UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA
MESTRADO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA

PAULA CRISTINA DE MORAIS ROSÁRIO

PRODUÇÃO E FISIOLOGIA DE GENÓTIPOS DE GERGELIM IRRIGADOS COM EFLUENTE DOMÉSTICO

MOSSORÓ, RN
2024

PAULA CRISTINA DE MORAIS ROSÁRIO

PRODUÇÃO E FISIOLOGIA DE GENÓTIPOS DE GERGELIM IRRIGADOS COM EFLUENTE DOMÉSTICO

Dissertação apresentada ao Mestrado em Manejo de Solo e Água do Programa de Pós- Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Manejo de Solo e Água.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Ferreira Neto
Co-orientador: Prof. Dr. Francisco Vanies da Silva Sá
Co-orientador: Dr. Tayd Davisson Custódio Peixoto

MOSSORÓ – RN
2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

R789p Rosário, Paula Cristina de Morais .
Produção e fisiologia de genótipos de gergelim irrigados com efluentes domésticos / Paula Cristina de Morais Rosário. - 2024.
45 f. : il.

Orientador: Miguel Ferreira Neto.
Coorientador: Francisco Vanies da Silva Sá.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água, 2024.

1. Sesamum indicum L.. 2. água negra . 3. estresse hídrico . I. Neto, Miguel Ferreira , orient. II. Sá, Francisco Vanies da Silva , co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automáto em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC´s) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

PAULA CRISTINA DE MORAIS ROSÁRIO

PRODUÇÃO E FISIOLOGIA DE GENÓTIPOS DE GERGELIM IRRIGADOS COM EFLUENTE DOMÉSTICO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Manejo de Solo e Água.

Linha de Pesquisa:

Defendida em: 0 8 / 03 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Miguel Ferreira Neto
(Orientador)

Prof. Dr. Francisco Vanies da Silva Sá
(Coorientador)

Dr. Rômulo Carantino Lucena Moeira
(Membro externo)

Dra. Jussiara Sonally Jácome Cavalcante
(Membro externo|)

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

A Universidade Federal do Rural do Semi-Árido (UFERSA) por ter me dado à oportunidade de estudar na instituição.
A CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

A toda minha família, em especial aos meus pais Nizete e José Bento, minhas primas e amigas, por acreditarem sempre no meu potencial e que mesmo de longe se fizeram presentes.

A equipe de pesquisa, expressar minha gratidão pela partilha e pelo o apoio contante que recebi durante de todo o processo.

Ao Orientador Miguel Ferreira Neto e ao co-orientador Francisco Vanies da Silva Sá por todos os conhecimentos transmitidos, incentivo, orientação, ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

A todos os professores e colegas que fazem parte do Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água.

A todos os meus familiares e amigos que contribuíram de alguma forma durante essa jornada. Meus sinceros agradecimentos a todos que somaram e contribuíram para esta conquista!

O maior inimigo do conhecimento é acreditar que sabe tudo!

Autor desconhecido

RESUMO

PAULA CRISTINA DE MORAIS ROSÁRIO. **Produção e fisiologia de genótipos de gergelim irrigados com efluente doméstico.** 2024. 43f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2024.

A escassez hídrica compromete a produção agrícola na região semiárida, sendo necessário desenvolver tecnologias alternativas, como o reuso de água de efluentes domésticos e o cultivo de plantas resistentes. A cultura do gergelim se insere nesse contexto devido à adaptabilidade às condições climáticas do semiárido e apresentar tolerância ao estresse hídrico. Com isso, objetiva-se avaliar o crescimento e fisiologia de genótipos de gergelim (Marrom Crioulo, Branco Crioulo e BRS Seda), irrigados sob lâminas de irrigação oriundas de efluente doméstico. O experimento foi realizado o Campos Leste da Universidade Federal Rural do Semiarido, delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, no esquema fatorial 3 x 5, constituído de 3 genótipos de gergelim (Marrom Crioulo, Branco Crioulo e BRS Seda) e 5 lâminas de irrigação (40, 55, 70, 85 e 100%), calculada em relação à evapotranspiração da cultura, com quatro repetições, totalizando 60 unidades experimentais. As plantas foram avaliadas quanto a altura de planta (AP); o diâmetro caulinar (DC); número de folhas (NF); número de sementes (NS); fotossíntese líquida (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), temperatura foliar (Tl), clorofila a, clorofila b e clorofila total. Conforme os resultados obtidos, constatou-se que a BRS Seda apresentou melhores resultados para as lâminas de 55 e 85% da Etc. O aumento da lâmina de irrigação afetou positivamente o desenvolvimento das plantas. Portanto, o efluente doméstico é viável para suprir as necessidades hídricas da cultura do gergelim em condições de irrigação total e deficitária.

Palavras-chave: *Sesamum indicum* L; água negra; estresse hídrico.

ABSTRACT

PAULA CRISTINA DE MORAIS ROSÁRIO. **Production and physiology of sesame genotypes irrigated with domestic effluent**. 2024. 43f. Dissertation (Master's in Soil and Water Management)- Federal Rural University of the Semi-Arid (UFERSA), Mossoró - RN, 2024.

Water scarcity compromises agricultural production in the semi-arid region, making it necessary to develop alternative technologies, such as the reuse of water from domestic effluents and the cultivation of resistant plants. Sesame cultivation fits into this context due to its adaptability to semi-arid climatic conditions and tolerance to water stress. With this, the objective is to evaluate the growth and physiology of sesame genotypes (Marrom Crioulo, Branco Crioulo and BRS Seda), irrigated under irrigation sheets originating from domestic effluent. The experiment was carried out at Campos Leste of the Federal Rural University of Semiarido, the experimental design adopted was in randomized blocks, in a 3 x 5 factorial scheme, consisting of 3 sesame genotypes (Marrom Crioulo, Branco Crioulo and BRS Seda) and 5 irrigation depths. (40, 55, 70, 85 and 100%), calculated in relation to the crop's evapotranspiration, with four replications, totaling 60 experimental units. The plants were evaluated for plant height (AP); the stem diameter (DC); number of sheets (NF); number of seeds (NS); net photosynthesis (A), transpiration (E), stomatal conductance (gs), leaf temperature (Tl), chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll. According to the results obtained, it was found that BRS Seda presented better results for the 55 and 85% depths of Etc. The increase in the irrigation depth positively affected the development of the plants. Therefore, domestic effluent is viable to meet the water needs of sesame cultivation under full and deficient irrigation conditions.

Keywords: *Sesamum indicum* L; Dark Water; Hydrical Stress.

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Caracterização química e física inicial dos solos utilizados no experimento.....24

Tabela 2. Características físico-químicas da água e do efluente utilizados no experimento..... 25

Tabela 3. Resumo das análises de variância para área foliar (AF), diâmetro de caule (DC) número de folhas (NF), altura de planta (AP), massa seca total (MST), teor de água (TA), em genótipos de gergelim sob lâminas de irrigação, avaliadas aos 35 dias após a emergência (DAE), Mossoró, RN, 2023.....28

Tabela 4. Efeito de lâminas de irrigação (Etc) sobre para área foliar (AF), altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) de genótipos de *Sesamum indicum*.....29

Tabela 5. Resumo das análises de variância para análise de clorofila a (CLA), clorofila b (CLB), clorofila total (CLTOTAL) e teor de água na folha (TA) em genótipos de gergelim sob lâminas de irrigação, avaliadas aos 35 dias após a emergência, Mossoró, RN, 2023.....30

Tabela 6. Efeito de lâminas de irrigação (ETc) sobre clorofila a (CLA), clorofila b (CLB) e clorofila total (CLT) de genótipos de *Sesamum indicum*.....31

Tabela 7. Resumo das análises de variância para análise de fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), Déficit pressão de vapor (VPD), temperatura de folha (TL) em genótipos de gergelim sob lâminas de irrigação, avaliadas aos 35 dias após a emergência, Mossoró, RN, 2023.....32

Tabela 8. Efeito de lâminas de irrigação (Etc) para fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), Déficit pressão de vapor (VPD) e temperatura de folha (TL) de genótipos de *Sesamum indicum*.....32

Tabela 9. Resumo das análises de variância para número total de sementes (PTS), em genótipos de gergelim sob lâminas de irrigação, avaliadas aos 100 dias após a emergência, Mossoró, RN, 2023.....34

Tabela 10. Efeito de lâminas de irrigação (Etc) sobre massa seca total (MST) e peso total de sementes (PTS) do *Sesamum indicum*.....35

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 11
2. REVISÃO DE LITERATURA 13
2.1. Disponibilidade e reuso de água na agricultura 13
2.2. A cultura do gergelim 14
2.3. Produção do gergelim 16
2.4. Necessidade hídrica da cultura 18
2.5. Genótipos 19
2.5.1. Variedades Crioulas 19
3. MATERIAL E MÉTODOS 23
3.1. Descrição do local do experimento 23
3.2. Delineamento experimental 23
3.3. Genótipos de gergelim utilizados 23
3.4. Solo utilizado para cultivar o gergelim 23
3.5. Condução do experimento 24
3.6. Manejo de irrigação e drenagem 24
3.7. Adubação 25
3.8. Tratos culturais e fitossanitários 25
3.9. Variáveis analisadas 26
3.9.1. Avaliação de crescimento e desenvolvimento do gergelim 26
3.9.2. Avaliação de trocas gasosas foliares 26
3.9.3. Produção e fitomassa 26
3.9.4. Análises estatísticas 27

4. RESULTADOS 28

4.1. Análise de Crescimento 28

4.2. Análise fisiológicas 30

4.3. Produção de Biomassa e de Sementes 34

5. DISCUSSÃO 35

6. CONCLUSÃO 39

7. REFERÊNCIAS 40

1. INTRODUÇÃO

A demanda por água doce e potável está cada vez maior, sendo um recurso de grande importância para o abastecimento público e crescimento econômico, porém, em todo o mundo presencia-se uma crise hídrica, por questões hidrológicas ou pela ação antrópica no meio ambiente. Logo, o risco de escassez hídrica é iminente em países em desenvolvimento, tanto pela quantidade, quanto pela qualidade da água, em virtude da importância econômica da agricultura irrigada (SANTOS et al., 2020; VAN VLIET et al., 2021).

No semiárido brasileiro, a limitação hídrica ocorre anualmente e as secas são caracterizadas pela ausência, escassez e elevada variabilidade espacial e temporal das precipitações por longo período (SILVA et al., 2020). A pouca disponibilidade de água compromete a produção agrícola, além de ser um problema social em diversas regiões do planeta. Essa realidade demanda uma busca de adaptação das técnicas de irrigação existentes e amplamente difundidas, mas também a necessidade de desenvolver tecnologias alternativas, como o reuso planejado de água, estação de tratamento de esgoto (ETE), entre outras.

As técnicas de reutilização, destacam as águas cinzas, constituídas pelas águas residuárias produzidas em chuveiros, banheiros, lavatórios, lava-louças, pias de cozinha e máquinas de lavar roupas, ou ainda as negras, que incluem águas de vasos sanitários. Essas demandas são responsáveis por 70 a 75% da produção total dos efluentes domésticos, e podem ser utilizadas para usos menos nobres, como a irrigação (MENDONÇA, 2019). No entanto, o reuso das águas possibilita que a oferta de água potável seja destinada para fins essenciais, como o consumo humano. Gerando economia da água de boa qualidade e utilização da água de reuso para outros fins, como atividades agrícolas (MOURA et al., 2020).

O gergelim é considerado uma das principais culturas 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, ARRIEL E FERNANDES, 2020; ALI, 2017), apresenta grande importância socioeconômica no Brasil, na região nordeste vem se desenvolvendo desde a década de 80, sendo uma das oleaginosas mais difundidas no mundo, principalmente por apresentar uma diversidade na utilização alimentícia e industrial.

Diante das características inerentes à região, são necessários estudos com o intuito de buscar formas alternativas de produção com manejo eficiente de irrigação. A eficiência no uso da água para a agricultura é assunto relevante, com respaldo social, ambiental e econômico. Logo, a irrigação torna-se fundamental para obtenção de máximos rendimentos em culturas no Brasil (COELHO et al., 2018). O reuso da água é uma técnica já existente e importante,

principalmente em regiões que apresentam problemas de déficit hídrico, proporcionando bons resultados quando utilizados para fins agrícolas, resultando na economia de recursos hídricos (SANTOS et al., 2020).

