL et al., 1996a), e na Paraíba, esta cultura constitui excelente opção agrícola por possuir satisfatório grau de resistência à seca associado ao baixo custo de produção (BELTRÃO et al., 1991).

Na cultura do gergelim, a adubação é um dos assuntos mais estudados, apresentando respostas diferentes quando se avaliam locais e épocas de cultivo, ou mesmo cultivares (ÁVILA & GRATEROL, 2005). Isso mostra que o crescimento e produção da cultura variam de acordo com a complexidade do meio e que não é tão simples entender as relações solo-planta nessa oleaginosa (RIBEIRO et al., 2017).

Recentemente, os fertilizantes orgânicos estão ganhando atenção entre os agrônomos e cientistas do solo por seus consideráveis benefícios, especialmente na agricultura de oleaginosas, pois fertilizantes orgânicos, são utilizados há séculos para melhorar a produtividade das plantas. Vários estudos têm sido realizados sobre biofertilizantes e seus diversos benefícios na agricultura sustentável, especialmente na promoção da nutrição vegetal (THOMAS et al., 2019; GÁRCIA-FRAILE et al., 2015; SANTOS et al., 2019; MALUSÁ et al., 2016).

O aproveitamento agrícola de resíduos orgânicos constitui uma prática ambientalmente sustentável e econômica principalmente porque permite a recuperação de diversos elementos químicos, como nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e oligoelementos. O aumento no conteúdo de matéria orgânica do solo (MOS) melhora os atributos físicos, químicos e biológicos estimulando o crescimento e o desenvolvimento das plantas (ZANDONADI et al., 2014).

A composição química do biofertilizante varia conforme o método de preparo, o tempo de decomposição, a população microbiológica, temperatura e pH do composto, bem como o material que o origina. Uma das principais características do biofertilizante é a presença de microrganismos, responsáveis pela decomposição da matéria orgânica e liberação de metabólitos, enzimas, vitaminas, toxinas, fenóis, ésteres, ácidos e antibióticos (MEDEIROS & LOPES, 2006; ELKHOLY et al., 2005), conferindo melhor qualidade à calda orgânica.

Além de melhorias na qualidade físico-química do solo, aumento e diversidade da microbiota do solo, fixação e mobilização de nitrogênio, solubilização e mobilização de nutrientes e produção de fito hormônios. Os biofertilizantes oferecem uma opção economicamente viável aos pequenos agricultores para realizar o objetivo final de aumentar a produtividade das culturas (SINGH et al., 2018).

Para garantir a alta produtividade da cultura e manter o equilíbrio nutricional em toda fase fenológica é de extrema importância, pois cada nutriente é essencial ao metabolismo e deve estar disponível na solução do solo, em quantidades e proporções adequadas. Em solos pobres, sobretudo em

Análise de genótipos de gergelim BRS Seda e Preta sob diferentes níveis de fertirrigação com solução organomineral
matéria orgânica, caso não haja aplicação de fertilizantes, orgânicos ou químicos, as plantas de gergelim apresentam sintomas de deficiências complexas, envolvendo interação de vários nutrientes, como nitrogênio e enxofre (BELTRÃO et al., 2001). Adicionar esterco ao solo para melhorar o conteúdo de matéria orgânica é uma prática usada há muito tempo (GLIESSMAN, 2000).

A produção do biofertilizante é decorrente do processo de fermentação, ou seja, da atividade dos microrganismos na decomposição da matéria orgânica e complexação de nutrientes, o que pode ser obtido com a simples mistura de água e esterco (TIMM et al., 2004; SANTOS, 1992).

O gergelim extrai do solo, em termos relativos, quantidades elevadas de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), que variam conforme a produção, o estado nutricional, a variedade utilizada e a parte da planta colhida. Em geral, a planta precisa de 50-14-60 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O para produzir 1.000 kg de sementes. O arranquio da cultura implica na perda de quase 97% dos nutrientes extraídos do solo pelas plantas. Desse total, os frutos contêm de 33 a 60% do NPK extraído (BASCONES & RITAS, 1961).

Assim, a aplicação de fertilizantes biológicos é essencial na manutenção da fertilidade do solo e da produtividade de culturas estratégicas como o gergelim, em um nível suficientemente alto, indispensável para alcançar o desenvolvimento da cadeia produtiva da cultura a implantação da agroindústria para diversificação de produtos e aproveitamento de resíduos, isso implementará definitivamente a sustentabilidade da agricultura no Estado da Paraíba.

Portanto o objetivo deste trabalho é avaliar o cultivo e a fenologia do gergelim 'BRS SEDA' e 'PRETA' sob diferentes níveis de solução organomineral via fertirrigação .

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em condições de campo e sob irrigação localizada por gotejamento durante a estação seca de novembro de 2014 a fevereiro de 2015, em área agrícola pertencente ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), Campus II da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, PB, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 7° 09' S; longitude 35° 52' W e altitude de 634 m.

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%.

No experimento foram estudados os genótipos do gergelim (*Sesamum indicum* L.), cultivar 'BRS Seda' e 'Preta' oriundas da coleção de germoplasma da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Algodão) em 2007, cujas principais características são: plantas de hábito ramificado e cápsulas deiscentes, ciclo de 85 a 89 dias, início da floração aos 35 dias.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições e cinco tratamentos correspondendo a diferentes níveis da adubação recomendada (50-80-20) para a cultura do gergelim (CAVALCANTI, 1998), são eles: (T1 = testemunha; T2 = 30%; T3 = 60%; T4 = 90%; e T5 = 120%). Os tratamentos foram parcelados via fertirrigação em doze aplicações na forma de solução organomineral, aos 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 42, 45 e 48 dias após a emergência (DAE), período este que compreende o crescimento vegetativo até o início da floração do gergelim.

Os blocos possuíam dimensões de 15 metros de comprimento por 6 metros de largura com quatro repetições e cada bloco teve dez parcelas experimentais, cada uma com 3 m de largura por 3 m de comprimento e três filas com 10 plantas por metro espaçadas a cada 10 cm, sendo 1 m entre filas. A fila central foi denominada área útil (onde foram realizadas avaliações periodicamente em cinco plantas), as demais denominaram-se bordaduras.

A semeadura foi realizada em 06/11/2014 após seleção rigorosa das sementes eliminando-se as defeituosas, danificadas. A semeadura foi realizada manualmente em sulcos rasos (2 cm de profundidade), contínuos semeando-se em torno de 30 sementes por metro linear (ARRIEL et al., 2009).

O desbaste foi realizado em solo com umidade próxima a capacidade de campo e em duas etapas: inicialmente, quando as plantas estavam com 4 folhas, deixando-se 20 plantas por metro e quando estas alcançaram 12 a 15 cm de altura, deixando-se 10 plantas por metro, totalizando 30 plantas por fila

Análise de genótipos de gergelim BRS Seda e Preta sob diferentes níveis de fertirrigação com solução organomineral (ARRIEL et al., 2009).

Aos 90 dias após a emergência das plântulas foi realizada a colheita. Após serem cortadas, as plantas foram amarradas em feixes por área útil das parcelas e por tratamento os quais foram postos para secar por 15 dias, e depois batidas, ventiladas e pesadas para se determinar a respectiva produção e produtividade.

Os tratamentos fitossanitários das plantas de gergelim visaram ao 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).

O controle da vegetação espontânea foi feito periodicamente eliminando-se as ervas invasoras nas linhas e entrelinhas do cultivo.

