



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO SUPERIOR BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA**

**ANDRÉ SILVA DE MATOS
ERIVELTON OLIVEIRA SOUZA**

**POTENCIAL DE USO AGRÍCOLA DO GESSO RESIDUAL ORIUNDO DA
CONSTRUÇÃO CIVIL NA PRODUÇÃO DE MILHO NO MUNICÍPIO DE
ARAGUATINS-TO**

**ARAGUATINS-TO
2026**

**ANDRÉ SILVA DE MATOS
ERIVELTON OLIVEIRA SOUZA**

**POTENCIAL DE USO AGRÍCOLA DO GESSO RESIDUAL ORIUNDO DA
CONSTRUÇÃO CIVIL NA PRODUÇÃO DE MILHO NO MUNICÍPIO DE
ARAGUATINS-TO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Engenharia Agrônômica da Unidade *Campus*
Araguatins do Instituto Federal do Tocantins, como
exigência à obtenção do título de Bacharel, em
Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Samuel de Deus da Silva

**ARAGUATINS-TO
2026**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

M425p Matos, André Silva de
 Potencial de uso agrícola do gesso residual oriundo da
 construção civil na produção de milho no município de Araguatins-TO
 / André Silva de Matos, Erivelton Oliveira Souza. – Araguatins, TO,
 2026.

34 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Agrônômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Tocantins, Campus Araguatins, Araguatins, TO, 2026.

Orientador: Dr. Samuel de Deus da Silva

1. Gesso. 2. Milho. 3. Sustentabilidade. I. Souza, Erivelton
Oliveira. II. Silva, Samuel de Deus da III. , . IV. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).**



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Campus Araguatins
Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "POTENCIAL DE USO AGRÍCOLA DO GESSO RESIDUAL ORIUNDO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA PRODUÇÃO DE MILHO NO MUNICÍPIO DE ARAGUATINS-TO"

AUTORES: Erivelton Oliveira Souza & André Silva de Matos

ORIENTADOR: Prof. Dr. Samuel de Deus da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma.

Aprovado em 05 de fevereiro de 2026.



Documento assinado eletronicamente por **Raimundo Laerton de Lima Leite, Servidor**, em 05/02/2026, às 16:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Miqueias Alves da Rocha Cesar, Servidor**, em 05/02/2026, às 16:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Samuel de Deus da Silva, Servidor**, em 05/02/2026, às 16:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3013017** e o código CRC **DF6010B0**.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaríamos de agradecer a Deus, que nos concedeu força, sabedoria e saúde para a realização deste trabalho e por tudo o que tem feito por nós ao longo de toda a trajetória acadêmica.

Eu, Erivelton, agradeço aos meus pais, Erivaldo Dias de Souza e Marilene Oliveira Gomes Souza, e à minha irmã, Maria Eduarda Oliveira Souza, por todo o apoio, incentivo e confiança depositados em mim para a realização do sonho de cursar uma faculdade. Estou a poucos meses de me tornar engenheiro agrônomo e, com toda certeza, este diploma não é apenas meu, mas também de vocês.

Agradeço, ainda, à minha esposa, Vitória Ramos de Moura Santos Souza, por estar sempre ao meu lado, me apoiando e auxiliando de todas as formas possíveis. Sem dúvida, você foi a melhor coisa que me aconteceu durante a faculdade. Agradeço também ao nosso filho Joaquim, que ainda está em seu ventre, mas que desde já me dá forças diárias para lutar e seguir em frente por nós.

Eu, André, quero agradecer à minha família, que sempre me apoiou em meu sonho: à minha mãe, Marina Maria da Silva; ao meu pai, Airton Lisboa de Matos; à minha irmã, Alice S. Matos; e ao meu irmão, Caio Murilo S. de Matos.

De modo especial, quero agradecer à dona Elizabeth Aguiar, que literalmente foi e tem sido um anjo em minha vida, uma mãe que Araguatins me deu. É graças à sua ajuda e ao seu apoio que estou conseguindo realizar este curso, este sonho. Agradeço também aos meus professores do ensino médio, Paulo Victor e Joana Patrícia Lira, que me apresentaram a oportunidade de cursar Agronomia em Araguatins.

Agradeço ainda a cada professor e a cada colega que faz parte dessa trajetória, em especial a Samuel Oliveira e ao meu colega de TCC, Erivelton, com quem, desde o início, caminhei lado a lado nesta jornada de graduação.

Agradecemos ao nosso orientador, professor Samuel de Deus, por aceitar nos orientar e contribuir de forma tão dedicada em toda a nossa trajetória acadêmica. Agradecemos também à professora Roberta de Freitas Lobo, que sempre foi nossa parceira e nos auxiliou em diversos momentos ao longo do curso.

Agradecemos, ainda, aos nossos amigos da faculdade, pela parceria, companheirismo e apoio durante todos esses anos de convivência acadêmica.

Por último, mas não menos importante, gostaríamos de agradecer aos professores Raimundo Laerton e Miqueias Alves, por aceitar o convite para compor a banca avaliadora.

RESUMO

O descarte inadequado de resíduos da construção civil, especialmente aqueles oriundos do gesso, representa um relevante problema ambiental, demandando alternativas sustentáveis para sua reutilização. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de uso agrícola do gesso residual proveniente da construção civil na cultura do milho (*Zea mays* L.), no município de Araguatins–TO. O experimento foi conduzido em ambiente aberto, nas dependências do Instituto Federal do Tocantins – Campus Araguatins, utilizando plantas cultivadas em vasos, sob delineamento em blocos casualizados, com seis doses de gesso residual (0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 Mg ha⁻¹) e quatro repetições. O solo utilizado foi previamente caracterizado quanto às suas propriedades físicas e químicas, assim como o gesso residual, que apresentou teores de cálcio e enxofre superiores às garantias mínimas exigidas pela legislação vigente para uso agrícola. As variáveis avaliadas foram diâmetro do colmo, matéria fresca da parte aérea e matéria seca da raiz, aos 60 dias após a semeadura. Os resultados indicaram que as diferentes doses de gesso residual não promoveram efeitos significativos sobre as variáveis agrônômicas analisadas. Tal ausência de resposta foi atribuída, principalmente, às condições químicas favoráveis do solo experimental, que apresentava adequada saturação por bases, ausência de alumínio tóxico e teores satisfatórios de cálcio, limitando a atuação dos mecanismos de ação do gesso. Conclui-se que o gesso residual da construção civil apresenta qualidade agrônômica compatível com o uso agrícola, porém sua eficiência depende das condições químicas do solo, sendo recomendada sua aplicação apenas após diagnóstico prévio que indique limitações favoráveis à sua atuação.

Palavras-chave: Gesso; Milho; Resíduo; Sustentabilidade

ABSTRACT

The improper disposal of construction and demolition waste, especially gypsum residues, represents a significant environmental concern, highlighting the need for sustainable reuse alternatives. In this context, this study aimed to evaluate the agricultural potential of residual gypsum from the construction sector in maize (*Zea mays* L.) cultivation in the municipality of Araguatins, Tocantins State, Brazil. The experiment was conducted under open-field conditions at the Federal Institute of Tocantins – Araguatins Campus, using a pot experiment arranged in a randomized block design with six residual gypsum rates (0; 0.5; 1.0; 1.5; 2.0 and 2.5 Mg ha⁻¹) and four replications. The soil and the residual gypsum were previously characterized for their physical and chemical properties, with the gypsum showing calcium and sulfur contents above the minimum levels required by Brazilian agricultural legislation. The evaluated variables were stem diameter, fresh shoot mass, and root dry mass at 60 days after sowing. The results showed that the applied gypsum rates did not significantly affect the agronomic variables assessed. This lack of response was mainly attributed to the favorable chemical conditions of the soil, which exhibited adequate base saturation, absence of toxic aluminum, and sufficient calcium levels, limiting the expression of gypsum action mechanisms. It was concluded that residual gypsum from construction activities presents suitable agronomic quality for agricultural use; however, its effectiveness depends on soil chemical conditions, and its application should be recommended only after prior soil diagnosis indicating conditions favorable to its action.

