

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA POLITÉCNICA E DE ARTES
CURSO DE AGRONOMIA**

HENRIQUE MEDEIROS DE SOUZA

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO INICIAL DA CULTURA DO GERGELIM
(*Sesamum indicum* L.) EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE MAGNÉSIO.**

GOIÂNIA

2024

HENRIQUE MEDEIROS DE SOUZA

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO INICIAL DA CULTURA DO GERGELIM
(*Sesamum indicum* L.) EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE MAGNÉSIO.**

Artigo apresentado como requisito parcial para a composição de média final na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de graduação em Agronomia, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, PUC-GO.

Orientador: Prof. Dr. Jales Teixeira Chaves Filho

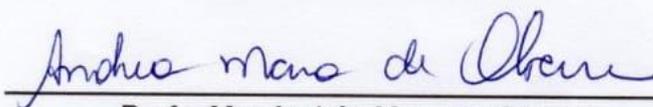
Goiânia

2024

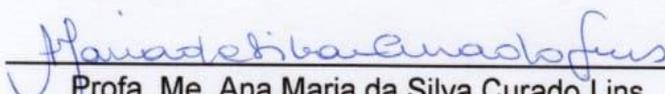
HENRIQUE MEDIROS DE SOUZA

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO INICIAL DA CULTURA DO GERGELIM
(*Sesamum indicum* L.) EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE MAGNÉSIO.**

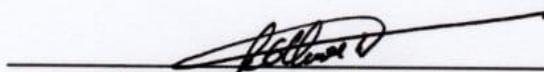
BANCA EXAMINADORA



Profa. Me. Andréa Mara de Oliveira
Pontifícia Universidade Católica de Goiás



Profa. Me. Ana Maria da Silva Curado Lins
Pontifícia Universidade Católica de Goiás



Prof. Dr. Jales Teixeira Chaves Filho
Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Goiânia, dezembro de 2024.

SOUZA, H. M.; AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO INICIAL DA CULTURA DO GERGELIM (*Sesamum indicum* L.) EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE MAGNÉSIO. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso - Bacharelado em Agronomia, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, PUC-GO.2024.

O magnésio (Mg) é um macronutriente essencial para o desenvolvimento vegetal, participando de processos como fotossíntese, respiração, proteínas, carboidratos e proteínas. Este trabalho analisou o efeito de diferentes concentrações de magnésio sobre a germinação e o crescimento inicial do gergelim (*Sesamum indicum* L.) visando determinar os limites para o bom desenvolvimento da cultura em sua fase inicial. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biologia Vegetal do Instituto do Trópico Subúmido (ITS) da PUC Goiás, utilizando cinco tratamentos com soluções de sulfato de magnésio ($MgSO_4$) em concentrações de 0, 50, 100, 200 e 300 ppm. Inicialmente, foi avaliada uma fase de crescimento em laboratório, seguida por um experimento em condições de campo. A análise estatística foi realizada através de ANOVA, as variáveis testadas incluíram altura da planta, tamanho das raízes, diâmetro do caule, número de folhas, biomassa acumulada e matéria seca. Os resultados indicaram que, na fase inicial (7 dias), concentrações elevadas de magnésio (200 e 300 ppm) foram prejudiciais ao desenvolvimento das plântulas. Já as plantas com maior tempo de desenvolvimento conduzidas em condições de campo aos 20 dias não demonstraram sensibilidade ao magnésio aplicado em solução em suas diferentes concentrações e nem tampouco em comparação com a testemunha, levando-se a acreditar que até esta fase de crescimento o magnésio não tenha grande importância, talvez pela marcha de absorção muito lenta como citado na literatura para outros macronutrientes.

Palavras-chave: Macronutrientes secundários. Sulfato de magnésio. Crescimento Inicial. *Sesamum indicum* L.

ABSTRACT

SOUZA, H. M.; **EVALUATION OF THE INITIAL DEVELOPMENT OF THE SESAME (*Sesamum indicum* L.) CROP IN DIFFERENT MAGNESIUM CONCENTRATIONS.** 2024. Course Completion Work - Bachelor's degree in Agronomy, from the Pontifical Catholic University of Goiás, PUC-GO.2024.

Magnesium (Mg) is an essential macronutrient for plant development, participating in processes such as photosynthesis, respiration, carbohydrate, protein and synthesis. This study analyzed the effect of different magnesium concentrations on sesame (*Sesamum indicum* L.) germination and early growth, aiming to determine the limits for optimal crop development during its initial stage. The experiments were conducted at the Plant Biology Laboratory of the Subtropical Tropics Institute (ITS) at PUC Goiás, using five treatments with magnesium sulfate ($MgSO_4$) solutions at concentrations of 0, 50, 100, 200, and 300 ppm. Initially, growth was evaluated under laboratory conditions, followed by a field experiment. Statistical analysis was performed using ANOVA, and the tested variables included plant height, root length, stem diameter, number of leaves, biomass accumulation, and dry matter. Results showed that high magnesium concentrations (200 and 300 ppm) negatively affected seedling development during the initial stage (7 days). However, plants evaluated at 20 days under field conditions showed no sensitivity to magnesium concentrations or comparison with the control treatment, suggesting that magnesium may have limited importance at this stage, possibly due to the slow absorption rate reported in the literature for other macronutrients.

Key words: Secondary macronutrients. Magnesium sulfate. Initial growth. *Sesamum indicum* L.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVO	8
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
4. MATERIAIS E MÉTODOS	13
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	

1. INTRODUÇÃO

O *Sesamum indicum* L., conhecido popularmente como gergelim, é uma planta pertencente à família Pedaliaceae. É uma planta anual, herbácea, nativa da África e amplamente cultivada em várias regiões do mundo devido às suas sementes comestíveis, atualmente é a nona mais cultivada no mundo. Seu cultivo apresenta grande potencial econômico, devido às possibilidades de exploração, tanto no mercado nacional como internacional. Algumas sementes de gergelim necessitam de luz para iniciar o processo de germinação, enquanto outras germinam mais eficazmente na ausência de luz (Silva, 2021).

No Brasil do século 16, o gergelim foi introduzido, na Região Nordeste, pelos portugueses, e foi tradicionalmente plantado para consumo local. Na Venezuela, desenvolveu-se como cultura comercial em virtude das condições climáticas muito favoráveis, bem como dos trabalhos de pesquisa que difundiram tal cultura. Na América do Norte, foi introduzido no fim do século 17 por escravos africanos. Com ampla adaptabilidade às condições edafoclimáticas de clima quente, o gergelim tem bom nível de resistência à seca, e é fácil de ser cultivado: características que o transformam em excelente opção de diversificação agrícola por seu grande potencial econômico nos mercados nacional e internacional (Arriel *et al.*, 2007).

