



Universidade Federal de Sergipe
Campus do Sertão
Núcleo de Graduação de Agronomia



JANAINE SANTOS DA SILVA

**EFEITO DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS NA EMERGÊNCIA E NO
DESENVOLVIMENTO INICIAL DO GERGELIM BRANCO (*Sesamum
indicum* L.) CRIOULO, NO ALTO SERTÃO SERGIPANO**

Trabalho de Conclusão de Curso

Nossa Senhora da Glória/SE

2021

JANAINE SANTOS DA SILVA

**EFEITO DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS NA EMERGÊNCIA E NO
DESENVOLVIMENTO INICIAL DO GERGELIM BRANCO (*Sesamum indicum* L.)
CRIOULO, NO ALTO SERTÃO SERGIPANO**

Trabalho de Conclusão do Curso de
Graduação em Engenharia Agrônoma da
Universidade Federal de Sergipe, como
requisito parcial à obtenção do título de
bacharel em Engenharia Agrônoma.

Orientador: Prof^ª. Dra. Maiana Reis Pimenta

Nossa Senhora da Glória/SE

2021

JANAINE SANTOS DA SILVA

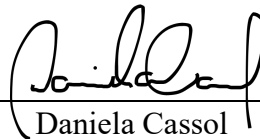
**EFEITO DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS NA EMERGÊNCIA E NO
DESENVOLVIMENTO INICIAL DO GERGELIM BRANCO (*Sesamum indicum* L.)
CRIOULO, NO ALTO SERTÃO SERGIPANO**

Este documento foi julgado adequado como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Agrônômica.

Aprovado em: 17/08/2021

Banca examinadora:

Maiana Reis Pimenta
Doutorado em Fisiologia Vegetal
Universidade Federal de Sergipe



Daniela Cassol
Doutorado em Genética
University of California

Alisson Marcel Souza de Oliveira
Doutorado em Agronomia/Fitotecnia
Universidade Federal de Sergipe

DEDICO

Aos meus filhos, **Jasmim Santos Dantas** e **Uenzo Gabriel Santos Dantas**, pois apesar de tão pequenos sempre me deram forças e incentivos para correr atrás dos meus sonhos e nunca desiste de alcançar os meus objetivos. Essa conquista é nossa!

Agradecimentos

A Deus, por me conceder toda sabedoria, força de vontade e resiliência durante toda a minha vida e em especial no decorrer da minha graduação, pois sem a sua presença nada seria possível.

A minha mãe, Maria Rita dos Santos, meu avô, Jose Elias dos Santos, aos meus queridos e amados irmãos, Wendel Santos da Silva, Jaqueline Santos da Silva, Jaine Santos da Silva, por me apoiar, proteger e incentivar mesmo distante em todos os momentos, nunca deixaram de acreditar em mim, sem vocês esse sonho não seria possível.

A meu esposo, Ueliton Almeida Dantas, meu sogro Valdo Oliveira Dantas, minha sogra, Celma Almeida Dantas, minha cunhada Weslla Marcelina Dantas, por todo apoio nos cuidados com meus pequenos e pelo incentivo e estímulo durante o período de graduação, sou e serei eternamente grata.

A todos os meus familiares, em especial a minha tia Luciana Vitorino da Silva por sempre acreditar na minha capacidade mesmo quando eu duvidava.

As minhas queridíssimas amigas que conquistei no decorrer do curso e mim concederam todo apoio nas horas que mais precisei, levarei vocês no meu coração pelo resto da minha vida, Mariane, Eduarda, Gardênia, Juliene, Rafaela, Zilda e Ana Paula, obrigada por tornarem minha jornada durante o curso mais leve.

A minha orientadora, Professora Dra. Maiana Reis Pimenta, muitíssimo obrigada pelos ensinamentos, dedicação e paciência com que me orientou.

Ao Movimento dos Pequenos Agricultores pelo apoio na pesquisa e pelo fornecimento das sementes crioulas de gergelim para o desenvolvimento desse trabalho, m especial a camponesa Maria de Jesus, pelas contribuições e pela parceria durante meu período de estágio.

A minha supervisora de estágio, Ana Cristina de Almeida, pela compreensão, apoio e orientações recebidos ao longo desse período.

A todos os professores do Núcleo de Graduação em Agronomia, do Núcleo de educação e técnicos administrativos do campus do sertão, por se dedicarem a nos passar sempre o melhor de vocês.

Enfim, agradeço a todos que de maneira direta e indireta contribuíram para a realização desse sonho.

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

Lista de figuras.....	7
Sumário.....	6
Lista de siglas	10
1. Introdução	13
2. Objetivos.....	15
2.1 Objetivos gerais	15
2.2 Objetivos específicos	15
3. Revisão de literatura	16
3.1 A cultura do gergelim: Aspectos gerais.....	16
3.2 Importância socioeconômica	17
3.3 Nutrição do gergelim	18
3.4 Adubação orgânica	19
4. Metodologia.....	21
4.1 Localização	21
4.2 Material vegetal	21
4.3 Substratos utilizados	22
4.3 Delineamento experimental	22
4.4 Delineamento experimental	23
4.4 Condução do experimento	23
4.5. Variáveis avaliadas	24
4.5.1 Índice de Emergência da planta (EME).....	24
4.5.2 Índice de velocidade de emergência (IVE).....	25
4.5.3 Comprimento da parte aérea (CPA) e Comprimento da raiz (CRA).....	25
4.5.4 Massa fresca da parte aérea (PMF).....	25
4.5.5 Massa seca da parte aérea (PMS)	26
4.5.6 Análise estatística	27
5. Resultados e discussão.....	27
6. Conclusões	35
7. Referências	36

Lista de figuras

Figura 1. A) Local de implantação do experimento (Fonte: googleearth, 2021); B) local onde foi montado o delineamento experimental (Fonte: Arquivo pessoal, 2021).

Figura 2. A) Sementes de gergelim branco B) Seleção das sementes C) Seleção das sementes (fonte: arquivo pessoal 2021)

Figura 3. A) Área onde foi coletado o solo usado no experimento; B) vermicomposto; C) Esterco Bovino (fonte: <https://hortaverticalemcasa.blogspot.com/2019/01/como-curtir-esterco-de-gado.html>; D) Substrato de Caroço de seriguela; E) Substrato da empresa Bioplant. (Fonte: Arquivo pessoal, 2021).

Figura 4. Experimento para avaliação do desenvolvimento inicial do gergelim branco, no sitio Bela Vista, Monte Alegre de Sergipe/SE. (fonte: Arquivo pessoal, 2021)

Figura 5. Fenótipo das plântulas de Gergelim Branco crioulo em diferentes substratos (Bloco1). A) Antes do desbaste. B) após o desbaste (fonte: arquivo pessoal, 2021).

Figura 6. Plântulas do gergelim no início do experimento (Bloco2). A) Primeiro dia de contagem de plântulas emergidas, 4 dias após a semeadura (DAS). B) 15 dias após a semeadura (DAS), as plântulas se encontram com número de emergencia constante. (Fonte: arquivo pessoal 2021).

Figura 7. Avaliação das variáveis no final do experimento A) comprimento da parte aérea B) Avaliação do comprimento da raiz (exemplares do T4 Bloco2). (Fonte: arquivo pessoal 2021).

Figura 8. Avaliação em laboratório. A) balança analítica B) Avaliação da massa fresca. (Fonte: Alisson Marcel, 2021)

Figura 9. Avaliação de massa seca. (Fonte: Alisson Marcel, 2021).

Figura 10. Análise de distribuição por boxplot referentes as médias dos substratos correspondentes aos tratamentos T0, T1, T2, T3 e T4, para as variáveis de comprimento da raiz (10a), massa fresca (10b), emergência (10c), número de folhas (10d), comprimento da parte aérea (10e), índice de velocidade de emergência (10f) e massa seca (10g).

Figura 11. Biplot Discriminação e representatividade das variáveis que determinam o potencial dos substratos em proporcionarem melhor desenvolvimento da plântula do gergelim. NF = número de folhas; EME = índice de emergência (%); IVE= índice de velocidade de emergência; PMF= peso de massa fresca; PMS= peso de massa seca; CR= comprimento da raiz; CPA= comprimento da parte aérea.

Figura 12. Biplot representando a correlação entre as variáveis NF = número de folhas; EME = índice de emergência (%); IVE= índice de velocidade de emergência; PMF= peso de massa fresca; PMS= peso de massa seca; CR= comprimento da raiz; CPA= comprimento da parte aérea.

Lista de tabelas

Tabela 1. Resumo da análise de variância para os cinco substratos avaliados no gergelim.

Tabela 2. Autovalores, variação explicada e proporção acumulada dos quatro componentes principais (CP), para realização da análise biplot.

Tabela 3. Os quatro componentes principais (CP) e suas respectivas correlações com as variáveis analisadas em diferentes substratos na produção de gergelim.