Keywords: plaster; corn; waste; sustainability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Área experimental	18
Figura 2 - Gesso Residual	20
Figura 3 - Processo de padronização do gesso (destorroamento e peneiramento) .	21
Figura 4 - Avaliação da altura de plantas (a), diâmetro do colmo (b), biomassa da parte aérea (c) e matéria seca das raízes (d) das plantas de milho aos 60 dias após o plantio.	22
Figura 5 - Experimento instalado no setor de produção de mudas, Genótipo-Ag1051.	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado da análise química do solo na camada de 0-20 e 20-40 cm macronutrientes, PH e alumínio	24
Tabela 2 - Resultado da análise química do solo na camada de 0-20 e 20-40 cm micronutrientes.....	24
Tabela 3 - Resultado da análise física do solo na camada de 0-20 e 20-40 cm	24
Tabela 4 - Análise de variância (ANOVA) do efeito de diferentes doses de gesso sobre o diâmetro do colmo, em delineamento em blocos casualizados.....	25
Tabela 5 - Análise de variância (ANOVA) do efeito de diferentes doses de gesso sobre a matéria fresca da parte aérea, em delineamento em blocos casualizados	27
Tabela 6 - Análise de variância (ANOVA) do efeito de diferentes doses de gesso sobre a matéria seca da raiz, em delineamento em blocos casualizados	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 O gesso agrícola	13
2.2 Resíduos de gesso da construção civil	15
2.2.1 Impactos ambientais do gesso	16
2.3 Cultura do Milho	17
3 METODOLOGIA	18
3.1 Características da área experimental	18
3.2 Origem e preparo do gesso reciclado	19
3.3 Delineamento experimental e tratamentos	21
3.4 Material vegetal e condução da cultura.....	22
3.5 Solo, correção e adubação.....	24
3.6 Análise estatística	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas agrícolas mais importantes do mundo, sendo fundamental tanto para a alimentação humana quanto animal. No Brasil, o milho ocupa posição de destaque no agronegócio, sendo o segundo cereal mais produzido no país, com produção estimada de 116,6 milhões de toneladas na safra 2023/2024, cultivado em aproximadamente 21,8 milhões de hectares (CONAB, 2024).

A cultura possui relevância econômica e social significativa, uma vez que é matéria-prima essencial para diversos setores, incluindo a produção de ração animal, indústria alimentícia e geração de biocombustíveis. O desenvolvimento adequado do sistema radicular do milho é crucial para garantir alta produtividade, especialmente em condições de estresse hídrico e nutricional, o que torna fundamental a adoção de práticas de manejo que favoreçam o aprofundamento das raízes e a eficiência na absorção de água e nutrientes (Resende neto *et al.*, 2024).

Nesse contexto, o gesso agrícola é amplamente utilizado nos cultivos, principalmente por melhorar o ambiente radicular das plantas. Ao atuar na camada subsuperficial do solo (entre 20 e 40 cm de profundidade), o gesso promove o crescimento das raízes, aumentando seu volume. Isso, por sua vez, amplia a área de absorção de água e nutrientes pela planta, contribuindo para um desenvolvimento mais eficiente dos vegetais (Brasil; Lima; Cravo, 2020).

Na construção civil, a geração de resíduos representa um risco significativo para o meio ambiente, a saúde pública e a sociedade. Blumenschein (2004) e Blumenschein *et al.*, (2013) enfatizam que a disposição inadequada desses resíduos é uma etapa da cadeia produtiva da indústria da construção que provoca impactos ambientais negativos consideráveis no solo, no lençol freático, nas águas superficiais, no ar, na flora, na fauna e na paisagem.

De acordo com Feitosa e Theodoro (2020), de maneira geral, os resíduos são frequentemente mal gerenciados, sendo descartados sem os cuidados necessários e, muitas vezes, em locais inadequados. Em particular, os resíduos de gesso, devido à sua baixa resistência mecânica, solubilidade e presença de enxofre, requerem atenção especial por seu potencial tóxico, incluindo a liberação de gases inflamáveis e a contaminação do solo.

Há ocorrência frequente do descarte de resíduos de gesso oriundos da construção civil no município de Araguatins-TO, com destaque para aqueles provenientes da produção de forros. Esses resíduos foram comumente dispostos de forma inadequada em terrenos baldios, calçadas e no lixão municipal, o qual recebia, de maneira indistinta, resíduos domiciliares e de diversas outras atividades. A ausência de segregação e de manejo adequado resultou na disposição aleatória desses rejeitos, que eram, em muitos casos, incinerados com o objetivo de reduzir seu volume.

Visando o aproveitamento desses resíduos, especialmente como insumos agrícolas, estudos científicos indicam essa viabilidade por meio de técnicas como gessagem, rochagem e calagem. Essas abordagens utilizam certos tipos de rochas, ou seus subprodutos, como fontes de macro e micronutrientes, por exemplo, cálcio e enxofre, além de atuar como condicionadores de solo (Feitosa; Theodoro, 2020).

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o potencial de uso agrícola do gesso residual oriundo da construção civil na cultura do milho, visando sua utilização como insumo alternativo e ambientalmente adequado. Especificamente, buscou-se determinar a dose de máxima eficiência agrônômica em resposta ao crescimento e desenvolvimento da cultura, analisar os efeitos do gesso residual sobre o crescimento e a distribuição do sistema radicular do milho, realizar a caracterização física e química do material testado e verificar a viabilidade de seu uso agrícola, de modo a contribuir para a redução da disposição inadequada desse resíduo no meio ambiente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O gesso agrícola

O gesso é um material utilizado em diversas atividades econômicas. Na agricultura, ele serve como fonte de nutrientes, fornecendo cálcio (Ca) e enxofre (S). Além disso, atua como um condicionador de subsuperfície, neutralizando alumínio tóxico e corrigindo solos sódicos. De acordo com a legislação brasileira, o gesso é classificado como corretivo de sodicidade e condicionador de solo (Brasil, 2006).

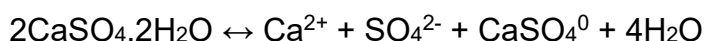
O gesso é considerado um condicionador de solo porque promove mudanças químicas, especialmente nas camadas mais profundas. Isso ajuda as raízes das plantas a crescerem mais profundamente, permitindo que absorvam água e nutrientes de camadas mais baixas do solo. Como resultado, as plantas se tornam mais

resistentes durante períodos de seca, como veranicos e safrinhas, quando há menos chuva e a disponibilidade de água no solo é reduzida (Brasil; Lima; Cravo, 2020).

Segundo estudos de Brasil, Lima e Cravo (2020), a diminuição da acidez do subsolo pode acontecer devido ao deslocamento de cátions, como cálcio (Ca), potássio (K) e magnésio (Mg), ao longo do perfil do solo. Esse processo aumenta a concentração desses nutrientes nas camadas mais profundas do solo, reduzindo a saturação por alumínio e diminuindo os efeitos tóxicos causados por altos níveis desse elemento. Em solos sódicos, o gesso fornece cálcio que substitui o sódio no complexo de troca, que é então lixiviado pela água de drenagem como sulfato de sódio. O excesso de sódio nesses solos dispersa a argila, prejudicando a porosidade, estrutura e condutividade hídrica. O gesso, com seu efeito flocculante, reduz essa dispersão, melhora a permeabilidade do solo e, conseqüentemente, suas propriedades físicas.

O uso do gesso na agricultura pode aumentar a produtividade das culturas, oferecendo benefícios econômicos a longo prazo, especialmente quando combinado adequadamente com o calcário. No entanto, a aplicação do gesso sem os devidos cuidados pode levar a resultados indesejados (Rocha *et al.*, 2019). Uma consideração relevante é que o gesso não é adequado para corrigir a acidez do solo devido às suas propriedades químicas. Além disso, sua adição em mistura com corretivos de acidez pode reduzir o poder relativo de neutralização total (PRNT) do produto final, devido ao fato de não apresentar efeito neutralizante da acidez do solo. Portanto, sua utilização não deve ser feita de forma indiscriminada, mas seguindo critérios técnicos para condições específicas dos diferentes tipos de solo e das culturas desejadas (Brasil; Lima; Cravo, 2020).