O solo da área do experimento, classificado como Neossolo Regolítico Eutrófico (EMBRAPA, 2009), é declivoso (até 15%), profundo, de textura arenosa, com boa drenagem e de fertilidade moderada (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos físico-hídricos e químicos de amostras de solo do local da pesquisa, em duas profundidades

Características físico-hídrica	Unidade	Profundidade:	Profundidade:
		0 a 20 cm	20 a 40 cm
		Valor	Valor
Areia	g kg ⁻¹	871,07	884,47
Silte	g kg ⁻¹	87,13	73,70
Argila	g kg ⁻¹	41,80	41,80
Classificação textural	-	Franco-arenoso	Franco-arenoso
Densidade do solo (ds)	g cm ⁻³	1,49	1,48
Densidade das Partículas (dp)	g cm ⁻³	2,75	2,73
Porosidade (ε)	%	45,84	45,62
Capacidade de Campo (10,13 kPa) (CC)	g kg ⁻¹	95,93	121,50
Ponto de Murchamento (1519,87 kPa) (PM)	g kg ⁻¹	50,53	51,53
Água Disponível (AD)	g kg ⁻¹	45,40	70,00
Características químicas (complexo sortivo)	Unidade	Profundidade:	Profundidade:
		0 a 20 cm	20 a 40 cm
		Valor	Valor
Cálcio - Ca	cmol _c dm ⁻³	3,50	3,10
Magnésio - Mg	cmol _c dm ⁻³	2,53	2,12
Sódio - Na	cmol _c dm ⁻³	0,02	0,02
Potássio - K	cmol _c dm ⁻³	0,26	0,19
Soma de bases - S	cmol _c dm ⁻³	6,28	5,44
Hidrogênio	cmol _c dm ⁻³	2,07	2,47
Alumínio	cmol _c dm ⁻³	0,00	0,07
Capacidade de troca catiônica	cmol _c dm ⁻³	8,34	8,14
Carbonato de Cálcio Quantitativo	%	Ausência	Ausência
Carbono orgânico	G kg ⁻¹	1,19	0,93
Matéria Orgânica - M.O.	G kg ⁻¹	2,05	1,61
Nitrogênio - N	g kg ⁻¹	0,11	0,09
Fósforo assimilável - P	mg dm ⁻³	5,64	5,49
pH em água (1:2,5)	-	6,14	6,01
Condutividade elétrica suspensão solo-água (1:2,5) (Cesa)	dS m ⁻¹	0,14	0,13

A solução organomineral foi formulada de acordo com a metodologia descrita por Cavalcanti (1998) e Santos et al. (1982) com o auxílio da ferramenta SOLVER do Microsoft Office Excel, que permite vários tipos de simulações a partir dos quais construiu-se uma planilha contendo diferentes ingredientes orgânicos e fertilizantes minerais conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Composição química percentual dos ingredientes utilizados para formulação da solução organomineral e respectivas quantidades para preparação de 200 litros de solução

Nutrientes	Composição química dos ingredientes utilizados na formulação da solução organomineral ⁽¹⁾											Recomendação de adubação kg/360m ²
	Vinhoto	Melaço	Sangue	Leite	MAP*	CuSO ₄	ZnSO ₄	MnSO ₄	FeSO ₄	Ac. Bórico	SAM*	
-----%-----												
Macro-nutrientes ⁽¹⁾												
N	0,012	0,800	2,550	5,370	11,000	0	0	0	0	0	19,600	1,440
P	0,005	0,210	0,047	0,680	60,000	0	0	0	0	0	0	2,304
K	0,040	2,190	0,191	1,470	0,000	0	0	0	0	0	0	0,576
Micro-nutrientes ⁽²⁾												
Zn	0	0,003	0	0,011	0	0	35,500	0	0	0	0	0,015
Fe	0	0,020	0,035	0,001	0	0	0	0	20,000	0	0	0,387
Mn	0,001	0,004	0	0	0	0	0	36,380	0	0	0	0,062
Cu	0	0,006	0	0,002	0	25,000	0	0	0	0	0	0,016
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,000	0	0,023
Quantidade (kg) dos ingredientes utilizados na formulação de 200 L de solução												
	161,454	20,000	5,000	5,000	3,696	0,036	0,076	0,159	2,065	0,179	2,334	

*MAP=Fosfato monoamônio. *SAM= Sulfato de amônia. Fonte: (1) Cavalcanti (1998). (2) Santos et al. (1982).

O preparo da solução organomineral foi realizada em duas etapas, na primeira os ingredientes orgânicos mais água foram misturados em um reservatório de 180 L onde sofrera fermentação anaeróbica. Após estabilização, que correspondeu a segunda etapa, foram acrescentados os fertilizantes minerais, misturando-os até completa solubilização, tendo-se assim, a solução estoque. Na Tabela 3 estão descritos os volumes de solução estoque e os quantitativos de SAM, MAP, KNO₃, ZnSO₄, FeSO₄, MnSO₄, CuSO₄ e Ac. Bórico disponibilizados por aplicação.

Tabela 3. Volumes de solução estoque utilizados por aplicação em função dos tratamentos

Trat.	% da dose recomendada	Vol. da solução estoque (L) por aplicação	Quantidade (kg) do nutriente por aplicação							
			SAM*	MAP*	KNO ₃	ZnSO ₄	FeSO ₄	MnSO ₄	CuSO ₄	Ac. Bórico
T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	30	1,000	0,0072	0,0115	0,0029	0,0002	0,0019	0,0003	0,0001	0,0001
T3	60	2,000	0,0144	0,0230	0,0058	0,0000	0,0039	0,0006	0,0001	0,0002
T4	90	3,000	0,0216	0,0346	0,0086	0,0000	0,0058	0,0009	0,0002	0,0003
T5	120	4,000	0,0288	0,0461	0,0115	0,0006	0,0077	0,0012	0,0005	0,0005

*MAP=Fosfato monoamônio. *SAM = Sulfato de amônia.

Em função dos tratamentos, o volume da solução estoque foram diluídos em 15 L d'água, injetados no sistema de irrigação através do injetor do tipo Venturi e disponibilizados a cultura pelo

Análise de genótipos de gergelim BRS Seda e Preta sob diferentes níveis de fertirrigação com solução organomineral

sistema de irrigação por gotejamento com linhas de derivação do tipo fita gotejadora, com 16mm de diâmetro com emissores a cada 20 cm. A vazão média dos emissores, em litros por metro e por hora, foi determinada em condições de campo durante a pressurização do sistema com o auxílio de um motor-bomba Dancor, 3 CV, trifásico, CAM W14, centrífuga, altura manométrica máxima em metros de coluna de água (mca) de 41 m, vazão mínima de $8,6 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ (40 mca) e máxima de $14,8 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ (34 mca) sem considerar as perdas por atrito. Nos quatro blocos experimentais foram escolhidos, aleatoriamente, cinco gotejadores onde se mediu a vazão média.

A primeira irrigação foi realizada no dia 05 de novembro de 2014, um dia antes da semeadura, com objetivo de elevar a umidade do solo à capacidade de campo (CC). Os volumes das irrigações posteriores foram aplicados três vezes por semana (segundas, quartas e sextas-feiras) quando necessários e variaram em função da Evapotranspiração de Referência (ET_o) e do Balanço Hídrico Climatológico e foram calculados estimando-se o Coeficiente Cultural (K_c) para o valor 1,0 (K_c = ETC/ET_o). Para a estimativa da Evapotranspiração de Referência (ET_o), foi adotada a metodologia de Penman e Monteith (FAO56) (ALLEN et al., 1998).