Lista de siglas

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento
CPA - Comprimento da Parte Aérea
CR - Comprimento da Raiz
CV - Coeficiente de Variância
DAS - Dias Após a sementeira
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EME - Emergência
FV - Fator de Variância
GL - Grau de Liberdade
IVE - Índice de Velocidade de Emergência
IVE - Índice de Velocidade de Emergência
MFPA - Massa Fresca da Parte Aérea
MPA - Movimento dos Pequenos Agricultores
MSPA - Massa Seca da Parte Aérea
NF - Número de Folhas
SiBCS - Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
UFS - Universidade Federal de Sergipe
UPC - Unidade de Produção Camponesa

RESUMO

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é uma planta adaptada às condições semiáridas, sendo considerada uma cultura rustica, além de possuir grande importância econômica e social devido as diversas finalidades de uso de suas sementes, que contém cerca de 50% de teor de óleo, sendo um cultivo alternativo para incrementar a renda de agricultores familiares. No entanto, as informações acerca de adubação, principalmente orgânica, para o gergelim, ainda são escassas. Por tanto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito de substratos orgânicos como fonte de nutrientes na fase de emergência e desenvolvimento inicial na cultura do gergelim. O experimento foi conduzido nos meses de maio e junho, na região de Monte Alegre de Sergipe, no Alto Sertão Sergipano. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, sendo quatro (04) blocos e cinco (05) tratamentos constituídos de uma testemunha, mais quatro tratamentos com substratos. Os materiais utilizados foram: Solo (T0), retirado de uma área das proximidades onde foi montado o experimento; Vermicomposto+solo(1:1) (T1); Esterco bovino+solo(1:1) (T2); Substrato de caroço de seriguela+solo(1:1) (T3); e Substrato comercial da empresa Bioplant+solo(1:1) (T4). Os parâmetros avaliados foram os seguintes: emergência das plântulas em dias após a semeadura (DAS); Velocidade de emergência (EVE); Comprimento de parte aérea (CPA); Número de folhas (NF); Comprimento da raiz (CR); Peso de massa fresca (PMF); e Peso de Massa seca (PMS). De acordo com os resultados obtidos, constatou-se que para todos os parâmetros avaliados todos os substratos utilizados proporcionaram condições necessárias para as sementes, permitindo que iniciasse seu processo de emergência. Entretanto, o substrato vermicomposto+solo e substrato comercial bioplant+solo, mostraram-se mais eficientes em todos os parâmetros avaliados, exceto no critério de massa seca, onde os substratos utilizados não apresentaram diferenças estatísticas.

Palavras-chaves: Oleaginosa; adubação orgânica; vermicompostagem; esterco bovino.

ABSTRACT

Sesame (*Sesamum indicum* L.) is a plant adapted to semi-arid conditions, being considered a rustic culture, in addition to possessing great economic and social importance due to the various purposes of use of its seeds that contains about 50% oil content, being an alternative cultivation to increase the income of family farmers. However, information about fertilization, mainly organic, for sesame, are still scarce. Therefore, the present work aimed to evaluate the effect of organic substrates as a source of nutrients in the emergency phase and initial development in sesame culture. The experiment was conducted in the months of May and June, in the region of Monte Alegre de Sergipe, in the High Sertão Sergipano. The design used was in randomized blocks, four (04) blocks and five (05) treatments were made up of a witness, four more treatments with substrates. The materials used were: Solo (T0), taken from a nearby area where the experiment was assembled; Vermicomposed + solo (T1); Bovine manure + solo (T2); Serigua + solo (T3) lump substrate; and commercial substrate of Bioplant + solo (T4) company. The parameters evaluated were as follows: seedlings emergence on days after sowing (DAS); Emergency speed (EVE); Aerial part length (CPA); Number of sheets (NF); Length of the root (CR); Weight of fresh mass (PMF); and dry mass weight (PMS). According to the results obtained, it was found that for all parameters evaluated all substrates used provided conditions required for the seeds, allowing them to initiate their emergency process. However, the Vermicomposed substrate + soil and Bioplant + solo commercial substrate were more efficient in all parameters evaluated except in the criterion of dry mass, where the substrates used did not present high differences.

Keywords: Oilseed; organic fertilization; vermicomposting; cattle manure.

1.Introdução

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é a mais antiga oleaginosa usada pela humanidade, tendo seu centro de origem na África, onde ocorre a maioria das espécies primitivas do gênero *Sesamum*. Para alguns autores a Ásia é considerada seu centro de origem secundário, pois é onde encontra-se uma maior variedade dessa espécie. Sua domesticação iniciou-se na região da Malásia e foi provavelmente na Etiópia que seu cultivo se expandiu para o Sudão, passando para o Egito e, posteriormente, para a Índia, onde se originaram numerosas variedades e novos tipos (ARRIEL, et al. 2009).

Essa espécie foi introduzida no Brasil por navegantes portugueses no século XVI, momentos depois do início da nossa colonização, a partir de colônias indianas, quando recebeu a denominação inicial de gergelly (ARRIEL, et al. 2009). E por ser uma cultura que apresenta boa adaptabilidade em locais de temperaturas elevadas, baixas altitudes e com alta iluminação solar, se adaptou muito bem na região do nordeste brasileiro, sendo utilizado inicialmente para medicinais, barreira ecológica, visando impedir o ataque pragas a outra cultura e também o cultivo em consórcio.

As áreas do Semiárido do Nordeste Brasileiro destacam-se como possuidoras de condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo do gergelim de forma agroecológica, além de possibilitar a diversificação agrícola, a partir da exploração de uma cultura com potencialidades econômicas, agrônômicas e sociais, em decorrência de suas características de tolerância à seca e facilidade de manejo, pois as características das propriedades locais, ocupadas basicamente por agricultor familiares, que cultivam espécies diversificadas e usam a mão de obra familiar, adequam-se à produção de gergelim neste tipo de sistema, (QUEIROGA et al., 2008).

Em relação aos aspectos nutricionais, adoção da adubação orgânica pode constituir em importante estratégia para promover a sustentabilidade da matéria orgânica no solo (CARDOSO; OLIVEIRA, 2002) e torna-se uma alternativa viável para a diminuição dos custos com a adubação mineral. Para ser considerado excelente, o substrato orgânico, deve apresentar boa capacidade de troca de cátions, teores adequados de nutrientes, proporção equilibrada de macro e microporos que favoreça a atividade fisiológica da raiz (FERNANDES et al., 2002), boa retenção de umidade, preferencialmente, disponibilidade local, baixo custo e de fácil aquisição (OLIVEIRA et al., 2008).

Posto isto, torna-se necessário e importante a promoção de estudos que desenvolvam alternativas que venham a suprir as necessidades nutricionais da cultura do gergelim, proporcionando um maior crescimento vegetativo, de maneira que potencialize sua produtividade, além de gerar um conhecimento adequado acerca de sua fisiologia e também de alternativas viáveis que se torne fonte de renda para agricultores e diminuição do custo com a produção. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes substratos orgânicos na germinação e emergência, e no desenvolvimento inicial de variedade crioula do Gergelim branco (*Sesamum indicum* L.), cultivado em ambiente aberto na região do Alto Sertão Sergipano.

2.Objetivos

2.1 Objetivos gerais

Avaliar o efeito de diferentes substratos orgânicos na germinação e no desenvolvimento inicial de variedade crioula do Gergelim branco (*Sesamum indicum* L.), cultivado em ambiente aberto na região do alto sertão sergipano.

2.2 Objetivos específicos

- a) Analisar a emergência de plantas de gergelim em diferentes substratos
- b) Verificar o Índice de Velocidade de emergência (IVE)
- c) Analisar o crescimento inicial da plântula nos diferentes substratos
- d) Determinar o teor de massa fresca e massa seca da plântula.
- e) Apontar o substrato no qual o gergelim apresenta melhor desempenho

3.Revisão de literatura

3.1 A cultura do gergelim: Aspectos gerais

O gergelim (*Sesamum indicum* L.), na antiguidade conhecido por sésamo, é uma planta herbácea que tem como centro de origem à África, pois é a localidade onde está concentrada a maioria das espécies silvestres do gênero *Sesamum* (LIMA et al., 2013). No entanto, é na Ásia que se encontram a maior parte das variedades de espécies cultivadas, tendo sido de lá dispersadas para Itália, China e Japão, que junto com outras áreas, tornaram-se centros secundários de desenvolvimento da espécie (BELTRÃO; VIEIRA, 2001).

No Brasil, o gergelim foi trazido, momentos depois do início da colonização, por navegantes portugueses no século XVI, com sementes oriundas de colônias indianas. A introdução ocorreu na região Nordeste, onde foi tradicionalmente plantado para consumo local, recebendo a denominação inicial de gergelly (ARRIEL et al., 2009; BELTRÃO et al., 2013).

Quanto as suas características morfológicas, o gergelim apresenta uma vasta diversidade. Possui folhas que podem se apresentar de forma alternadas ou opostas, as flores são completas e axilares, variando de 1 a 3 por axila foliar. O fruto é uma cápsula alongada pilosa, podendo ser deiscente (que se abre ao atingir a maturidade) ou até mesmo indeiscente (que não se abre ao alcançar a maturidade), podendo apresentar de 2 cm a 8 cm de comprimento, dependendo da variedade. Suas sementes apresentam formato ovalado, ligeiramente achatadas, com cores que variam do branco ao preto, verde-oliva, marrom e amarelo. É uma planta de fácil cultivo com cultivares de ciclo rápido, entre 90 e 130 dias (QUEIROGA et al., 2009).

O gergelim é uma planta autógama, anual, possui caule reto, por vezes, ramificado e mede entre 0,6 a 1,3 m de altura. Essa cultura requer apenas 500-650 mm de precipitação por ano, sendo tolerante seu cultivo na seca durante a sua fase vegetativa (BOUREIMA et al., 2011). Além disso para o seu cultivo, a temperatura ideal é em torno de 25 a 30 °C. Essa cultura é adaptável a diversos tipos solo, porém tem melhor desempenho nos solos férteis, bem drenados e de textura média. A cultura do gergelim tem algumas restrições quanto ao seu cultivo, pois ele não se desenvolve em solos com características argilosa, e solos encharcados (MISGANAW et al., 2015).

Logo após a diminuição drástica da produção de algodão nas regiões semiáridas do Brasil, por conta de ataque do bicudo, o gergelim tornou-se um cultivo bastante vantajoso, principalmente pelo o baixo consumo de água. Essa particularidade promove um grande

destaque dessa cultura em relação a qualquer outra de mesma natureza, pois é notória que a escassez de água na região é a grande dificuldade na inserção dos produtores de maneira significativa no mercado agrícola nacional (GOMES et al., 2014).