O Gergelim, dependendo da cultivar, é uma planta anual ou perene, de altura variável entre 0,5 m e 3,0 m, flores completas e axilas, com fruto tipo cápsula, e apresenta heterofilia, de forma que na floração têm folhas de diferentes formas, os autores consideram a heterofilia das folhas como importante característica da planta do gergelim, pois permite bom aproveitamento da luz solar ao longo do dossel. Este comportamento fisiológico reflete na área foliar da planta, onde apresenta crescimento rápido entre 30 e 60 dias, decrescendo após este período (Albuquerque *et al.*, 2011).

A produção de gergelim no Brasil tem mostrado um crescimento significativo, especialmente em regiões como Mato Grosso, nos municípios de Água Boa, Nova Xavantina e, de forma notável, em Canarana. Este crescimento também é observado em outros estados, incluindo Pará, Maranhão, Bahia, Tocantins e Goiás, embora em menor escala. O aumento da área plantada e da produção de gergelim no país, que registrou um crescimento impressionante de 123% de uma safra para a outra (de 413 mil toneladas em 2018/2019 para 958 mil toneladas em 2019/2020), é impulsionado

principalmente pela possibilidade de exportação do produto para atender à crescente demanda global por alimentos (Melo, 2023).

O fornecimento de nutrição mineral para plantas é de suma importância para o desenvolvimento inicial e de todo o ciclo de uma planta, toda via as concentrações de cada nutriente seja ele macronutriente ou micronutriente, deve ser analisada qual a necessidade da cultura para seu bom desenvolvimento e produtividade.

O Mg, também tido com um macronutriente secundário, tem sua origem primária em rochas ígneas e os principais minerais que o contêm são a biotita, dolomita, clorita, serpentina e olivina, componentes também de rochas metamórficas e sedimentares. O Mg faz parte da estrutura de minerais de argila, correndo em illita, vermiculita e montmorilomita. Quanto mais intemperizado o solo, menor ocorrência destes minerais, até que reste somente o Mg trocável adsorvido aos colóides e componentes da matéria orgânica do solo. As formas trocáveis e na solução são as consideradas disponíveis às plantas (Faquin, 2005).

Os solos brasileiros são de modo geral pobres em Magnésio. Isso se deve tanto ao material de origem com baixas concentrações no nutriente quanto a intensos processos pedogenéticos ao longo da formação dos solos nos quais os produtos de intemperização como o Mg são lixiviados. O processo de acidificação do solo, também influencia negativamente o Mg devido a reduzida estabilidade de carbonatos, sulfatos, silicatos e aluminossilicatos de Mg em meios ácidos (Castro *et al.*, 2020).

Segundo Faquin (2005) dentre suas funções do magnésio destaca-se seu papel na composição da molécula de clorofila, participando de vários processos, como fotossíntese, respiração, síntese de carboidratos e proteínas, que requerem e fornecem energia que são fundamentais para as plantas.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi analisar o uso de diferentes concentrações de Magnésio e seu efeito sob a germinação e o crescimento inicial do gergelim (*Sesamum indicum* L.), visando determinar os limites para o bom desenvolvimento da cultura em sua fase inicial.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O gergelim, introduzido no Brasil pelos portugueses no século 16, é plantado tradicionalmente na região Nordeste para consumo local, e vem sendo explorado comercialmente no Centro-Oeste e no Sudeste, especialmente no Estado de São Paulo, há mais de 60 anos, para atender ao segmento agroindustrial de óleos e de alimentos *in natura*. (Arriel, Beltrão. 2023)

É uma opção de cultivo rentável, tradicionalmente explorado em pequenas e médias propriedades agrícolas nordestinas, principalmente por ser tolerante à seca, de fácil cultivo e ampla adaptabilidade às condições edafoclimáticas (Queiroga *et al.*, 2008).

Por sua vez, a cultivar K3, detalhada por Melo (2023), destaca-se por sua alta produtividade, o que a torna amplamente cultivada em diversas regiões. As plantas dessa cultivar variam de porte médio a alto, com folhas estreitas de cor verde-clara, e suas sementes apresentam uma coloração marrom-escura.

Assim como a ANAHI, a cultivar K3 é destacada por sua riqueza em óleo, tornando-a valiosa para a produção de óleo de gergelim e usos culinários. Esta variedade mostra excelente adaptação e rendimento sob diversas condições climáticas e de solo, com manejo apropriado. Sua apreciação deve-se à qualidade e ao potencial de rendimento para os agricultores, o qual está vinculado à semideiscência da cápsula, que evita a abertura excessiva durante a colheita, reduzindo as perdas de sementes (Vanderleis *et al.*, 2023).

De acordo com Oliveira *et al.* (2000), o gergelim requer precipitações pluviais entre 400 e 600 mm bem distribuídas durante seu ciclo, no primeiro mês a planta requer de 160 a 180 mm. A planta apresenta resistência estomática bastante elevada, o que faz com que transpire menos em períodos críticos e resista mais à seca, sendo esta uma de suas principais características fisiológicas. É uma cultura rústica, pouco exigente em fertilidade do solo e água, mas responde a essas práticas (Avila; Graterol; Oliveira, 2005). O rendimento médio de grãos é em torno de 650 kg ha⁻¹, porém o seu potencial produtivo pode chegar a 1.500 kg ha⁻¹ (Oliveira, 2005).

O gergelim é uma planta de elevada complexidade morfofisiológica, apresentando grande variabilidade no hábito de crescimento, com tipos ramificados e tipos sem ramificações, ciclo bastante variável, de acordo com a cultivar e o ambiente, com amplitude de 70 a 180 dias nas condições do Nordeste brasileiro, podendo chegar,

dependendo da cultivar, à altura de mais de 3 m; é uma planta que tem pronunciada heterofilia, com os macrofilos basais lobulados e grandes, e os da parte superior lanceolados, o que lhes confere uma boa condição na captura da radiação solar, bem diferente, por exemplo da planta do algodoeiro, que tem estrutura fortemente planofilar, com coeficiente de extensão da luz maior que a umidade (Beltrão *et al.*, 2001).

Segundo Arriel *et al.* (2007) o gergelim é uma planta anual ou perene, de altura variável (0,5 a 3 m), caule ereto, com ou sem ramificações, com ou sem pelo, e apresenta sistema radicular pivotante, suas folhas apresentam-se alternadas ou opostas, sendo as da parte inferior da planta adulta mais largas, irregularmente dentadas ou lobadas, enquanto as da parte superior são lanceoladas; as flores são completas e axilares, em número de 1 a 3 por axila foliar; o fruto é uma cápsula alongada, pilosa, deiscente ou indeiscente, de tamanho variando de 2 a 8 cm, dependendo da variedade; as sementes são pequenas, onde as cores variam de branca a preta.