Pesquisas que avaliem a utilização de efluentes domésticos tratados na irrigação da cultura do gergelim, são escassas, porém essenciais, principalmente em regiões semiáridas. Portanto, determinar as características da cultura do gergelim, aliada às estratégias de reuso de água, pode ser uma alternativa para otimizar a produção agrícola e o uso eficiente dos recursos hídricos na região. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento e fisiologia de genótipos de gergelim (Marrom Crioulo, Branco Crioulo e BRS Seda), irrigados sob lâminas de irrigação oriundas de efluente doméstico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1.Disponibilidade e reuso de água na agricultura

Segundo dados do Fundo das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), o setor da agricultura corresponde a 70% do montante de toda a água consumida no planeta e, no Brasil, o consumo alcança 72%, porém, existem mais de três bilhões de pessoas que vivem em regiões agrícolas com um alto nível de escassez de água (FAO, 2020). Segundo a Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (ANA), a maioria das bacias hidrográficas comprometidas de maneira quantitativa tem como uso contributivomais expressivo a agricultura irrigada, podendo ocorrer conflitos de forma intrasetorial ou entre setores diferentes (ANA, 2021).

Conforme a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil – CNA (2022), o Brasil é o quarto maior exportador mundial de produtos agropecuárias. Sendo assim, o Sistema de IBGE de Recuperação Automática – SIDRA (2022) mostra o levantamento sistemático da produção agrícola no Brasil que a área da plantada e colhida aumentou 95,15% e 94,93%, respectivamente em 2022, relação ao ano de 2021.

No Semiárido, devido às características inerentes à região, são desencadeados uma série de desafios para atender a essa demanda, principalmente nos períodos secos. Os baixos índices de precipitação, a irregularidade do regime de chuva, temperaturas elevadas durante todo o ano, a baixa capacidade de armazenamento de água no solo, entre outros fatores, contribuem para os reduzidos valores de disponibilidade hídrica observados no Nordeste Brasileiro. Naturalmente, é uma área crítica de elevado risco hídrico e demanda gestão especial, compreendendo intervenções de caráter permanente e estruturante para oferta de água (ANA, 2021). Outro ponto importante consiste na qualidade dos recursos para a segurança hídrica, alimentar e saúde da população que se abastece desse recurso (SOARES; SOUZA, 2020).

Diante disso, se faz nescessário o uso sustentável dos recursos hídricos. No Brasil, a reutilização, já é uma prática presente em empresas como a Petrobrás, na qual no ano de 2018 reutilizou um total de 84 milhões de m^3, que corresponde a 31,5% do total de água doce utilizada pela empresa, no resfriamento de torres da Refinaria Gabriel Passos (REGAP), por exemplo (PETROBRÁS, 2020). Aplicar preceitos da economia circular, pode criar esforços significativos para a reutilização da água como fonte alternativa (VOULVOULIS, 2018).

A água de reuso, após tratada, apesar de ser rica em nutrientes não está apta a ser utilizada em qualquer tipo de irrigação, é o que consta nos padrões da Organização Mundial de

Saúde (OMS) em relação às características microbiológicas, sendo o sistema de irrigação pelo método de gotejamento o mais ideal para ser utilizado em vários tipos de cultivos (SANTOS; MANCUSO, 2003). Outro ponto a ser considerado, diz respeito a regulamentação desta prática, segundo Damaceno, Cruvinel e Santos (2022), no Brasil, o reúso de águas residuais ainda não está regulamentado, mas existem diretrizes nacionais, como a Interáguas construída pelo Ministério das Cidades e Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura e as recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS).

Todavia, a prática de reutilização de água consiste numa realidade atual, com experiências em diversas regiões do planeta. Também se mostra eficiente para atender a demanda agrícola, sendo uma fonte alternativa promissora de abastecimento de água, e consequentemente, reduzirá o uso da água potável, sendo necessárias técnicas específicas para adequar aos parâmetros de qualidade (MUKHERJEE; JENSEN, 2020).

2.2.A cultura do gergelim

O gergelim (*Sesamum indicum* L.), membro da família Pedaliaceae, é uma espécie dicotiledônea, herbácea, e uma das plantas oleaginosas mais antigas usadas pela humanidade (LIMA et al., 2020). Sua escala de produção em diversos países se dá principalmente por conta de suas características medicinais e alto valor nutricional, desempenhando um papel importante em uma alimentação saudável (MA et al., 2022). De acordo com Lima et al. (2020) e Kannan et al. (2020) o gergelim se destaca por seu alto valor econômico, cultivado para alimentação e uso medicinal ou empregado na produção de biodiesel.

A cultura é conhecida também pelo termo rainha das oleaginosas e cultura órfã, em decorrência do seu alto teor de óleo, aroma atrativo e resistência à oxidação e ranço (MUJTABA et al., 2020). Suas sementes contêm óleo com alta qualidade nutricional devido à presença de ácidos graxos insaturados, como oleico e linoleico. Diante de suas características o gergelim foi considerado como uma das quatro maiores oleaginosas comestíveis na China, ao lado da soja, amendoim e colza (SHAO et al., 2020).

No Brasil, existe uma representatividade significativa na produção do gergelim por parte da agricultura familiar, onde em sua maioria, são cultivadas as sementes crioulas. As sementes crioulas por sua vez, são de extrema importância para sistemas orgânicos, simbolizam autonomia aos agricultores, representam um material genético fundamental na produtividade agrícola, faz parte da reprodução dos saberes empíricos, da história e valores de diversas populações, além de marcar a cultura alimentar de uma região (LIMA et al., 2020).

Do ponto de vista da genética, apresenta alta variabilidade, o que possibilita uma adaptação aos mais diferentes ambientes, trazendo resiliência ou não, as adversidades. Por possuírem essas características, são de extrema importância para a agrobiodiversidade e para a autonomia dos processos produtivos dos trabalhadores rurais. Logo, são fruto do trabalho dos agricultores que as plantam, reproduzem e trocam entre si, rompendo, assim, com a lógica capitalista (LIMA et al., 2021).

O gergelim é bem resistente a mudanças climáticas, o mesmo é cultivado em mais de 70 países, totalizando uma área de plantio de mais de 9,9 milhões de hectares e produção de 5,5 milhões de toneladas por ano aproximadamente, sendo a Ásia e África responsáveis por 55% da produção (KARNAS; TURSUN; JABRAN, 2019). De acordo com a IBRAFE (2020), a exportação de gergelim no Brasil aumentou 180% nos últimos anos, mas destaca que o país é novo na produção de gergelim e precisa aprender muito sobre como plantar e exportar o mesmo (IBRAFE, 2020).

Conforme a cor do germoplasma, o gergelim pode ser classificado como gergelim Branco, gergelim Preto e gergelim Amarelo, e ainda o Marrom. Dentre eles, o Preto e o Branco são mais comuns em espécies predominantes e amplamente cultivadas (DAHER, 2023). O gergelim é uma planta dicotiledônea, cujo período vegetativo fica em torno de 3 a 4 meses. Apresenta altura média de 0,5 a 3,0 metros, característica que varia de acordo com a genótipos possuindo caule ereto com ou sem ramificações, seu sistema radicular é do tipo pivotante e sistema axonomorfo. Suas folhas são alternadas e opostas, possuindo na fase adulta a parte inferior mais larga e irregularmente dentada ou trilobada (LOPES et al., 2021).

As folhas possuem vários formatos e tamanhos na mesma planta. As que ficam na parte inferior são maiores, largas e mais arredondadas, e as da parte superior são mais estreitas e compridas, para permitir a penetração dos raios solares em todas as folhas, já as intermediárias não fazem sombra sobre as inferiores (ANDRADE, 2009). Possui duas flores por axila foliar, são completas, gamopétalas, zigomorfas e aparecem em cachos, alternadas ou opostas. Cada flor possui um pedúnculo curto, nas axilas (YERMANOS, 1980). O cálice tem cinco sépalas fundidas, possui uma pétala que serve como plataforma de pouso para os insetos visitantes. A corola é tubular, de cor branca a violeta, com um lóbulo para cima e três para baixo. Podem ter cor rósea, branca ou violeta, são completas e axilares, em número de 1 a 3 por axila foliar (ANDRADE, 2009).

Na cultura do gergelim, o tipo de polinização predominante é autógama, porém pode ocorrer alogamia, esta, portanto, é realizada por insetos, uma vez que a posição das flores não favorece a polinização pelo vento. Para garantir a perpetuação da sua espécie, ele se

autopoliniza, mas também desenvolveu mecanismos de atração de agentes polinizadores, como as abelhas, como a forma diferenciada da flor e a secreção do néctar (ANDRADE, 2009), que favorecem a polinização cruzada, garantindo a variabilidade genética. Os frutos do sesamum L. são em forma de cápsulas pilosas, cujo tamanho varia de 2 a 8 cm de comprimento e diâmetro de 0,5 a 2 cm. O grau de deiscência é um caráter variável com a e temrespaldo econômico significativo, pois está correlacionada ao tipo de colheita a ser adotada, influenciando diretamente no manejo.

As sementes dessa cultura contêm óleo com alta qualidade nutricional devido à presença de ácidos graxos insaturados, como oleico e linoleico, além de ser utilizado na 12 fabricação de massas, doces, tortas, tintas, sabonetes, cosméticos e medicamentos ricas em óleo de excelente qualidade, com propriedades antioxidantes (LIMA et al., 2020). Por ser uma cultura que apresenta desenvolvimento radicular profundo e vigoroso, aliado as outras características fisiológicas da cultura, ajuda no seu desenvolvimento sob baixa disponibilidade hídrica, aumentando sua resistência à seca, e tornando a uma alterativa interessante para pesquisa em áreas com déficit hídrico.

2.3.Produção do gergelim

Produzido no Brasil há várias décadas, principalmente no Semiárido nordestino, o gergelim é cultivado em sistema consorciado da agricultura familiar, em pequenas propriedades e com baixo investimento. Todavia, nos últimos anos, a cultura do gergelim passou a ocupar extensas áreas na região Centro-Oeste, em cultivos de segunda safra, com plantios em fevereiro e março. A semeadura faz parte do sistema de rotação ou sucessão de culturas, sendo normalmente semeada após a soja, rotacionando-se com o milho, ou em áreas com janela agrícola de plantio já fora da recomendação para o milho safrinha.

A produção de gergelim cresceu 123% em um ano: de 41,3 mil toneladas na safra 2018/2019 para 95,8 mil toneladas na safra 2019/2020, no entanto, durante esse processo a assistência técnica e serviços, foi fundamental para a expansão da produção de gergelim no País (FARIA; SANTOS, 2021). O segundo levantamento de safra de grãos realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção brasileira de gergelim deverá somar 174,2 mil toneladas, na safra 2023. Sendo o Mato Grosso, responsável por 52% da produção brasileira na safra 2023/2024. Valores semelhantes à safra 2022/2023. O estado lidera o ranque de produção nacional, com uma área de 185,5 mil hectares, enquanto no país 361,2 mil hectares plantados ao todo. O segundo lugar em produção para o ano de 2023, conforme

dados da CONAB é o estado do Pará, com 59 mil toneladas, enquanto no Tocantins, 23 mil toneladas. Em Goiás, a produção estimada é de 1,5 mil toneladas (CONAB, 2023).

O gergelim brasileiro tem grande potencial de expansão internacional (MELO, 2023), um exemplo, é o que está sendo plantado e beneficiado no Pará, em grande escala em Paragominas, com o intuito de exportá-lo para mais de 50 países, incluindo o Oriente Médio e a Europa, com saída pelo Porto de Vila Conde. Em termos de valores, as exportações para a Índia somaram cerca de US$ 17,3 milhões em 2020, US$ 4,3 milhões em 2021 e US$ 13,7 milhões em 2022 (MELO, 2023).