3.2 Importância socioeconômica

O Brasil é considerado pequeno produtor de gergelim, com uma produção de 95 Toneladas por ano, em uma área de 175 ha, alcançando o rendimento de aproximadamente 547 kg/ha (CONAB, 2020). Existem alguns fatores que limitam a expansão comercial desse produto, como por exemplo, a deficiência de tecnologias adequadas ao cultivo mecanizado, principalmente na época da colheita, portanto, esse fato restringe seu cultivo a pequenas áreas da agricultura familiar. Geralmente, a cultura de gergelim predomina em sistemas de produção de pequena escala, que utilizam a mão-de-obra familiar e, normalmente, é consorciado com milho ou feijão, servindo de fonte alternativa de renda, tornando-se uma boa opção agrícola por exigir manejo simples e de fácil aprendizagem (JASSE, 2013).

Na região semiárida, o gergelim torna-se uma alternativa viável para agricultores, destacando-se por suas potencialidades econômicas, uma vez que fornece matéria-prima para diversos produtos de diferentes áreas, como gastronomia, biocombustíveis, cosméticos, medicamentos e defensivos agrícolas (ARAÚJO et al., 2014). Seu uso como biodiesel está sendo muito bem visto, pois em relação a outras oleaginosas, o alto teor de óleo das sementes, é superior a 50%, além da elevada estabilidade química e serem ricas em vitaminas e minerais (vitamina B, fósforo, ferro, ômega 3, fibra e cálcio) (EMBRAPA, 2014). Desse modo, a extração do óleo de suas sementes é a principal finalidade, pois, além de tudo apresentam preços compensadores.

Sendo assim, o gergelim é possuidor de grandes potencialidades de exploração econômica em diversas áreas das industriais, além de apresentar grande importância social, devido às possibilidades de exploração, tanto nos mercados nacional quanto internacional, configurando uma cultura potencial para o agronegócio brasileiro (BELTRÃO et al., 2013). A cultura do gergelim também vem ganhando espaço no paladar dos brasileiros, principalmente pela crescente demanda por alimentos funcionais, de forma que suas sementes são consideradas alimento ideal para diminuir a acidez do sangue, aumentar a atividade e o reflexo cerebral, combater as doenças venéreas e fortalecer a pele, já que para a indústria alimentícia, o óleo do gergelim tem qualidade superior ao das demais oleaginosas cultivadas para a mesma finalidade (FURTADO et al., 2014).

Apesar de todas suas vantagens, esta oleaginosa nunca conseguiu, situar-se como cultivo de grande importância no Brasil. Como já foi dito, a produção do gergelim é proveniente de pequenos e médios agricultores, exercendo, portanto, uma apreciável função econômica e social, uma vez que ele é cultivado basicamente para a produção de grãos e sua comercialização é bastante pulverizada, fazendo-se necessário uma melhor organização e incentivo governamental para elevar a sua produção. (ARRIEL et al.,2007).

3.3 Nutrição do gergelim

A quantidade de nutriente que a planta do gergelim extrai do solo são elevadas. Portanto, para produzir 1.000 kg ha⁻¹ de sementes são extraídos do solo 50 kg ha⁻¹ de N, 14 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ de K₂O, essa quantidade de nitrogênio (N) e potássio (K), varia de acordo com o volume da produção, estado nutricional, da variedade utilizada e da parte da planta colhida, sendo o potássio o nutriente mais requerido pela planta, usá-lo de forma correta é imprescindível para obter altos rendimentos produtivos e econômicos da cultura. Já o nitrogênio é o segundo nutriente mais exigido pelo vegetal, sendo o mineral que mais limita o crescimento da planta (COSTA et al., 2012).

As recomendações de correção de solo e adubação para uma cultura, deve ser feita de acordo com os resultados de análises física e químicas de solo feitas em laboratório. Embora o gergelim seja pouco exigente em termos de nutrientes, para atingir todo seu potencial produtivo, é necessário que o solo forneça nutrientes em quantidade adequada (BELTRÃO et al., 2013). Desta forma, adubar o solo de forma adequada favorece o suprimento de nutrientes necessários às plantas e contribuir para a permeabilidade e infiltração da água, melhorando as condições físicas e químicas do solo.

O gergelim é uma cultura que se adapta bem em regiões semiáridas, lugares esses, reconhecidos pela carência referente ao teor de matéria orgânica dos solos, e os adubos orgânicos possuem justamente a característica de disponibilizarem alto teor de matéria orgânica. Por tanto, devido ao alto custo dos insumos sintéticos e ao baixo poder aquisitivo da maioria dos pequenos agricultores, há necessidade de serem testadas novas alternativas orgânicas e de fácil acesso ao produtor, tais como os adubos orgânicos (MAIA FILHO et al., 2013).

3.4 Adubação orgânica

A adubação orgânica é definida como a deposição de detritos orgânicos de origens distintas sobre o solo com o objetivo de melhorar as características químicas, físicas e biológicas do mesmo, sobretudo tornando-se um sistema mais sustentável, sendo constituída resíduos ou rejeitos de origem animal ou vegetal, que são muito usados na agricultura orgânica e agroecologia. Os adubos orgânicos são recomendados por sua capacidade de aumentar a fertilidade e elevação da atividade biológica do solo, deste modo, adoção da adubação orgânica contribui em importante estratégia para promover a sustentabilidade da matéria orgânica no solo (CARDOSO; OLIVEIRA, 2002) e torna-se uma alternativa viável para a diminuição dos custos com a adubação mineral.

Nos últimos anos no Brasil, vem crescendo cada vez mais, a utilização de adubos orgânicos na produção agrícola, seja esses sólidos e líquidos. E esse crescente uso ocorre em função dos seguintes aspectos: altos custos dos fertilizantes químicos, conservação dos recursos do meio ambiente, a prática de uma agricultura ecológica, melhoria da qualidade dos produtos colhidos, redução de contaminações do solo, água, planta, homem e todos os organismos vivos componentes dos agroecossistemas (ARAÚJO et al., 2007; ALVES et al., 2009).

Os adubos orgânicos possuem diversas vantagens associadas ao seu uso, entre as quais destaca-se o fornecimento de nutrientes de acordo com a exigência da planta, especialmente N, P, S e micronutrientes. Adicionalmente o fósforo orgânico, responsável por 80% do P total encontrado no solo, é uma fonte de nutrientes mais completa e equilibrada para as plantas do que os adubos minerais (CARDOSO; OLIVEIRA, 2002).

Dentre a diversidade de adubos orgânicos existentes, o esterco bovino se destaca em diversos aspectos e com vasta disponibilidade, pois é encontrado facilmente em propriedades rurais, uma vez que, os biofertilizantes bovino é um composto orgânico bastante utilizado pelos agricultores rurais como uma alternativa viável e econômica (SOUSA et al., 2012).

Um solo com percentagens entre 30 a 58% de matéria orgânica, pode ser considerado ótimo meio de cultura para os organismos, em virtude de elevar a quantidade de bactérias do solo quando adicionado como fertilizante (PRIMAVESI, 2002). Também os esterco podem ser utilizados na forma líquida ou sólida, fresco ou pré-digerido, como composto ou vermicomposto (MALAVOLTA et al., 2002). Uma prática útil e econômica para os produtores, sendo atuante na fertilidade e conservação do solo acumulando nitrogênio orgânico. Com isso,

elevando seu potencial de mineralização e de disponibilidade para as plantas (PIRES et al., 2008).

Assim como o esterco bovino, existe também outras formas de adubação orgânica que é a compostagem e a vermicompostagem ou húmus de minhoca, que são composto estável adquirido a partir da transformação de resíduos orgânicos com ação de minhocas ou não, demonstra alto valor nutricional para as plantas, sendo rico em fósforo, cálcio e potássio, além de melhorar atributos físicos e biológicos e é rico em bactérias e microrganismos promotores do crescimento das plantas, também atua como um bioestimulador do crescimento vegetal, atuando de forma positiva no desenvolvimento das plantas (STEFFEN et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2013).

Existe algumas características que devem ser levadas em consideração para que um substrato possa ser considerado excelente, ou até mesmo para a escolha de um ou de outro, como por exemplo, deve apresentar boa capacidade de troca de cátions, teores adequados de nutrientes, proporção equilibrada de macro e microporos que favoreça a atividade fisiológica da raiz (FERNANDES et al., 2002), boa retenção de umidade, preferencialmente, disponibilidade local, baixo custo e de fácil aquisição (OLIVEIRA et al., 2008)

4. Metodologia

4.1 Localização

O presente trabalho foi conduzido em um ambiente aberto, exposto a chuva e para evitar a grande exposição ao sol, foi usado um sombrite. A área do experimento fica localizada no município de Monte Alegre de Sergipe na região do Alto Sertão Sergipano (10.0702°S, 37.5511°W). De acordo com SiBCS (sistema brasileiro de classificação de solos) o solo dessa região é um Neossolo Litólico eutrófico com textura média e segundo a classificação de Kopper Geiger seu clima é considerado tropical com estação seca (BSh). O experimento foi executado durante a estação chuvosa, entre os meses de maio a junho, do ano de 2021. De acordo com os dados do Instituto de meteorologia (INMET), a precipitação durante o período do experimento foi de 115mm aproximadamente, com temperatura variando de 22° a 31°.



Figura 1. A) Local de implantação do experimento (Fonte: googleearth, 2021); B) local onde foi montado o delineamento experimental (Fonte: Arquivo pessoal, 2021).

4.2 Material vegetal

Foram utilizadas sementes de gergelim branco crioulo, oriundas da safra 2020, obtidas através da doação por agricultores da região de Canindé de São Francisco/SE. As sementes foram selecionadas manualmente, retirando as sementes murchas e defeituosas.