Suas raízes são pivotantes, o que garante boa ancoragem e absorção eficiente de nutrientes e água. As folhas são alternadas, com formas ovais a lanceoladas, e margens inteiras (Castro *et al.*, 2021). As flores solitárias surgem nas axilas das folhas e são caracterizadas por uma corola tubular, que pode ser branca, rosa, roxa ou vermelha. A polinização ocorre principalmente por abelhas (Beltrão *et al.*, 2013).

O magnésio (Mg), assim como o nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e enxofre, é considerado macronutriente, o que sinaliza haver necessidade de disponibilizá-lo às plantas em doses mais elevadas para suprir suas necessidades, em relação aos micronutrientes. Na verdade, os solos do planeta são relativamente ricos em Mg. Cerca de 2% da crosta terrestre é composta por este elemento, embora apenas pequena parte dele esteja disponível na solução do solo para absorção pelos vegetais. Apesar da abundância de Mg na crosta terrestre, os solos brasileiros são relativamente pobres do nutriente, dada a constituição dos materiais que lhes deram origem e ao elevado grau de intemperismo, que promove a remoção de bases do solo (Dall'Agnol, 2021).

No solo, o Mg total pode ser dividido nas frações: (1) não trocável, presente na estrutura dos minerais; (2) trocável, que está adsorvido de forma eletrostática aos coloides minerais e orgânicos do solo e, (3) como íon livre na solução do solo cujas concentrações variam de 5 a 50 mg/L (Tisdale; Nelson, 1993). As três frações se

mantêm em equilíbrio termodinâmico. A fração, ou fase não trocável, a qual contém a maior proporção do Mg total, é composta pelo Mg dos minerais primários e por parte do Mg de minerais de argila secundários (Melo *et al.*, 2000).

O Mg disponível do solo apresenta-se na forma catiônica (Mg^{2+}) distribuída no complexo de troca de cátions e na solução do solo. Os principais fatores que afetam a sua disponibilidade às plantas são as quantidades totais de Mg trocável e a sua concentração relativa ao grau de saturação do complexo de troca e, também, em relação aos demais cátions predominantes nesse complexo. A taxa de absorção pode ser fortemente reduzida por outros nutrientes no solo; bem como, pelo desequilíbrio em relação ao cálcio (Ca^{2+}) e manganês ($Mn^{2+,4+}$) (Bergmann, 1992). Altas atividades de H^+ em solos com baixo pH (H^2O) (~4,5 ou menos) também reduzem a disponibilidade de Mg (Marschner, 2012). A deficiência de Mg induzida por cátions competidores é, portanto, um fenômeno que pode ser bastante comum em condições de manejo inadequado da calagem e da adubação.

Originalmente, a deficiência de Mg ocorre em solos ácidos e de textura arenosa, cujo material de origem é pobre em Mg, conseqüentemente, esses solos possuem baixos teores naturais de Mg (Havlin *et al.*, 2005) e, principalmente, com altos teores de K. No Brasil, os principais processos que têm conduzido à deficiência de Mg no solo são o manejo inadequado da calagem, da gessagem (Caires, 2011) e da adubação.

A disponibilidade de Mg^{2+} no complexo de troca e a sua absorção pelas plantas é dependente da disponibilidade de Ca^{2+} , cátion dominante no complexo de troca do solo e de K^+ , cátion preferencialmente absorvido pelas plantas e segundo nutriente mais exportado em grãos de soja. Assim, além do teor disponível do nutriente no solo, medido em $cmolc /dm^3$, de forma secundária, a porcentagem do nutriente na Capacidade de Troca de Catiônica - CTC e a relação do íon Mg^{2+} com os demais cátions do complexo de troca, principalmente o Ca^{2+} e o K^+ , tem uma importância complementar na avaliação do equilíbrio entre cátions trocáveis de caráter básico, tendo em vista que estes três nutrientes compõem a maioria dos cátions trocáveis no complexo eletronegativo de troca do solo (CASTRO, 2020).

Quaggio (2000), após longa revisão dos trabalhos com relação Ca/Mg, desenvolvidos no Brasil, conclui que a mesma não tem importância para o crescimento ou produção das plantas, e que os efeitos das relações extremas dos

dois nutrientes nas plantas não se devem à ação direta da relação Ca/Mg, mas sim, de deficiência de Ca ou de Mg.

As plantas absorvem o magnésio como íon Mg^{2+} e nessa forma o nutriente é transportado, via xilema, para diversas partes das plantas em desenvolvimento e incorporado pelas células onde desempenha importantes funções no metabolismo vegetal, como a atividade fotossintética e a incorporação do carbono (C) (Marschner, 2012). O Mg também desempenha um papel fundamental nos mecanismos de defesa das plantas em condições de estresse abiótico (Senbayram *et al.*, 2015), sendo altamente influenciado pela intensidade luminosa. Assim, plantas cultivadas em condições de elevada intensidade luminosa parecem ter maior necessidade por Mg do que plantas cultivadas em ambientes com menor intensidade luminosa (Cakmak; Yazici, 2010).

Parte do Mg absorvido pelas plantas é constituinte estrutural da clorofila, molécula orgânica fundamental no processo físico-químico da fotossíntese, e da vida. O Mg é o átomo central da molécula de clorofila, correspondendo ao redor de 2,7% do peso molecular da clorofila e, dependendo do estado nutricional, entre 6 e 25% do Mg total das plantas está ligado à clorofila (Marschner, 2012). Em geral, outros 5 a 10% do Mg total estão presentes nas folhas, firmemente associado à pectina nas paredes celulares ou precipitado como sais pouco solúveis no vacúolo, participando da regulação osmótica. No entanto, entre 60 e 90% do Mg acumulado nas plantas é extraível com água (Marschner, 2012) e, portanto, permanece solúvel e confere o caráter móvel ao nutriente.

O Mg executa muitas funções, em adição ao seu papel estrutural na clorofila. Juntamente com K, é um dos principais ativadores enzimáticos em vegetais, participando diretamente da síntese de carboidratos, ácidos nucléicos e no metabolismo de transferência de energia via trifosfato de adenosina (ATP) (Epstein; Bloom, 2005; Cakmak; Yazici, 2010). Cerca de 75% do Mg foliar está envolvido na síntese proteica (White; Broadley, 2009), atuando como ativador enzimático no metabolismo e incorporação do carbono fotossintético (Cakmak; Kirkby, 2008).

A deficiência de magnésio está ligada as folhas mais velhas que apresentam clorose internervural, a princípio ligeiramente amarelada, e, depois, alaranjada. O verde persiste nas nervuras e nas veias, com padrão característico.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biologia Vegetal instalado no Instituto do Trópico Subúmido (ITS) localizado no Campus II da PUC Goiás.

Inicialmente foi realizado um primeiro experimento para determinar o efeito das diferentes concentrações de magnésio sobre o crescimento do gergelim (*Sesamum indicum* L.) aos 7 dias após o início da germinação que representa a fase germinativa da semente. As sementes foram obtidas com Produtor Rural que são específicas para plantio.