No Nordeste, a exploração comercial da cultura, se deu a partir da década de 80, após declínio da cultura do algodão. Logo, com o intuito de suprir a queda na produção algodoeira, provocada pelo bicudo do *Anthonomus grandis*, o programa de melhoramento genético da Embrapa Algodão passou a desenvolver estudos com o gergelim para recomendar genótipos aptas para o seu cultivo na região Nordeste (QUEIROZ; BELTRÃO, 2013). Nos últimos anos, vem sendo uma das principais culturas consorciadas no projeto do Algodão Agroecológico, nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará. Atualmente, o gergelim é cultivado nos estados da Paraíba, Bahia, Pernambuco, Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte. O cultivo se desenvolve principalmente em sistemas de produção de pequenas áreas, que utilizam a mão de obra familiar, é normalmente consorciado com algodão, milho, feijão caupi e cucurbitáceas, servindo de fonte de alimento para as famílias, assim como alternativa de renda, a partir da comercialização do excedente.

A principal utilização do gergelim é in natura, compondo os produtos da indústria alimentícia e de panificação. A semente possui 50-60% de óleo, 20% de proteínas, 18% de carboidratos, 5% de fibras e cálcio, fósforo, ferro, potássio, sódio, magnésio e enxofre. Após a extração do óleo, o farelo ou farinha possui cerca de 40% de proteínas. O óleo, por sua vez, tem alta porcentagem de ácido graxo oleico. Portanto, é um alimento rico em proteínas e sais minerais. É uma cultura utilizada na indústria alimentícia e possui propriedades antibacterianas, antivirais, antifúngicas e antioxidantes, de forma que aproximadamente 73% do óleo é empregado para fins comestíveis, enquanto 8,3% é usado para hidrogenação e 4,2% para funções industriais na fabricação de produtos farmacêuticos, nutracêuticos, tintas, medicamentos e pesticidas (SRAVANTHI et al., 2022).

Em geral, a produção tem destino definido, sendo que a produção de gergelim da região Nordeste é utilizada principalmente para a confecção de doces, pastas, temperos, panificação, entre outros produtos. Os grãos produzidos na Região Centro-Oeste são destinados às indústrias e mercados de produtos naturais, especialmente em São Paulo, Curitiba e Rio de Janeiro, além

de exportação para Israel, Japão e Paraguai (NOTÍCIAS AGRÍCOLAS, 2017).

2.4.Necessidade hídrica da cultura

Em um sistema moderno de recursos hídricos, uma das tarefas mais importantes é avaliar com precisão a quantidade de água disponível das bacias em múltiplas escalas espaciais (XU et al., 2018; ZHENG et al., 2017; FENG et al., 2021). Logo, a determinação precisa da evapotranspiração da cultura tem sido de grande importância para o uso eficiente da água, principalmente em regiões áridas e semiáridas (PEREIRA, 2014). Para mensurar a necessidade hídrica, se faz utilização da evapotranspiração, que pode ser obtida por medidas in loco utilizando métodos diretos, como os lisímetros ou evapotranspirômetros, ou utilizando métodos indiretos, como o balanço de água no solo e o balanço de energia. Dentre os métodos de realização do balanço de energia, o sensoriamento remoto tem sido muito utilizado para obtenção da evapotranspiração de diversas culturas (SALES et al., 2016; SALES et al., 2017) .

A evapotranspiração da cultura (ETc) é um parâmetro importante no campo agrícola e desempenha um papel vital na irrigação; conhecer a ETc é imprescindível para um planejamento adequado da água de irrigação, evitando problema de estresse hídrico nos cultivos (DJAMAN et al., 2018). O estresse hídrico por sua vez, pode ser provocado tanto pelo excesso, como pela escassez de água no sistema, todavia as consequências são diversas e podem ser severas, variando de acordo com cada cultura. O desenvolvimento das culturas é diretamente afetado por esses fatores. A redução da área foliar, o fechamento dos estômatos, a aceleração da senescência e a abscisão das folhas são as principais respostas das plantas ao déficit hídrico, que consequentemente reduz a produção (SOUSA, 2017). Em virtude disso, estudos são realizados a fim de verificar a viabilidade do emprego de técnicas que amenizem o impacto ou ainda otimizem a convivência com a escassez hídrica, sem o comprometimento da produtividade agrícola**.**

O gergelim, por sua vez, se torna uma cultura interessante por ser uma espécie adaptada aos climas tropical e subtropical, climas que predominam nos estados do Nordeste, com temperaturas médias de 25 ºC a 30 ºC, e tolerância a períodos relativos de seca. É uma opção interressante como cultura secundária, sucedendo à cultura principal, em plantios de janeiro a março (LIMA et al., 2021). A mesma apresenta ampla adaptação a diversos tipos de condições edafoclimáticas, contudo, estresses bióticos e abióticos podem afetar o rendimento da lavoura, dependendo da intensidade e duração (COOPER et al., 2014). Para atingir seu potencial

máximo produtivo, o gergelim requer precipitações pluviométricas bem distribuídas, sendo seu rendimento potencializado com precipitações pluviométricas variáveis de 500 a 650 mm anuais. Em locais com precipitação anual inferior a 300 mm, a cultura pode produzir de 19 300 a 500 kg/ha de grãos (TUFAIL, 2020).

A exigência hídrica do gergelim está mais diretamente relacionada à distribuição do que à quantidade total de chuvas durante o período vegetativo da planta. A cultura requer de 160 a 180 mm de água nos primeiros 30 dias após a germinação e um acúmulo superior a 250 mm até o final dos primeiros 60 dias após o plantio. O máximo de rendimento é obtido com precipitações bem distribuídas durante as diversas fases do ciclo (MAPA, 2013). De acordo com Chen (2022), os sinais ambientais relacionados à seca são primeiramente percebidos por receptores específicos na planta, que após a ativação, iniciam cascatas para transferir sinais intercelulares e ativam fatores de transcrição (TFs) para ativar a expressão de conjuntos específicos de genes. Os genes DREB1 e SiHDZ7 são considerados reguladores da adaptação à seca em gergelim. Sob restrição de água no solo, as plantas apresentam ajustamento osmótico por meio da acumulação ativa de osmólitos compatíveis, como um importante mecanismo de adaptação à seca (OLIVEIRA NETO et al., 2016), a escassez hídrica reduz o desempenho do gergelim, causando alterações nas propriedades das membranas, aumento da respiração, inibição da fotossíntese, menor produção de matéria seca, senescência prematura e, consequentemente, redução da produção (TAIZ et al., 2017).

2.5.Genótipos

2.5.1. Variedades Crioulas

Sementes crioulas, da paixão, tradição ou sementes da resistência são nomes comuns dados às sementes de variedades tradicionais,esses nomes populares podem mudar de acordo com a região ou grupo que as cultiva. As sementes crioulas são definidas como sementes de variedade local ou tradicional, conservadas, selecionadas e manejadas por agricultores familiares, quilombolas, indígenas e outros povos tradicionais (PINTO et al., 2021). São altamente variáveis, heterogêneas, geneticamente diversas, resistentes e resilientes, o que as torna capazes de adaptação a condições adversas e ao desenvolvimento das características necessárias à sobrevivência a essas condições por seleção natural (ISAGUIRRE-TORRES, MELO e BITTENCOURT, 2020). Buscando resgatar e conservar a agrobiodiversidade, um número significativo de agricultores familiares, nunca deixaram de produzir as suas próprias

sementes, impulsionados em sua maioria, por redes de movimentos sociais que estavam preocupados com a proliferação de sementes geneticamente modificadas (LIMA et al., 2018). A importância das sementes crioulas, do ponto de vista genético, se dá pela adaptabilidade às condições de clima e solo, desenvolvidas ao longo de gerações. Outro fator é a seguridade, pela autonomia dos agricultores de não usar insumos e sementes comerciais das grandes empresas do agronegócio, impactando diretamente na renda familiar (PINTO et al., 2021).

De acordo com Londres (2014), o processo de organização e fortalecimento da manutenção das sementes crioulas iniciou na década de 1970, impulsionadas pelas Comunidades Eclesiais de Base (CEBs), movimento vinculada a igreja católica, as atividades se deram principalmente na Região Nordeste, com a organização dos Bancos de Sementes Comunitários (BSCs). Os bancos de sementes, por sua vez, constituiem-se de um espaço físico coletivo, onde agricultores e agricultoras mantinham estoques de sementes nativas, realizavam trocas de sementes entre eles e outras comunidades, num processo contínuo de experimentações (ROZENDO, 2022).

No ano de 2007, o então Ministério de Desenvolvimento Agrário, MDA, criou o Cadastro Nacional de Cultivares Locais, tradicionais ou Crioulas, mediante a Portaria n. 51, e posteriormente, o Decreto 8.772/2016 que regulamentou o Marco Nacional da Biodiversidade (Lei 13.123/2015) e previu a criação de uma lista das variedades tradicionais locais ou crioulas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). A Portaria n. 51/2007 estabelece que as sementes crioulas são patrimônios sociocultural das comunidades, não sendo aplicável patente, propriedade e nenhuma forma de proteção particular para indivíduos, empresas ou entidades (MDA, 2007, artigo 3º, parágrafo 1º). Também esclarece que o cadastro não significa direito de propriedade sobre a cultivar (ISAGUIRRE-TORRES, MELO e BITTENCOURT, 2020).

Vale ressaltar que esses decretos relacionados às sementes crioulas foram conquistados por meio de reivindicações de grupos organizados da sociedade civil, a partir da valorização das atividades da Agricultura familiar. De acordo com o cadastro, são disponibilizadas ferramentas visando apoiar políticas públicas e ações da agricultura familiar nessa área. Atualmente, no estado do Rio Grande do Norte, está sendo executada uma política pública intitulada como Programa Estadual de Sementes Crioulas, com o intuito de fortalecer a agricultura familiar, a partir da produção de sementes de qualidade e da produção sustentável.

A parceria entre a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura Familiar (Sedraf) e do Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do RN (Emater), compram e distribuem sementes crioulas para garantir a produção de alimentos saudáveis, a

segurança alimentar e nutricional, além do fortalecimento social e econômico das organizações produtivas de base familiar (SEDRAF, 2020). Vale ressaltar que as sementes submetidas ao programa passam por análises que atestem a qualidade física, como índice de germinação, pureza, umidade e vigor, além da avaliação da contaminação da transgenia, para o caso específico do milho.

2.5.2. BRS Seda

A mecanização e industrialização da agricultura após a Segunda Guerra Mundial construiu uma nova relação entre a sociedade e natureza fundamentada na exploração intensiva dos recursos naturais e justificada pela necessidade de produzir alimentos para um mundo em reconstrução. Esse processo ficou conhecido como Revolução Verde, ocorreu no Brasil por meio do projeto de modernização da agricultura, proporcionando diversas mudanças tecnológicas e organizacionais, baseadas no uso de agrotóxicos, fertilizantes, máquinas e implementos, técnicas de irrigação e novas variedades agrícolas. Nesse cenário, as sementes foram sendo apropriadas pela indústria, considerando seu papel estratégico e essencial no processo agrícola (MOURA et al., 2023). Mas, há relatos que, desde o princípio da agricultura, o homem buscou melhorar as sementes que utilizavam. Sementes melhoradas têm papel de maior relevância para a agricultura em todas as partes do mundo.

Cultivares ou variedades de plantas de diferentes espécies vegetais destinadas à produção agrícola resultam de programas de melhoramento vegetal conduzidos pela pesquisa pública e/ou privada. Os programas de melhoramento vegetal são de longa duração, sendo que para obter uma cultivar leva em média de oito a doze anos, para espécies anuais, e de vinte a trinta anos, para espécies perenes, como fruteiras, videiras e florestais (EMBRAPA, 2020).

Com a queda na produção algodoeira na região nordeste, a Embrapa Algodão passou a desenvolver pesquisa com a cultura do gergelim, para suprir a lacuna na comercialização agrícola. Uma das variedades resultantes dessas pesquisas foi a cultivar BRS seda. A cultivar foi lançada em 2007, e é indicada para as áreas de produção no Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga. Possui sementes de coloração branca, com potencial produtivo de 2.500 kg/ha, tem ciclo considerado precoce, com duração média de 90 dias, com hábito de crescimento ramificado, os frutos por sua vez são deiscentes e o teor de óleo variando de 50 a 52% (EMBRAPA, 2007).

