

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL
Campus Ibirubá**

ADRIEL MAI

**INFLUÊNCIA DO GESSO AGRÍCOLA E FERTILIZANTES FOSFATADOS NA
PRODUTIVIDADE DE MILHO (*Zea mays*) EM SEGUNDA SAFRA E SAFRA**

IBIRUBÁ, RS, BRASIL

2023

ADRIEL MAI

**INFLUÊNCIA DO GESSO AGRÍCOLA E FERTILIZANTES FOSFATADOS NA
PRODUTIVIDADE DE MILHO (*Zea mays*) EM SEGUNDA SAFRA E SAFRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto ao curso de Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof^ª Dra. Bruna Dalcin Pimenta

IBIRUBÁ, RS, BRASIL

2023

RESUMO

Trabalho de Conclusão de Curso
Curso de Agronomia
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Ibirubá

INFLUÊNCIA DO GESSO AGRÍCOLA E FERTILIZANTES FOSFATADOS NA PRODUTIVIDADE DE MILHO (*Zea mays*) EM SEGUNDA SAFRA E SAFRA

AUTOR: ADRIEL MAI
ORIENTADORA: BRUNA PIMENTA
Ibirubá, 05 de julho de 2023

A agricultura tem buscado cada vez mais aprimorar e maximizar o uso dos recursos disponíveis para produção, através da melhoria do perfil do solo. Nesse contexto, o uso do gesso agrícola tem se demonstrado eficiente em grande parte das áreas com presença de alumínio tóxico (Al^{3+}) em profundidade no perfil do solo. Além disso, o uso de fertilizantes fosfatados que forneçam cálcio (Ca) e enxofre (S) podem proporcionar um melhor ambiente para crescimento ao longo do perfil do solo, diminuindo a atividade do Al^{3+} e maximizando o aproveitamento de água e nutrientes pela planta. Devido ao exposto, este trabalho tem por objetivo verificar a influência do uso do gesso agrícola como condicionante de solo, para produção de milho em safra e segunda safra, além de verificar o potencial de condicionamento do solo de adubos fosfatados, através do fornecimento de Ca e S. O experimento foi realizado em dois momentos, na segunda safra de milho de 2022 e na safra de milho 2022/23, no município de Tapera – RS, sob Latossolo Vermelho, com alta saturação de bases e baixo teor de Al^{3+} nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, constando de sete tratamentos, um deles tratamento controle sem uso de gesso, somente com superfosfato simples T1 (0+SFS), e seis de gesso combinados com aplicação de superfosfato triplo (SFT), com doses ($kg.ha^{-1}$) de: T2 (0+SFT), T3 (500+SFT), T4 (1000+SFT), T5 (2000+SFT), T6 (4000+SFT) e T7 (8000+SFT). Na segunda safra, com maiores precipitações, o gesso se mostrou prejudicial, efeito ligado especialmente a deficiência induzida de magnésio (Mg^{2+}), provocado pelo uso do insumo em perfil de solo já corrigido, neste caso, o T2 apresentou a melhor produtividade ($5466,5 kg.ha^{-1}$), enquanto o T6 teve a menor média ($4676 kg.ha^{-1}$). Na safra 2022/23, doses intermediárias de gesso tiveram efeito positivo na produtividade da cultura do milho, o T2 teve a menor média ($5523,7 kg.ha^{-1}$) enquanto o melhor resultado ($6503,2 kg.ha^{-1}$) foi obtido com o T4. O uso de fertilizantes fosfatados foi ineficiente para produzir os mesmos efeitos que o uso de gesso. Desta forma, o gesso é um insumo interessante para buscar melhoria do perfil de solo, porém seu uso deve ser cauteloso, pois pode provocar tanto efeitos positivos como efeitos negativos de lixiviação.

Palavras-chaves: fertilidade; precipitação; solo; perfil; alumínio; condicionamento; água.

ABSTRACT

Completion of course work

Agronomy Course

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Ibirubá

INFLUENCE OF AGRICULTURAL GYPSUM AND FOSFATED FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY OF CORN (*Zea mays*) IN OFF-SEASON AND SEASON