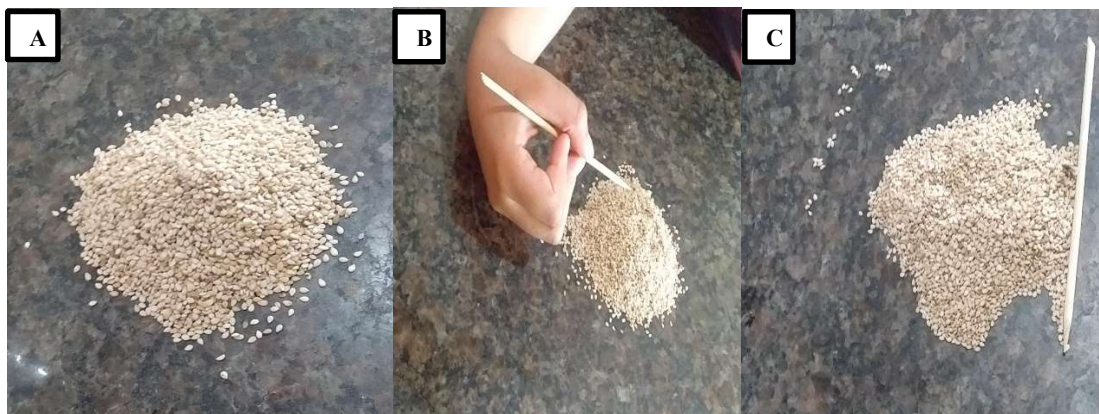


Figura 2. A) Sementes de gergelim branco B) Seleção de sementes e C) Seleção das sementes (fonte: arquivo pessoal 2021)

4.3 Substratos utilizados

Foram utilizados cinco substratos (tratamentos), são eles: T0- Solo puro. Coletado na área agrícola do sitio Bela Vista, Povoado Pau do Cedro, no município de Monte Alegre de Sergipe, este solo foi submetido a análise laboratorial, afim de apontar as propriedades químicas contidas; T1 – Vermicomposto + solo (1:1), sendo este vermicomposto oriundo do minhocário estabelecido na área experimental da Unidade de Produção Camponesa-UPC; T2- Esterco bovino + solo (1:1), o esterco bovino proveniente da área agrícola onde o experimento foi implantado; T3 - Substrato comercial caseiro + solo (1:1), sendo este substrato comercial caseiro é composto principalmente por caroço de seriguela; e T4 - Substrato comercial da empresa Bioplant+solo(1:1).

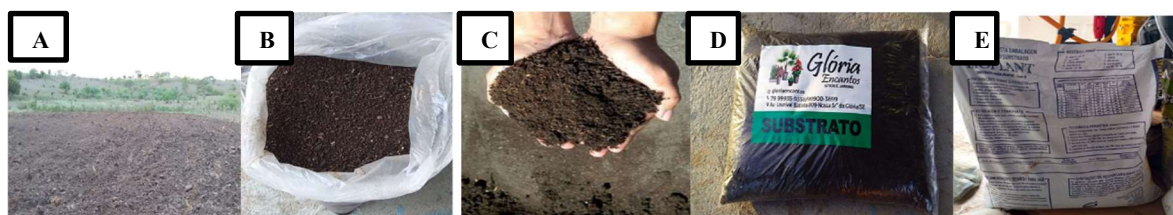


Figura 3. A) Área onde foi coletado o solo usado no experimento; B) vermicomposto; C) Esterco Bovino (fonte: <https://hortaverticalemcasa.blogspot.com/2019/01/como-curtir-esterco-degado.html>; D) Substrato de Caroço de seriguela; E) Substrato da empresa Bioplant. (Fonte: Arquivo pessoal, 2021).

4.4 Delineamento experimental

Foi utilizado o Delineamento em Blocos Casualizados (DBC) sendo quatro blocos, contendo os cinco tratamentos e oito plantas por parcela (Figura 4). Foi adicionado quatro sementes de gergelim branco crioulo em cada copo descartável.



Figura 4. Experimento para avaliação do desenvolvimento inicial do gergelim branco, no sítio Bela Vista, Monte Alegre de Sergipe/SE. (fonte: Arquivo pessoal, 2021)

4.4 Condução do experimento

Os copos foram previamente furados, identificados e preenchidos com os respectivos substratos. Foram semeadas 04 (quatro) sementes em cada copo.

As plantas foram mantidas em temperatura ambiente e protegidas do sol com o uso de um sombrite com percentual 50% de sombreamento, até o final do experimento. A condução do experimento foi em período chuvoso, a irrigação foi feita uma vez por dia, caso passasse um período de 3 dias sem haver precipitação. Durante o período de experimental foram observados insetos como formigas e lagartas, e a catação manual foi a forma de controle desses invasores. Aos vinte e cinco dias após a semeadura foi feito o desbaste deixando-se apenas uma planta por copo como mostra a figura 5 A-B.

A análise final foi feita 35 dias após a semeadura quando as plantas foram levadas ao laboratório da Universidade Federal de Sergipe, onde foram feitas as pesagens

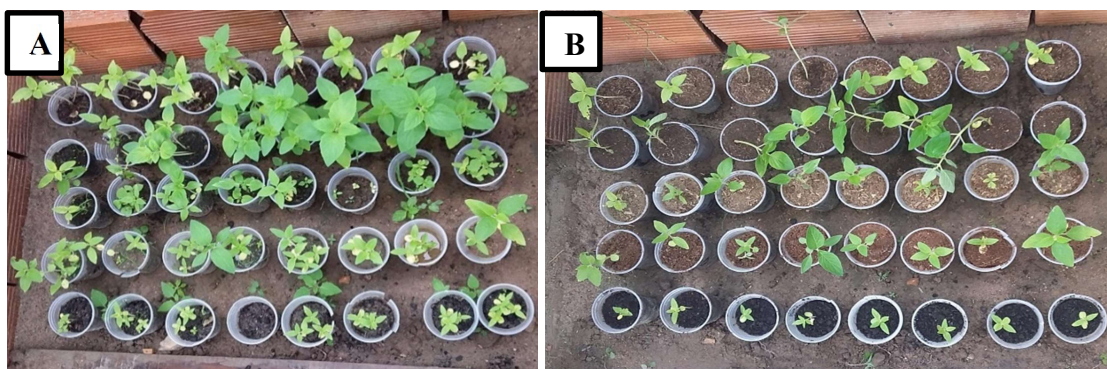


Figura 5. Fenótipo das plântulas de Gergelim Branco crioulo em diferentes substratos (Bloco1). A) Antes do desbaste. B) após o desbaste (fonte: arquivo pessoal, 2021).

4.5. Variáveis avaliadas

Foram avaliadas oito plantas normais de cada tratamento, de forma que em cada bloco foram analisadas 40 plantas, totalizando 160 plantas analisadas.

4.5.1 Índice de Emergência da planta (EME)

As avaliações foram realizadas diariamente, e a contagem de emergência começou no dia que se observou a primeira plântula emergida, até que esse número permanecesse constante, após a semeadura (DAS). Os resultados foram expressos em porcentagem de número de plântulas normais emergidas.

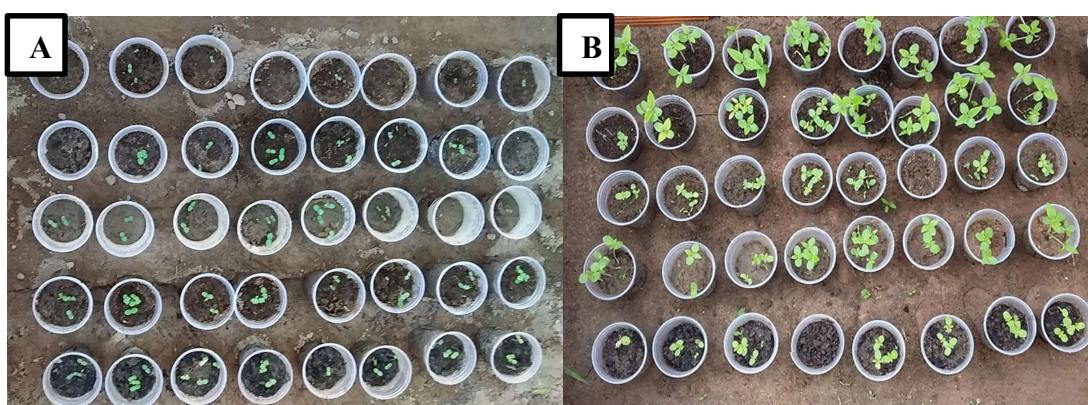


Figura 6. Plântulas do gergelim no início do experimento (Bloco 2). A) Primeiro dia de contagem de plântulas emergidas, 4 dias após a semeadura (DAS). B) 15 dias após a semeadura (DAS), as plântulas se encontram com número de emergência constante.

4.5.2 Índice de velocidade de emergência (IVE)

Foi determinado juntamente com o teste de emergência em campo, sendo avaliado o número de plântulas que apresentavam as folhas cotiledonares visíveis a cada 24 horas durante o período de 21 dias, após a semeadura. Ao final do teste, o número de plântulas emergidas foi computado e calculou-se o índice de velocidade de emergência empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962).

$$IVE = N1/D1 + N2/D2 + \dots + Nn/Dn$$

Onde: IVE = índice de velocidade de emergência;

N1, N2, Nn = números de plântulas verificadas no dia da contagem;

D1, D2, Dn = números de dias após a semeadura em que foi realizada a contagem.