A ‘BRS Seda’ foi obtida através de seleção massal aplicada na cultivar zirra FAO 51284 com pressão de seleção para sementes de coloração branca. As sementes de coloração branca

possuem maior valor comercial, principalmente para às industrias de alimento e confeitarias, cujo peso médio de mil sementes é de 3,22g (EMBRAPA, 2007). Destaca-se por se adaptar a diversas regiões e apresentar tolerância à mancha angular, cercosporiose e à murcha de Macrophomina, as principais doenças que acometem a cultura do gergelim.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1.Descrição do local do experimento

O experimento foi conduzido em ambiente protegido no período de 23 de junho à 30 setembro de 2023, totalizando 97 dias, no campus leste da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), no município de Mossoró-RN. Cujas coordenadas geográficas são: 05°11’15’’S de latitude Sul 37°20’39” W longitude Oeste e altitude de 37 m acima do nível do mar, localizada na BR 110, km 47. Apresenta clima tropical semiárido com vegetação do tipo caatinga, com média de temperatura anual em torno de 28°C e dois períodos climáticos distintos: período chuvoso, entre os meses de fevereiro a maio, e o período seco, nos demais meses do ano. Destaca-se também, os anos mais chuvosos, sua pluviosidade anual pode chegar a 750mm (CLIMATE- DATA ORG., 2018).

3.2.Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi em blocos inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 5, com quatro repetições, totalizando 60 unidades experimentais. Cada parcela experimental foi composta por um vaso de 18 dm^3. O primeiro fator foi composto por três genótipos de gergelim: G1 – gergelimMarrom, G2 – gergelim Branco e G3 – BRS Seda. O gergelim marrom e o gergelim Branco são crioulas e a BRS Seda é uma cultivar comercial. O segundo fator consistiu em cinco lâminas de irrigação com efluente doméstico tratado, referente a 40, 55, 70, 85 e 100% da evapotranspiração da cultura (ETc).

3.3.Genótipos de gergelim utilizados

As sementes foram adquiridas de diferentes localidades do estado do Rio Grande do Norte. O gergelim Marrom Crioulo foi doado por agricultores familiares do Assentamento São Manoel, região da chapada do Apodi, RN. O gergelim Branco Crioulo foi cedido por guardiã de sementes do Assentamento Mauricio de Oliveira, Municipio de Assu. A BRS seda foi adquirido na coleção de sementes da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA).

3.4.Solo utilizado para cultivar o gergelim

O solo utilizado foi proveniente da fazenda Experimental Rafael Fernandes, da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), localizada na zo na rural de Mossoró, Rn, a 20 km do campus Central. A amostra do solo foi encaminhadas ao Laboratório de Solos para caracterização física e química conforme procedimentos descritos em (Embrapa,1997), classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, textura franca arenosa . (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química e física inicial dos solos utilizados no experimento.

Identificação	pH	CEes	N	M.O.	P	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	H+Al	SB	CTC	V	m	PST
	H_2O	dS m^{-1}	g kg^{-1}		mg dm^{-3}			$cmol_c$ dm^{-3}						%		
SOLO	7,63	240	0,41	3,94	6,1	149,2	137,1	2,12	1,19	0,0	0,0	4,08	4,08	100	0	13
Análise fisica do solo																
profundidade			Areia					Silte					Argila			
			----------g/kg ----------													
0-20cm			820					30					150			

pH em água é determinado na relação solo:água de 1:2, 5.; CE=Condutividade elétrica do extrato solo:água, na relação 1:2,5; P, K^+ e Na^+: Extrator Mehlich 1; H^++Al^{+3}: Extrator acetato de Ca^{+2} 0,5 $molL^{-1}$ pH 7; Al^{+3}, Ca^{+2}, Mg^{+2}: Extrator KCl 1,0 mol L^{-1}.

3.5.Condução do experimento

Utilizaram-se vasos preenchidos com solo, cada vaso foi preenchido 1,0 dm^3 de brita em sua parte inferior para auxiliar na drenagem. A semeadura, foi realizada diretamente nos vasos, com média de 40 sementes. Foram realizados quatro desbastes durante o ciclo. O primeiro ocorreu aos oito dias após a semeadura, deixou 15 plântulas por vaso. O segundo com 20 dias pós semeadura, deixando 4 plantas por vaso, com 30 dias após a semeadura foi realizado o último desbaste, restando três plantas por vaso. Sendo conduzido dessa forma até o final do ciclo.

3.6.Manejo de irrigação e drenagem

A água de irrigação foi efluente doméstico tratado, proveniente do Projeto de Assentamento Milagre, do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), no município de Apodi-RN. A escolha pelo assentamento, se deu pela oportunidade de reutilização às águas residuárias da ETE (estação de tratamento de esgoto), no cultivo agrícola, realizada dentro do assentamento. A água das pias, dos banheiros, lavagens de roupas (água cinza) e dejetos das fossas (chamadas de água negra) vai estação de tratamento, posteriormente, para a produção. Em cada casa há um sistema de coleta das águas ligado à tubulação, sendo conduzido

por gravidade para estação de tratamento. Em seguida, a água vai para a cisterna, e utilizada em um sistema de irrigação por gotejamento na produção de capineiras, forrageiras e frutíferas, além da produção na área experimental dentro do assentamento. Na Tabela 2, encontra-se as caracteristicas físico-químicas da água e do efluente utlizados no experimento.

Tabela 2. Características físico-químicas da água e do efluente utilizados no experimento.

Identificação	pH	CE	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	CL^-	CO_3^{2-}	HCO^{3-}	RAS
	H_2O	dS m^{-1}	mmolc L^{-1}							(mmol L-1)^{0,5}
Água	7,38	2,04	0,12	0,42	1,13	0,56	3,00	0,0	3,75	0,5

As reposições de água referentes às irrigações basearam-se no método da lisimetria de drenagem, tendo como base os tratamentos com 100% da ETc. O volume aplicado (Va) por recipiente foi obtido pela diferença entre a lâmina anterior (La) aplicada menos a média de drenagem (d), dividido pelo número de recipientes (n), como indicado na equação abaixo.

$$Va=La-Dn(1-Fl).$$

O sistema de irrigação foi composto por cinco caixas d'água com 150 L, cada uma com um motor bomba de circulação Metalcorte/Eberle, autoventilada, acionada por motor monofásico, 210 V de tensão, 60 Hz de frequência, e fitas gotejadoras de vazão de 1,3 L h. Durante o experimento foi realizado teste de vasão, para observar a uniformidade das fitas.

3.7.Adubação

A fertilização com macronutrientes foi dividida em nove aplicações, sendo realizadas via fertirrigação. A primeira aplicação ocorreu no plantio, com 20% da dose total, as demais aplicações foram divididas em oito vezes, com 10% da dose total por vez. Foram aplicados 50 mg de N, 127 mg de P_2O_5, 75 mg de K_2O, 29 mg de Ca, 18 mg de Mg e 30 mg SO_4^- por dm^{-3} de solo. As fontes de nutrientes foram fosfato monoamônico (MAP), nitrato de cálcio, sulfato de Magnésio, sulfato de potássio e cloreto de potássio. Quanto à adubação com micronutrientes, foram realizadas quatro aplicações do produto comercial Liquiplex Fruit, seguindo a recomendação do fabricante de 3 ml L^{-1}.

3.8.Tratos culturais e fitossanitários

Durante o experimento, foram realizados os tratos culturais e fitossanitários necessários.

As ervas daninhas foram eliminadas de forma manual. Para combater as pragas e doenças que surgiram durante a condução do experimento, foram realizadas aplicações de defensivos de acordo com a necessidade.

3.9.Variáveis analisadas

3.9.1. Avaliação de crescimento e desenvolvimento do gergelim

Aos 35 dias após a semeadura (DAS), no inicio da floração foi realizada avaliação do crescimento e do desenvolvimento dos genótipos sob os tratamentos, determinando-se altura de planta, diâmetro de caule e número de folhas.

A altura de planta (AP), foi mensurada do colo da planta à gema apical utilizando-se uma trena; para o diâmetro caulinar (DC) foi utilizado um paquímetro digital com leituras sempre a 2 cm acima do colo da planta. Na contagem do número de folhas (NF), foram consideradas as folhas maduras.

3.9.2. Avaliação de trocas gasosas foliares

As plantas foram avaliadas quanto às trocas gasosas, no período de 6 às 10 horas da manhã. As avaliações foram realizadas nas folhas totalmente expandidas situadas no terço superior de cada planta, com o auxílio de um analisador de gás infravermelho (IRGA) ("GFS-3000" – WALZ Ltd.), operando com controle de temperatura a 25 ºC, irradiação de 1200 μmol de fótons $m^{-2}s^{-1}$ e vazão de ar de 400 mL min^{-1} no nível atmosférico de CO_2, para obter as seguintes variáveis: taxa de assimilação de CO_2 (A_N) em μmol (CO_2) m^{-2} s^{-1}, condutância estomática (gs) em mol (H_2O) m^{-2} s^{-1}, e transpiração (E) em mmol (H_2O) m^{-2} s^{-1} (SÁ et al., 2019). Também foram realizadas avaliações dos teores de clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila total, com o auxílio do clorofilog (Falker, CFL 1030).

3.9.3. Produção e fitomassa

A produção do gergelim foi avaliada pela determinação do número de sementes por planta (g) e produção de biomassa (g). Na contagem de sementes, foram consideradas as viaveis e descartadas as sementes chochas. Ao final do experimento, foram coletadas as plantas, feita a partição e o acondicionamento em estufa de circulação de ar, a 65°C. Após 72 horas o material

foi pesado em balança analítica.

3.9.4. Análises estatísticas

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste ‘F’. Nos casos de significância, foi realizada análise de regressão para as laminas de irrigação, e teste de médias Tukey para os genótipos de gergelim, ambos ao nível de 5% de probabilidade, com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2019).

4. RESULTADOS

4.1.Análise de Crescimento

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 3), observou-se interação significativa entre lâminas de irrigação (Etc) e os genótipos avaliados (L x Etc), para todas as avaliações de crescimento de planta, com exceção do número de folhas. Na interação, foi observada diferença significativa a 1% de probabilidade para as variáveis de altura de planta (AP), área foliar (AF). Para o número de folhas, pode-se observar a diferença significativa no fator isolado lâmina de irrigação.

De modo geral, foi observado um incremento de crescimento vegetativo para altura das plantas, diâmetro do caule, área foliar e massa seca total nas plantas de gergelim, à medida que foram aumentando as lâminas de irrigação, baseadas na Etc.

Tabela 3. Resumo das análises de variância para área foliar (AF), diâmetro de caule (DC) número de folhas (NF), altura de planta (AP), massa seca total (MST), teor de água (TA), em genótipos de gergelim sob lâminas de irrigação, avaliadas aos 35 dias após a emergência (DAE), Mossoró, RN, 2023.

Fontes de variação	GL	Pr>F			
		AF	DC	NF	AP
Bloco	3	0,7951^{ns}	0,3409^{ns}	0,0545^{ns}	0,1326^{ns}
Genótipos	2	0,0000**	0,0000**	0,0025**	0,0000**
Etc	4	0,0000**	0,0000**	0,0000**	0,0000**
Genótipos x Etc	8	0,0000**	0,0195*	0,7747^{ns}	0,0000**
Resíduo	42				
CV (%)	-	8,91	10,89	11,89	3,46

**, * e ns: significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste 'F', respectivamente (genótipos e lâminas de irrigação). GL: graus de liberdade, CV: coeficiente de variação.

O aumento da lâmina de irrigação afetou positivamente o desenvolvimento da área foliar das plantas de gergelim (tabela 4). As plantas atingiram valores médios de 63,11 de área foliar nas lâminas correspondentes a 100% de irrigação, e 41,49 em relação à lâmina de 40%. Havendo diferença significativa entre os tratamentos. Com relação aos resultados médios encontrados para os genótipos (tabela 4), observou-se que houve diferença significativa a 1% de probabilidade para os genótipos 1 e 2 à medida que se foi aumentando o fator lâmina de irrigação. No entanto, para o genótipo 3 não houve diferença significativa.