As avaliações de altura das plantas em cm (AP), altura de inserção do primeiro fruto (AIPF), diâmetro caulinar em mm (DC), número de ramos por planta (NRP), número de frutos por planta (NFP), massa de sementes por planta (MSP), massa de 1000 sementes por planta (M1000) e número de folhas (NDF) foram realizadas nas dez plantas úteis das parcelas experimentais, aos 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 e 90 dias após a emergência das plantas (DAE) com exceção do 'MSP' e do 'M1000' que foram determinados após a colheita e após a secagem natural dos frutos por 15 dias.

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; A 'AIPF' foi medida em centímetros desde o colo da planta até a primeira cápsula, com o auxílio de uma trena. o 'DC' foi avaliado com paquímetro digital (mm), ao nível do colo das plantas; O 'NRP', 'NFP' e 'NDF' foram contados em campo nas dez plantas úteis; O 'MSP' (g) e o 'M1000' (g) foram obtidos após a secagem das sementes de gergelim, por 15 dias, a temperatura ambiente, em casa de vegetação.

Para determinação da fenologia do gergelim foram realizadas, diariamente, análises nas parcelas experimentais do tratamento testemunha (T1) até ser possível identificar as diferentes fases fenológicas para a espécie de gergelim estudada. O número de dias caracterizando as fases fenológicas, foram determinados a partir da média aritmética dos resultados registrados nas vistorias realizadas nos quatro blocos experimentais, adaptando-se critérios contidos em Queiroz (2012) e se considerando: fase I (Início da germinação) compreendida a partir da semeadura até o dia anterior ao início da emergência das plantas; fase II (Início da Floração): compreendida a partir do surgimento das primeiras inflorescências até o início da frutificação; fase III (Início da Frutificação): formação dos primeiros frutos até o início de maturação dos frutos; fase IV (Início da Maturação/Colheita): período de maturação e colheita dos frutos, compreendida pelo final da fase III até a colheita.

Os procedimentos estatísticos, dos dados de crescimento e de produção foram tabulados e em seguida submetidos à análise de variância pelo programa SISVAR 5.1, quando verificado efeito significativo pelo Teste F, as médias foram submetidas à análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para as variáveis estudadas está apresentado na Tabela 4. Pelos resultados obtidos observa-se que ocorre efeito significativo do tratamento (efeito isolado) sobre a massa de frutos por planta 'MFP' (< 0,05), massa de sementes por planta 'MSP' (< 0,05), altura de planta 'AP' (< 0,01) e diâmetro caulinar 'DC' (< 0,05) do gergelim. Já com relação às variáveis: número de folhas por planta 'NDF', número de frutos por planta 'NFP', massa de 1000 sementes 'P1000', altura de inserção do primeiro fruto 'AIPF' e número de ramos por planta 'NRP' não houve resultado significativo.

Tabela 4. Análise de variância para peso de frutos por planta 'PFP' (g), peso de sementes por planta 'PSP' (g), peso de 1000 sementes 'P1000' (g), altura de planta 'AP' (cm), diâmetro caulinar 'DC' (mm), número de folhas por planta 'NDF', número de ramos por planta 'NRP'

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio								
		PFP	PSP	P.1000	AP	DC	NDF	NRP	NFP	AIPF
Biofertilizante (B)	4	142,83 ^{ns}	41,22 ^{ns}	0,03 ^{ns}	321,43 ^{ns}	9,68*	0,02 ^{ns}	0,03 ^{ns}	3,55 ^{ns}	85.26 ^{ns}
Linear	1	495,26*	133,51*	-	1192,89**	33.93*	-	0,002 ^{ns}	-	-
Quadrático	1	5,45 ^{ns}	14,19 ^{ns}	-	29,43 ^{ns}	3.53 ^{ns}	-	0,013 ^{ns}	-	-
Desvio	2	5,30 ^{ns}	8,60 ^{ns}	-	31,69 ^{ns}	0.62 ^{ns}	-	0,063*	-	-
Cultivar (C)	1	126,09 ^{ns}	25,64 ^{ns}	0,006 ^{ns}	11128,56**	58,73**	0,15**	0,004 ^{ns}	0,42 ^{ns}	6234.75**
B x C	4	124,25 ^{ns}	47,09 ^{ns}	0,01 ^{ns}	309,21 ^{ns}	1,78 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,01 ^{ns}	2,23 ^{ns}	29.46 ^{ns}
Tratamentos	9	132,71*	42,10*	0,02 ^{ns}	1516,79**	11,62**	0,04**	0,02*	2,62*	775.61**
Blocos	3	242,06*	58,24 ^{ns}	0,03 ^{ns}	950,90**	7,54*	0,12**	0,08**	3,19 ^{ns}	518.91**
Resíduo	27	74,31	26,43	0,02	124,76	2,6	0,02	0,01	1,74	75.32
CV (%)		22,61	24,76	5,69	7,73	11,66	7,05	14,54	12,67	15.04
Média geral		38,13	20,77	2,97	144,44	13,84	2	0,79	10,4	57.70

Número de frutos por planta 'NFP' e altura de inserção do primeiro fruto 'AIPF' das cultivares do gergelim 'BRS SEDA' e 'PRETA' em função da fertirrigação com solução organomineral (biofertilizante).

ns não significativo, *,** significativo a 5 e 1% de probabilidade respectivamente, C1 e C2 cultivares 'BRS SEDA' e 'PRETA', respectivamente. 'NDF' e 'NRP': Dados transformados em Log de x e 'NFP': Dados transformados em raiz de x.

Para a massa de fruto por planta 'MFP' do gergelim, conforme Figura 1, verifica-se efeito linear isolado do biofertilizante e de acordo com a estimativa da equação de regressão ocorre acréscimo no 'PFP' de 28,96% (9,6g) entre as doses de biofertilizante de 0 e 120%. Com 120% de aplicação do biofertilizante, há aumento de 1,29 em relação à aplicação de 0%. Mesquita (2010) estudando a cultura

Análise de genótipos de gergelim BRS Seda e Preta sob diferentes níveis de fertirrigação com solução organomineral do gergelim sob aplicação de diferentes níveis de irrigação não evidenciou resultados significativos para a massa de fruto por planta.

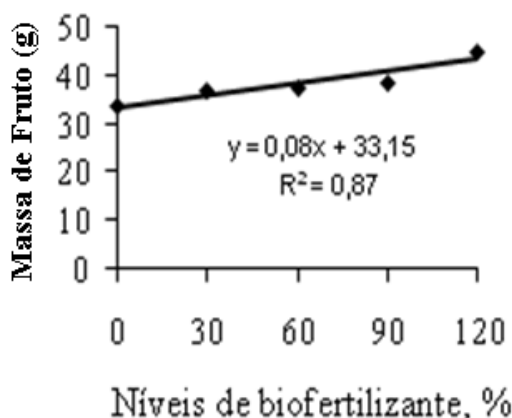


Figura 1. valores médios para massa de frutos por planta (g) do gergelim aos 105 dias após a emergência (DAS) das plântulas em função do biofertilizante.

Verifica-se, na Figura 2 e respectiva equação de regressão, efeito linear do biofertilizante sobre o diâmetro caulinar (DC) nas cultivares BRS SEDA (C1) e PRETA (C2). Analisando-se as médias estimadas pela equação de regressão, observa-se acréscimo do 'DC' entre a dose de biofertilizante 0% e 120%, de 17,15%, na cultivar C1, equivalendo a um incremento de 2,36mm, sendo o crescimento na dose de 120% 1,17 vezes maior do que na testemunha. A cultivar PRETA (C2), também apresenta aumento do diâmetro entre as doses de 0 e 120%, com um incremento de 27,83%, equivalendo a um acréscimo de 3mm, demonstrando crescimento 1,27 vezes maior.