A unidade experimental (parcela) utilizada no experimento foi um recipiente plástico com capacidade volumétrica 300 mL contendo tampa e forrado com dois discos de papel de filtro, sendo que cada recipiente recebeu 20 sementes de gergelim.

Foram utilizados cinco tratamentos em que cada um constou de diferentes concentrações de magnésio fornecidas através de soluções de sulfato de magnésio (MgSO_4) diluídas em água.

Os tratamentos foram definidos pelas seguintes concentrações de sulfato de magnésio (MgSO_4). (FIGURA 1):

- T0 (testemunha): 0 ppm de magnésio
- T50: 50 ppm de magnésio
- T100: 100 ppm de magnésio
- T200: 200 ppm de magnésio
- T300: 300 ppm de magnésio

Figura 1. Unidade experimental utilizada para comparar o efeito das diferentes concentrações de magnésio sobre o crescimento inicial do gergelim (*Sesamum indicum* L.) durante 7 dias.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

As soluções foram preparadas por meio de cálculos de diluição para garantir a precisão das concentrações aplicadas. Cada tratamento foi conduzido com cinco repetições, totalizando 25 parcelas experimentais, sendo que o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizados (Figura 2).

Figura 2. Disposição das unidades experimentais do experimento para comparar o efeito das diferentes concentrações de magnésio sobre o crescimento inicial do gergelim (*Sesamum indicum* L.) durante 7 dias.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

As unidades experimentais permaneceram em laboratório durante sete dias e logo após este período foi realizada a contagem em cada repetição.

Ao término do período de germinação, foram coletados dados relativos à altura das plântulas e ao comprimento das raízes, utilizando-se uma régua milimétrica. Para a análise dos resultados, aplicou-se a análise de variância (ANOVA) por meio do software Microsoft Excel, considerando um nível de significância de 5% (Figura 3).

Figura 3. Representação após germinação das plântulas de gergelim (*Sesamum indicum* L.) do tratamento T0, na qual neste estágio fenológico foram coletados os dados, altura das plântulas e o comprimento das raízes, igualmente para todos os demais tratamentos. (T50, T100, T200, T300).



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Um segundo experimento foi conduzido, sob condições controladas de laboratório e, posteriormente, transferida para condições naturais de campo.

Cada unidade experimental foi um recipiente plástico com capacidade volumétrica de 400 mL tratamento contendo solo de barranco e adubados com 1,5 g de fertilizante 04-30-10 (4% N, 30% P e 10% K). Em cada recipiente foram plantadas dez sementes de gergelim (Figura 4).

Figura 4. Montagem das unidades experimentais em recipientes plásticos para o crescimento inicial do gergelim.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Durante os primeiros sete dias, os tratamentos permaneceram em condições laboratoriais sob iluminação por luzes de LED, com irrigações realizadas a cada dois dias, utilizando 50 mL de água por unidade experimental.

A aplicação das respectivas concentrações de magnésio (0;50;100;200 e 300 ppm de magnésio) foi realizada no sexto dia após o plantio utilizando-se solução de sulfato de magnésio em diferentes concentrações. Após sete dias, as plantas foram transferidas para um ambiente natural, onde permaneceram por mais 13 dias. A irrigação das plantas foi ajustada de acordo com necessidade de água baseado na secagem do solo, uma vez que praticamente estava chovendo todos os dias.

As análises das variáveis agrônômicas foram realizadas no vigésimo dia de crescimento vegetativo. Primeiramente foi realizado um desbaste, na qual é retirado as plântulas que excedia a quantidade necessária, determinando assim apenas cinco plantas por parcela para em seguida realizar as análises.

As variáveis avaliadas foram: altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, biomassa acumulada (matéria fresca) e matéria seca. As medições de altura e diâmetro foram realizadas com fita métrica milimétrica, paquímetro convencional e balança digital, já para a realização da matéria seca, utilizou-se uma estufa de

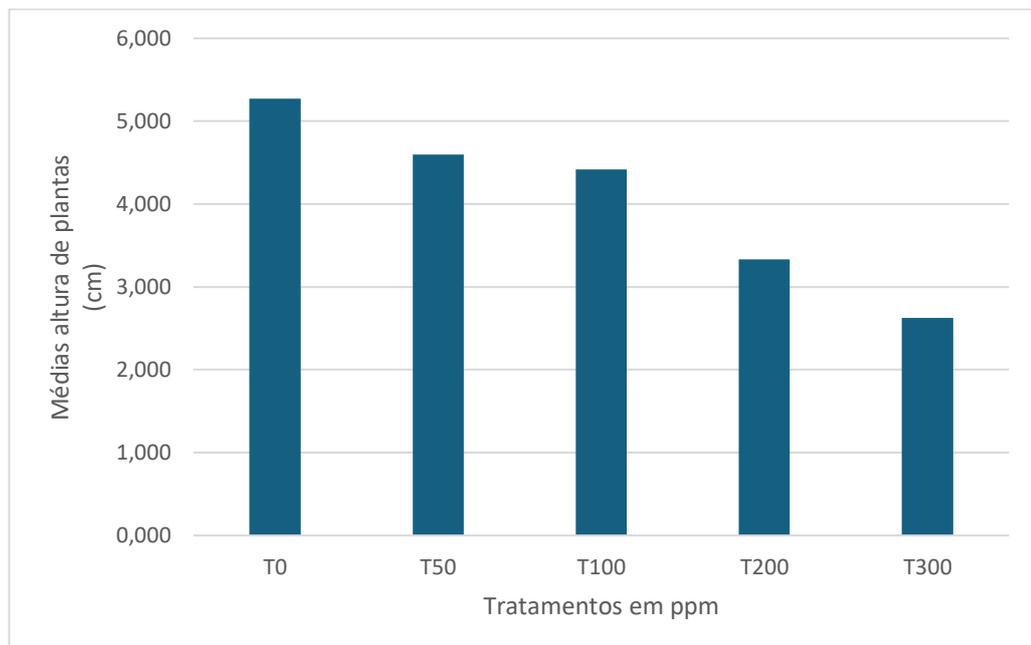
secagem a 70°C na qual a planta ficou armazenada em embalagens de papel pardo até peso constante (72 horas a 70°C) e em seguida realizou-se suas respectivas pesagens. Para a análise dos dados, foi utilizada a análise de variância (ANOVA), por meio do software Excel, considerando um nível de significância de 5% e em caso positivo, adicionalmente foi realizado o teste de Tukey a 5% para detectar a diferença mínima significativa entre os valores dos tratamentos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visualmente as plantas apresentaram diferenças no crescimento nas diferentes concentrações de magnésio muito embora não tenha sido verificada nenhuma deformação no aspecto morfológico, nem na parte aérea e nas raízes.