Na análise comparativa dos dados obtidos no presente ensaio (Tabela 4), constatou-se que houve diferença estatística entre as médias para a lâmina correspondente a 40% da Etc, onde o

genótipo 3 obteve maior área foliar em relação aos demais. No entanto, para as lâminas correspondentes a 55% e 70%, não houve diferença entre os genótipos. Para a lâmina de 85%, os genótipos 1 e 3 não diferem entre si, porém diferem do 2, mostrando maior desenvolvimento de área foliar em relação ao mesmo. Para a lâmina 100% de Etc, houve diferença estatística, sendo o genótipo 1 superior aos demais, com maior desenvolvimento de área foliar.

Tabela 4. Efeito de lâminas de irrigação (Etc) sobre para área foliar (AF), altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) de genótipos de *Sesamum indicum.*

	Lâminas de Irrigação (% da ETC)						
VARIAVÉIS	40	55	70	85	100	EQUAÇÃO	R^2
			ÁREA FOLIAR				
Marrom Crioulo	41,49^{ab}	38,8^{a}	45,41^{a}	68,07^{a}	63,11^{a}	y = 0,4834**x +17,538	0,7427
Branco Crioulo	34,41^{b}	39,41^{a}	42,87^{a}	42,19^{b}	48,4^{b}	y = 0,2051**x + 27,101	0,9047
BRS seda	42,9^{5a}	42,53^{a}	45,81^{a}	61,96^{a}	50,21^{b}	ns	ns
			ALTURA DE PLANTA (cm)				
Marrom Crioulo	33,63^{b}	35,3^{b}	35,93^{b}	40,28^{b}	45,05^{b}	y = 0,1855**x + 25,055	0,9045
Branco Crioulo	41,18^{a}	40,73^{a}	39,73^{a}	45,2^{a}	54,25^{a}	y= 0,0081**x^2 - 0,9279**x +65,915	0,9783
BRS seda	31,58^{b}	42,2^{a}	38,93^{a}	47,47^{a}	55,7^{a}	y = 0,3567**x + 18,205	0,871
			DIÂMETRO DO CAULE (mm)				
Marrom Crioulo	6,27^{a}	7,43^{a}	7,38^{a}	9,77^{a}	8,1^{a}	y = 0,04**x + 4,99	0,5434
Branco Crioulo	5,35^{a}	5,5^{b}	5,93^{b}	6,75^{b}	7,9^{a}	y = 0,0423**x + 3,3227	0,908
BRS seda	6,48^{a}	6,78^{ab}	7,3^{a}	7,5^{b}	8,33^{a}	y = 0,0295**x + 5,2153	0,9571
			NÚMERO DE FOLHAS (unitário)				
Marrom Crioulo	9,5^{a}	11^{a}	12^{a}	12^{a}	12,5^{a}	y = 0,0467**x + 8,1333	0,8596
Branco Crioulo	9,75^{a}	11,5^{a}	13,25^{a}	13^{a}	15^{a}	y = 0,08**x + 6,9	0,9216
BRS seda	10,75^{a}	13^{a}	12,75^{a}	14^{a}	15^{a}	y = 0,0633**x +8,6667	0,8958

**, * e ns: significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste 'F', respectivamente . As médias seguidas pela mesma letra minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

A tabela 4, encontra-se o resultado das análises referente à altura de plantas do gergelim em relação às lâminas de irrigação aos 100 dias pós-emergência, havendo diferença significativa de 1% de probabilidade para genótipos. Comparando os tratamentos pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade, foi possível observar que houve diferença entre as médias dentro de cada lâmina. Para a lâmina correspondentes a 40% da Etc, o genótipo 2 difere do 1 e 3, com maior altura de plantas em relação aos demais. Para as lâminas correspondente a 55%, 70%, 85% e 100% da Etc, os genótipos 2 e observaram resultados semelhantes, as médias não diferiram estatisticamente, apresentando maior altura de plantas em relação ao genótipo 1.

De acordo com a análise de regressão, os tratamentos mostraram significância a 1% de probabilidade entre os genótipos. Os resultados para as lâminas de 40 e 100% Etc não houve diferença estatisticamente entre os genótipos e na lâmina 85%, o genótipo 1 foi superior aos demais, e não diferiu do genótipo 3, para as lâminas de 55 e 70% (Tabela 4).

O número de folhas de plantas do gergelim (tabela 4), observou-se nos tratamentos (Etc) diferença significativa a 1% de probabilidade para os 3 genótipos. Na análise comparativa dos dados obtidos no presente ensaio, constata-se que não houve diferença significativa entre os genótipos dentro de cada lâmina correspondente.

4.2.Análise fisiológicas

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 5), observa-se que houve interação significativa entre lâminas de irrigação (Etc) e os genótipos avaliados (L x Etc), para as avaliações de clorofila a(CLA) e b (CLB) a 1% de significância. Sendo a clorofila total (CLTOTAL) significativa a 5%. Para o fator isolado, observou-se diferença significativa para os genótipos a 1% de probabilidade para todas as variáveis avaliadas. Para o fator lâmina de irrigação (Etc) houve diferença significativa de 1% de probabilidade para clorofila a (CLA) e b (CLB), e não significativa para clorofila total (CLTOTAL).

Tabela 5. Resumo das análises de variância para análise de clorofila a (CLA), clorofila b (CLB), clorofila total (CLTOTAL) e teor de água na folha (TA) em genótipos de gergelim sob lâminas de irrigação, avaliadas aos 35 dias após a emergência, Mossoró, RN, 2023.

Fontes de variação	GL	Pr>F			
		CLA	CLB	CLTOTAL	TA
Bloco	3	0,7175 ^{ns}	0,5458 ^{ns}	0,8085^{ns}	0,3587^{ns}
Genótipos	2	0,0002**	0,0005**	0,0064**	0,0000**
Etc	4	0,0000**	0,0000**	0,1048 ^{ns}	0,0000**
Genótipos x Etc	8	0,0001**	0,0000**	0,0132*	0,0122*
Resíduo	42				
CV (%)	-	4,08	7,29	5,46	1,24

**, * e ns: significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F, respectivamente (genótipos e lâminas de irrigação). GL: graus de liberdade, CV: coeficiente de variação.

Na Tabela 6, estão apresentados os resultados para a variável clorofila a em função de lâmina de irrigação. Pela análise de regressão, os tratamentos se mostraram significativos a 1% de probabilidade para os genótipos 1 e 2, e não significativo para o genótipo 3. De acordo com avaliação comparativa dos dados obtidos, quando submetido à lâmina de 40, 55 e 100% no

genótipo 3 observou-se maior teor de clorofila a em relação aos demais, e com valores iguais ao genótipo 2, na lâmina de 85%. Quando submetidos à lâmina de 70%, o genótipo 2 foi o que obteve maior valor.

Tabela 6. Efeito de lâminas de irrigação (ETc) sobre clorofila a (CLA), clorofila b (CLB) e clorofila total (CLT) de genótipos de *Sesamum indicum*.

	Lâminas de irrigação (% da ETc)						
VARIAVEIS	40	55	70	85	100	EQUAÇÃO	R^2
				Clorofila a			
Marrom Crioulo	23,93^{ab}	26,05^{b}	25,43^{ab}	22,2^{b}	22,27^{b}	$y = -0{,}0021^{**}x^2 + 0{,}2504^{**}x + 17{,}843$	0,6695
Branco Crioulo	22,57^{b}	26,98^{ab}	25,77^{a}	24,28^{a}	23,88^{ab}	$y = -0{,}0031^{**}x^2 + 0{,}4395^{**}x + 10{,}748$	0,5969
BRS seda	24,98^{a}	28^{a}	23,78^{b}	24,93^{a}	25,5^{a}	ns	ns
				Clorofila b			
Marrom Crioulo	11^{a}	8,53^{a}	8,48^{a}	9,47^{b}	7,43^{b}	$y = -0{,}0413^{**}x + 11{,}875$	0,5357
Branco Crioulo	10,07^{a}	8,52^{a}	8,52^{a}	10,88^{a}	9,68^{a}	ns	ns
BRS seda	10,6^{a}	9,6^{a}	7,75^{a}	11,77^{a}	9,83^{a}	ns	ns
				Clorofila total			
Marrom Crioulo	32,45^{a}	30,83^{b}	31,7^{a}	30,03^{b}	29,6^{a}	$y = -0{,}0433^{*}x + 33{,}955$	0,7693
Branco Crioulo	33,62^{a}	31,17^{b}	33,57^{a}	31,43^{ab}	31,6^{a}	ns	ns
BRS seda	31,53^{a}	35,57^{a}	31,77^{a}	33,2^{a}	31,5^{a}	ns	ns
				Teor de água na folha (TA)			
Marrom Crioulo	88,83^{a}	89,85^{a}	90,28^{a}	91,27^{a}	94,21^{a}	$y = 0{,}0812^{**}x + 85{,}204$	0,8797
Branco Crioulo	87,64^{a}	86,5^{b}	88,43^{a}	87,97^{b}	91,09^{b}	$y = 0{,}0019^{**}x^2 - 0{,}2166^{*}x + 93{,}08$	0,8366
BRS seda	88,48^{a}	89,03^{a}	89,12^{a}	88,24^{b}	90,03^{b}	ns	ns

**, * e ns: significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste 'F', respectivamente. As médias seguidas pela mesma letra minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Para valores de clorofila b, as lâminas se mostraram significância de 1% para o genótipo 1. Sendo não significativa para os demais. De acordo com o teste de médias, os genótipos não diferiam estatisticamente quando submetidas às lâminas de 40, 55 e 70%. Para as lâminas 85 e 100%, os genótipos 2 e 3 obtiveram maiores médias de clorofila b (Tabela 6).

Para os valores de clorofila total, as lâminas foram significativas a 1% para o genótipo 1. Sendo não significativa para os demais. Na análise comparativa dos dados obtidos no presente ensaio (Tabela 6) constata-se que não houve diferença significativa entre os genótipos para a lâmina correspondente a 40 e 70 e 100% da Etc. Para a lâmina 55 e 85%, o genótipo 3 foi superior aos demais, com maiores médias de clorofila total.

Para o teor de água nas folhas, verificaram-se diferenças significativas para os efeitos das lâminas de irrigação para o genótipo 1 e 2 a 1% de probabilidade. Sendo não significativa para o genótipo 3 (Tabela 6). Todavia, quando avaliados as médias entre os genótipos, observou-se que para a lâmina de 40 e 70%, não houve diferença estatística. Para a lâmina 55%, os genótipos 1 e 3 mostraram um maior teor de água em relação ao 2. Enquanto nas lâminas 85 e 100% de Etc, sendo o genótipo 1 superior aos demais, com maior teor de água nas folhas.

O resumo da análise de variância de respostas fisiológicas do *Sesamum indicum* referente aos efeitos das lâminas de irrigação para os resultados de fotossíntese líquida (*A*), transpiração (*E*), condutância estomática (*gs*), Déficit de Pressão de Vapor (*VPD*) e temperatura foliar (*TL*), aos 35 dias após a semeadura (Tabela 7). De acordo com os valores, observa-se que houve interação significativa a 1% entre lâminas de irrigação (Etc) e os genótipos avaliados (L x Etc), para as avaliações de fotossíntese (A) e temperatura da folha (Tf). Sendo não significativa para as demais variáveis. Para o fator isolado, observamos valores significativos para Etc, com significância de 1% para as variáveis, fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (gs) e (TL). Para o déficit de pressão de vapor (VPD), significativo a 5%.

Tabela 7. Resumo das análises de variância para análise de fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), Déficit pressão de vapor (VPD), temperatura de folha (TL) em genótipos de gergelim sob lâminas de irrigação, avaliadas aos 35 dias após a emergência, Mossoró, RN, 2023.

Fontes de variação	GL	Pr>F				
		A	E	gs	VPD	TL
Bloco	3	0,5429^{ns}	0,0001**	0,0000**	0,0001**	0,0000**
Genótipos	2	0,0569^{ns}	0,0202*	0,1788^{ns}	0,1083^{ns}	0,0063**
Etc	4	0,0057**	0,0000**	0,0000**	0,0229*	0,0001**
Genótipos x Etc	8	0,0058**	0,2951^{ns}	0,1966^{ns}	0,3630^{ns}	0,0014**
Resíduo	42					
CV (%)	-	11,63	10,38	11,12	5,45	0,77

**, * e ns: significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F, respectivamente (cultivar e lâminas de irrigação). GL: graus de liberdade, CV: coeficiente de variação.