AUTHOR: ADRIEL MAI

ADVISOR: BRUNA PIMENTA

Ibirubá, July 5, 2023

Agriculture has increasingly sought to improve and maximize the use of available resources for production, by improving the soil profile. In this context, the use of agricultural gypsum has proven to be efficient in most areas with the presence of toxic aluminum (Al^{3+}) deep in the soil profile. In addition, the use of phosphate fertilizers that provide calcium (Ca) and sulfur (S) can provide a better environment for growth along the soil profile, decreasing Al^{3+} activity and maximizing the use of water and nutrients by the plant. Due to the above, this work aims to verify the influence of the use of agricultural gypsum as a soil conditioner, for the production of corn in season and second crop, in addition to verifying the potential of soil conditioning of phosphate fertilizers, through the supply of Ca and S. The experiment was carried out in two moments, in the second corn harvest 2022 and in the corn harvest 2022/23, in the municipality of Tapera - RS, under Red Latosol, with high base saturation and low Al^{3+} content in the soil layers. 0-20 cm and 20-40 cm. The experimental design was in randomized blocks, with four replications, consisting of seven treatments, one of them a control treatment without the use of gypsum, only with simple superphosphate T1 (0+SFS), and six of gypsum combined with the application of triple superphosphate (SFT), with doses ($kg\cdot ha^{-1}$): T2 (0+SFT), T3 (500+SFT), T4 (1000+SFT), T5 (2000+SFT), T6 (4000+SFT) and T7 (8000 +SFT). In the second season, with greater precipitation, gypsum proved to be harmful, an effect linked especially to the induced deficiency of magnesium (Mg^{2+}), caused by the use of the input in a soil profile already corrected, in this case, T2 presented the best productivity (5466, 5 $kg\cdot ha^{-1}$), while T6 had the lowest average (4676 $kg\cdot ha^{-1}$). In the 2022/23 season, intermediate doses of gypsum had a positive effect on the productivity of the corn crop, T2 had the lowest average (5523.7 $kg\cdot ha^{-1}$) while the best result (6503.2 $kg\cdot ha^{-1}$) was obtained with T4. The use of phosphate fertilizers was inefficient to produce the same effects as the use of gypsum. In this way, gypsum is an interesting input to improve the soil profile, but its use must be cautious, as it can cause both positive and negative leaching effects.

Key words: fertility; precipitation; soil; profile; aluminum; conditioning; water.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	DESENVOLVIMENTO	8
2.1	CULTURA DO MILHO	8
2.1.1	Pragas e doenças	8
2.2	O GESSO AGRÍCOLA COMO CONDICIONANTE DE SOLO	9
2.3	RECOMENDAÇÕES DE USO E DOSAGENS	11
2.3.1	Recomendações para uso do gesso	11
2.3.2	Recomendações para uso de superfosfatos	13
2.4	CONDICIONAMENTO DE SOLO PARA O MILHO	13
2.5	MATERIAL E MÉTODOS	16
2.6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
2.6.1	Resultados de produtividade da Segunda Safra (2022)	22
2.6.2	Resultados de produtividade na safra (2022/2023)	25
2.6.3	Resultados da fertilidade química do solo	27
3	CONCLUSÃO	28
4	REFERÊNCIAS	29
	APÊNCIDE A – LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA EM SUPERFÍCIE (0-20)	35
	APÊNCIDE B – LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA EM SUBSUPERFÍCIE (20-40)	36
	APÊNCIDE C – LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA EM SUBSUPERFÍCIE (20-40)	37
	APÊNCIDE D – LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA EM SUBSUPERFÍCIE (20-40)	38
	APÊNCIDE E – LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA EM SUBSUPERFÍCIE (20-40)	39
	APÊNCIDE F – LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA EM SUBSUPERFÍCIE (20-40)	40

1 INTRODUÇÃO

Os avanços na agricultura e a massiva adoção do plantio direto nos últimos anos proporcionaram grandes ganhos no sistema produtivo, tanto do ponto de vista ecológico e sustentável, como do aproveitamento de recursos, levando, assim, ao aumento de produtividade. Segundo Santos et al. (2006), os solos em que se desenvolvem os principais sistemas agrícolas produtivos no Brasil, sob condição natural, apresentam limitações químicas ao desenvolvimento das culturas, sendo classificados, normalmente, como distróficos.

A presença de camadas subsuperficiais com baixos teores de cálcio ou elevados teores de alumínio trocáveis podem acarretar em perdas significativas de produtividade, pois conduzem ao menor aprofundamento do sistema radicular, e conseqüentemente menor exploração e obtenção de água e nutrientes (JÚNIOR, 2017).

O gesso agrícola (CaSO_4) é um insumo condicionador de solo que há décadas está disponível no mercado. Conforme Rosseto e Santiago (2009), o gesso é obtido durante a produção do fertilizante superfosfato simples, em que a rocha fosfatada reage com ácido sulfúrico resultando no fertilizante e no resíduo sulfato de cálcio (gesso). Conforme os autores, esse insumo tem um grande potencial de melhorar os atributos físicos e químicos do solo, proporcionando um ambiente mais favorável para o desenvolvimento da grande maioria das culturas, especialmente as anuais, como milho e soja.