Corroborando com os resultados encontrados por Santos et al. (2010), avaliando o diâmetro caulinar em duas cultivares de gergelim (CNPA G3 e CNPA G4) plantadas em vasos, utilizando água de abastecimento potável e água residuária tratada, encontraram valores médios para o diâmetro caulinar aos 90 dias após a emergência das plântulas com 16,0mm, próximo aos valores encontrados no presente trabalho.

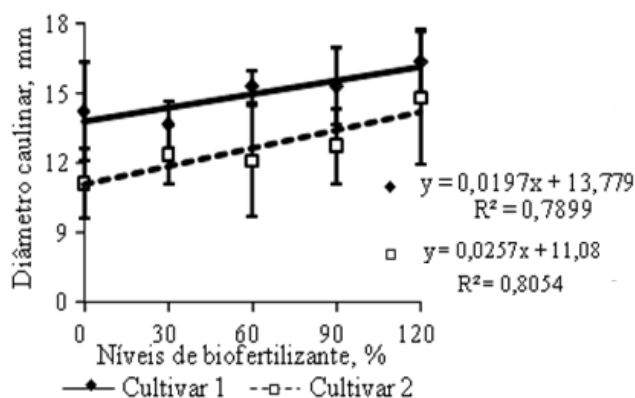


Figura 2. Valores médios para diâmetro caulinar (mm) das cultivares do gergelim (C1 – BRS SEDA e C2 - PRETA) aos 105 dias após a emergência (DAS) das plântulas em função do biofertilizante.

Na Figura 3, observa-se efeito linear isolado do biofertilizante e de acordo com a estimativa da equação de regressão ocorre acréscimo no peso de sementes por planta 'PSP' de 28,38% (5,16 g) entre as doses de biofertilizante de 0 e 120%. O 'PSP' do nível 120% é 1,28 maior do que o tratamento testemunha (0%). Grilo e Azevedo (2013), constataram um peso médio de sementes por planta de 20,4 g, com desvio padrão de 9,7, dados que se assemelham aos analisados nesta pesquisa.

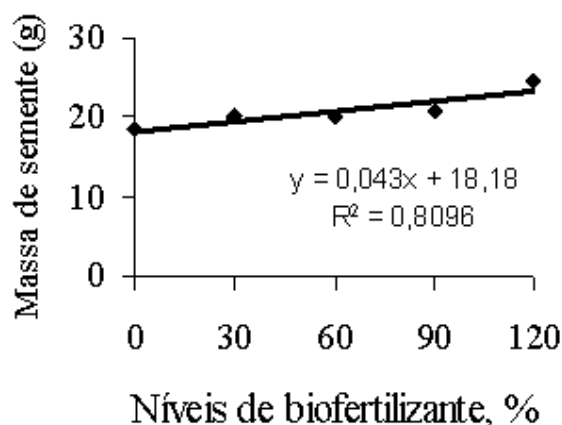


Figura 3. Valores médios para massa de sementes por planta (g) das cultivares do gergelim aos 105 dias após a emergência (DAS) das plântulas em função do biofertilizante.

Verifica-se na Figura 4, efeito linear apenas com relação a cultivar 2 (PRETA). Neste caso, pela estimativa da equação de regressão, ocorre acréscimo na altura da planta de 24,74%, correspondendo a um aumento de 10,128 cm entre as dosagens de 0 e 120% de biofertilizante. Maia Filho et al. (2010) estudaram a utilização de dosagens de biofertilizante bovino, fornecidas via fertirrigação, para a promoção de diversos fatores de crescimento e desenvolvimento desta pedacilacea, na qual pode ser constatada uma altura máxima de 156,75 cm do gergelim em condições de campo. Lima (2006) observou uma altura máxima de 96,83 cm de altura do gergelim, resultados que se assemelham aos encontrados na presente pesquisa.

Segundo Beltrão e Vieira (2001), o gergelim apresenta desenvolvimento vegetativo inicial lento e, a partir dos 50 DAE, as plantas aceleram o crescimento. A altura das plantas, aos 50 DAE, apresenta certa diferença entre os tratamentos, principalmente nos tratamentos com solução 100% mineral e 160% de solução organomineral, onde verifica-se que as plantas da variedade 'PRETA' com tratamento a 160% tiveram crescimento mais acentuado.

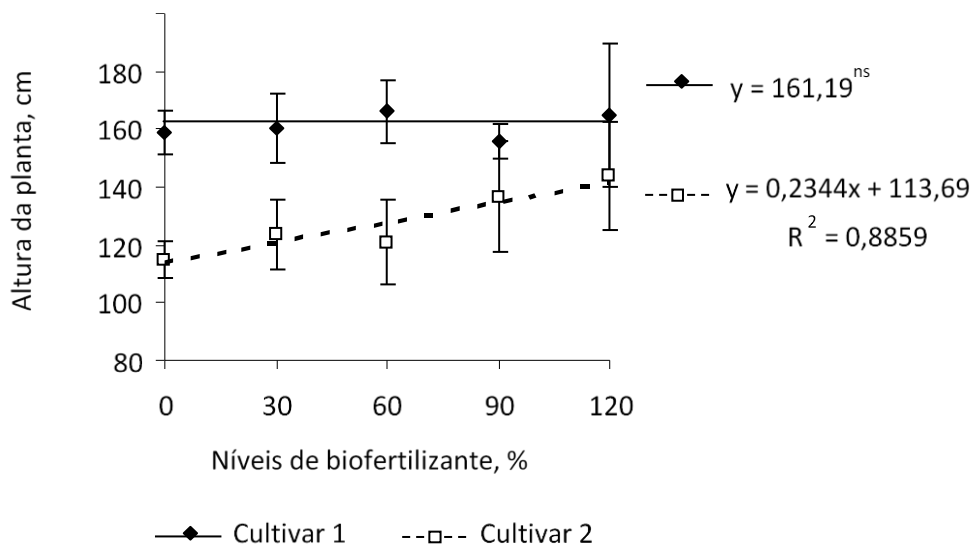


Figura 4. Valores médios para altura de plantas (cm), das cultivares C1 (BRS SEDA) e C2 (PRETA) do gergelim aos 105 dias após a emergência (DAS) das plântulas em função do biofertilizante.

Realizou-se a comparação de médias pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) para o número de folhas por planta das cultivares de gergelim C1 (BRS SEDA) e C2 (PRETA) (Figura 5). Observa-se na Figura 5, a superioridade da cultivar C1 (BRS SEDA) quando comparada com a C2 (PRETA) em relação ao número de folhas. 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 alcançou uma média de 117,6 folhas/média/planta na cultivar ‘BRS SEDA’ e 89,28 folhas/média/planta na cultivar ‘PRETA’, observando os dados originais do projeto.

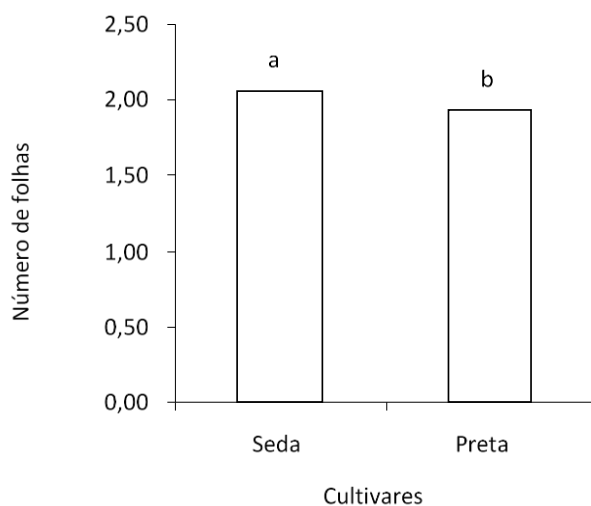


Figura 5. Comparação de médias pelo teste de Tukey para o número de folhas por planta das cultivares de gergelim C1 (BRS SEDA) e C2 (PRETA) sob fertirrigação com biofertilizante aos 105 dias após a emergência (DAS).