De acordo com Furtini Neto *et al.*, (2001), o sulfato de cálcio di-hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), principal constituinte do gesso agrícola, apresenta em sua composição aproximadamente 20% de cálcio (Ca) e 15% de enxofre (S), além de conter pequenas quantidades de P_2O_5 (0,7%) e flúor (0,6%). Em condições de umidade adequada do solo, o gesso aplicado sofre dissolução, liberando íons cálcio e sulfato na solução do solo, conforme a seguinte reação química:



Por sua vez, Vitti *et al.*, (2015) relatam que o gesso agrícola apresenta teores ligeiramente distintos, contendo cerca de 18% de cálcio e 15% de enxofre, destacando-se ainda por sua elevada solubilidade, aproximadamente 200 vezes

superior à do calcário, o que favorece sua mobilidade no perfil do solo e sua atuação em camadas subsuperficiais.

Segundo Sousa, Lobato e Rein (1996), a aplicação de gesso agrícola é indicada em situações nas quais a saturação por alumínio ultrapassa 20% ou quando os teores de cálcio são inferiores a $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ nas camadas subsuperficiais do solo, especificamente entre 20–40 cm e 40–60 cm de profundidade. Os autores ressaltam ainda a importância de se considerar o teor de argila do solo para a definição da dose a ser aplicada em culturas anuais, propondo a seguinte equação para o cálculo da dose de gesso agrícola com 15% de enxofre:

$$\text{DG (kg ha}^{-1}\text{)} = 50 \times \text{argila (\%)}$$

Em que DG corresponde à dose de gesso agrícola recomendada.

Por outro lado, Vitti *et al.*, (2015) sugerem uma recomendação generalizada para culturas anuais, indicando a aplicação de aproximadamente 500 kg ha^{-1} de gesso agrícola, o que corresponde ao fornecimento de cerca de 75 kg ha^{-1} de enxofre. De acordo com os autores, essa dosagem é suficiente para suprir a demanda de enxofre por até três safras agrícolas consecutivas, além de promover melhorias nas condições químicas do solo e no ambiente de desenvolvimento do sistema radicular.

2.2 Resíduos de gesso da construção civil

A gipsita, mineral utilizado para fabricar gesso, possui relevância econômica global. Em 2017, a produção mundial de gipsita foi de 260 milhões de toneladas, sendo a China responsável por metade desse volume, com 130 milhões de toneladas. O Brasil se destacou como o maior produtor da América do Sul e um dos 20 maiores produtores do mundo, com uma produção de aproximadamente 2,1 milhões de toneladas, correspondendo a 0,8% do total mundial (Queiroz Filho; Amorim Neto; Dantas, 2018). No território nacional, Pernambuco é o principal estado produtor, responsável por 79,7% da produção, com destaque para o "polo gesseiro do Araripe", localizado no extremo oeste do estado. Outros estados produtores incluem Maranhão (17,3%), Tocantins (2,2%), Pará (0,4%), Amazonas (0,2%), Rio Grande do Norte (0,1%) e Ceará (0,1%).

A gipsita possui diversas aplicações na agricultura e na indústria. Na agricultura, é utilizada como fonte de cálcio e enxofre, além de auxiliar na neutralização do alumínio tóxico nas camadas subsuperficiais do solo. Na indústria de cimento, atua como retardador de pega, sendo adicionada ao clínquer em proporção

de 3% a 5%. Quando calcinada, a gipsita se transforma em gesso, amplamente empregado na construção civil em forros, placas, revestimentos e acabamentos (Bezerra, 2009; Rocha *et al.*, 2019).

Em ambientes naturais, o sulfato de cálcio ocorre principalmente em três formas: no estado hidratado (gipsita – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), no estado totalmente desidratado (anidrita – CaSO_4) e, mais raramente, no estado hemihidratado (gesso – $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$). O gesso utilizado na construção civil é produzido industrialmente, por meio de processos que convertem o minério de gipsita em sulfato de cálcio hemihidratado em pó (Silva Neto *et al.*, 2015).

Para que o gesso proveniente da reciclagem de resíduos da construção civil seja aproveitado na agricultura, é necessário apenas que ele seja processado de modo a adquirir as propriedades de um condicionador de solo. O uso de gesso reciclado desse setor como insumo agrícola apresenta um grande potencial. Devido à semelhança entre sua composição química e a do gesso agrícola, o gesso descartado pela construção civil pode ser adaptado para aplicação na agricultura, com um desempenho semelhante ao gesso tradicional. Uma das vantagens é que esse material não precisa passar pelos processos de extração e beneficiamento mineral (Feitosa; Theodoro, 2020).

2.2.1 Impactos ambientais do gesso

O gesso, um dos materiais mais tradicionais da construção civil, tem acompanhado o avanço tecnológico do setor, o que impulsiona uma crescente demanda por recursos naturais. Embora as novas tecnologias construtivas promovam inovações, estas acabam intensificando o consumo de recursos e a degradação ambiental. Além do impacto direto da extração, essas inovações geram resíduos que amplificam os danos ao meio ambiente de forma menos perceptível, porém igualmente significativa (Silva, 2013).

A destinação inadequada dos resíduos de gesso pode ocasionar a contaminação do solo e do lençol freático devido às propriedades físico-químicas desse material que, ao entrar em contato com o meio ambiente, pode adquirir caráter tóxico. O resíduo de gesso é composto por sulfato de cálcio di-hidratado, cuja elevada solubilidade favorece a sulfurização do solo e a poluição das águas subterrâneas (Pinheiro, 2011).

O descarte desse resíduo em aterros sanitários convencionais também não é recomendado. Além de apresentar toxicidade, a dissolução de seus componentes

pode tornar o material inflamável. Em ambientes úmidos, sob condições anaeróbicas e na presença de bactérias redutoras de sulfato, ocorre a decomposição do resíduo em dióxido de carbono, água e gás sulfídrico (H_2S), caracterizado pelo odor semelhante ao de ovo podre. A incineração do gesso, por sua vez, pode gerar dióxido de enxofre (SO_2), um gás tóxico. Diante desse cenário, as principais estratégias para mitigar os impactos ambientais são a redução da geração de resíduos na origem, bem como sua reutilização e reciclagem (FAPEAM, 2013).

2.3 Cultura do Milho

De acordo com Toledo (1980), o milho (*Zea mays* L.) é uma planta da família Poaceae, com hábito herbáceo, e possui órgãos reprodutivos distintos, mas presentes na mesma planta, o que a classifica como monoica. Seu ciclo de desenvolvimento varia entre 110 e 160 dias, dependendo da classificação dos genótipos, que pode ser superprecoce, precoce ou tardio. O milho é um dos cereais mais cultivados no mundo, graças à sua vasta diversidade de usos e alto potencial produtivo. Sua origem remonta às regiões da Guatemala e do México (Conceição, 2021).

O caule do milho é do tipo colmo, composto por nós e entrenós. Na parte superior desse caule, as folhas se dispõem alternadamente ao longo do diâmetro oposto. Suas folhas possuem limbo foliar amplo, longo e geralmente liso, formando um ângulo de 90° com o caule devido à presença de uma robusta nervura principal (Morais, 2012).

O sistema radicular do milho é característico das gramíneas, sendo fasciculado, ou em "cabeleira". Em solos com baixo teor de alumínio tóxico principalmente nas camadas subsuperficiais, as raízes podem atingir até 3,0 m de profundidade, porém concentrando-se principalmente nas camadas mais superficiais, até 0,30 m, o que explica sua baixa tolerância à falta de água. Além disso, possui raízes adventícias, chamadas de escoras, que auxiliam na fixação do caule e na absorção de sais minerais em solução (Fornasier Filho, 2007).

O milho é uma das principais culturas agrícolas no Brasil, cultivado em diversos estados, com diferentes níveis de tecnologia e contextos socioculturais. Sua importância se estende tanto à alimentação humana quanto à animal, consolidando-se como um produto fundamental da agricultura brasileira, sendo produzido em mais de dois milhões de propriedades rurais (Contini *et al.*, 2019).