As lâminas de irrigação foram significativas a 1% de probabilidade para os genótipos avaliados. Quando avaliado o teste de médias entre os genótipos, foi observado que para a lâmina de 55 %, 70% e 85% as médias não deferiram estatisticamente. Para a lâmina 40%, o genótipo 3 teve maior fotossíntese liquida em relação aos demais. Quando submetidas as lâminas de 100%, o genótipo 2 obteve maior fotossíntese que o genótipo 1 (Tabela 8).

Tabela 8. Efeito de lâminas de irrigação (Etc) para fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), Déficit pressão de vapor (VPD) e temperatura de folha (TL) de genótipos de *Sesamum indicum*.

Lâminas de irrigação (% da ETc)							
VARIAVÉIS	40	55	70	85	100	EQUAÇÃO	R^2
Fotossíntese liquida (A)							
Marrom Crioulo	15,42^{b}	19,26a	21,15^{a}	19,23^{a}	16,44^{b}	y = -0,0054**x^2 + 0,7721**x - 6,7528	0,9794
Branco Crioulo	16,68^{b}	18,02^{a}	19,57^{a}	22,09^{a}	20,31^{a}	y = 0,0755**x + 14,047	0,7389
BRS seda	21,12^{a}	21,86^{a}	20,23^{a}	20,15^{a}	16,87^{ab}	y = -0,0681**x + 24,811	0,7152
Transpiração (E)							
Marrom Crioulo	2,58^{b}	3,39^{a}	3,4^{a}	3,09^{a}	3,43^{a}	y = -0,0004*x^2 + 0,0653*x + 0,7447	0,5915
Branco Crioulo	2,54^{b}	3,26^{a}	3,14^{a}	2,95^{a}	3,18^{a}	ns	ns
BRS seda	3,21^{a}	3,68^{a}	3,38^{a}	2,83^{a}	3,5^{a}	ns	ns
Condutância estomática (gs)							
Marrom Crioulo	156,3^{a}	202,67^{a}	216,87^{a}	203,48^{a}	218,7^{a}	y = 0,8374**x + 140,99	0,6157
Branco Crioulo	153,27^{a}	202,0 ^{a}	199,02^{a}	192,77^{a}	208,82^{a}	y = 0,6791**x + 143,64	0,5379
BRS seda	190,17^{a}	228,1^{a}	203,39^{a}	178,02^{a}	221,27^{a}	ns	ns
DÉFICIT DE PRESSÃO DE VAPOR (VPD)							
Marrom Crioulo	16,79^{a}	16,79^{a}	15,76^{a}	15,27^{a}	17,02^{a}	y = 0,0013*x^2 - 0,1866*x + 22,528	0,5444
Branco Crioulo	16,5^{a}	16,15^{a}	15,77^{a}	15,28^{a}	15,22^{b}	y = -0,0229*x + 17,385	0,9652
BRS seda	16,83^{a}	16,17^{a}	16,57^{a}	15,9^{a}	15,96^{ab}	ns	ns
TEMPERATURA DA FOLHA (TL)							
Marrom Crioulo	25,71^{ab}	26,08^{a}	25,72^{b}	25,68^{a}	25,54^{ab}	ns	ns
Branco Crioulo	25,58^{b}	25,74^{a}	25,49^{b}	25,58^{a}	25,62^{a}	ns	ns
BRS seda	25,99^{a}	25,93^{a}	26,08^{a}	25,81^{a}	25,24^{b}	y = -0,0005**x^2 + 0,0532**x +24,532	0,9234

**, * e ns: significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste 'F', respectivamente. As médias seguidas pela mesma letra minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Na tabela 8, estão apresentados os resultados para a variável transpiração (E) em função de lâmina de irrigação. Pela análise de regressão, os tratamentos se mostraram significativos a 1% de probabilidade para os genótipos 1 e não significativo para o genótipo 2 e 3. De acordo com avaliação comparativa dos dados obtidos, quando submetido à lâmina de 40%, no genótipo 3 observou-se maior transpiração em relação aos demais. Para os demais tratamentos, não houve diferença significativas entre os genótipos.

Com relação aos resultados médios encontrados para a gs dos genótipos (Tabela 8), observou-se que houve diferença significativa a 1% de probabilidade para os genótipos 1 e 2 à medida que se foi aumentando o fator lâmina de irrigação. No entanto, para o genótipo 3 não houve diferença significativa. Na análise comparativa das médias, foi observado que não houve

diferença estatística para nenhum dos tratamentos submetidos, independente dos genótipos.

O resultado da análise de DPV do gergelim (Tabela 8). Observou-se que houve diferença significativa a 5% de probabilidade para os genótipos 1 e 2 à medida que se foi aumentando a lâmina de irrigação. No entanto, para o genótipo 3 não houve diferença significativa. Na análise comparativa das médias, foi observado que as mesmas não diferem estatisticamente para os tratamentos 40%, 55%, 70% e 85%. Quando submetidos à lâmina de 100%, o genótipo 1 obteve maior déficit de pressão de vapor em relação aos demais.

As lâminas de irrigação foram significativas a 1%, para a TL do genótipo 3, e não significativas para os demais (Tabela 8). De acordo com o resultado do teste de médias, para a lâmina de 40% e 70% da Etc, o genótipo 3 foi superior aos demais. Não havendo diferença estatística para as médias de 55% e 85%. Para 100% de Etc, o genótipo 2 foi superior ao 3.

4.3.Produção de Biomassa e de Sementes

Os resultados para a variável número total de sementes em função de lâmina de irrigação, encontra-se na tabela abaixo. De acordo com a análise de variância (Tabela 9), observa-se que houve interação significativa a 1% de probabilidade para os fatores lâminas de irrigação (Etc) e também para genótipos. Não havendo interação entre as lâminas de irrigação (Etc) e os genótipos avaliados (L x Etc).

Tabela 9. Resumo das análises de variância para número total de sementes (PTS), em genótipos de gergelim sob lâminas de irrigação, avaliadas aos 100 dias após a emergência, Mossoró, RN, 2023.

Fontes de variação	GL	Pr>F	
		MST	PTS
Bloco	3	0,1703^{ns}	0,1517^{ns}
Genótipos	2	0,0000**	0,0000**
Etc	4	0,0000**	0,0000**
Genótipos x Etc	8	0,0002**	0,1546^{ns}
Resíduo	42		
CV (%)		16,76	17,50

**, * e ^{ns}: significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F, respectivamente (genótipos e lâminas de irrigação). GL: graus de liberdade, CV: coeficiente de variação.

A massa seca na planta consiste num parâmetro importante para avaliar o crescimento das plantas e a taxa de absorção de nutrientes na cultura. Para o fator lâmina de irrigação, observa-se diferença significativa a 1% de probabilidade para os genótipos 2 e 3 a 1%. Sendo não significativo para o genótipo 1(Tabela 10). Na análise comparativa dos dados (Tabela 10), constata-se que não houve diferença significativa entre os genótipos para a lâmina

correspondente a 40 e 70% da Etc. Para a lâmina 55%, os genótipos 2 e 3 se mostraram superiores ao 1. O genótipo 3 por sua vez, obteve maior massa seca total em relação às lâminas de 85 e 100% de Etc. Observou-se no genótipo 3 o melhor resultado de massa seca total.

Tabela 10. Efeito de lâminas de irrigação (Etc) sobre massa seca total (MST) e peso total de sementes (PTS) do *Sesamum indicum*.

Lâminas de irrigação (% da Etc)							
VARIAVÉIS	40	55	70	85	100	EQUAÇÃO	R^2
MASSA SECA TOTAL							
Marrom Crioulo	2,21[a]	1,9[b]	2,92[a]	2,97[b]	2,13[c]	Ns	ns
Branco Crioulo	1,78[a]	2,78[a]	2,61[a]	3,32[b]	3,07[b]	$y = 0{,}0208^{**}x + 1{,}256$	0,7046
BRS seda	2,24[a]	2,99[a]	2,58[a]	4,34[a]	4,18[a]	$y = 0{,}0349^{**}x + 0{,}8253$	0,7623
PESO TOTAL DE SEMENTES							
VARIAVÉIS	40	55	70	85	100	EQUAÇÃO	R^2
Marrom Crioulo	4,59[b]	12,28[a]	9,18[b]	10,18[b]	14,2[b]	$y = 0{,}1141^{**}x + 2{,}0967$	0,5554
Branco Crioulo	13,55[a]	15,87[a]	16,4[a]	17,13[a]	22,83[a]	$y = 0{,}1321^{**}x + 7{,}9067$	0,8283
BRS seda	13,33[a]	14,75[a]	17,33[a]	18,9[a]	25,18[a]	$y = 0{,}1857^{**}x + 4{,}9013$	0,9111

**, * e ns: significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste 'F', respectivamente. As médias seguidas pela mesma letra minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

De acordo com os resultados de peso total de sementes (PTS) encontrados para os genótipos (Tabela 10), observou-se que houve diferença significativa a 1% de probabilidade a medida que aumentou à lâmina de irrigação. Na análise comparativa dos dados obtidos no presente ensaio (Tabela 10) constata-se que houve diferença estatística entre as médias para a lâmina correspondente a 40%, 70, 85 e 100% da Etc, o genótipo 3 não diferiu estatisticamente do 2, sendo ambos superiores ao 1. No entanto, para a lâmina correspondente a 55%, não houve diferença entre os genótipos.

5. DISCUSSÃO

Para superar os problemas relacionados aos desafios do déficit hídrico, o uso de águas subterrâneas e estratégias de reaproveitamento, como as tecnologias de reuso, são as principais garantias de acesso água nas regiões semiáridas, especialmente em períodos de seca (DIAS et al., 2021). Nessas regiões, se faz necessário gestão estratégicas do corpo hídrico, assim como associar culturas complacentes como o gergelim. Por ser uma espécie adaptada aos climas tropical e subtropical, é uma cultura tolerância a períodos relativos de seca (LIMA et al., 2021).

No presente trabalho, foi observado que a água de efluente doméstico tratado é viável, para suprir as necessidades hídricas da cultura do gergelim. O efluente de esgoto tratado, foi significativo para o crescimento das plantas do gergelim. Resultados similares foram observados por Gonçalo-Filho et al. (2022), na realização de trabalhos com a cultura do algodão, o efluente de esgoto atendeu à demanda de água da cultura, aumentando o crescimento do algodão em comparação com a testemunha (água de poço), aumento o tamanho de plantas no T3, 100% Etc, a partir dos 43 DAG.

Observou-se incremento positivo no crescimento vegetativo das plantas, para as variáveis: altura de planta, diâmetro do caule, área foliar e massa seca total nas plantas de gergelim, à medida que foi aumentando às lâminas de irrigação, com diferenças significativas a 1% entre as lâminas. Respostas semelhantes foram observadas por Ribeiro, Caten e Fernandes (2020), onde observaram um incremento de crescimento vegetativo para altura das plantas de gergelim quando submetidas a lâminas de irrigação e fertilização orgânica. O aumento da lâmina de irrigação incrementou a altura de planta de gergelim, atingindo média, com um incremento de 7 cm, na lâmina de 100% da Etc, em relação à lâmina de 40% Etc. Mesquita et al. (2013) avaliando o crescimento e a produtividade da cultura do gergelim sob níveis de irrigação (25%; 50%; 75%; 100% e 150% da Etc), concluíram que a partir do trigésimo dia após o plantio, a irrigação influenciou significativamente a altura da planta.

Os resultados para lâmina e genótipos deram significativo par a produção. Sendo a BRS Seda com médias maiores para todas as lâminas submetidas. Observações semelhantes foram feitas por Ribeiro, Arriel e Fernandes (2020) estudando gêneros de gergelim, afirmando que aos 75 dias após a emergência o número de frutos sofreu significativa interferência em relação à lâmina de irrigação, um aumento linear na produção dos frutos de acordo com o aumento da lâmina. Enfatizando ainda que com exceção da lâmina de 70% os melhores resultados foram obtidos quando para 40% irrigado conjuntamente como biofertilizante e 100% sem o biofertilizante. Destaca-se ainda a dinâmica entre os genótipos, a BRS Seda apresenta diferença significativa quando comparada a cultivar Anahí e vermelha. Essas observações diferem, de Rocha (2022), quando avaliando a produtividade e rentabilidade de dois genótipos de gergelim. No experimento comparativo de gergelim seda BRs e o gergelim preto, foram o número de ramos produzidos por plantas que determinou a produtividade de cápsulas do gergelim preto com uma média de 245 cápsulas por planta. Para chegar a esse número foi monitora dez plantas de cada espécie a cada 30 dias após o surgimento visíveis de cápsulas em ambas as espécies.