Na Figura 6, observa-se a comparação de médias pelo teste de Tukey para o número de frutos por planta das cultivares de gergelim C1 (BRS SEDA) e C2 (PRETA) sob fertirrigação com biofertilizante aos 105 dias após a emergência (DAS). Nota-se na Figura 5 não haver diferença significativa entre as cultivares em relação ao número de frutos por planta. Analisando-se os dados originais da pesquisa, há uma produção de 106,46 frutos na cultivar 'BRS SEDA' (C1) e de 104,27 frutos na cultivar 'PRETA' (C2). Grilo e Vieira observaram que, ao final do ciclo produtivo, o gergelim apresentou, em média, 95,70 cápsulas e 20,40 g de grãos por planta. Esses valores estão correlacionados à produtividade dos grãos, que correspondeu a 1.600 kg/ha. De acordo com Arriel et al. (1999), existem uma grande correlação entre o número total de frutos por planta e o rendimento, o que sugere que o aumento do número de frutos por planta contribui para o incremento na produção. Vieira et al. (1994) relatam que, em período crítico de competição de plantas daninhas e da adubação nitrogenada na cultura do gergelim, em regime de sequeiro, cada planta produziu, em média, 70 cápsulas.



Figura 6. Comparação de médias pelo teste de Tukey para o número de frutos por planta das cultivares de gergelim C1 (BRS SEDA) e C2 (PRETA) sob fertirrigação com biofertilizante aos 105 dias após a emergência (DAS).

Na Figura 7, ao comparar as médias pelo teste de Tukey da variável peso de 1000 sementes (P1000), nota-se não haver diferença significativa entre as cultivares de gergelim. Os resultados encontrados para as duas cultivares nesta pesquisa estão abaixo da média, quando comparados aos de outras experiências com o gergelim, como os realizados por Queiroga e Silva (2008), que obtiveram um valor de 3,40 g para massa de 1.000 sementes utilizando a mesma cultivar. Queiroga et al. (2010) constataram que as massas de 1.000 sementes das cultivares BRS Seda, CNPA G4 e Preta apresentaram médias de valores de 3,4, 3,2 e 2,2 g, respectivamente, sendo valores acima da média dos valores apresentados nesta pesquisa.

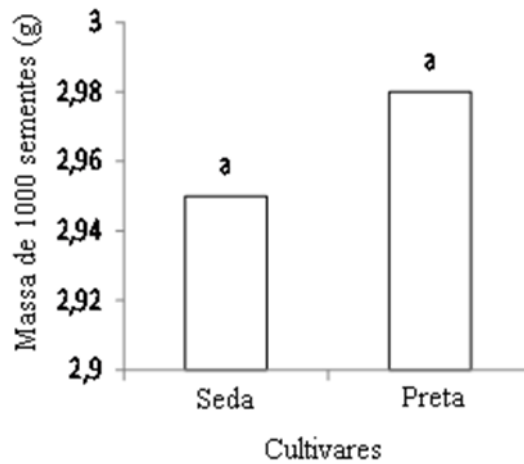


Figura 7. Comparação de médias pelo teste de Tukey para o peso de 1.000 sementes das cultivares de gergelim C1 (BRS SEDA) e C2 (PRETA) sob fertirrigação com biofertilizante aos 105 dias após a emergência (DAS).

Ao comparar as médias pelo teste de Tukey, verifica-se que para a altura de inserção do primeiro fruto (AIPF) do gergelim, superioridade do genótipo 'BRS SEDA' com relação ao genótipo 'PRETA'. Tal constatação é notória na Figura 8, onde observa-se a 'AIPF' das plantas de gergelim 'BRS SEDA' com altura maior do que 20 cm com relação a cultivar 'PRETA'. Santos et al. (2009), observando as cultivares 'CNPAG3' e 'CNPAG4' constataram, respectivamente, uma média de 52,28 e 53,04 cm de altura de inserção do primeiro fruto. Esses resultados estão condizentes com os obtidos com o genótipo 'PRETA', porém, a cultivar 'BRS SEDA' apresenta 'AIPF' acima dessa média (> 70 cm).

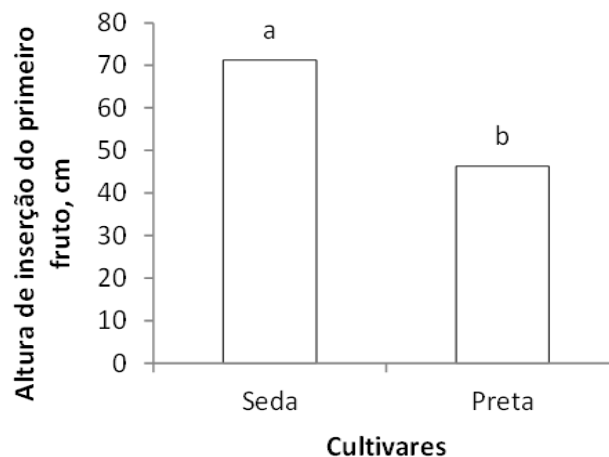


Figura 8. Comparação de médias pelo teste de Tukey para a altura de inserção do primeiro fruto das cultivares de gergelim C1 (BRS SEDA) e C2 (PRETA) sob fertirrigação com biofertilizante aos 105 dias após a emergência (DAS).

As médias das cultivares de gergelim não diferem significativamente pelo teste de Tukey para número de ramos por planta 'NRP' (Figura 9). O 'NRP' representado na Figura 9, não demonstrou diferença significativa entre as cultivares estudadas, apenas diferença qualitativa. Porém, levando em consideração as médias originais, para a cultivar 'BRS SEDA', a média de ramos por plantas é de 6,04, e da cultivar 'PRETA' foi de 6,35, valores que ultrapassam os analisados por Silva et al. (2010), que aplicando doses crescentes de esterco bovino no gergelim, chegou a uma média de 4,8 ramos por planta.

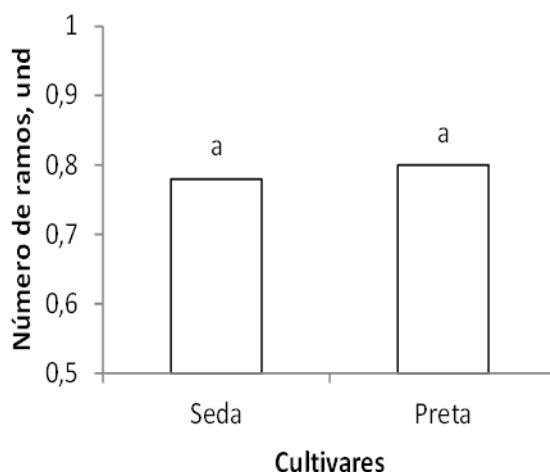


Figura 9. Significância qualitativa do biofertilizante entre as cultivares 'BRS SEDA' e 'PRETA' atuando no número de ramos por planta.