A cultura do milho apresenta elevada responsividade às condições nutricionais, o que a torna uma excelente planta indicadora para a avaliação da eficiência de diferentes fontes de adubação (Silva; Oliveira, 2025). Segundo os autores, o milho respondeu de forma diferenciada à aplicação de cinco tratamentos nutricionais distintos, evidenciando sua alta sensibilidade às variações no manejo da fertilidade do solo. Essa característica contribui para sua ampla utilização tanto em pesquisas científicas quanto nos sistemas produtivos da agricultura familiar.

3 METODOLOGIA

3.1 Características da área experimental

O experimento foi conduzido nas dependências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), *Campus* Araguatins, localizado no Povoado Santa Tereza, Km 05, zona rural do município de Araguatins – TO. As atividades experimentais foram realizadas em uma área aberta nas dependências do viveiro de produção de mudas, com as coordenadas geográficas (latitude -5.644522 e longitude -48.070466) (Figura 1), enquanto as análises físicas e químicas foram conduzidas nos Laboratórios de Solos I e II da referida instituição.

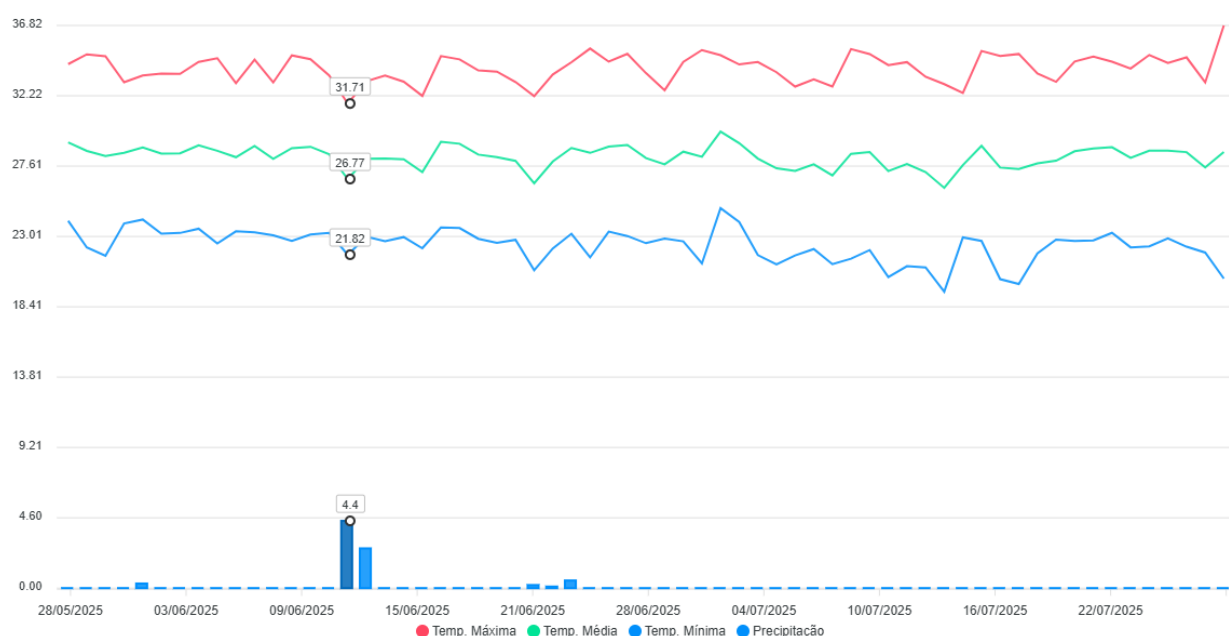
Figura 1 - Área experimental



Fonte: Autores, 2025

De acordo com os dados meteorológicos referentes ao período de condução do experimento, observou-se que a temperatura máxima registrada foi de aproximadamente 36,82°C, enquanto a mínima situou-se em torno de 19,40°C. A precipitação acumulando 8,1 mm ao longo da condução do experimento (Gráfico 1). Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima da região é do tipo Aw, caracterizado como tropical, com duas estações bem definidas: uma chuvosa e outra seca.

Gráfico 1 - Dados meteorológicos de temperatura e precipitação entre os meses de maio a julho de 2025 na cidade de Araguatins, TO



Fonte: Agritempo, 2026

3.2 Origem e preparo do gesso reciclado

O gesso reciclado utilizado no experimento foi proveniente, principalmente, de resíduos de forros residenciais, frequentemente descartados de forma inadequada em terrenos baldios e às margens de estradas no município de Araguatins – TO (Figura 2). Antes da aplicação, o material passou por um processo de padronização granulométrica, visando atender às exigências normativas para uso agrícola.

Figura 2 - Gesso residual

Fonte: Autores, 2025

Inicialmente, o gesso coletado foi triturado por meio de moagem, de modo a obter granulometria mínima de 70% das partículas passantes em peneira de 0,84 mm, conforme estabelecido pela Instrução Normativa SDA/MAPA nº 35/2006. Posteriormente, o material foi peneirado utilizando peneiras com malhas de 2 mm e 1 mm (Figura 3), conforme metodologia descrita por Feitosa e Theodoro (2020). Também foi realizado a análise química do gesso residual, para inteirar-se sobre os teores de cálcio (Ca) e enxofre (S) (Quadro 1).

De acordo com a legislação brasileira de fertilizantes minerais, o gesso agrícola deve apresentar garantias mínimas de 18% de cálcio (Ca) e 13% de enxofre (S), assegurando seu uso como fonte de macronutrientes secundários na correção e condicionamento do solo (BRASIL, 2018).

Quadro 1 - Resultado da análise do gesso residual

RESULTADOS ANALÍTICOS					
CÓDIGO LAB TERRA	CÓDIGO MB	ID. AMOSTRA	Ca (Total)	S (Total)	Umidade
2251279	73927	GESSO	----- % -----		
			23,40	16,50	16,40

Fonte: Autores, 2025

Figura 3 - Processo de padronização do gesso (destorroamento e peneiramento)



Fonte: Autores, 2025

3.3 Delineamento experimental e tratamentos

As unidades experimentais (UE) consistiram em recipientes de polipropileno utilizados para produção de mudas, com 50 cm de altura e 30 cm de diâmetro superior e inferior (Figura 1). O solo utilizado no experimento foi coletado no viveiro do campus, nas proximidades de onde o experimento foi conduzido. O gesso residual foi aplicado a lanço, com leve incorporação na camada superficial do solo, correspondente à profundidade de 0 a 10 cm.

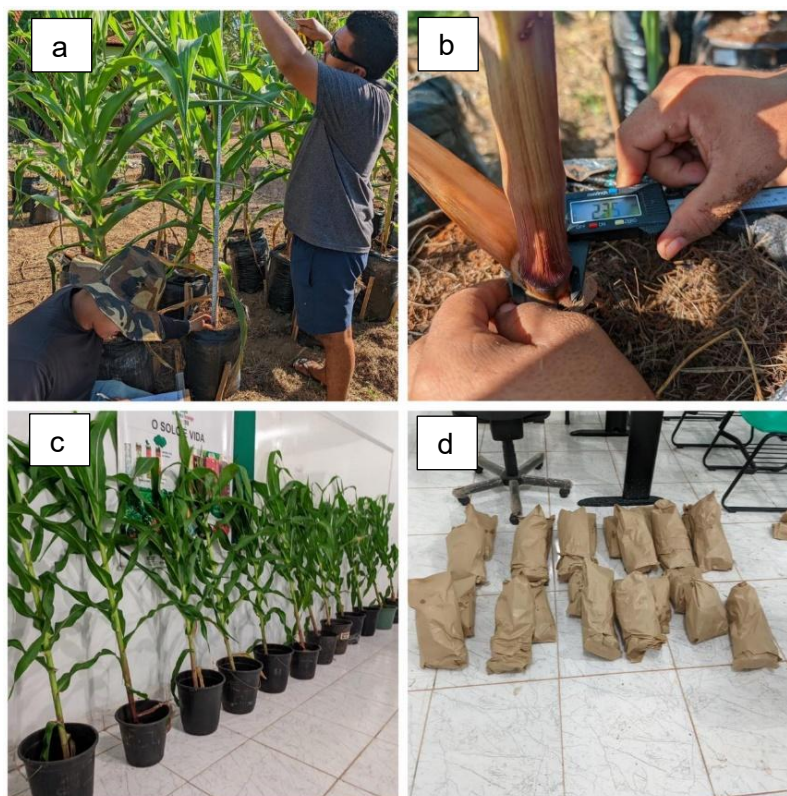
O experimento foi composto por seis tratamentos, correspondentes às doses de gesso residual aplicadas ao solo: $T_1 = 0$; $T_2 = 0,5$; $T_3 = 1,0$; $T_4 = 1,5$; $T_5 = 2,0$ e $T_6 = 2,5 \text{ Mg ha}^{-1}$, o que corresponde respectivamente a 0 g, 3,54 g, 7,07 g, 10,61 g, 14,14 g e 17,68 g distribuídos nos recipientes.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais. A escolha do DBC, mesmo com a condução do experimento em vasos, teve como objetivo minimizar possíveis interferências ambientais, tais como variações de luminosidade, sombreamento, precipitações e outros fatores externos, uma vez que as unidades experimentais permaneceram expostas a condições de ambiente aberto.