Os resultados indicaram que após sete dias do início da germinação houve diferenças significativas do ponto de vista estatístico pelo teste de Tukey entre os tratamentos, não existindo diferenças entre os tratamentos de 0, 50 e 100 ppm, mas sim entre os tratamentos de 200 e 300 ppm. As respectivas médias de alturas para os tratamentos de 0; 50; 100; 200 e 300 ppm foram: 5,2 cm; 4,59 cm; 4,41 cm; 3,3 cm e 2,62 cm (Figura 5).

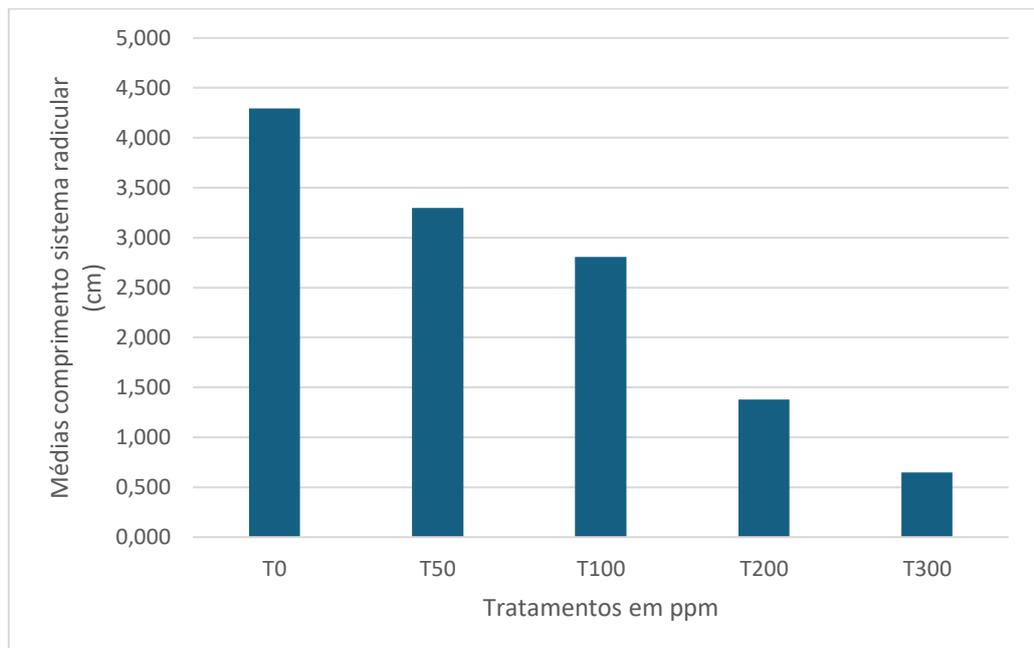
Figura 5- Altura de média em cm das plântulas de gergelim (*Sesamum indicum* L.) durante 7 dias em diferentes concentrações de magnésio em condições experimentais.



A análise estatística indicou que houve diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% de significância entre os tratamentos que receberam 200 e 300 ppm demonstrando que elevadas concentrações de magnésio podem interferir no crescimento inicial do gergelim.

Na Figura 6 pode ser observado o comprimento radicular das plântulas de gergelim nos diferentes tratamentos com magnésio. Os valores do comprimento do sistema radicular entre os diferentes tratamentos foram respectivamente: 4,29 cm; 3,33 cm; 2,80 cm; 1,37 cm; 0,67 cm para as concentrações de 0; 50; 100; 200 e 300 ppm. Entre os tratamentos houve diferenças estatísticas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, indicando que nos tratamentos de 200 e 300 ppm, promoveram redução significativa no crescimento.

Figura 6– Comprimento do sistema radicular de plântulas de gergelim (*Sesamum indicum* L.) durante 7 dias em diferentes concentrações de magnésio em condições experimentais.



A altura é um parâmetro importante de crescimento e que reflete o aumento no número de células e a expansão celular no eixo principal da planta. Segundo Hopkins e Huner (2009) o crescimento e desenvolvimento de uma planta é direcionado por diversos fatores internos e externos que influenciam a forma como uma planta vai crescer e se desenvolver como hormônios, luz, nutrientes minerais, temperatura, interação com insetos e doenças, gravidade, entre outros fatores.

As concentrações de magnésio até 100 ppm aplicadas nos tratamentos não causaram efeito positivo sobre o crescimento, porém em concentrações maiores com 200 e 300 ppm, houve uma interação negativa sobre as plântulas de gergelim aos 7

dias de crescimento, muito embora o magnésio seja um elemento essencial. Segundo Epstein e Bloom (2005) o magnésio é um dos componentes da clorofila e serve também como cofator na ativação de várias enzimas fosforilativas participando de ponte entre o ATP, sem o qual não há metabolismo energético. Kerbauy (2019) afirma que a germinação e o crescimento inicial são um período de intensa atividade metabólica na planta jovem, envolvendo a síntese de ATP e de proteínas, na qual o magnésio participa ativamente da estabilidade do ribossomo durante a síntese proteica.

Segundo Coll *et al.* (2000) os nutrientes minerais embora sejam essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas, dependendo da dosagem, podem causar distúrbios e intoxicação, com efeitos nocivos, tornando-se prejudiciais para as plantas.

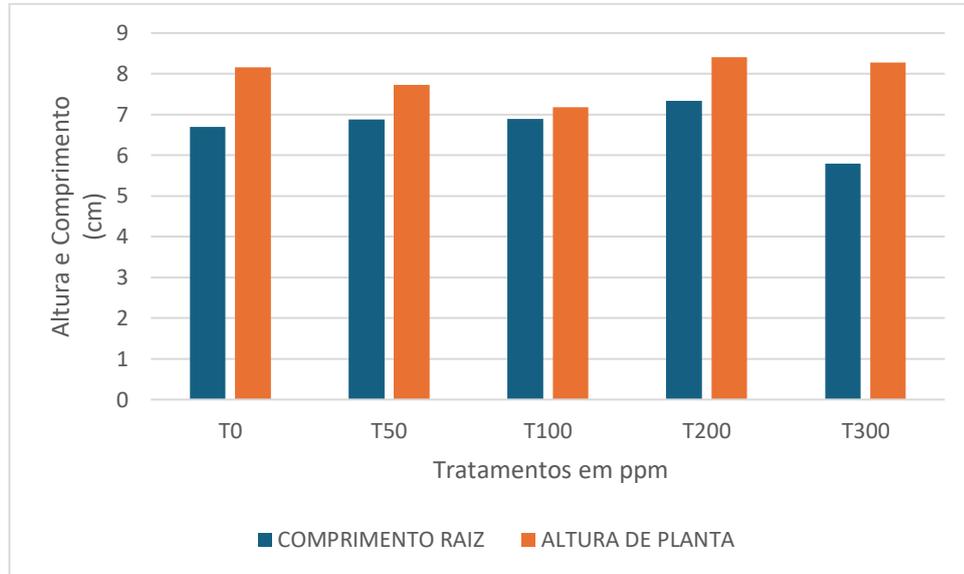
Outro fator que chama a atenção é que os tratamentos de 50 e 100 ppm não promoveram maior crescimento em relação a testemunha que não recebeu nenhuma concentração de magnésio, seja em relação à altura ou comprimento do sistema radicular. Este resultado indica que nesta fase de crescimento (7 dias) não houve a necessidade de magnésio externo para a germinação e crescimento inicial.