Raij (2008) destaca que existem outros insumos além do gesso que são capazes de fornecer Ca e S e podem ajudar a melhorar as propriedades químicas do solo em menor escala, mas que, em sistemas produtivos consolidados, podem ser suficientes para manter o perfil do solo fértil, possibilitando a exploração radicular em subsuperfície. É o caso dos superfosfatos, usados normalmente para fornecimento de fósforo (P), que quando usados demasiadamente, podem provocar os mesmos efeitos que a gessagem.

Segundo Ferreira, Moreira e Rassini (2006) a resposta positiva das culturas com o uso do gesso é atribuída à melhor distribuição das raízes no solo, em virtude da diminuição da atividade do alumínio tóxico (Al^{3+}) e do fornecimento de cálcio (Ca) e enxofre (S), o que proporciona um maior potencial de exploração de nutrientes e água. Assim, no cultivo de sequeiro de culturas que são altamente dependentes de água, como o milho, o gesso pode contribuir significativamente na manutenção da qualidade do ambiente radicular no solo, potencializando a instalação e nutrição da cultura, além de amenizar prejuízos durante estiagens.

Conforme Cardoso, Peres e Lambert (2014), a prática da gessagem otimiza a exploração das camadas subsuperficiais do solo, nas quais em função da percolação (movimento descendente de água para camadas mais profundas do solo), há quantidade expressiva de umidade e nutrientes. Assim, verificam-se menores quedas na produção por ação de estresse hídrico e insuficiência nutricional, reduzindo, portanto, os prejuízos com veranicos, especialmente em culturas mais exigentes em água como o milho, visto que a planta passa a absorver água e nutrientes das camadas mais profundas do solo.

Segundo Contini et al. (2019), a cultura do milho, nas últimas décadas, passou por transformações profundas, destacando-se sua redução como cultura de subsistência de pequenos produtores e o aumento do seu papel em uma agricultura comercial eficiente, com deslocamento geográfico e temporal da produção. Contini et al. (2019) destacam, ainda, que apesar de o mercado brasileiro de milho ter apresentado crescimento no passado recente, o setor ainda precisa solucionar alguns obstáculos que impedem um maior dinamismo, como os entraves financeiros e dificuldades com baixas produções.

Neste sentido, diante do plantio direto implantado em grande parte das áreas produtoras de grãos, os insumos condicionantes de solo servem como aliados ao calcário para melhorar diretamente os atributos químicos e físicos do solo, fornecendo às plantas condições de aprofundamento radicular no solo.

Desta forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência do gesso agrícola e de fertilizantes fosfatados como condicionantes de solo e melhoradores do perfil em subsuperfície, para a cultura do milho com cultivo em diferentes épocas, avaliar o rendimento da cultura com diferentes doses de gesso e avaliar efeito do insumo na fertilidade química do solo.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 CULTURA DO MILHO

O milho pertence à família Poaceae, gênero *Zea* e espécie *Zea mays*, e dentre as espécies originárias das Américas, é certamente a de maior importância econômica e social em nível mundial. Sua importância está associada à versatilidade em sua utilização, já que é considerado um alimento energético para dietas tanto humanas quanto animais (PAES, 2006).

O milho é um dos principais cereais cultivados no Brasil, e segundo a CONAB (2023), a produção da safra 2022/2023 deve chegar a 124,8 milhões de toneladas, com uma área de 22,9 milhões de hectares, considerando a primeira e a segunda safra. O País é o 3º maior produtor mundial do grão, atrás apenas dos EUA e da China. Entretanto, é crescente a preocupação com os danos causados pelos fatores abióticos às culturas, visto que as mudanças climáticas globais tendem a intensificar a ocorrência e a intensidade de estiagens.

Conforme Contini et al (2019), o milho é cultivado em todas as regiões do Brasil. Sua produção ocorre em diferentes épocas, face às condições climáticas das regiões. O cultivo de verão, também denominado primeira safra, é semeado na primavera e predomina na maioria das regiões produtoras. O cultivo do milho semeado na região Centro-Sul do Brasil, realizado após a colheita da soja, com semeadura concentrada no verão, convencionalmente é denominado de segunda safra, assim como ocorre na região Sul do país com o milho semeado durante e após o mês de janeiro.