As variáveis avaliadas foram: diâmetro do colmo (DC), matéria fresca da parte aérea (MFPA) e matéria seca da raiz (MSR) (Figura 4). O DC foi mensurado com o auxílio de paquímetro digital, realizando-se a medição na região do colo da planta. A MFPA foi determinada por meio de pesagem simples, imediatamente após a coleta das plantas, utilizando balança digital, sendo os valores expressos em gramas por planta.

Para a determinação da MSR o sistema radicular foi cuidadosamente separado da parte aérea. As raízes foram lavadas em água corrente para remoção do solo aderido e, posteriormente, acondicionadas em sacos de papel Kraft e levadas à estufa de ventilação forçada, à temperatura de $65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, permanecendo até atingirem peso constante. Após esse período, o material foi pesado em balança analítica, sendo os valores expressos em gramas por planta.

Figura 4 - Avaliação da altura de plantas (a), diâmetro do colmo (b), biomassa da parte aérea (c) e matéria seca das raízes (d) das plantas de milho aos 60 dias após o plantio.



Fonte: Autores, 2025

3.4 Material vegetal e condução da cultura

A espécie cultivada no experimento foi o milho (*Zea mays* L.), sendo utilizado o híbrido comercial AG1051 (Figura 5). A escolha desse material genético deveu-se ao

seu amplo uso na região pelos agricultores familiares, à sua boa adaptação às condições edafoclimáticas locais e ao seu ciclo de produção rápido, uniforme e bem definido, características que favorecem a condução e a avaliação experimental.

A semeadura foi realizada manualmente no dia 28 de maio de 2025, de forma simultânea à adubação de fundação, seguindo as recomendações técnicas para a cultura, com as sementes depositadas a uma profundidade média de 3 cm. Na adubação de fundação, foram aplicados 184,64 kg ha⁻¹ de MAP (monoamônio fosfato) como fonte de fósforo e 30 g ha⁻¹ de FTE (Fritted Trace Elements) como fonte de micronutrientes, o que correspondeu a 1,3 g de MAP e 0,21 g de FTE por unidade experimental, totalizando 31,2 g de MAP e 5,04 g de FTE nas 24 unidades experimentais. O manejo nutricional das plantas incluiu a realização de adubação de cobertura, utilizando uréia como fonte de nitrogênio na dose de 150 kg ha⁻¹ e cloreto de potássio (KCl) como fonte de potássio na dose de 200 kg ha⁻¹, aplicadas de forma parcelada nos estádios fenológicos V2 e V4 da cultura, nas quantidades de 1,06 g e 1,41 g por unidade experimental, respectivamente, totalizando 25,44 g de ureia e 33,84 g de KCl nas 24 unidades experimentais.

As plantas foram conduzidas sob condições adequadas de manejo e as avaliações agrônômicas foram realizadas aos 60 dias após a semeadura (DAS), período correspondente a uma fase de crescimento vegetativo avançado, considerado apropriado para a análise das variáveis propostas no estudo.

Figura 5 - Experimento instalado no Setor de produção de mudas, genótipo-AG1051.



Fonte: Autores, 2025

3.5 Solo, correção e adubação

O solo utilizado para o preenchimento das unidades experimentais foi coletado em área agricultável do campus, respeitando-se a sequência e profundidade das camadas de 0–20 cm e 20–40 cm. A correção do solo e a adubação foram realizadas com base nos resultados da análise química do solo segundo manual de recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais 5ª aproximação (Ribeiro; Guimarães; Alvarez, 1999) (Tabela 1, 2, 3).

Tabela 1 - Resultado da análise química do solo na camada de 0-20 e 20-40 cm Macronutrientes, PH e Alumínio

Análise Química Macros														
Profundidade (cm)	pH Ca Cl ₂	C	Ca	Mg	K	P	K	S	H+ Al	Al	T	SB	M.O	V%
		g/d m ³	--- cmolc/dm ³ --			----- mg/dm ³ -----			----- cmolc/dm ³ ----			%		
0–20	5,7 6	7,9 4	9,5 5	5,2 4	0,1 0	0,4 6	38,8 6	1,5 0	2,6 0	0	17, 49	14, 89	1,37	85, 14
20–40	5,6 5	3,5 9	7,5 8	4,0 5	0,0 6	0,1 6	19,9 6	1,5 6	2,4 0	0	14, 09	11, 69	0,62	82, 97

Fonte: Autores, 2025

Tabela 2 - Resultado da análise química do solo na camada de 0-20 e 20-40 cm Micronutrientes

Análise Química Micros				
Fe	Mn	Zn	Cu	B
----- mg/dm ³ -----				
30,67	18,79	1,11	3,24	0,14
25,88	13,74	0,95	2,99	0,10

Fonte: Autores, 2025

Tabela 3 - Resultado da análise física do solo na camada de 0-20 e 20-40 cm

Análise Física (Textura)			
Profundidade (cm)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)
0–20	51,34	12,66	36,00
20–40	47,84	15,16	37,00

Fonte: Autores, 2025

Todas as unidades experimentais receberam a mesma quantidade de adubação mineral (NPK), bem como irrigação padronizada. A irrigação foi realizada de forma manual, com o objetivo de garantir que todos os recipientes recebessem volumes equivalentes de água, assegurando condições hídricas homogêneas ao longo do período experimental e evitando interferências nos resultados atribuíveis às doses de gesso residual.

3.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram organizados em planilhas eletrônicas no software Microsoft Excel® e, posteriormente, submetidos à análise estatística. Realizou-se análise de variância (ANOVA) e análise de regressão, adotando-se o nível de significância de 5%.

As análises foram conduzidas utilizando o programa estatístico SISVAR, sendo os resultados representados graficamente por meio de funções matemáticas que melhor se ajustaram aos efeitos biológicos observados. A partir dessas análises, buscou-se determinar a dose de máxima eficiência agrônômica do gesso residual aplicado ao solo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância apresentada na Tabela 4 indica que as diferentes doses de gesso agrícola não exerceram efeito significativo sobre o diâmetro do colmo ($p = 0,3946$), considerando o nível de significância de 5%. Da mesma forma, o efeito de blocos também não foi significativo ($p = 0,9432$), o que demonstra uniformidade das condições experimentais para essa variável e ausência de interferência sistemática entre as repetições.