4.5.3 Comprimento da parte aérea (CPA) e Comprimento da raiz (CRA)

O comprimento da parte aérea foi medido da base ao ápice utilizando uma régua milimétrica (Figura 7 A) e os resultados expressos em centímetros de parte aérea, na ocasião, também foi determinado o número de folhas, através da contagem das mesmas e os resultados expresso em número de folhas por planta. O comprimento da raiz das plântulas normais (figura 7 B) foi determinado com um auxílio de uma régua milimétrica, medindo da base das raízes até o seu ápice e os resultados expressos em centímetros de raiz.

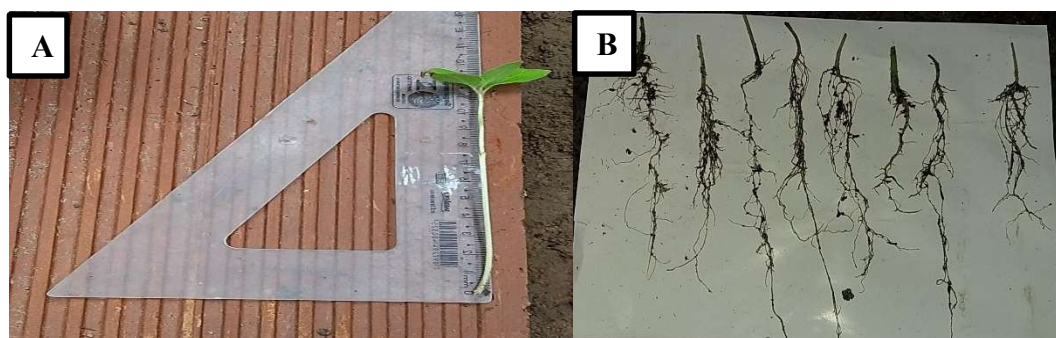


Figura 7. Avaliação das variáveis no final do experimento A) comprimento da parte aérea B) Avaliação do comprimento da raiz (exemplares do T4 Bloco2). (Fonte: arquivo pessoal 2021)

4.5.4 Massa fresca da parte aérea (PMF)

A massa fresca (g) da parte aérea foi determinada pela pesagem da parte aérea das plântulas com o auxílio de uma balança analítica de precisão de 0,001 g (figura 8 A).

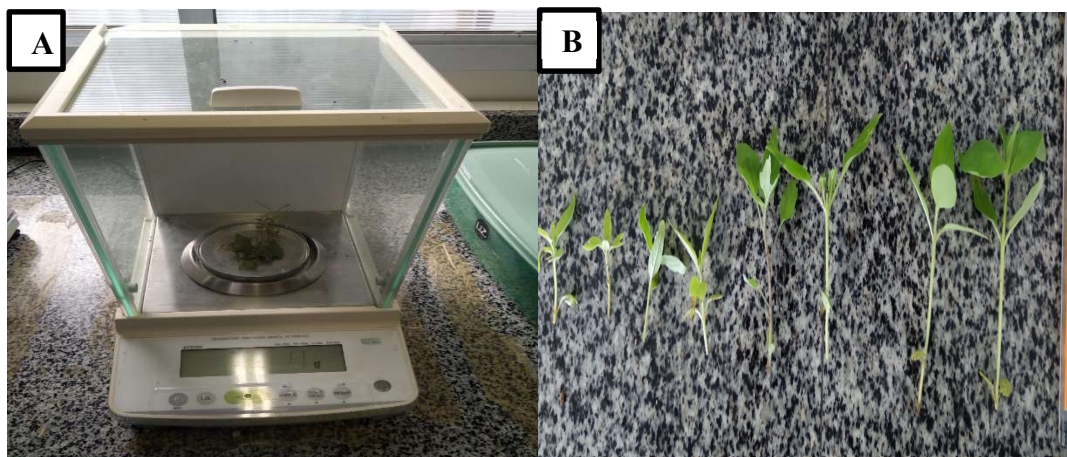


Figura 8. Avaliação em laboratório. A) balança analítica B) Avaliação da massa fresca.
(Fonte: Alisson Marcel, 2021)

4.5.5 Massa seca da parte aérea (PMS)

Após a determinação da matéria fresca, as Partes Aéreas foram colocadas em sacolas de papel previamente identificadas (figura 9) e mantidas em estufa de circulação de ar forçada a 60°C até atingir o peso constante. A Massa Seca foi obtida pela pesagem em balança analítica de precisão (figura 8 A) e os resultados foram expressos em gramas de parte aérea (g parte aérea).



Figura 9. Procedimento para avaliação de massa seca (Fonte: Alisson Marcel, 2021)

4.5.6 Análise estatística

Para as análises estatísticas aplicadas ao componente principal e ao *biplot* foi utilizado o programa R. Foram realizadas Análise de variância (ANOVA) e as médias foram testadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5. Resultados e discussão

Segundo a análise de variância (Tabela 1) apresentou diferença entre os tratamentos, apontando assim diferença significativa a 1% ($p \leq 0,01$), nas variáveis de número de folha (NF), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), peso de massa fresca (PMF), emergência de plântulas (EME), e a de velocidade de emergência (IVE) foi significativa a 5% ($p \leq 0,05$).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para os cinco substratos avaliados no gergelim.

FV	GL	Quadrado Médio						
		NF	CPA (cm)	CR (cm)	PMF (g)	PMS (g)	EME (%)	IVE
Substratos	4	6,02**	47,23**	62,41**	46,54**	0,48**	518,61**	5,04*
Blocos	3	0,21	0,37	6,92	3,25	0,06	28,61	0,56
Erro	12	0,11	1,15	2,02	2,09	0,02	63,58	1,19
Total	19							
Média		5,16	8,28	8,05	4,22	0,46	80,44	5,47
CV (%)		6,62	12,94	17,68	34,28	28,22	9,91	19,92

* e ** = significativo a 5 e 1%, respectivamente; ns = não significativo; FV = fonte de variância; GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variância (%); NF = número de folhas; EME = índice de emergência (%); IVE= índice de velocidade de emergência; PMF= peso de massa fresca; PMS= peso de massa seca; CR= comprimento da raiz; CPA= comprimento da parte aérea.

As variáveis significativas contribuíram para diferir os cinco substratos testados, mostrando assim que há diferença significativa nos materiais avaliados.

O coeficiente de variação (CV) variou entre 6,62 e 28,22 estando dentro do ideal para um experimento com gergelim, o que mostra homogeneidade na coleta de dados. No entanto o CV para a variável PMS, foi considerado alto (34,28). A classificação do CV é inversamente proporcional à classificação da precisão do experimento, ou seja, quanto maior o CV menor a

precisão experimental. Deste modo, CV baixo representa alta precisão, CV médio, média precisão, CV alto, baixa precisão e CV muito alto, muito baixa precisão (PIMENTEL-GOMES 1985).

Na análise de distribuição, utilizando o boxplot, é possível observar a tendência por meio da mediana e dos quartis da distribuição dos tratamentos, além de demonstrar a variabilidade dentro de cada substrato (Figura 10).

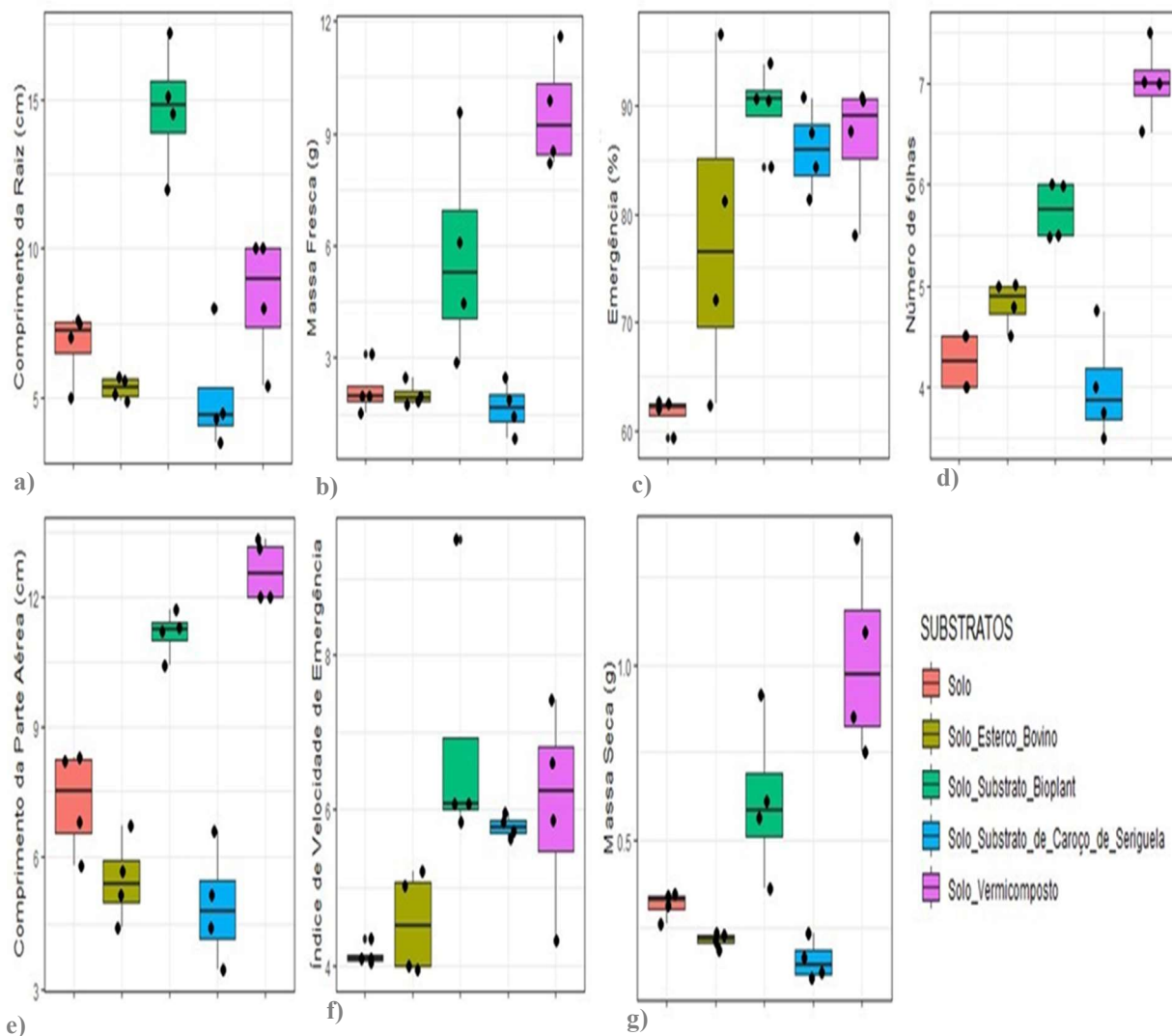


Figura 10- . Análise de distribuição por boxplot referentes as médias dos substratos correspondentes aos tratamentos T0, T1, T2, T3 e T4, para as variáveis de comprimento da raiz (10a), massa fresca (10b), emergência (10c), número de folhas (10d), comprimento da parte aérea (10e), índice de velocidade de emergência (10f) e massa seca (10g).