As clorofilas são de grande importância na fotossíntese, pois são responsáveis pela captação de energia luminosa, sendo a clorofila a, de maior destaque, por ser o principal

pigmento dos complexos receptores de luminosidade para a realização das reações fotoquímicas (TAIZ et al., 2017). Os índices de clorofila a, b e total foram significativos tanto para genótipos como paras as lâminas de irrigação (Etc), assim como as médias entre genótipos.

O desempenho na taxa de Fotossíntese líquida (A) oscilou em função da lâmina de irrigação, com médias menores para as lâminas de 40% de ETc. em condições de pouca disponibilidade de água os estômatos tendem a fechar, ou reduzir sua atividade, reduzindo as taxas fotossintética. As taxas máximas de fotossintese foi variável de acordo com cada genótipo. O genótipo 1 atingiu sua máxima na 70%, o genótipo 2, na lâmina de 85%. O genótipo 3 (BRS seda) por sua vez, na lâmina de 55% de Etc. sendo o genótipo que sofreu menos variação de valores médios entre os tratamentos. Esse resultado difere do observado por Feitosa et al. (2020), avaliando genótipos de gergelim em condições de sequeiro, onde a BRS Seda apresentou o pior desempenho na taxa da Fotossíntese líquida (A). A transpiração foi afetada no genótipo 1, não observando diferenças significativa para os demais. Este comportamento pode ser observado na cultura do gergelim, já que os processos de fotossíntese e transpiração estão intimamente relacionados aos estômatos, a disponibilidade de água, mas também pela tolerância da cultura ao estresse. A taxa fotossintética deve estar relacionada a mínima taxa de transpiração, ou seja, a prioridade da planta é manter a máxima fotossíntese, com menor perda de água possível (MONTILLET et al., 2021).

Os menores valores para condutâncias estomáticas (gs) estão relacionadas as menores lâminas de irrigação para os três genótipos. Sendo que para o genótipo 3 (BRS seda), não houve significância. O inverso aconteceu para temperatura foliar (Tl), que foi significativa apenas para o genótipo 3. O controle estomático é importante propriedade fisiológica por meio da qual as plantas limitam a perda de água, ocasionando reduções na condutância estomática e, geralmente, reduzindo as trocas gasosas como forma de resposta das plantas a diversos fatores, incluindo o estresse hídrico (TAIZ et al., 2017). Há uma relação direta entre a condutância estomática (gs) e a temperatura foliar com o estado hídrico da planta. Com maior disponibilidade de água, a planta aumenta sua condutância estomática, resultando na diminuição da temperatura foliar TAIZ et al. (2017). Feitosa et al. (2016) e Pessoa et al. (2017) relataram que houve redução da condutância estomática de *Sesamum indicum* quando submetido a estresse hídrico. Em contrapartida, Padilha et al. (2016), não observaram diferença significativa na condutância estomática de *Jatropha curcas L*. aos 14 dias após emergência cultivada sob regimes hídricos. Logo, a influência do estresse hídrico na condutância estomática pode ter uma relação direta com o nível de estresse sofrido pelas plantas e o tipo de resposta que controla a abertura e fechamento estomático, o tipo de resposta que controla a abertura e fechamento estomático é

específico e envolve diferentes formas de sinalização (PACHECO et al., 2021).

As lâminas não foram significativas para os genótipos 1 e 2, influenciando apenas o 3 (BRS Seda). A temperatura foliar, conforme Taiz et al. (2017), é influenciada por altas temperaturas e déficit hídrico. Diante disso, em situações em que a reposição hídrica não é feita de maneira adequada, suprindo a demanda da cultura, a temperatura foliar é regulada pela redução da luz interceptada. Isso se deve ao fato de que quando há um déficit hídrico as plantas orientam suas folhas paralelamente à radiação solar como mecanismo de defesa, resultando na diminuição da temperatura foliar. Dessa forma, conforme a reposição hídrica aumenta, a temperatura foliar tende a aumentar, pois a necessidade de ativação desse mecanismo é diminuída. O déficit pressão de vapor (VPD), obteve maiores valores quando nas lâminas referentes a 40% de Etc, reduzindo para os demais tratamentos no genótipo 2, comportamento similar, foi observado no genótipo1, diferindo na lâmina 100%, onde observou maior déficit de pressão de vapor (VPD), sendo não significativo para o genótipo 3. Resultados similares foram observados por Almeida et al. (2021), avaliando o Déficit da pressão de vapor das plantas de pinha sob níveis de reposição hídrica. Assim, em condições de aumento de déficit de pressão de calor, a planta requer uma maior quantidade de água para se termorregular, quanto mais a reposição hídrica aumenta, maior o déficit de pressão de vapor (ALMEIDA et al., 2021).

6. CONCLUSÃO

Portanto, o efluente doméstico é viável em suprir a necessidade hídrica da cultura do gergelim.

As lâminas de irrigação afetaram a biometria das plantas, sendo os melhores desempenhos observados para os genótipos 2 (Branco Criolo) e genótipo 3 (BRS Seda), na lâmina de 85%.

A BRS Seda, teve maior eficiência no uso da água, de acordo com os valores de fotossíntese, transpiração e condutância estomática, observando os melhores desempenhos na lâmina 55% ETc.

7. REFERÊNCIAS

ALI, Q.; DAUD, M. K.; HAIDER, M. Z.; ALI, S.; RIZWAN, M.; ASLAM, N.; NOMAN, A.; IQBAL, N.; SHAHZAD, F.; DEEBA, N.; ALI, I.; ZHU, S. J. Seed priming by sodium nitroprusside improves salt tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.) by enhancing physiological and biochemical parameters. Plant Physiol Biochem, v. 119, p. 50-58, 2017. doi: 10.1016/j.plaphy.2017.08.010.

ANDRADE, P. B. **Potenciais polinizadores e requerimentos de polinização do gergelim.** 2009. 74f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, UFC, Fortaleza, 2009.

ALMEIDA, R. D. C. **Respostas morfofisiológicas de mudas de pinha sob diferentes luminosidades e reposição hídrica.** Dissertação Mestrado em Irrigação no Cerrado, Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2021.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agricultura:** Brasil vai exportar gergelim para Índia., 2020. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/brasil-vai-exportar-gergelim-para-india. Acesso em: 26 jun. 2023.

CHEN, K.; TANG, W.; ZHOU, Y.; CHEN, J.; XU, Z.; MA, R.; DONG, Y.; MA, Y.; CHEN, M. AP_2/ERF transcription factor GmDREB1 confers drought tolerance in transgenic soybean by interacting with GmERFs. Plant Physiology and Biochemistry, v. 170, p. 287-295, 2022.

COELHO, A. P.; FARIA,R.; DALRI, A. B; FABIANO, P. L.; ZANINI, J. R. Clorofilômetro portátil como forma de manejo da irrigação e adubação nitrogenada em aveia- branca. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.12, nº.2, p. 2542 – 2553, 2018.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim da safra de grãos;** 7° levantamento - Safra 2022/2023. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletimda-safra-de-graos?limitstart=0. Acesso em 29 de outubro de 2023.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL – CNA. **Panorama do Agro**. CNA, Brasil, 2022.

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

DAHER, M. C. M. **Aplicação dos subprodutos do beneficiamento de gergelim e seus produtos de pirólise para adsorção do ácido salicílico.** 2023. 67 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2023.

DAMACENO, M. G. S.; CRUVINEL, K. A. S.; SANTOS, A. S. P. Semiquantitative microbiological risk assessment for water reuse in agriculture: a case study in Brazil. **Water Supply,** v. 22, n. 9, p. 7375-7386, 2022. https://doi.org/10.2166/ws.2022.285

DJAMAN, K.; O'NEILL, M.; OWEN, C. K.; SMEAL, D.; KOUDAHE, K.; WEST, M.; ALLEN, S.; LOMBARD, K.; IRMAK, S. Crop Evapotranspiration, Irrigation Water

Requirement and Water Productivity of Maize from Meteorological Data under Semiarid Climate. **Water**, v. 10, n. 4, p. 405, 2018.

DIAS, E. M. S.; PESSOA, Z. S.; TEIXEIRA, R. L. P; SILVA, L. C. S. Mudanças climáticas e agropecuária: vulnerabilidades da região semiárida do Rio Grande do Norte, Brasil. **COLÓQUIO - Revista do Desenvolvimento Regional**. v. 18 n. 3, jul/set, 2021.

EMBRAPA. **Gergelim - BRS Seda.** Embrapa Algodão, 2007. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/929/gergelim---brs-seda. Acesso em: 01 dez. 2022.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo.** 2.ed. ver. Atual. Rio de Janeiro.1997, 212 p.

FARIA, G.; SANTOS, E. **Cultivo do gergelim no Brasil cresce 230% em um ano.** 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/64027841/cultivo-do-gergelim-no-brasil-cresce-230-em-um-ano#:~:text=para%20a%20colheita-,Cultivo%20de%20gergelim%20est%C3%A1%20crescendo%20como%20alternativa%20ap%C3%B3s%20t%C3%A9rmino%20da,ao%20desenvolvimento%20de%20novas%20cultivares. Acesso em: 04 jan. 2024.

FEITOSA, S. S. DEMARTELAERE, A. C. F.; BARBOSA NETO, M. A.; RODRIGUES, A. L. S.; LIMA, D. C.; FERREIRA, A. S.; PRESTON, H. A. F.; MEDEIROS, J. G. F. Avaliação da fisiologia e teor de óleo das cultivares de gergelim em resposta a aplicação de Benziladenina. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 63113-63132, 2020.

FENG, Z. K., NIU, W. J., TANG, Z. Y., XU, Y., ZHANG, H. R. Evolutionary artificial intelligence model via cooperation search algorithm and extreme learning machine for multiple scales nonstationary hydrological time series prediction. **Journal of Hydrology**, v. 595, 126062, pág. 231–281, 2021. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126062

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, 37: 529-535, 2019.

FAO – Fundo das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. Como superar os desafios relacionados à água na agricultura. 2020. Disponível em: https://www.fao.org/brasil/noticias/detailevents/fr/c/1333398/. Acesso em: 14/11/2022.

GONÇALO-FILHO, F.; FERREIRA NETO, M.; FERNANDES, C. S.; DIAS, N. S.; HOLANDA, J. S.; BARROS-JÚNIOR, A. P.; DE MEDEIROS, J. F.; SÁ, F. V. S. Domestic Sewage Effluent Increases Plant Growth, Yield, and Fiber Quality of Cotton Cv. BRS 335. **Journal of Natural Fibers**, v. 20, n. 1, p. 2146914, 2022.

IBRAFE. **Exportação de Gergelim cresce 180%, mas há muito o que aprender**. 2020. Disponível em <https://www.ibrafe.org/artigo/exportacao-de-gergelim-cresce-180-masha-muito-o-que-aprender/>:

ISAGUIRRE-TORRES, K. R.; MELO, . C. F.; BITTENCOURT, N. A. A proteção da agrobiodiversidade e os registros ou cadastros das sementes crioulas e tradicionais. Revista da Faculdade de Direito da UFG, Goiânia, v. 44, n. 3, 2020. DOI: 10.5216/rfd.v44i3.62675

KANNAN, R.; KUMARI, S. MERINA PREM; BINODH, ASISH K. Induced genetic variability in sesame (Sesamum indicum): a comparative study on the mutagenic effects of radiation and ems in seed germination, pollen viability and chlorophyll mutants. **Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences**, v.8, n.6, p.774 – 788, 2020.

KARNAS, Z.; ISIK, D.; TURSUN, N.; JABRAN, K. Critical period for weed control in sesame production. **Weed Biology and Management**, v.19, p. 121–128, 2019. https://doi.org/10.1111/wbm.12188

LIMA, B. F. S.; ALMEIDA, T. T.; OLIVEIRA, A. S.; MACHADO, G. L. Qualidade fisiológica de sementes de gergelim em função do equilíbrio higroscópico em diferentes sais. **Agropecuária Científica no Semiárido,** v.17, n.1, p.18-22, 2021.