Tabela 4 - Análise de variância (ANOVA) do efeito de diferentes doses de gesso sobre o diâmetro do colmo, em delineamento em blocos casualizados

FV	GL	SQ	QM	Fc Pr>Fc
Doses de Gesso	5	11,048750	2,209750	1,113 0,3946
Bloco	3	0,751250	2,209750	0,126 0,9432
Erro	15	29,776250	1,985083	
Total corrigido	23	41,576250		
CV (%) =	6,33			
Média geral:	22,2625000			

FV = Fonte de variação; GL= Graus de liberdade; SQ = Soma de quadrados; QM = Quadrado médio;
Valores de $p \leq 0,05$ indicam diferença estatisticamente significativa pelo teste F a 5% de probabilidade

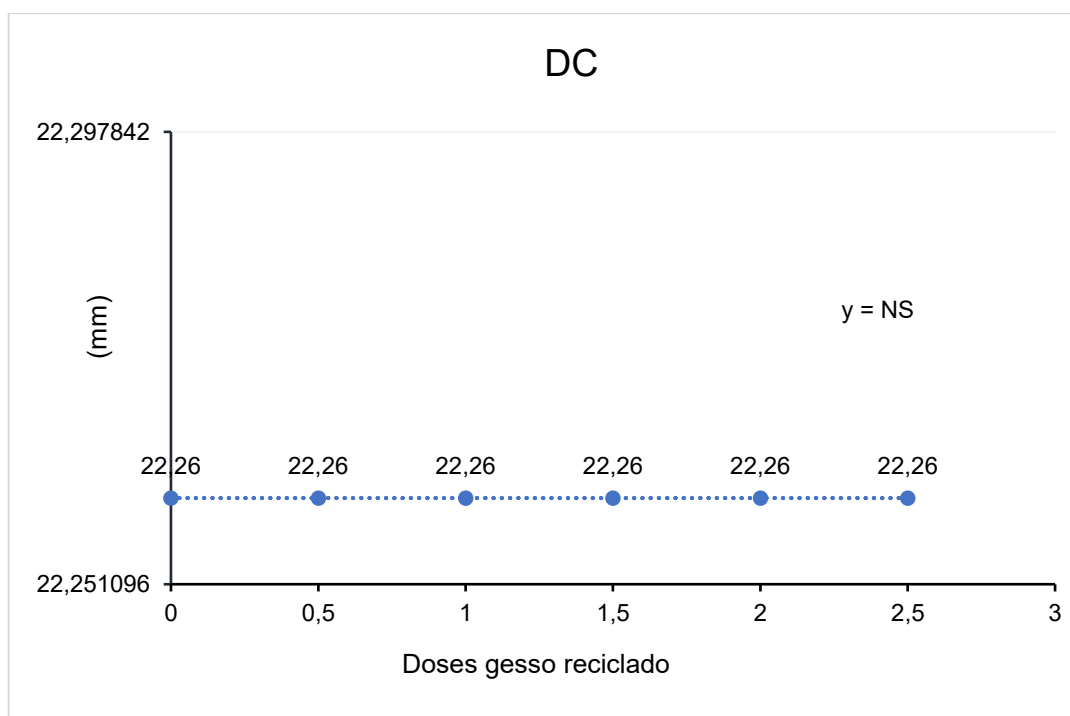
Fonte: Autores, 2025

O coeficiente de variação (CV) de 6,33% é considerado baixo para experimentos agrônômicos, indicando elevada precisão experimental e boa confiabilidade dos dados obtidos, conforme os critérios propostos por Pimentel-Gomes e Garcia (2002). Esse resultado reforça que a ausência de significância

estatística não está relacionada a falhas experimentais, mas sim à real inexistência de resposta da cultura às doses de gesso avaliadas, nas condições do estudo.

A média geral do diâmetro do colmo foi de 22,26 mm, valor que se manteve relativamente constante entre os tratamentos. Esse comportamento é corroborado pelo gráfico 2, no qual se observa ausência de tendência crescente ou decrescente do diâmetro do colmo em função do aumento das doses de gesso. As pequenas variações visuais entre os tratamentos permanecem dentro do intervalo de erro experimental, não configurando diferenças agronomicamente relevantes, o que está em consonância com os resultados da ANOVA.

Gráfico 2 - Análise de regressão do diâmetro do colmo das plantas de milho.



NS= Não significativo **Fonte:** Autores, 2025

Resultados semelhantes foram relatados por Oliveira *et al.*, (2018), que também não observaram incremento significativo em parâmetros vegetativos com a aplicação de gesso agrícola em solos que apresentavam adequada disponibilidade de cálcio e elevada saturação por bases. Segundo Caires *et al.*, (2011), a resposta ao gesso tende a ser mais expressiva em situações de deficiência de cálcio em camadas subsuperficiais, presença de alumínio tóxico ou sob condições de estresse hídrico, fatores que favorecem o aprofundamento do sistema radicular e maior aproveitamento dos nutrientes.

Nesse sentido, a ausência de efeito significativo do gesso sobre o diâmetro do colmo, observada neste estudo, pode estar relacionada à ausência dessas limitações

químicas no solo experimental, bem como ao tempo de avaliação, que pode não ter sido suficiente para expressar os efeitos indiretos do gesso, especialmente aqueles associados à melhoria das condições físicas e químicas do perfil do solo.

A análise estatística da matéria fresca da parte aérea também indicou que as doses de gesso residual da construção civil não tiveram efeito significativo sobre a variável estudada ($F = 1,625$; $p = 0,2135$). Por outro lado, o fator bloco demonstrou efeito significativo ($F = 9,941$; $p = 0,0007$), sugerindo que as diferenças entre os blocos influenciaram a resposta da planta. O coeficiente de variação (CV) foi de 7,35%, indicando boa precisão e homogeneidade dos dados coletados.

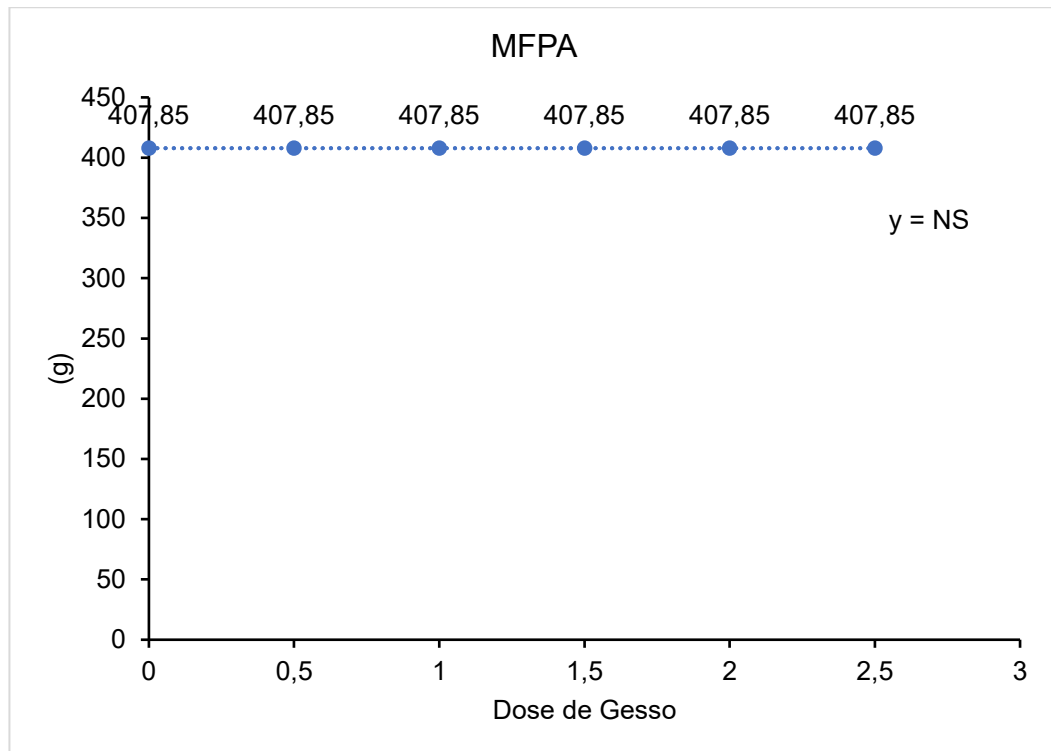
Tabela 5 - Análise de variância (ANOVA) do efeito de diferentes doses de gesso sobre a matéria fresca da parte aérea, em delineamento em blocos casualizados.