Na Tabela 5 estão os resultados da fenologia dos genótipos estudados notando-se ser a cultivar 'PRETA' a espécie mais precoce nas fases fenológicas: início da floração e início da frutificação. Nas demais fases: início da germinação e início da maturação/colheita as duas cultivares obtiveram os mesmos resultados. Esses resultados foram obtidos em condições irrigadas com o solo na capacidade de campo com irrigação por gotejamento três vezes por semana.

Tabela 5. Fenologia de plantas de gergelim BRS SEDA e PRETA determinadas em condições de campo no tratamento testemunha, durante o período experimental

Fase Fenológica	C1 (BRS SEDA)		C2 (PRETA)	
	DAS	(Mês/Ano)	DAS	(Mês/Ano)
Início da germinação	4	(novembro/14)	4	(novembro/14)
Início da floração	39	(dezembro/14)	35	(dezembro/14)
Início da frutificação	49	(dezembro/14)	44	(dezembro/14)
Início da maturação/colheita	99	(fevereiro/15)	99	(fevereiro/15)

Grilo e Azevedo (2013), em pesquisa sobre o ciclo fenológico do Gergelim BRS Seda em condições de campo e em plantio irrigado por gotejamento, concluíram que a germinação se iniciou no quarto dia após a sementeira, a floração teve início no 35º dia após a emergência, a maturação dos frutos, por sua vez, iniciou-se no 75º dia após a emergência, terminando aos 90 dias. O ciclo da planta do gergelim da cultivar BRS Seda foi de aproximadamente 90 dias entre a emergência e a maturação dos frutos. Os dados desses autores estão condizentes com os obtidos na presente pesquisa.

Severino et al. (2002), ao avaliarem o crescimento e o desenvolvimento fenológico do gergelim, verificaram que o aumento da área foliar, o acúmulo de fitomassa de parte aérea e de frutos na cultura do gergelim ocorre entre 30 e 70 DAE, o que tem resultado semelhante no trabalho desenvolvido.

CONCLUSÃO

Dessa forma, concluímos que o desenvolvimento de variedades resistentes à seca tem o potencial de aumentar a capacidade das culturas para suportar condições climáticas extremas e, ao mesmo tempo, melhorar a produtividade e a eficiência das culturas na utilização da umidade limitada do solo.

As doses da solução organomineral influenciaram o peso de frutos, o peso de sementes, a altura das plantas e o diâmetro caulinar do gergelim.

O peso de frutos, o peso de sementes, a altura das plantas e o diâmetro caulinar do gergelim responderam a fertirrigação com biofertilizante até 120% da dose da adubação recomendada.

O número de folhas, frutos e ramos por planta, o peso de 1000 sementes e a altura de inserção do primeiro fruto não foram influenciados pela fertirrigação com as doses da solução organomineral.

As fases fenológicas do gergelim 'BRS SEDA' e 'PRETA', diferiram cronologicamente nas fases de floração e frutificação.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

ARAÚJO, E. D. S.; ROCHA, G. M. G. da; SIMÕES, C. D. S.; GALVÃO FILHO, A. D. A.; PINTO, F.; de LIMA, L. M.; ARRIEL, N. Diversidade genética em gergelim usando marcador RAPD. In: Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, 3, 2014, Santos. Anais... Brasília: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2014.

ARRIEL, N. H. C.; ANDRADE, F. P. de; COSTA, I. T. da; ALENCAR, A. R. de; GUEDES, A. R. Comportamento de genótipos de gergelim quanto à capacidade de retenção de sementes na cápsula. Campina Grande: EMBRAPA - CNPA, 1996. 4p. (EMBRAPA - CNPA. Pesquisa em Andamento, 28).

ARRIEL, N. H. C.; de SOUZA, S. L.; do NASCIMENTO, E. A.; GUIMARÃES, C. Banco ativo de germoplasma de gergelim. Revista de Recursos Genéticos, v.5, n.2, p.86, 2019, 2019.

ARRIEL, N. H. C.; VIEIRA, D. J.; ARRIEL, E. F.; PEREIRA, J. R.; COSTA, I. T. Correlações genéticas e fenotípicas e herdabilidade em genótipos de gergelim (*Sesamum indicum* L.). Revista de Oleaginosas e Fibrosas, v.3, n.3, p.175-180, 1999.

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.; MOTA, J. V. F.; LUCENA, A. D.; SIMÕES, C.; LIMA, M.; de ALBUQUERQUE, F. A.; de SOUSA, S. L. Desempenho produtivo de genótipos de gergelim preto. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 6; Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 3, 2014, Fortaleza. Anais...Fortaleza, 2014.

AHMADIAN-KOUCHAKSARAEI, Z.; VARIDI, M.; VARIDI, M. J.; POURAZARANG, H. Influence of processing conditions on the physicochemical and sensory properties of sesame milk: A novel nutritional beverage. LWT-Food Science and Technology, v.57, n.1, p.299-305, 2014.

ÁVILA, J. M.; GRATEROL, Y. E. Planting date, row spacing and fertilizer effects on growth and yield of

- Análise de genótipos de gergelim BRS Seda e Preta sob diferentes níveis de fertirrigação com solução organomineral* sesame (*Sesamum indicum L.*). Bioagro, v.17, n.1, p.35-40, 2005.
- BARROS, A. J. M.; DANTAS, M. B.; MORAIS, R. S.; FIRMINO, P. T.; SILVA, A. C.; SOUZA, A. G.; STRAGEVITCH, L. Estudo térmico e caracterização físico-química do óleo e biodiesel etílico de gergelim. Disponível em: <www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/caracterizacao/30.pdf>, Acesso em: 20 jun. 2011.
- BARROS, M. A. L.; SANTOS, R. B. dos; BENATI, T.; FIRMINO, P. DE T. Importância Econômica e Social. In: O Agronegócio do Gergelim no Brasil. EMBRAPA Algodão. Campina Grande, 2001. 348p.
- BASCONES, L.; RITAS, J. L. La nutrición mineral del ajonjolí. I. Extracción total de nutrientes. *Agronomia Tropical*, v.11, n.2, p.93-101, 1961.
- BEDIGIAN, D. Slimy leaves and oily seeds: distribution and use of wild relatives of sesame in Africa. *Economic Botany*, v.58, n.1, p.S3-S33, 2004.
- BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C.; QUEIROGA, V. de P.; VIEIRA, D. J. Preparo do solo, adubação e calagem. In: BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J. O agronegócio do gergelim no Brasil. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2001. cap.6, p.109-131.
- BELTRÃO, N. E de M. Importância da cultura do Gergelim para a região nordeste. CNPA Informa n.19, p.5, 1995.
- BELTRÃO, N. E. de M.; FREIRE, E. C.; LIMA, E. F. Recomendações técnicas para a cultura de gergelim no Nordeste brasileiro. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1991. 33p. (EMBRAPA-CNPA. Circular Técnica, 18).
- BELTRÃO, N. E. M.; VIEIRA, D. J. O agronegócio do gergelim no Brasil. Brasília: Embrapa, 2001.
- BURT, C. O.; CONNOR, K.; RUEHR, T. Fertigation. San Luis Obispo: Califórnia Polytechnic State University, 1995. 295p.
- CATI. Oleaginosas no Estado de São Paulo: Análise e Diagnóstico. Campinas, 1998, 39p. (Cati. Documento Técnico, 107).
- CAVALCANTI, F. J. A. (Coord.). Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação. 2ª ed. rev. Recife: IPA, 1998. 198p.

CAO, Y. C.; LI, S. G.; WANG, Z. L.; CHANG, F. G.; KONG, J. J.; CAI, J. Y.; ZHAO, T. J. Identification of major quantitative trait loci for seed oil content in soybeans by combining linkage and genome-wide association mapping. *Front. Plant Sci.*, v.8, p.12-22, 2017.