Todos os tratamentos permitiram a germinação e a emergência das sementes testadas. As médias referentes a porcentagem de emergência entre os tratamentos analisados variaram entre 61,71% em T0 (Solo) e 89,84% em T4 (Bioplant+solo) como mostra na figura 10c, assim

também se observa que o vermicomposto também apresentou médias próximas a maior média. O maior valor atribuído a velocidade de emergência (IVE), foi encontrado no tratamento T4 e correspondente de 6,86% de plântulas emergidas ao dia (figura 10f), e o menor valor encontra-se no tratamento 0, com apenas 4,13% de plântulas emergidas ao dia. Desta maneira, verifica-se que os substratos T1, T3 e T4 ofereceram condições propícias para o processo de germinação das sementes e conseqüentemente uma maior velocidade de emergência das plântulas, ao contrário do T0, que não apresentou um índice tão favoráveis a esses dois processos (EME e IVE).

O Índice de Velocidade de Emergência (IVE) identifica as sementes que melhor expressam o potencial de vigor, considerando o tempo mínimo que estas levam para estabilizar a emergência por completo (SILVA et al., 2015). Segundo Souza et al (2014) a maior velocidade de germinação de plântulas é o resultado da interação do potencial fisiológico das sementes com condições benéficas proporcionadas pelo substrato, como por exemplo, aeração e drenagem adequadas, de modo a favorecer a embebição pelas sementes e a emissão do hipocótilo.

No que diz respeito aos substratos orgânicos devem fornecer alguns micro e macro elementos essenciais à planta como resultado da intensa atividade microbiana que ocorre no processo de formação, esses compostos também exercem funções fisiológicas nas plantas, como por exemplo, permeabilidade da membrana celular, absorção de nutrientes e atividade enzimática, além de possuírem materiais húmicos que ajudam as sementes a germinarem já que, proporciona o aumento da retenção de calor do solo, graças à sua cor geralmente escura (MENEZES, 2011). Contudo, a emergência de plântulas é influenciada pelo vigor das sementes, este, por sua vez, está relacionado a capacidade que ela apresenta de emergir de forma rápida e uniforme sob condições favoráveis ou não, afetando a produtividade, a qualidade e a padronização da colheita (KAEFER, et al., 2019).

Como podemos observar na figura 10d, o número de folhas foi maior quando foi utilizado T1 (Vermicomposto+solo) como substrato, com uma média de 7 folhas por planta, seguido de T4 (bioplant comercial), com média de 5,75 folhas por planta. Os tratamentos T0 e T3 obtiveram médias bastante semelhantes, sendo os menores valores obtidos, no tratamento T3 com uma média de 4 folhas por planta.

A quantidade de folhas em uma cultura permite inferir o potencial fotossintético, e o seu valor depende do número, do tamanho das folhas e do estágio de desenvolvimento das plantas, quanto maior o número de folhas, maior a área foliar, o que ajuda a otimizar e aproveitar a luz,

pois essa característica está relacionada à capacidade de interceptar a radiação solar incidente (TEIXEIRA et al., 2015). A morfologia das folhas do gergelim é bastante complexa, pois esta apresenta diferentes formatos numa mesma planta, Severino et al. (2002), destaca que a heterofilia das folhas do gergelim é uma característica importante, pois permite bom aproveitamento da luz solar ao longo do dossel da planta.

Quanto ao comprimento de parte aérea, o maior crescimento das plântulas, foi apresentado pelo tratamento T1 (Vermicomposto+ solo) e T4 (Bioplant+ solo), com média de 12,6cm e 11,15cm por planta, respectivamente (Figuras 10e). Os demais tratamentos apresentaram os menores valores em altura da planta e não diferiram entre eles. Nossas observações indicam que o vermicomposto pode substituir com êxito o substrato comercial da empresa Bioplant. Além disso, que o uso de esterco bovino e do substrato comercial caseiro é indiferente quando se trata da altura da planta. De forma que o componente orgânico nem sempre vai contribuir para altura da planta.

Alguns autores atribuem o crescimento da parte aérea à presença de matéria orgânica, que disponibiliza nutrientes e melhora os aspectos físicos do substrato, retendo água e nutrientes. Carneiro et al. (2014) observaram que o gergelim responde significativamente em altura de planta ao ser submetido a níveis crescentes da adubação orgânica e fosfatada, ainda segundo estes autores, a adubação orgânica possui potencial para o cultivo de gergelim, tornando-se uma alternativa eficiente de adubação. Da mesma forma que Perin et al. (2010), ao avaliarem o desempenho do gergelim em condições de campo, afirmam que o gergelim responde positivamente em crescimento vegetativo quando submetido à adubação, principalmente quando há carência de nutrientes no solo. Segundo Suassuna (2013), a altura do gergelim é um aspecto morfológico de influência direta na capacidade produtiva e na quantidade de ramificações.

Com relação ao tamanho da raiz, o substrato comercial da empresa Bioplant (T4), se mostrou bastante promissor, com uma média de 14,71cm por planta. Os demais apresentaram médias bastantes similares (Figura 10a). A estrutura do solo como macro e micro poros, drenagem, aeração, entre outros, é um fator importante para o desenvolvimento da cultura, da mesma forma que o uso de substratos orgânicos incorporados ao solo é essencial para o cultivo, uma vez que contribui com a capacidade de retenção de água, aeração e formação de uma estrutura física apropriada para o desenvolvimento radicular e epicótilo (SANTOS et al., 2010).

O estudo acerca do sistema radicular do gergelim ainda é escasso, embora seja um órgão de suma importância para cultura, uma vez que está inteiramente ligado a obtenção de água e

nutrientes do solo, síntese de reguladores de crescimento e para o armazenamento de carboidratos, além de ser responsável pela sustentação da planta. Como plantas de gergelim estão sujeitas a acamamento, dependendo de condições edafoclimáticas, um melhor desenvolvimento radicular é uma característica importante por estar relacionada à maior resistência ao tombamento das plantas (LINZMEYER JÚNIOR et al., 2008; VASQUEZ et al., 2008).

De acordo com os dados de massa fresca de parte aérea (Figura 10b), o tratamento T1, apresentou maior média cerca de 9,56g, ao passo que o tratamento T3, apresentou menor média, atingindo, 1,66g, no entanto, T0, T2 e T3 não apresentam grandes variações referentes a essa variável. Diante disso, entende-se que o vermicomposto presente no T1, possui propriedades físicas e químicas que favorecem o maior acúmulo de matéria fresca, tornando-se assim viável sua utilização como adubação orgânica. Apesar de toda sua rusticidade e adaptabilidade, o gergelim possui algumas limitações, como por exemplo a salinidade, alta concentração de sais reduz o turgor celular, de modo que o baixo turgor celular inibe o alongamento e a divisão celular, diminuindo o crescimento e conseqüentemente a massa da planta (BEKELE et al., 2017).

Com relação ao peso da massa seca, avaliada nos diferentes substratos utilizados, apontou que as maiores médias estão presentes nos substratos vermicomposto, seguido o Bioplant (Figura 10g), os demais substratos apresentam médias bastante semelhantes. Rodrigues et al. (2010), que ao estudarem a produção de tomateiro em diferentes substratos, ressaltam que o aumento da concentração de composto orgânico não possibilitou o aumento no crescimento das plântulas, obtendo assim médias de massa seca bem similares, independentemente dos substratos usados. No entanto esse resultado contradiz com os encontrados por Santos et al. (2015), onde destacam que o aumento da concentração de composto orgânico promoveu maior elevação na MSPA de plântulas de tomate. Contudo, vale ressaltar que, peso da massa seca das plântulas tem por objetivo determinar a transferência de reservas para o embrião (LUDWING et al., 2011).

De acordo com Silva e Sbrissia (2010), a análise de componentes principais (CP) melhora a interpretação de dados, pois possui o máximo de informações possíveis em um número menor de CPs. As sete características foram representadas por quatro componentes principais. Os dois primeiros componentes principais (CPs) contemplaram 90,17 da variação total (Tabela 2). Este valor demonstra que os gráficos biplots possibilitam uma seleção segura dos substratos, pois segundo Yang et al, (2009), os dois primeiros CPS devem explicar pelo

menos 60% da variação e para Ferreira (2011), quando se tem um número $k < p$ de CP, ou seja, quando o número de k CP é menor que p variáveis, adota-se o critério de pelo menos 70% da variação total.

Tabela 2. Autovalores, variação explicada e proporção acumulada dos quatro componentes principais (CP), para realização da análise biplot.