FV	GL	SQ	QM	Fc Pr>Fc
Doses de Gesso	5	7258,201350	1451,640270	1,625 0,2135
Bloco	3	26637,163950	8879,054650	9,941 0,0007
Erro	15	13397,647350	893,176490	
Total corrigido	23	47293,012650		
CV (%) =	7,35			
Média geral:	406,7575000			

FV = Fonte de variação; GL= Graus de liberdade; SQ = Soma de quadrados; QM = Quadrado médio;
Valores de $p \leq 0,05$ indicam diferença estatisticamente significativa pelo teste F a 5% de probabilidade

Fonte: Autores, 2025

A análise de regressão, considerando modelos linear, quadrático e cúbico, também evidenciou a ausência de efeitos significativos das doses, com baixos coeficientes de determinação e parâmetros de regressão não significativos. Esses resultados reforçam a conclusão de que as doses testadas não explicam adequadamente as variações observadas na massa fresca da parte aérea. As médias observadas apresentaram variações, porém sem padrão consistente que sugerisse uma resposta efetiva ao aumento das doses (gráfico 3).

Gráfico 3 - Análise de regressão variável matéria fresca da parte aérea

NS= Não significativo **Fonte:** Autores, 2025

A ausência de efeito significativo das doses de gesso indica que, nas condições experimentais avaliadas, o gesso residual não promoveu incremento na produção de biomassa. Do mesmo modo, esse resultado pode estar relacionado às características químicas do solo utilizado, que apresentou ausência de alumínio tóxico e teores adequados de cálcio e magnésio, conforme evidenciado pela análise química. Nessas condições, o gesso não encontra o ambiente propício para exercer seu mecanismo de ação, o que justifica a ausência de resposta observada. O principal mecanismo do gesso agrícola está na reação do sulfato com o alumínio tóxico presente no solo, formando compostos pouco absorvidos pelas raízes, contribuindo para a redução da toxicidade do Al^{3+} em solução (EMBRAPA, 2020). Além disso, o gesso fornece cálcio, que pode ser lixiviado para camadas mais profundas do perfil do solo, melhorando o ambiente radicular no subsolo e favorecendo o aprofundamento das raízes (EMBRAPA, 2011).

Estudos de Caires *et al.*, (2003) com soja indicaram que o uso excessivo de gesso pode elevar os níveis de cálcio no solo, o que pode competir com nutrientes essenciais como magnésio e potássio, prejudicando sua absorção pelas plantas e impactando seu desenvolvimento.

A análise de variância (ANOVA) para a variável matéria seca da raiz (tabela 6)

indicou que as diferentes doses de gesso residual não promoveram efeito estatisticamente significativo ($p = 0,4813$) sobre essa variável, ao nível de 5% de probabilidade, conforme apresentado na Tabela correspondente. Por outro lado, o fator bloco apresentou efeito significativo ($p = 0,0024$), evidenciando que variações ambientais ou de condições locais entre os blocos influenciaram a produção de matéria seca radicular, independentemente das doses de gesso aplicadas.

Tabela 6 - Análise de variância (ANOVA) do efeito de diferentes doses de gesso sobre a matéria seca da raiz, em delineamento em blocos casualizados

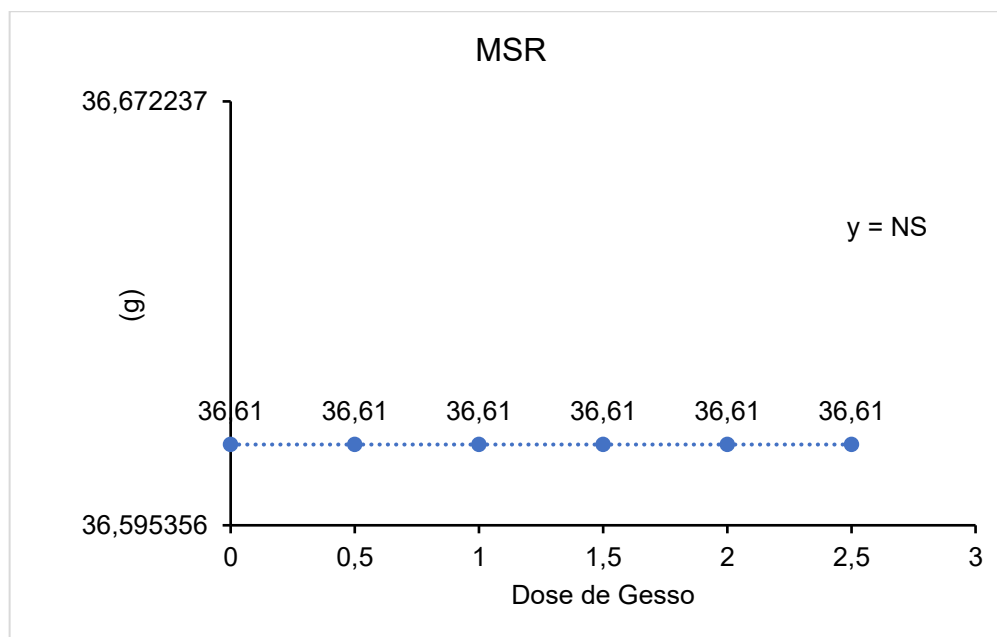
FV	GL	SQ	QM	Fc Pr>Fc
Doses de Gesso	5	2998,227500	599,645500	0,944 0,4813
Bloco	3	14603,224683	4867,741561	7,661 0,0024
Erro	15	9530,479867	635,365324	
Total corrigido	23	27131,932050		
CV (%) =	50,20			
Média geral:	50,2075000			

FV = Fonte de variação; GL= Graus de liberdade; SQ = Soma de quadrados; QM = Quadrado médio; Valores de $p \leq 0,05$ indicam diferença estatisticamente significativa pelo teste F a 5% de probabilidade

Fonte: Autores, 2025

O coeficiente de variação (CV) observado foi de 50,20%, valor considerado elevado para experimentos agrônômicos. Esse resultado indica alta variabilidade nos dados de matéria seca da raiz, o que pode estar associado à heterogeneidade natural do sistema radicular, à sensibilidade dessa variável às condições físico-químicas do solo e às diferenças microambientais entre as parcelas. Assim, mesmo diante da ausência de significância estatística para o fator doses de gesso, a variabilidade observada não deve ser interpretada, isoladamente, como ineficiência do insumo, mas como reflexo das condições experimentais e da complexidade do desenvolvimento radicular e do solo.

O comportamento observado no gráfico de regressão (gráfico 4) corrobora os resultados da ANOVA. As variações entre os tratamentos permanecem dentro da faixa de erro experimental, não configurando resposta agronomicamente expressiva às doses testadas, em consonância com o padrão observado para outras variáveis vegetativas discutidas no estudo, como diâmetro do colmo e massa fresca da parte aérea.

Gráfico 4 - Análise de regressão variável matéria seca da raiz

NS= Não significativo **Fonte:** Autores, 2025

Embora não tenha sido constatado efeito significativo do gesso residual sobre a matéria seca da raiz neste experimento, é importante destacar que a ausência de resposta não deve ser interpretada como indicativo de baixa qualidade do material utilizado. A análise química do gesso residual (Quadro 1) demonstrou teores de 23,40% de cálcio (Ca) e 16,50% de enxofre (S), valores superiores às garantias mínimas exigidas pela legislação brasileira para gesso agrícola, que estabelece, no mínimo, 18% de Ca e 13% de S. Dessa forma, o material atende plenamente aos requisitos da Instrução Normativa nº 39/2018, apresentando qualidade agronômica superior ao padrão mínimo exigido (BRASIL, 2018).

Nesse contexto, a ausência de incremento significativo da matéria seca da raiz está mais relacionada às condições químicas do solo do que à eficiência do gesso em si. Em solos que já apresentam adequada disponibilidade de cálcio, ausência de alumínio tóxico e boa saturação por bases, o gesso encontra limitações para expressar seus principais mecanismos de ação, especialmente aqueles relacionados à melhoria do ambiente radicular em camadas subsuperficiais. Conforme destacado por Caires *et al.*, (2011), os efeitos do gesso tendem a ser mais pronunciados em solos com restrições químicas, como elevada saturação por Al^{3+} ou deficiência de cálcio em profundidade, condições que não se fizeram presentes neste estudo.