LIMA, G.S.; LACERDA, C. N.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R.; ARAÚJO, R. H. C. R. Production characteristics of sesame genotype sunder different strategies of saline water application. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 2, p. 490-499, 2020.

LIMA, L. G.; SANTOS, F. No Semiárido de Alagoas, a resistência germina na terra: a luta territorial em defesa das sementes crioulas. **Revista Nera**, ano 21, n. 41, p. 192-217, 2018.

LONDRES, F. **Sementes locais: experiências agroecológicas de conservação e uso - as sementes da paixão e as políticas de distribuição de sementes na Paraíba.** Rio de Janeiro: AS-PTA, 2014. 83p.

LOPES, N. DOS S.; BRASIL, G. B.; GENTIL, K. T. Desenvolvimento e produtividade do Gergelim em função da adubação fosfatada e uso de bactérias condicionadoras. Journal of interdisciplinar debates, v.2, n.4, p. 1-52, 2021.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Secretaria de política agrícola. Portaria Nº 95, de 11 de julho, 2013.

MELO, M. O. L. Barreiras não tarifárias fitossanitárias: Abertura do mercado de gergelim. **Revista de Política Agrícola**. v. 32. n.2. p.31, 2023.

MENDONÇA, K. P. L. **Tratamento de águas cinza provenientes de lavanderias visando reúso.** Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Palmas, 101f. 2019.

MESQUITA, J. B.; DE AZEVEDO, B. M.; CAMPELO, A. R.; FERNANDES, C. N. V.; VIANA, T. V. A. Crescimento e produtividade da cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.) sob diferentes níveis de irrigação. **Irriga**, v. 18, n. 2, p. 364-375, 2013. https://doi.org/10.15809/irriga.2013v18n2p364

MONTILLET, J. L.; RONDET, D.; BRUGIÈRE, S.; HENRI, P.; RUMEAU, D.; REICHHELD, J. P.; COUTÉ, Y.; LEONHARDT, N.; REY, P. Plastidial and cytosolic thiol reductases participate in the control of stomatal functioning. **Plant, Cell & Environment**, v. 44, n. 5, p.1417-1435, 2021. https://doi.org/10.1111/pce.14013.

MOURA, J. T. V. DE., BEZERRA, A. G. C., & ROZENDO, C. Resgatando tradições:

articulações entre Estado e sociedade na elaboração do Programa Estadual de Sementes Crioulas do Rio Grande do Norte. **Sociedade E Estado**, v.38, n.1, p.171–192, 2023.

MOURA, P. G.; ARANHA, F.N.; HANDAM, N.B.; MARTIN, L.E.; SALLES, M.J.; CARVAJAL, E.; JARDIM, R.; SOTERO-MARTINS, A. Água de reúso: uma alternativa sustentável para o Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 25, n. 6, p 791-808, 2020. https://doi.org/10.1590/S1413-4152202020180201

MUKHERJEE, M.; JENSEN, O. Making water reuse safe: A comparative analysis of the development of regulation and technology uptake in the US and Australia. **Safety Science,** v.121, p.5-14, 2020.

MUJTABA, M. A., HAENG MUK CHO; MASJUKI, H.H.; KALAM, M.A.; ONG, H.C.; GUL, M.; HARITH, M. H.; YUSOFF, M. N. A. M. Critical review on sesame seed oil and its methyl ester on cold flow and oxidation stability. **Energy Reports**, v.6, p.40–54, 2020. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2019.11.160

NOTÍCIAS AGRÍCOLAS. Feijão e grãos especiais. Em Canarana (MT), produtores iniciam a colheita do gergelim com perspectiva de recuperação na safra. Disponível em: https://www. noticiasagricolas.com.br/videos/feijao-e-graos-especiais/195139-vinicius-jaime-de-andradegebras-alimento.html. Acesso em 28 ago. 2017.

OLIVEIRA NETO, C. F.; OLIVEIRA, T. B. DE; SILVA, K. R. S.; NOGUEIRA, G. A. DOS S.; MALTAROLO, B. M.; COSTA, T. C.; CARDOSO, K. P. S; SOUZA, L. C. DE; SILVA, R. T. L. DA; SIQUEIRA, J. A. M. Nitrogen compounds and enzyme activity in young muruçi (Byrsonima crassifólia L.) plant subjected to water stress. **Australian Journal of Crop Science**, v.10, n.1, p. 111-117, 2016.

PADILHA, N. D. S.; SILVA, C. J. D.; PEREIRA, S. B.; SILVA, J. A. N. D.; HEID, D. M.; et al., Crescimento inicial do pinhão-manso submetido a diferentes regimes hídricos em latossolo vermelho distrófico. **Ciência Florestal,** v. 26, n. 2, p. 513-521, 2016. https://doi.org/10.5902/1980509822752

PESSOA, J. L.; FREIRE, A. L. O.; COSTA, A. S. Gás exchange of Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC) Mattos plants under water stress and rehydration. **Revista de Ciências Agroveterinárias (Journal of Agroveterinary Sciences),** v. 16, n. 3, p. 269-276, 2017.

PETROBRÁS. Recursos Hídricos, Brasil, 2020. Disponível em: https://petrobras.com.br/pt/sociedade-e-meio-ambiente/meio-ambiente/recursos-hidricos/. Acesso em: 17 de dez. 2023.

PEREIRA, J. R. Comportamento e necessidades hídricas do gergelim sob diferentes regimes de irrigação. 2014. 88 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014.

PINTO, K. M., NORONHA, D. A. DE, & MOSSER, L. M. Qualidade sanitária de sementes crioulas de feijão no agreste de Pernambuco. **Brazilian Journal of Agroecology and Sustainability,** v.3, n.1. 2021. https://doi.org/10.52719/bjas.v3i1.3941

QUEIROZ, N. L.; BELTRÃO, N. E. M. Melhoramento genético e cultivares. IN: Beltrão, N. E. M.; Ferreira, L. L.; Queiroz, N. L.; Tavares, M. S.; Rocha, M. S.; Alencar, R. D.; Porto, V. C. N. (Org.) **O gergelim e seu cultivo no semiárido brasileiro**. Natal: IFRN, 2013. Cap. 5. p.225.

RIBEIRO, L.; CATEN, A.; FERNANDES JUNIOR, P. C. Plasticidade fenotípica de caracteres morfofisiológicos e reflexão espectral de folhas de Ilex paraguariensis A. St.-Hil. **Enciclopédia Biosfera** , v. 17, n. 31, 2020.

RIBEIRO, V. H. A.; ARRIEL, N. H.C.; FERNANDES, P. D. Tolerância de genótipos de gergelim ao estresse hídrico em cultivo com biofertilizante. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 64637-64660, 2020.

ROCHA, M. G. S. **Produtividade e rentabilidade de duas cultivares de gergelim : um estudo de caso no Município de Touros-RN**. Dissertação (Mestrado em Uso Sustentável dos Recursos Naturais), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2022.

ROZENDO, C.; BRANDENBURG, A. Saberes insurgentes e a proteção dos bens comuns: práticas e formas de re-existência na construção do território agroecológico do semiárido potiguar. **Revista Pós Ciências Sociais**, n. 19, v.03, pp.527-550, 2022.

SALES, D. L. A.; ALVES JÚNIOR, J.; CASAROLI, D.; EVANGELISTA, A. W. P.; SOUZA, J. M. F. Estimativa de evapotranspiração e coeficiente de cultura do tomateiro industrial utilizando o algoritmo SAFER. **Irriga,** Botucatu, v. 22, n. 3, p. 629-640, julho-setembro, 2017.

SALES, D. L. A.; ALVES JÚNIOR, J.; SOUZA, J. M. F.; CASAROLI, D.; EVANGELISTA, A. W. P.; PEREIRA, R. M. Common bean evapotranspiration estimated by orbital images. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, n.10, p.867-872, 2016.

SANTOS, A. S.; SILVA RODRIGUES, M. H. B.S.; SILVA, G. V.; GOMES, F. A. L.; SILVA, J. N.; CARTAXO, P. H. A. Importância do reuso de água para irrigação no Semiárido. **Meio Ambiente (Brasil),** v.2, n.3. 015-020, 2020.

SANTOS, H. F., MANCUSO, P. C. S. A escassez e o reúso de água em âmbito mundial. **Reúso de água.** Tradução . Barueri: Manole, 2003. Acesso em: 03 jan. 2024.

SOUSA, P. G. R.; VIANA, T. V. A.; CARVALHO, C. M.; SOUSA, A. M.; COSTA, C. P. M.; AZEVÊDO, B. M. Efeito de diferentes lâminas de irrigação e cobertura do solo no crescimento da cultura do sorgo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, CE, v. 11, n. 4, p. 1528 - 1537, 2017.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO RURAL E DA AGRICULTURA FAMILIAR (SEDRAF). Programa Estadual de Sementes Crioulas do Rio Grande do Norte, 2020. Natal: Governo do Estado do RN, abr. 2023. Disponível em: <http://sedraf.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=224776&ACT=&PAGE=0>.» http://sedraf.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=224776&ACT=&PAGE=0

SILVA, R. M. A. DE AQUINO, J. R.; COSTA, F. B.; NUNES, E. M. Características produtivas e socioambientais da agricultura familiar no Semiárido brasileiro: evidências a partir do Censo

Agropecuário de 2017. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 55, 2020. http://dx.doi.org/10.5380/dma.v55i0.73745

Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola.** SIDRA, Brasil, 2022.

SOARES, A. F. S., SOUZA, L. P. Contaminação das águas de abastecimento público por poluentes emergentes e o direito à saúde. **Revista De Direito Sanitário**, v. 20, n.2, p.100-133, 2020. https://doi.org/10.11606/issn.2316-9044.v20i2p100-133

SHAO, G., AGAR, J., GIESE, R.W. Cold-induced aqueous acetonitrile phase separation: A salt-free way to begin quick, easy, cheap, effective, rugged, safe. **Journal of Chromatography** A, 1506, p. 128–133, 2020.

SRAVANTHI, A.L.; RATNAKUMAR, P.; REDDY, S.; ESWARI, K.B.; PANDEY, B.B.; MANIKANTA, C.; RAMYA, K.T.; SONIA, E.; MOHAPATRA, S.; GOPIKA, K.; ANUSHA, P.L.; YADAV, P. Morpho-physiological, quality traits and their association with seed yield in sesame (Sesamum indicum L.) indigenous collection under déficit moisture stress. **Plant Physiology Reports**, v. 27, n. 1, p. 132-142, 2022.

TAIZ, L. ZEIGER, E., MØLLER, I.M., MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 858 p., 2017.

TUFAIL, T., RIAZ, M., ARSHAD, M.U., GILANI, S.A., AIN, H.B., KHURSHEED, T., ISLAM Z., IMRAN, M., BASHIR, S., SHAHID, M.Z., KAZMI, M. Functional and nutraceutical scenario of flaxseed and sesame: A. **International Journal of Biosciences** v.17, p.173-190, 2020.

VAN VLIET, Michelle TH et al. Global water scarcity including surface water quality and expansions of clean water technologies. **Environmental Research Letters**, v. 16, n. 2, p. 024020, 2021.

VOULVOULIS, N. Water reuse from a circular economy perspective and potential risks from an unregulated approach. **Current Opinion in Environmental Science & Health**. v.2, p.32-45, 2018.

XU, B., ZHONG, P. A., DU, B., CHEN, J., LIU, W., LI, J., ... & ZHAO, Y. Analysis of a stochastic programming model for optimal hydropower system operation under a deregulated electricity market by considering forecasting uncertainty. **Water**. v.10, p.7, 885, 2018.

ZHENG, F., QI, Z., BI, W., ZHANG, T., YU, T., & SHAO, Y. Improved understanding on the searching behavior of NSGA-II operators using run-time measure metrics with application to water distribution system design problems. **Water Resources Management**, v.31, n.4, p.1121-1138, 2017.

YERMANOS, D.M. Sesame. In: FEHR, W.R.; HADLEY, H.H. Hybridization of crop plants. Madson, Wisc., ASA. p.549-563. 1980.