	Autovalores	%Explicada	%Acumulada
CP1	5,12	73,26	73,26
CP2	1,18	16,91	90,17
CP3	0,61	8,71	98,88
CP4	0,07	1,11	100

O autovalor do primeiro CP (CP1) foi de 5,12, considerado muito significativo, já que a soma de todos os autovalores foi de 6,98. Leite et al. (2016) obtiveram 2,53 em seu CP1 ao selecionar genótipos de soja, com um total de autovalores de 6, enquanto Hongyu et al. (2011) apresentaram um autovalor no CP1 de 3,45 de um total de 6,97, ou seja, os dados obtidos na avaliação dos grupos relacionados aos substratos estão dentro do esperado e aceito.

Todas as variáveis apresentaram altos valores de coeficiente de correlação, com o CP de maior explicação, variando entre 0,97 a 0,57 (Tabela 3). Sendo assim, esta é a variável de maior importância para a construção deste componente principal. De acordo com Al-Naggar et al. (2020), a importância de um CP é dada de acordo com a variância total explicada por este.

Tabela 3. Os quatro componentes principais (CP) e suas respectivas correlações com as variáveis analisadas em diferentes substratos na produção de gergelim.

	NF	CPA	CR	PMF	PMS	EME%	IVE
CP1	0,96	0,97	0,69	0,97	0,96	0,57	0,79
CP2	-0,13	-0,14	0,36	-0,06	-0,24	0,72	0,58
CP3	-0,16	0,17	0,62	-0,15	-0,08	-0,36	-0,003
CP4	-0,17	-0,05	-0,02	-0,05	0,06	0,02	-0,14

CP: Componente principal; NF = número de folhas; EME = índice de emergência (%); IVE= índice de velocidade de emergência; PMF= peso de massa fresca; PMS= peso de massa seca; CR= comprimento da raiz; CPA= comprimento da parte aérea.

Um biplot é um gráfico que permite a visualização de dados multivariados num espaço reduzido. Com este tipo de representação gráfica podem ser detectados relacionamentos entre

variáveis e/ou existência de grupos de indivíduos. Não foram encontrados estudos relacionados a aplicação de biplot na cultura do gergelim e em uso de substratos, no entanto a sua aplicação vem sendo muito relevante em estudos de biologia molecular.

O gráfico a seguir é denominado “Discriminante vs Representativo” (Figura 11). É uma interpretação da capacidade de discriminação e representatividade das variáveis.

A capacidade de discriminação é importante, pois, a variável que não apresenta esta capacidade, não fornece informações relevantes para os tratamentos, tornando-se então de pequena utilidade. Outra medida importante para uma variável avaliada é a representatividade, com relação a uma variável alvo. Deste modo, a interpretação da capacidade de discriminação e representatividade das variáveis pode ser realizada no gráfico denominado “Discriminante vs Representativo” (Figura 11).

De acordo com a figura 11, o tratamento de solo+vermicomposto (T1) é representativo para as variáveis PMS, NF, PMF e CPA, bem como o tratamento de solo+substrato da Bioplant é representativo para as variáveis de EME, IVE e CR. Desta forma pode-se afirmar que as variáveis analisadas apresentam discriminação para aos tratamentos solo(T0), solo+esterco bovino(T2) e solo+substrato de caroço de seriguela (T3). Sendo assim essas variáveis são capazes de apontar a utilidade de determinado substrato que apresentou melhor desempenho, assim como o descarte de um outro substrato.

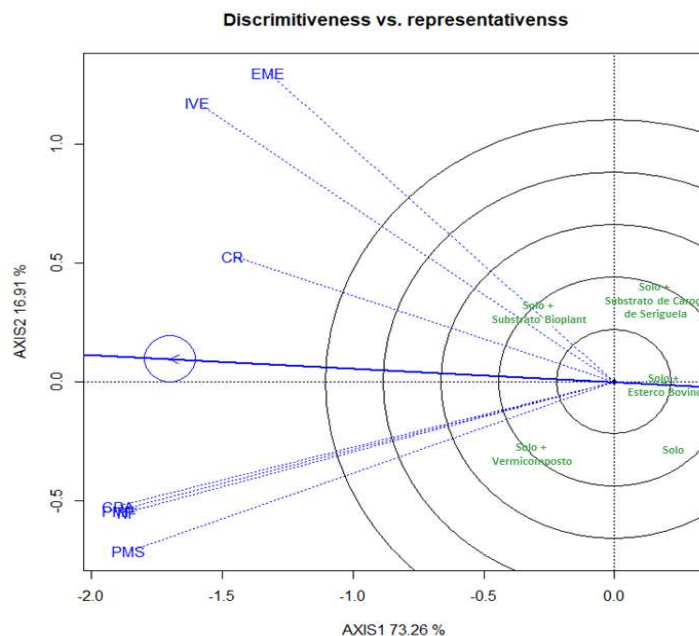


Figura 11. Biplot Discriminação e representatividade das variáveis que determinam o potencial dos substratos em proporcionarem melhor desenvolvimento da plântula do gergelim.

NF = número de folhas; EME = índice de emergência (%); IVE= índice de velocidade de emergência; PMF= peso de massa fresca; PMS= peso de massa seca; CR= comprimento da raiz; CPA= comprimento da parte aérea.

A análise de correlação entre as variáveis procura determinar a influência positiva ou negativa que uma variável tem sobre outra. Desta forma, Segundo OLIVEIRA et. al. (2018), no biplot, quando os ângulos entre as variáveis forem agudos ($< 90^\circ$) eles são positivamente correlacionados, enquanto ângulos obtusos ($> 90^\circ$) são negativamente correlacionados. Os vetores formando um ângulo reto ($= 90^\circ$) não são correlacionados, enquanto aqueles formando ângulos de 180° são fortemente correlacionados negativamente.

A figura 12, mostra que existe uma grande correlação entre as variáveis PMS, PMF, CPA e NF, resultados esses já esperados, pois os valores de massa seca depende da massa fresca, que está associada ao número de folhas e está ligado ao comprimento de parte aérea. As variáveis EME, IVE e CR tiveram correlação, e não apresentaram relação com as variáveis citadas anteriormente. A correlação mostra que um depende do outro para acontecer, fazendo todo sentido os resultados encontrados.

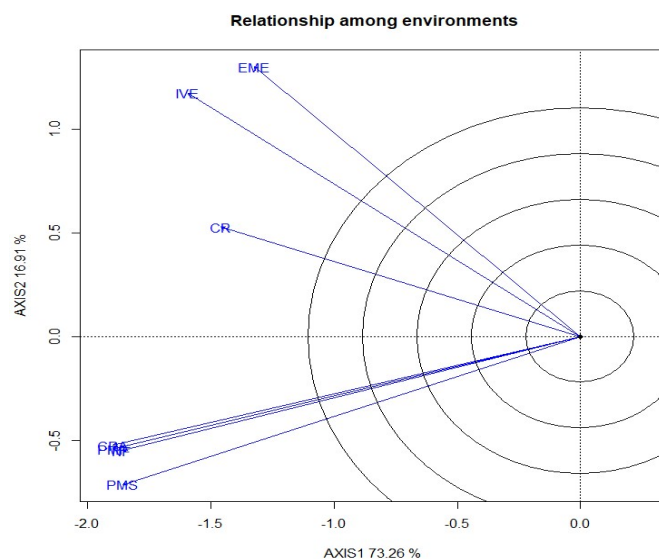


Figura 12. Biplot representando a correlação entre as variáveis NF = número de folhas; EME = índice de emergência (%); IVE= índice de velocidade de emergência; PMF= peso de massa fresca; PMS= peso de massa seca; CR= comprimento da raiz; CPA= comprimento da parte aérea.

6. Conclusões

A utilização de solo puro como substrato retarda a emergência e o melhor índice de velocidade de emergência de gergelim;

O substrato comercial da empresa bioplant, contribuiu para elevadas médias referentes a essas variáveis.

O crescimento inicial de plântulas de gergelim é favorecido pelo uso de vermicomposto tanto em número de folhas quanto em comprimento da parte aérea e peso de massa fresca, essas variáveis são inteiramente correlacionadas.

Quanto ao comprimento da raiz, substratos menos compactados favorecem seu crescimento.

Desta forma, o vermicomposto é uma alternativa economicamente viável para a produção do gergelim.

7.Referências

- ALVES, G. S.; SANTOS, D.; SILVA, J. A.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A. G. **Estado nutricional do pimentão cultivado em solo tratado com diferentes tipos de biofertilizantes**. Acta Scientiarum Agronomy, v.31, p.661- 665, 2009.
- AL-NAGGAR, A.M.M., SHAFIK, M.M., MUSA, R.Y.M., “**Genetic Diversity Based on Morphological Traits of 19 Maize Genotypes Using Principal Component Analysis and GT Biplot**”, Annual Research & Review in Biology, v. 35, n. 2, pp. 68-85, 2020.
- ARAÚJO, F.S.; BORGES, S.R.S.; SILVA, G.Z.; ARAÚJO, L.H.B.; TORRES, E.J.M. Doses de fósforo no crescimento inicial do gergelim cultivado em solução nutritiva. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.8, n.2, p.41-47, jun. 2014.
- 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. (Cartilha Plantar, 50).
- 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.
- BANDEIRA, L. B.; SOUSA, V. T. S.; BANDEIRA, C. M.; GÓES, G. B. DE; SANTOS, J. B. L. **Produção de gergelim adubado com biofertilizantes. III Congresso internacional das ciências agrárias**, COINTER – PDVAGRO, 2018.
- BELTRÃO, N. E. M.; VIEIRA, D. J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Técnica, 2001. 348 p.
- 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.
- BEKELE, A.; BESUFEKAD, Y.; ADUGNA, S.; YINUR, D. **Screening of selected accessions of Ethiopiansesame (*Sesame indicum L.*) for salttolerance. Biocatalysis and Agrcultural Biotechnology** v. 9, p. 82–94, 2017.
- BOUREIMA, S., EYLETTERS, M., DIOUF, M., DIOP. T, A., E VAN DAMME, p. **Sensivity of seed germination and seedling radicle grawlh to drought stress in sesame (*Sesamum indicum L.*)**. **Research Jornal of Environmental Sciencies**, v5, p557-565,2011.
- BORCHARTT, L.; SILVA, I. F.; SANTANA, E. O.; SOUZA, C.; FERREIRA, L. E. **Adubação orgânica da batata com esterco bovino no município de Esperança – PB**. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza-CE, v. 42, n. 2, p. 482-487, 2011.
- CARNEIRO, J.S.S.; SALÃO, V.J.P.; FREITAS, G.A.; LEITE, R.C.; SANTOS, A.C.; SILVA, R.R. **Adubação orgânica e fosfatada no cultivo de gergelim no sul do estado do Tocantins**.