Na figura 7 pode ser observado o gráfico de crescimento em altura e do sistema radicular de plantas de gergelim aos 20 dias no segundo experimento no qual as plantas receberam diferentes concentrações de magnésio e permaneceram em crescimento durante 20 dias em condições experimentais.

A média de altura das plantas de gergelim aos 20 dias de crescimento variou de 7,17 cm (tratamento 100 ppm) a 8,41 cm (tratamento 200 ppm) e o comprimento do sistema radicular variou entre 5,79 cm (tratamento 300 ppm) a 7,33 cm (tratamento 200 ppm). Para ambos os parâmetros, altura e comprimento do sistema radicular, não houve diferenças estatísticas significativa entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste F (ANOVA).

É interessante que o comportamento das plantas de gergelim nessa fase de crescimento (20 dias) foi diferente da fase anterior (7 dias), onde as concentrações maiores (200 e 300 ppm) promoveram redução no crescimento.

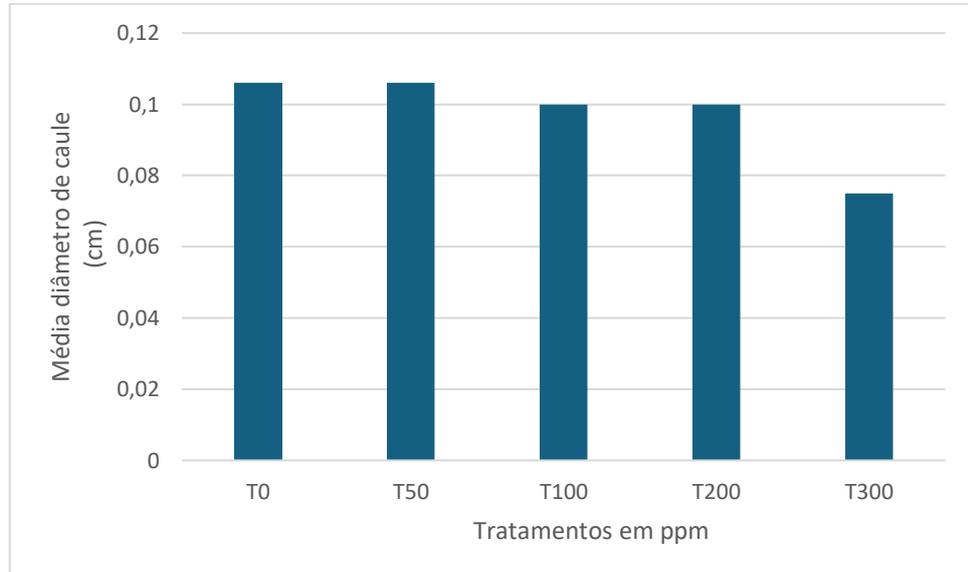
Figura 7– Média de altura e comprimento de raiz de plantas de gergelim (*Sesamum indicum* L.) durante 20 dias em diferentes concentrações de magnésio em condições experimentais.



O diâmetro da planta é um importante parâmetro de crescimento que reflete o desenvolvimento estrutural do caule, reflexo direto das condições de crescimento e desenvolvimento da planta que envolve a sua nutrição mineral. O caule pela sua função de condução e armazenamento de reservas nutricionais se mostra como uma medida essencial de crescimento, resultado da capacidade celular de multiplicação e expansão (COLL *et al.*, 2000).

O diâmetro do caule de plantas de gergelim crescendo aos 20 dias é apresentado na figura 8, em que o diâmetro do caule variou entre 0,075 cm e 0,106 cm, não existindo diferenças estatísticas entre as médias.

Figura 8– Média do diâmetro do caule em plantas de gergelim (*Sesamum indicum* L.) durante 20 dias em diferentes concentrações de magnésio em condições experimentais.

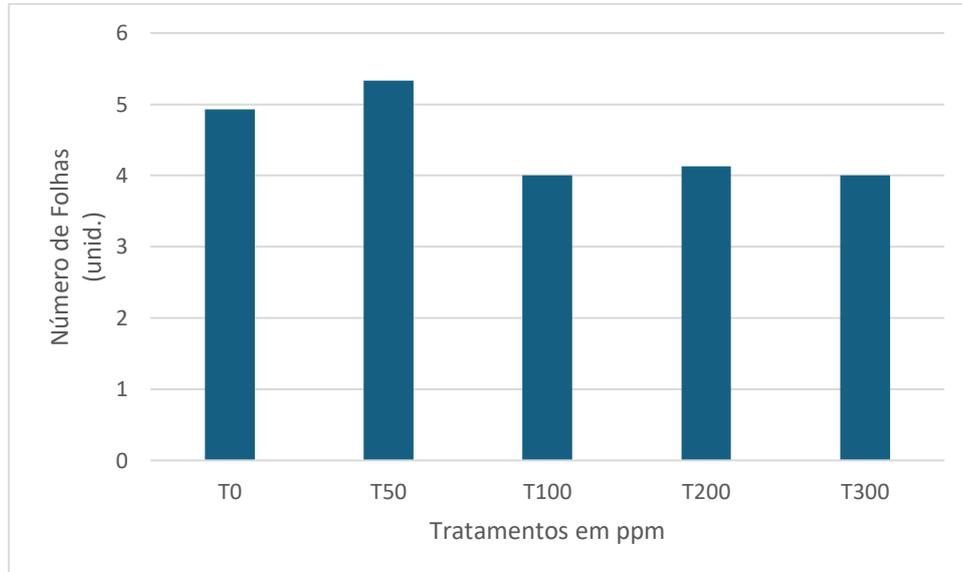


Na figura 9 pode ser evidenciada a média do número de folhas nos diferentes tratamentos no qual as plantas de gergelim foram submetidas, variando de 4 a 5,5 folhas por planta, não havendo diferença estatística entre esses valores.

Não foi observado nenhum sintoma de deficiência entre os tratamentos e nem de toxicidade que poderia ter sido causada pelo excesso de magnésio, uma vez que um dos tratamentos recebeu uma concentração de 300 ppm.

Segundo Prado (2020) o magnésio se destaca pela sua participação na constituição da molécula de clorofila, presente no centro da molécula, onde os sintomas de deficiência devido a sua mobilidade ocorrem nas folhas mais velhas com a clorose internerval típica.