COSTA, E. F.; FRANÇA, G. E.; ALVES, V. M. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. *Informe Agropecuário*, v.12, n.39, p.63-8, 1986.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB). II Plano Diretor da Embrapa Algodão. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 2000b. 30p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Gergelim, o produtor pergunta, a EMBRAPA responde. Embrapa Informação Tecnológica, 1º Ed. Brasília, DF, 2009. 215p.

FRIZZONE, J. A.; ZANINI, J. R.; PAES, L. A. D.; NASCIMENTO, V. M. Fertirrigação mineral. Ilha Solteira, UNESP, 1985. 52p. (Boletim Técnico, 2).

GARCÍA-FRAILE, P.; MENÉNDEZ, E.; RIVAS, R.; Role of bacterial biofertilizers in agriculture and forestry. *Aims Bioengineering*, v.2, n.3, p.183-205, 2015.

GOUVEIA, L. D. V.; CARDOSO, C. A.; de OLIVEIRA, G. M. M.; ROSA, G.; MOREIRA, A. S. B. Effects of the intake of sesame seeds (*Sesamum indicum* L.) and derivatives on oxidative stress: A systematic review. *J. Med. Food*, v.19, p.337-345, 2016.

GRILO, J. A. S.; AZEVEDO, P. V.; Crescimento, desenvolvimento e produtividade do gergelim BRS SEDA na agrovila de Canudos, em Ceará Mirim (RN). *Holus*, v.29, n.2, p.19-33, 2013.

GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Universitária. UFRGS, 2000. 232p.

KAPOOR, S.; PARMAR, S. S.; YADAV, M.; CHAUDHARY, D.; SAINGER, M.; JAIWAL, R.; JAIWAL, P. K. Sesame (*Sesamum indicum* L.). In: *Agrobacterium Protocols*. Springer, NY, p.37-45. 2015

KOCHER A.; SCHIBORR C.; BEHNAM D.; FRANK J. The oral bioavailability of curcuminoids in healthy humans is markedly enhanced by micellar solubilisation but not further improved by simultaneous

- Análise de genótipos de gergelim BRS Seda e Preta sob diferentes níveis de fertirrigação com solução organomineral ingestion of sesamin, ferulic acid, naringenin and xanthohumol. *J. Funct. Foods*, v.14, p.183–191, 2015.
- LEE K. R.; KIM E. H.; ROH K. H.; KIM J. B.; KANG H. C.; GO Y. S.; SUH M. C.; KIM H. U. High-oleic oilseed rapes developed with seed-specific suppression of FAD2 gene expression. *Appl. Biol. Chem.*, v.59, p.669–676, 2016.
- LIMA, V. I. de. Crescimento e Produção de gergelim cv.G3 em função de zinco e boro. 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2006.
- MALUSÀ, E.; PINZARI, F.; CANFORA, L. Efficacy of biofertilizers: challenges to improve crop production. In: *Microbial inoculants in sustainable agricultural productivity*. Springer, New Delhi, 2016. p.17-40.
- MAJDALAWIEH A. F.; MASSRI M.; NASRALLAH G. K. A comprehensive review on the anti-cancer properties and mechanisms of action of sesamin, a lignan in sesame seeds (*Sesamum indicum*) *Eur. J. Pharmacol.*, v.815, p.512–521, 2017.
- 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.
- NORMILE, D. The new face of traditional Chinese medicine. *Science*, v.299, n.5604, p.188-190, 2003.
- PARK, S. H.; RYU, S. N.; BU, Y.; KIM, H.; SIMON, J. E.; KIM, K. S. Antioxidant components as potential neuroprotective agents in sesame (*Sesamum indicum* L.) *Food Rev. Int.*, v.26, p.103–121, 2010.
- PEREIRA, J. R.; BELTRÃO, N. E. M.; ARRIEL, N. H. C.; OLIVEIRA, J. N.; PERIN, A.; CRUVINEL, D. J.; SILVA, J. W. 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.
- PEREIRA, L. G. R.; ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V.; BARREIROS, D. C. Manejo nutricional de ovinos e caprinos em regiões semiáridas. In: *Seminário Nordeste de Pecuária*, 11, 2007, Fortaleza. Anais... Fortaleza, 2007.
- PRASANNA, H. C.; KASHYAP, S. P.; KRISHNA, R.; SINHA, D. P.; REDDY, S.; MALATHI, V. G. MARKER assisted selection of Ty-2 and Ty-3 carrying tomato lines and their implications in breeding tomato leaf curl disease resistant hybrids. *Euphytica*. v. 204, n. 2, p. 407-418, 2015.

QU, J.; LIU, S. Y.; WANG, P. W.; GUAN, S. Y.; FAN, Y. G.; YAO, D.; ZHANG, L.; DAI, J. L. Agrobacterium-mediated transformation of the beta-subunit gene in 7S globulin protein in soybean using RNAi technology. *Genetics and Molecular Research*. v. 15, n.2, gmr. 15027561, 2016.

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).

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

QUEIROZ, M. F. de; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J.; ARRIEL, N. H. C.; MARINHO, F. J. L.; LEITE, S. F. Crescimento e fenologia de espécies de *Jatropha* durante a estação chuvosa. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, n.4, p.405-411, 2013.

RANDALL, E. L. Improved method for fat and oil analysis by a new process of extraction. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, v.57, n.5, p.1165-1168, 1974.

RIBEIRO, V.; QUEIROZ, M.; FERREIRA, J.; ARRIEL, N. Crescimento, produção e fenologia do gergelim sob diferentes níveis de solução organomineral via fertirrigação. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 4, 2017, Belém. Anais...Belém, 2017.

SANTOS, M. S.; BARROS, H. M. M.; MARTINS, E. S. C. S.; SAMPAIO, M.; LIMA, V. L. A.; BELTRÃO, N. E. M.; SALES SAMPAIO, F. M. A. de. Irrigação com efluente do reator UASB em duas cultivares de gergelim no semiárido paraibano. *Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária*, v.4, n.1, p.27-30, 2010.

SANTOS, M. S.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Microbial inoculants: reviewing the past, discussing the present and previewing an outstanding future for the use of beneficial bacteria in agriculture. *AMB Express*, v.9, n.1, p.1-22, 2019.

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 NCPA G4. *Revista de Oleaginosas e Fibrosas*, v.6, n.3, p.599-608, 2002.

SHABANA, R.; ABD, EL-MOHSEN, A. A.; KHALIFA, M. M. A.; SABER, A. A. Quantification of resistance of F 6 sesame elite lines against Charcoal-rot and Fusarium wilt diseases. *Advance Agriculture Biology*, v.1,

Análise de genótipos de gergelim BRS Seda e Preta sob diferentes níveis de fertirrigação com solução organomineral p.144-150, 2014.

SANTOS, A. C. V. Biofertilizantes líquidos: o defensivo agrícola da natureza. 2 ed. rev. Niterói: EMATER – RIO, 1992. 162p. (Agropecuária Fluminense, 8).

SANTOS, M. S.; LIMA, V. L. A.; BELTRÃO, N. E. M.; BARROS, H. M. M.; SAMPAIO, M. V.; MARTINS, E. S. C. S.; Produção de gergelim sob irrigação com água residuária tratada 1 e adubação com torta de mamona. *Tecnol. & Ciên. Agropec.*, v.4, n.1, p.31-35, 2010.

SINGH, R. P.; SINGH, P. K.; GUPTA, R.; SINGH, R. L. Biotechnological Tools to Enhance Sustainable Production. In: *Biotechnology for Sustainable Agriculture*. Woodhead Publishing, p.19-66, 2018.