In: ENCONTRO DE CIÊNCIA DO SOLO DA AMAZÔNIA ORIENTAL, 01, 2014, Gurupi, TO. Anais. Gurupi: Amazon Soil, 2014.

CONAB-COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira abril 2021 7º levantamento safra 2020/21 grãos.** Disponível também em: <http://www.conab.gov.br> acessado em: 21/07/2021

COSTA, L. M. et al. **Avaliação de diferentes substratos para o cultivo de pepino (Cucumis sativus L.).** *Global Science and Technology*, Rio Verde. v. 2, n. 2, p. 21-26, mai. /Ago. 2009.

COSTA, L. A. M.; COSTA, M. S. S. M.; PEREIRA, D. C.; BERNARDI, F. H.; MACCARI, S. **Avaliação de substratos para a produção de mudas de tomate e pepino.** *Revista Ceres*, Viçosa-MG, v. 60, n. 5, p. 675-682, 2013.

COSTA, F. S.; Gomes, A.H.S.; Ferreira, D.J.L.; Chaves, L.H.G.; Magalhães, I.D.; PINTO SOBRINHO, P.F. **Crescimento e produção do gergelim irrigado em função da adubação potássica e nitrogenada.** *Workshop internacional de inovações tecnológicas na irrigação.* Fortaleza, 2012.

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>>. Acessado em: 09/07/2021.

FERNANDES, A. A.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, P. R. G.; FONSECA, M. C. M.; **Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes.** *Horticultura Brasileira*, v.20, n.2, p.195. 2002.

FERREIRA, D.F., **Estatística Multivariada**, 2. ed., Lavras, UFLA, 2011

FURTADO, G.F. SOUZA, A.S.; SOUSA JÚNIOR, J.R.; SOUSA, J.R.M.; LACERDA, R.R.A.; SILVA, S.S. **Rendimento e correlações da mamoneira consorciada com feijão-caupi e gergelim no semiárido paraibano.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 18, n. 9, p. 892-898 2014.

GOMES, A.H.S.; CHAVES, L.H.G.; FERREIRA FILHO, J.G.A.; SOUSA, F.G. **Fitomassa na cultura do gergelim irrigado sob doses de nitrogênio.** II INOVAGRI International Meeting. Fortaleza, 2014.

HONGYU, K., SANDANIELO, V.L.M., OLIVEIRA-JUNIOR, G.J., **“Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação”**, *E&S - Engineering and Science*, v. 1, n. 5, pp. 83-90, 2015.

JASSE, A. **Cadeias de valor de cereais e oleaginosas.** 2013. Disponível em: <<http://www.perene.org/wp-content/uploads/2013/12/Estudo-cadeia-de-valor-cereais-e-oleaginosas-PERENE-CESVI-01-04-2013.pdf>>. Acesso em: 12/07/2021

KAEFER, J. T.; ZAMBERLAN, J. F.; SALAZAR, R. F. S.; BORTOLOTTI, R. P. **Influência do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja**. *Ciência e Tecnologia*, Cruz Alta, v. 3, n. 1, p. 13-22, 2019.

LEITE, W.S., PAVAN, B.E., ALCÂNTARA-NETO, F., et al. **“Multivariate exploratory approach and influence of six agronomic traits on soybean genotypes selection”**, *Nativa*, v. 4, n. 4, pp. 206-210, 2016.

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

LINZMEYER JÚNIOR, R.; GUIMARAES, V. F.; SANTOS, D.; BENCKE, M. H. **Influência de retardante vegetal e densidades de plantas sobre o crescimento, acamamento e produtividade da soja**. *Acta Scientiarum, Agronomy*, v.30, p.373-379, 2008.

MAGUIRE, J. D. **Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour**. *Crop Science*, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

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

MALAVOLTA, E.; GOMES, F. P.; ALCARDE, J. C. **Adubos e Adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200 p.

MIOT, H.A. **Análise de correlação em estudos clínicos e experimentais**. *Jornal Vascular Brasileiro*, v.17, n.4, p.275-279, 2018. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.174118>

MISGANAW, M., MEKBIB, F., E WAKJIRA, A. **Genotype X environment interaction on sesame (*Sesamum indicum L.*)**. *Seed Yield.*, 10(21), pp.2226-2239,2015.

NETO, A. S. E. et al. **Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1408-1413, ago. 2009.

OLIVEIRA, J.R.; XAVIER, F.B.; DUARTE, N.F. **Húmus de minhoca associado a composto orgânico para a produção de mudas de tomate**. *Revista Agrogeoambiental*, v. 5, n. 2, p.79-86, 2013.

OLIVEIRA, A.P.; SILVA, O.P.R.; BANDEIRA, N. V.S.; SILVA, D. F.; SILVA J.A.; PINHEIRO, S.M.G. **Rendimento de maxixe em solo arenoso em função de doses de esterco bovino e biofertilizantes**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, n.11, p.1130-1135, 2014.

OLIVEIRA, T.R.A., GRAVINA, G.A., OLIVEIRA, G.H.F., et al. **“The GT biplot analysis of green bean traits”**, *Ciência Rural*, v. 48, n. 6, pp. 1-6, 2018.

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

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental.** 12. ed. Piracicaba: Livraria Nobel, 1985. 467p.

PIRES, A. A.; MONNERAT, H. P.; MARCIANO, C. R.; PINHO, L. G. R.; ZAMPIROLI, P. D.; ROSA, R. C.; MUNIZ, R. A. **Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro amarelo nas características químicas e físicas do solo.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, n.5, p.1997-2005, 2008.

PRIMAVESI, A. **Manejo Ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais / Ana Primavesi.** – São Paulo: Nobel.

QUEIROGA, V.P.; GONDIM, T.M.S.; QUEIROGA, D.A.N. Tecnologias sobre operações de semeadura e colheita para a cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.). **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v. 3, n. 2, p. 106-121, 2009.

RODRIGUES, E. T.; LEAL, P. A. M.; COSTA, E.; PAULA, T. S.; GOMES, V. A. **Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos e recipientes em ambiente protegido.** *Horticultura Brasileira*, Brasília-DF, v. 28, n. 4, p. 483-488, 2010.

RFOUNDATION. R: **The R project for statistical computing.** 2017. Disponível em: <https://www.r-project.org>. Acesso em 21 jul. 2021.

REIS, L. S.; **Qualidade fisiológica de semente de gergelim em função da maturação.** **Universidade do Estado de Mato Grosso**, campus universitário de Cáceres Jane Vanini, Faculdade de Ciências Agrárias e Biológica – FACAB, Cáceres – MT, 2016.

SANTOS, D. C.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; QUEIROZ, E. F.; MEDEIROS, R. S. **Produção de mudas de tomateiro em substratos alternativos.** *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia-GO, v. 11, n. 21, p. 1530-1541, 2015.

SANTANA, C. T. C.; SANTI, A.; DALLACORT, R.; SANTOS, M. L.; MENEZES, C. B. Desempenho de cultivares de alface americana em resposta a diferentes doses de torta de filtro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 43, n. 1, p. 22-29, 2012.

SANTOS, SAINT-CLEAR SENA E M.Sc, Universidade Estadual da Paraíba / Embrapa Algodão, março de 2016. **Crescimento, fisiologia e produção de genótipos de gergelim sob níveis de adubação organomineral.** Campina Grande - PB, 2016. 77p. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências Agrárias). Orientador: Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes.

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.

SOUZA, E. G. F. et al. **Produção de mudas de cucurbitáceas utilizando esterco ovino na composição de substratos orgânicos**. Revista Agro@ambiente Online, v. 8, n. 2, p. 175-183, 2014. Disponível em: <http://www.agroambiente.ufr.br>. Acesso em: 28/07/2021.

SILVA, P. R. A.; DIAS, P. P.; CORREIA, T. P. S.; SOUSA, S. F. G. **Emergência de plântulas de milho em diferentes profundidades de semeadura**. Irriga, v.1, n. 1, p. 178-185, 2015.

SUASSUNA, J.F. **Tolerância de genótipos de gergelim ao estresse salino**. Campina Grande, 2013. 181p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande.

TEIXEIRA, G. C. da S.; STONE, L. F.; HEINEMANN, A. B. **Eficiência do uso da radiação solar e índices morfofisiológicos em cultivares de feijoeiro**. Pesquisa Agropecuária Tropical, [S.l.], v.45, n.1, p.9–17, 2015. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/28297>. Acesso em: 28 jul. 2021.

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, p.1-11, 2008.

YANG, R.C., CROSSA, J., CORNELIUS, P. L., et al. **“Biplot analysis of genotype × environment interaction: Proceed with caution”**, Crop Science, v. 49, n. 5, pp. 1564-1576, 2009.