Figura 9– Média do número de folhas de plantas de gergelim (*Sesamum indicum* L.) durante 20 dias em diferentes concentrações de magnésio em condições experimentais.



Segundo Castro *et al.* (2008) o magnésio é o quarto elemento mais absorvido pelas plantas de milho, entretanto, sua exportação é inferior ao fósforo, sendo que a importância do magnésio é semelhante ao cálcio e sua relação com o cálcio está entre três e cinco vezes com reflexos desta relação com a absorção de potássio. Para a cultura do gergelim o nitrogênio, fósforo e potássio são pouco extraídos do solo até os 30 dias após o plantio, existindo baixa necessidade destes nutrientes (ARRIEL *et al.*, 2007). No entanto, nenhuma informação sobre o magnésio foi encontrada na literatura para esta cultura.

Pode ser observado na figura 10 os valores obtidos para o peso da matéria fresca, matéria seca e biomassa da parte aérea e sistema radicular das plantas de gergelim aos 20 dias de crescimento.

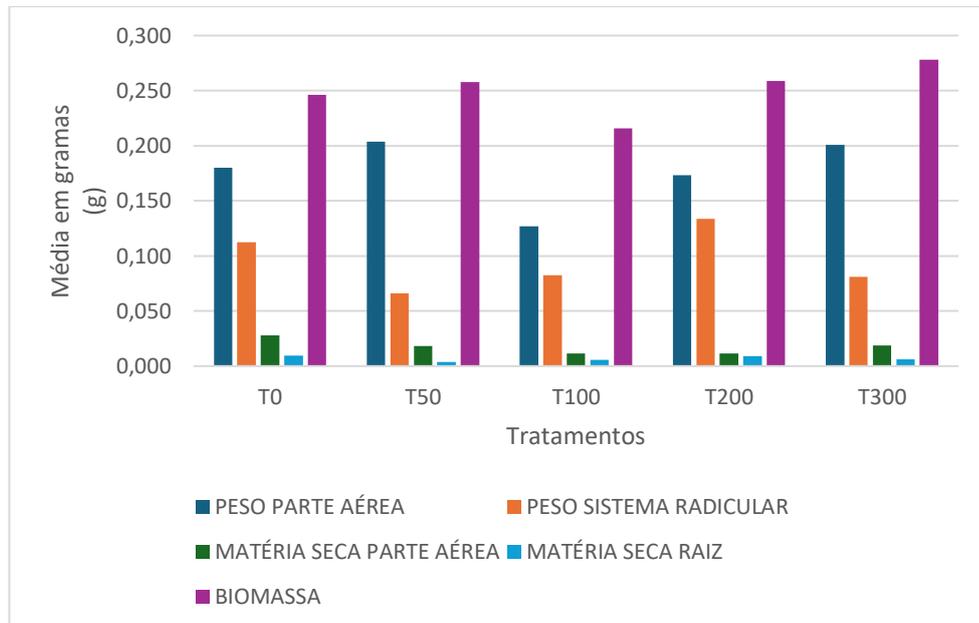
Os dados coletados demonstraram que em todos os parâmetros analisados não houve diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% de significância pelo teste F (ANOVA).

Segundo Taiz *et al.* (2017), o magnésio, assim como o cálcio, é um elemento estrutural muito importante e como cofator enzimático, apresentando antagonismo com outros íons que podem causar deficiência no solo, sendo importante identificar as necessidades nutricionais de uma planta. No entanto, no presente trabalho entre

os parâmetros coletados, não encontrou nenhum destaque positivo pelo aumento na concentração do magnésio e nem tampouco negativo.

Estes resultados induzem a acreditar que nesta fase de crescimento e desenvolvimento do gergelim a variação na concentração de magnésio não seja muito importante, indo além, talvez este nutriente tenha o mesmo comportamento dos outros macronutrientes citados por Arriel *et al.* (2007) no qual a marcha de absorção seja igualmente lenta.

Figura 10– Média de peso da matéria fresca, matéria seca e biomassa para parte aérea e sistema radicular de plantas de gergelim (*Sesamum indicum* L.) durante 20 dias em diferentes concentrações de magnésio em condições experimentais.



Embora o magnésio seja um elemento essencial para as plantas, o conhecimento da necessidade da cultura e sua fase de aplicação é um dado importante para o manejo da adubação e correção do solo.

Segundo Kerbauy (2019) existem nutrientes de origem orgânica nas sementes como carboidratos, lipídeos, proteínas, entre outros e nutrientes minerais que são acumulados durante o desenvolvimento da semente.

Para Coll *et al.* (2000), o embrião ao germinar ainda não apresenta condições de extrair os nutrientes do solo e na maioria das sementes, existe reservas de

nutrientes minerais acumulados que permite o seu crescimento adequado até o pleno desenvolvimento do sistema radicular.

Desta forma é possível que as plantas de gergelim observadas de forma experimental neste trabalho aos 20 dias, estejam utilizando as reservas do endosperma e cotilédones, incluindo o magnésio, apresentando pouca ou nenhuma necessidade externa deste nutriente mineral nesta fase de crescimento e desenvolvimento.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir com os dados obtidos neste trabalho que na fase inicial de crescimento e desenvolvimento do gergelim (7 dias) existe uma sensibilidade às maiores concentrações de magnésio fornecido em solução de sulfato de magnésio, onde as concentrações de 200 e 300 ppm foram prejudiciais para o desenvolvimento das plântulas.

Já as plantas com maior tempo de desenvolvimento aos 20 dias não demonstraram sensibilidade ao magnésio aplicado em solução em suas diferentes concentrações e nem tampouco em comparação com a testemunha, levando-se a acreditar que até esta fase de crescimento o magnésio não tenha grande importância, talvez pela marcha de absorção muito lenta como citado na literatura para outros macronutrientes.

São necessários outros trabalhos que tenham como objetivo entender a necessidade de magnésio nas diferentes fases de crescimento desta importante cultura no qual tem aumentado sua área de produção no Estado de Goiás. Conhecer as exigências nutricionais de uma cultura é necessário para um manejo racional e para a possibilidade de maiores produtividades.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. A. *et al.* Ecofisiologia do gergelim (*Sesamum indicum* L.). In: BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P. (Orgs.). **Ecofisiologia das culturas de algodão, amendoim, gergelim, mamona, pinhão-manso e sisal**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica, 2011. p. 163-194.

ARRIEL, N.H.C.; BELTRÃO, N.E.M. Cultivo do Gergelim. Brasília: **Sistemas de Produção Embrapa** – Embrapa Informação Tecnológica, 2023 (2 p.). Disponível em:
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1155372/1/Cultivo-do-Gergelim.pdf> Acesso em: 25 ago. 2024.