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.

SUWARNO, W. B.; PIXLEY, K. V.; PALACIOS-ROJAS, N.; KAEPLER, S. M.; BABU, R. Formation of heterotic groups and understanding genetic effects in a provitamin a biofortified maize breeding program. *Crop Sci.*, v.54, p.14–24, 2014.

TIMM, P. J.; GOMES, J. C. C.; MORSELLI, T. B. Insumos para agroecologia: Pesquisa em vermicompostagem e produção de biofertilizantes líquidos. *Revista Ciência & Ambiente*, v.29, p.123-129, 2004.

THOMAS, L.; SINGH, I. Microbial biofertilizers: types and applications. In: *Biofertilizers for Sustainable Agriculture and Environment*. Springer, Cham, 2019. p.1-19.

YAMAMOTO, E.; MATSUNAGA, H.; ONOGI, A.; KAJIYA-KANEGAE, H.; MINAMIKAWA, M.; SUZUKI, A.; SHIRASAWA, K.; HIRAKAWA, H.; NUNOME, T.; YAMAGUCHI, H., A simulation-based breeding design that uses whole-genome prediction in tomato. *Sci. Rep.*, v.6, n.1, p.1-11, 2016.

WEISS, E. A. Sesame. In: WEISS, E. A. *Oil seed crops*. p.282-340. Londres: Longman, 1983.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; MEDICI, L. O.; SILVA, J. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. *Horticultura Brasileira*, v.32, n.1, p.14-20, 2014.

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.).

Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG/CTRN/Campus Campina Grande-PB, victor_herbert@hotmail.com

Messias Firmino de Queiroz: Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (1992), mestrado em Engenharia Agrícola (Irrigação e Drenagem) pela Universidade Federal da Paraíba (1995), especialização em Agribusiness pela UFPB (1996), graduação em Programa Especial de Formação Pedagógica de Docentes pela Universidade Estadual da Paraíba (2002) e Doutorado em Engenharia Agrícola (Irrigação e Drenagem) no Programa de Pós-Graduação do CTRN/COPEAG/UFCG (2012). Atualmente é professor efetivo - Doutor (C) com dedicação exclusiva - do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), Campus II da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Professor Titular das disciplinas: Relação Solo-Água-Planta-Atmosfera, Empreendedorismo e Ética Profissional, Economia e Mercado I e Planejamento para o Desenvolvimento Sustentável. Tem experiência na área de estresse hídrico, salino, irrigação localizada, fertirrigação, agrobioenergia, manejo de espécies oleaginosas: *Jatropha* como o pinhão-manso, bravo e roxo, gergelim e girassol irrigadas com águas salinizadas, residuárias e fertirrigadas em condições de campo, gestão de Cadeias Produtivas, empreendedorismo, alimentação alternativa para o semiárido brasileiro, simulação de estresse hídrico com PEG-6000.

Professor do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), Campus II da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca - PB, mefiqueiroz@yahoo.com

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

Análise de genótipos de gergelim BRS Seda e Preta sob diferentes níveis de fertirrigação com solução organomineral
*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 Germoplama 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 UEPA/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. Coordenadora o Núcleo de Agroecologia da Embrapa Algodão Campina Grande -PB, nair.arriel@embrapa.br***

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 - RIPEDRC- 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*

Análise de genótipos de gergelim BRS Seda e Preta sob diferentes níveis de fertirrigação com solução organomineral
Financiamento do Desenvolvimento Urbano Resiliente ao Clima realizado nos dias 09 a 13 de setembro de 2019.

Doutora em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG/CTRN/Campus Campina Grande-PB, virginia.mirtes2015@gmail.com

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.*

Prof. Sênior da Universidade Federal de Campina Grande – Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola – PB, pedrodantasfernandes@gmail.com

Anexo



Anexo 1. Área experimental com uso da fertirrigação.



Anexo 2. Área experimental com uso da fertirrigação.



Anexo 3. Área experimental 30 dias após plantio.



Anexo 4. Plantio.



Anexo 5. Altura da planta.



Anexo 6. Altura da planta.



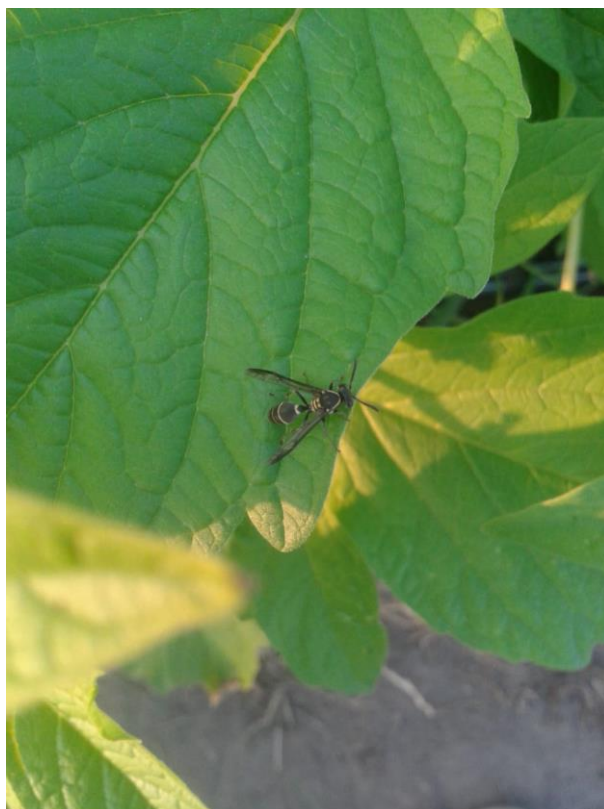
Anexo 7. Desbaste.



Anexo 8. Floração do Gergelim com agente polinizador.



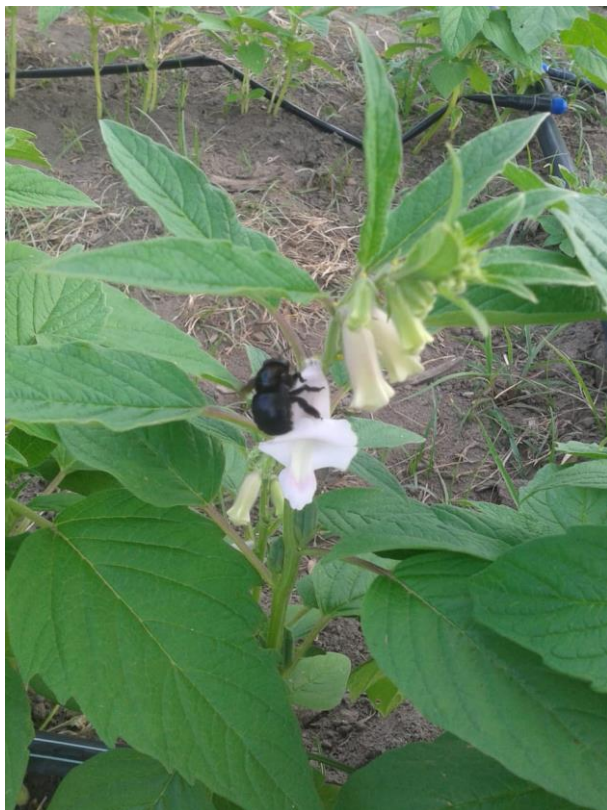
Anexo 9. Floração do Gergelim.



Anexo 10. Visitação de insetos.



Anexo 11. Plantio do gergelim.



Anexo 12. Agente polinizador.



Anexo 13. Ovos de insetos.