Assim, os resultados obtidos reforçam a necessidade de não se subestimar o potencial agronômico do gesso reciclado com base apenas na ausência de significância estatística em um experimento específico. O material avaliado apresenta

qualidade comprovada e atende às exigências legais, sendo seu desempenho fortemente dependente das condições edafoclimáticas e do histórico de manejo do solo. Dessa forma, a utilização do gesso residual deve ser recomendada de maneira criteriosa, considerando diagnósticos prévios do solo, de modo a favorecer a expressão de seus benefícios sobre o desenvolvimento radicular e a produtividade das culturas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Recomenda-se a repetição do experimento em solo que apresente características favoráveis à atuação do gesso, a fim de avaliar adequadamente seu potencial efeito, evitando conclusões precipitadas sobre a ineficácia do gesso residual. Recomenda-se que os estudos futuros sejam conduzidos em solos com maior limitação química, especialmente em áreas com presença de alumínio tóxico ou sob condições de estresse hídrico.

Portanto, considerando que não foram observados efeitos significativos das doses de gesso residual sobre as variáveis agronômicas avaliadas, não foi possível estabelecer ou recomendar uma dose de máxima eficiência agronômica nas condições em que o experimento foi conduzido. Dessa forma, embora o gesso residual apresente qualidade agronômica compatível com o uso agrícola, sua eficiência está condicionada às características químicas do solo, não permitindo, neste estudo, a definição de uma dose ótima para a cultura do milho.

REFERÊNCIAS

- A. F.; SILVA, D. D.; MACHADO, J. R. A.; COTA, L. V.; COSTA, R. V.; MENDES, S. M. Série desafios do agronegócio brasileiro (NT2). **Milho - Caracterização e Desafios Tecnológicos**. Fev. 2019. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195075/1/Milho-caracterizacao.pdf>
- AGRITEMPO. **Estado de Tocantins: gráficos. Sistema de Monitoramento Agrometeorológico**. Disponível em: <https://www.agritempo.gov.br/br/estado/TO/graficos/>. Acesso em: 28 jan. 2026.
- BEZERRA, M. S. **Relatório técnico 34**: Perfil da gipsita, 2009.
- BLUMMENSCHIN, R. N., 2004. **A sustentabilidade na cadeia produtiva da indústria da construção**. Brasília, 249 p. Tese (Doutorado). Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília. Disponível em <https://rmdaveiga.files.wordpress.com/2011/01/tese-blumenschein.pdf> Acesso: 22 set. 2024

BLUMMENSCHN, R. N., Miller, K. B., Tomé, M. V. D. F., 2013. Inovação e Sustentabilidade na Indústria da Construção: Um Exercício de ensino no PPG/FAU-UnB. RBPG. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, 1, 21-24.

BRASIL, Edilson Carvalho; LIMA, Eduardo do Valle; CRAVO, Manoel da Silva. **Uso de gesso na agricultura**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/218403/1/LV-RecomendacaoSolo-2020-135-147.pdf>. Acesso em: 21 set. 2024.

BRASIL, Instrução Normativa MAPA nº 35, de 04/07/2006

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. *Instrução Normativa nº 39, de 8 de agosto de 2018*. Estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias e registro de fertilizantes minerais destinados à agricultura. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 ago. 2018.

CAIRES, E. F.; BLUM, J.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J.; KUSMAN, M. T. **Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 27, p. 275–286, 2003. Recebido em junho de 2002 e aprovado em dezembro de 2002.

CAIRES, E. F. et al. **Gesso agrícola no sistema plantio direto**. Londrina: IAPAR, 2011. 62 p. (Circular, 156).

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2023/24, décimo segundo levantamento**. Brasília: CONAB, 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 27 jan. 2025.

CONCEIÇÃO, J. D. **Monocultura do milho em Paripiranga (BA) nos anos 2018/2019 e seus reflexos socioespacial**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – UniAGES, Paripiranga, 2021.

CONTINI, E.; MOTA, M. M.; MARRA, M.; BORGHI, E.; MIRANDA, R. A.; SILVA,

FEITOSA, Hélio Pereira; THEODORO, Suzi Huff. Viabilidade técnica do uso de gesso reciclado da construção civil como insumo agrícola. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 7, p. 2752, 1 mar. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.7.p2752-2765>. Acesso em: 21 set. 2024.

FORNASIERI Filho, D. (2007). **Manual da cultura do milho**. Funep.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DO AMAZONAS (FAPEAM). *Gesso pode ser reciclado indefinidamente*. Manaus, 17 jan. 2013. Disponível em: <https://www.fapeam.am.gov.br/gesso-pode-ser-reciclado-indefinidamente/>. Acesso em: 11 jan. 2026.

FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R. do; RESENDE, A. V. de; GUILHERME, L. R. G. &

GUEDES, G. A. de A. **Fertilidade do Solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252 p.

MORAIS, T. P. D. (2012). 82 f. Adubação nitrogenada e inoculação com

Azospirillum brasilense em híbridos de milho. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-graduação em Agronomia, Uberlândia.

OLIVEIRA, F. H. T. et al. Resposta de culturas anuais à aplicação de gesso agrícola em solos com diferentes teores de cálcio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa**, v. 42, e0170125, 2018.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos.** Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

PINHEIRO, Sayonara Maria de Moraes. **Gesso reciclado: avaliação de propriedades para uso em componentes.** 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) — Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/Acervo/Detalhe/839715>. Acesso em: 11 jan. 2026.

QUEIROZ FILHO, A. DE A., AMORIM NETO, A. A.; DANTAS, J. O. C. **GIPSITA.** [S. l.], 2018. Disponível em: https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/economia-mineral/publicacoes/sumariomineral/pasta-sumario-brasileiro-mineral-2018/gipsita_sm_2018. Acesso em: 22 set. 2024.

RESENDE NETO, Geraldo Lara; MODESTO, Alan Oliveira; SILVA, Francine Borges; BORGES, Darlan Ferreira. **Avaliação do desenvolvimento do milho (Zea mays L.) sobre diferentes níveis de compactação no solo.** *Revista GeTeC – Gestão, Tecnologia e Ciências*, v. 14, p. 191-198, 2024. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/getec/article/view/3363>. Acesso em: 28 jan. 2026.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p..

ROCHA, Patrícia Maria Reckziegel Da; CONTO, Angela Gabriela De; GIESE, Thomas Guinter; BRANDALISE, Loreni Teresinha; FAVERO, Eveline; BERTOLINI, Geysler Rogis Flor. **RECICLAGEM DO GESSO PARA USO NA AGRICULTURA SOB OS ASPECTOS ECONÔMICO E AMBIENTAL.** [S. l.], 2019. Disponível em: <http://incubadora.periodicos.ifsc.edu.br/index.php/ReCAT/article/view/368/33-50>. Acesso em: 22 set. 2024.

SILVA, Martin Fraga da. **Emprego de gesso na construção civil: a sistematização da gestão de resíduos da pasta de gesso, gesso acartonado e placas de gesso.** Orientador: Luis Carlos Bonin. 2013. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Curso de Engenharia Civil., Porto Alegre, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/78222>. Acesso em: 22 set. 2024.

SILVA, Neto, Carlos de M. e; CARNEIRO, Vandervilson A.; RIBEIRO, Anna Clara C.; OLIVEIRA, Thalles M. de; GONÇALVES, Bruno B. **Utilização de resíduos de gesso**

da construção civil para incremento no desenvolvimento de *Crotalaria retusa*. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium*, Ituiutaba, v. 6, n. 1, p. 140-155, jan./jun. 2015.

SILVA, J. T.; OLIVEIRA, V. C. Resposta de plantas de milho a diferentes fontes nutricionais em condições de campo. **Revista DELOS**, Curitiba, v. 18, n. 67, p. 01-15, 2025.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. **Uso do gesso agrícola nos solos dos Cerrados**. Planaltina: Embrapa/CPAC, 1996. 20 p. (Embrapa/ CPAC. Circular Técnica, 32).

TOLEDO, F. D. (1980). **Tecnologia das sementes**. *Melhoramento e produção do milho*. Campinas: Fundação Cargill, 571-619

VITTI, G. C. ; ZAVASCHI, E. ; MOURA, T.A. ; GOMES, M. H. F. . Estudos confirmam efeitos favoráveis do gesso agrícola à cultura do milho. **Revista Visão Agrícola**, Piracicaba-SP, p. 49 - 51, 01 jun. 2015.