ARRIEL, N.H.C. *et al.* **A cultura do gergelim**. Brasília: Coleção Plantar - Embrapa Informação Tecnológica, 2007 (72 p.). *E-book* Disponível em:
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/97914/1/00080980.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2024.

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

BELTRÃO, N. E. D. M. *et al.* **O gergelim e seu cultivo no semiárido brasileiro**. Natal RN: IFRN, 2013 (240p). *E-book* Disponível em:
<https://memoria.ifrn.edu.br/bitstream/handle/1044/1093/O%20gergelim%20e%20seu%20cultivo%20no%20semiarido%20brasileiro%20-%20Ebook.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: set. 2024

BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D. J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. 1 ed. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 348p.

BERGMANN, W. **Nutritional disorders of plants**: development, visual and analytical diagnosis. Jena: Gustav Fischer Verlag, 1992. 386 p.

CAIRES, E. F. Controle da acidez e melhoria do ambiente radicular no sistema plantio direto. In: FONSECA, A. F. da; CAIRES, E. F.; BARTH, G. **Fertilidade do solo e nutrição de plantas no sistema plantio direto**. Ponta Grossa: AEACG: UEPG, 2011. p. 23-68.

CASTRO, C. *et al.* **Magnésio**: Manejo para o equilíbrio nutricional da soja. Londrina: Embrapa Soja, v.1, n.430, p. 9-54, 2020. Disponível em:
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1125328/1/DOCUMENTO-430-online.pdf>. Acesso em: out. 2024.

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A.; SESTARI, I. **Manual de fisiologia vegetal**: Fisiologia de cultivos. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 2008. 864 p

CASTRO, V. R. *et al.* Avaliação da qualidade oleoquímica das sementes de gergelim (*Sesamum indicum*) e girassol (*Helianthus annuus*). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, p. 1-10, 2021.

CAKMAK, I.; KIRKBY, E. A. *Role of magnesium in carbon partitioning and alleviating photo oxidative damage*. **Physiologia Plantarum**, v. 133, p. 692-704, 2008. DOI: 10.1111/j.1399-3054.2007.01042.x.

CAKMAK, I.; YAZICI, A. M. Magnesium: a forgotten element in crop production. **Better Crops With Plant Food**, v. 94, n. 2, p. 23-25, 2010.

COLL, JUAN BARCELÓ; RODRIGO, G. NICOLÁS; GARCIA, BARTOLOMÉ SABATER; TAMÉS, RICARDO SANCHÉZ. **Fisiologia vegetal**. Madrid: Ediciones Pirámide, 2000. 566 p.

DALL'AGNOL, A. Importância do magnésio no manejo nutricional dos cultivos. **Revista Agrolink**, 2021. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/importancia-do-magnésio-no-manejo-nutricional-dos-cultivos_455121.html. Acesso em: 11 dez 2024.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas**. 2. ed. Trad. NUNES, M.E.T. Londrina: Editora Planta, 2005. 403 p.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. 2005. 175 f., Dissertação Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente. Universidade Federal de Lavras - UFLA / FAEPE, Minas Gerais, 2005.

FIRMINO, P. T. **Caracterização química da semente de gergelim (*Sesamum indicum* L.) BRS 196 (CNPA G-4)**. Campina Grande: Embrapa Algodão, Instrução Técnica n. 117, pág.1-2, 2001.

FIRMINO, P. T.; *et al.* **Gergelim: opção para agricultura familiar do semiárido brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, Comunicado Técnico 198, 2003. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/273456/1/COMTEC198.PDF>. Acesso em: 25 set. 2024.

FONSECA, A. F.; CAIRES, E. F.; BARTH, G. **Fertilidade do solo e nutrição de plantas no sistema plantio direto**. Ponta Grossa: AEACG: UEPG, 2011. p. 23-68.

HAVLIN, J. L.; BEATON, J. D.; TISDALE, S. L.; NELSON, W. L. **Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management**. 7th. ed. Upper Saddle River: Pearson; New Jersey: Prentice Hall, 2005. 515 p.

HOPKINS, WILLIAN G.; HUNER, NORMAN P.A. **Introduction to plant physiology**. 4 ed. Ontário: Ed. Wiley, 2009. 523 p.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019. 420 p.

MARSCHNER, P. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. 3rd. ed. London: Elsevier, 2012. 651 p.

MELO, M. O. L. Barreiras não tarifárias fitossanitárias. **Revista de Política Agrícola**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 31-42, 2023. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1847/pdf>. Acesso em: 06 out. 2024.

MELO, V. F.; *et al.* Potássio e magnésio em minerais das frações areia e silte de diferentes solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 269-284, 2000.

OLIVEIRA, A. P.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; BRUNO, G. B. Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivado com esterco bovino e adubo mineral. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n 2, p. 102-108, 2000.

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

PERIN, A.; CRUVINEL, D. J.; SILVA, J. W.; Desempenho do gergelim em função da adubação NPK e do nível de fertilidade do solo. **Revista Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 93-98, 2010. DOI: 10.4025/actasciagron.v32i1.2521. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asagr/a/Y3ydwYjdy6VZFkLxhtmlFN/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: out. 2024.

PRADO, RENATO DE MELLO. **Nutrição de plantas**. 2ª ed. São Paulo: Editora UNESP, 2020. 414 p.

QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2000. 111 p.

QUEIROGA, V.P.; SILVA, O.R.R.F. **Tecnologias utilizadas no cultivo do gergelim mecanizado**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 2008. 142p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/278027/1/DOC203.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2024.

SENBAYRAM, M.; GRANSEE, A.; WAHLE, V.; THIEL, H. *Role of magnesium fertilisers in agriculture: continuum planta-solo*. **Crop And Pasture Science**, [s. l.], v. 66, n. 12, p. 110-150, 01 jan. 2015. DOI: [10.1071/CP15104](https://doi.org/10.1071/CP15104) CSIRO Publishing. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1071/cp15104>. Acesso em: set. 2024.

SILVA, J. S. D. **Efeito de substratos orgânicos na emergência e no desenvolvimento inicial do gergelim branco (*Sesamum indicum* L.) crioulo, no Alto Sertão Sergipano**. Orientador: Mariana Reis Pimenta. 2021. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Sergipe, Campus do Sertão, Nossa Senhora da Glória, Sergipe, 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L. **Soil fertility and fertilizers**. 5th ed. New York: Macmillan, 1993. 634 p

VANDERLEIS, G. Q. *et al.* Comportamento durante o armazenamento da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de gergelim. **Desafios - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 2, n. 1, 2023.

WHITE, J. P.; BROADLEY, M. R. Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets - iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine. **New Phytologist**, [s. l.], v. 182, p. 49-84, 2009. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2008.02738.x. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1125328/1/DOCUMENTO-430-online.pdf>. Acesso em: out. 2024.