Quanto à morfologia da planta, o milho possui raízes fasciculadas e adventícias (ou secundárias), com grande capacidade de desenvolvimento. O caule do milho é um colmo ereto, geralmente não ramificado e apresentando nós e entrenós. Possui folhas estreitas, dispostas alternadamente e inseridas nos nós. É uma planta monóica, ou seja, possui os órgãos masculinos e femininos na mesma planta em inflorescências diferentes. Quando o pendão é emitido, o crescimento da parte aérea do milho cessa e o crescimento radicular é bastante reduzido e, isto sucede cerca de 4 a 5 dias antes do aparecimento da espiga. Na polinização ocorre a transferência do grão de pólen da antera da flor masculina para o estigma da flor feminina e no milho, a autofecundação representa apenas cerca de 2%, e daí diz-se que esta planta tem polinização cruzada. Depois da polinização ocorre a fecundação propriamente dita, resultando a formação do grão (BARROS e CALADO, 2014).

2.1.1 Pragas e doenças

O milho sofre o ataque de pragas e doenças que ocorrem ao longo do desenvolvimento da cultura, desde a semeadura até a colheita dos grãos. A importância que cada uma das espécies assume varia de acordo com a região e a época de cultivo (FILHO et al., 2016).

Ávila (2015) classifica as pragas conforme o ciclo do cultivo, sendo que as principais pragas de plântulas são a lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*), lagarta-roscas (*Agrotis ipsilon*) e percevejo-barriga-verde (*Dichelops melacanthus* e *D. furcatus*), além da cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), que possui capacidade de transmitir os enfezamentos; para plantas adultas a principal praga é a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), com alto potencial de desfolha, além da lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea*) e do pulgão-do-milho (*Rhopalosiphum maidis*).

Trabalhos de monitoramento de doenças realizados pela Embrapa Milho e Sorgo e pelo setor privado, têm demonstrado que a mancha branca, a cercosporiose, a ferrugem polissora, a ferrugem tropical, a ferrugem comum, a helmintosporiose e os enfezamentos pálido e vermelho estão entre as principais doenças da cultura do milho, com importância variável de ano para ano e de região para região (CASELA, FERREIRA e PINTO, 2006).

2.2 O GESSO AGRÍCOLA COMO CONDICIONANTE DE SOLO

O plantio direto trouxe um grande avanço para a agricultura, diminuindo consideravelmente a erosão e melhorando a qualidade do solo em vários aspectos, principalmente físicos, químicos e biológicos. Porém, em função das características do sistema, o processo de correção de acidez do solo ocorre com a aplicação do calcário em superfície, sem incorporação, conseqüentemente, a tendência é de que seu efeito se restrinja, ao menos no curto prazo, às camadas superficiais do solo, fato que pode comprometer o desenvolvimento do sistema radicular (GINDRI, 2019).

Desta forma, em regiões com solos que apresentem limitações químicas somada a ocorrência de estiagens durante os ciclos de cultivo, torna-se interessante corrigir o perfil do solo em profundidade, proporcionando o maior crescimento radicular e conseqüentemente maior exploração e aproveitamento de água e nutrientes. Nesse contexto, conforme Carvalho, Lima e Cravo (2020), o gesso pode ser empregado como fornecedor de nutrientes – cálcio (Ca) e enxofre (S) – e condicionador de subsuperfície, minimizando os efeitos da acidez de subsolo, através da associação do íon sulfato (SO_4^{2-}) com as bases do solo, como cálcio (Ca^{2+}), potássio (K^+) e magnésio (Mg^{2+}), movimentando-se para camadas mais profundas do solo e diminuindo assim a atividade do alumínio tóxico (Al^{3+}).

Segundo Eckert (2022), grande parte do gesso utilizado na agricultura é oriundo de indústrias de fertilizantes fosfatados. Na produção do superfosfato simples (SFS) o sulfato de cálcio continua presente no fertilizante, que apresenta em sua composição 8% de S e 16% de Ca, além, é claro, do fósforo (P). A substituição de fertilizantes mais concentrados em P pelo SFS, pode servir de fonte destes nutrientes ao solo da mesma forma que o gesso. Seu principal uso é voltado ao fornecimento de fósforo, porém, como é um insumo de baixa concentração, o uso de altas doses fornece grandes quantidades de Ca e S, podendo provocar os mesmos efeitos que o uso do gesso, especialmente em solos com nível médio/alto de fertilidade química.

Planejando a médio e longo prazo, a substituição dos fertilizantes fosfatados concentrados por superfosfato simples para fornecimento de P pode resultar nos mesmos efeitos que o condicionamento com gesso, porém, com custos relativamente inferiores.

Conforme Dias (1992), o gesso agrícola é obtido no processo de fabricação de fertilizantes fosfatados, onde as rochas fosfáticas são moídas e purificadas, para em seguida serem submetidas a ação do ácido sulfúrico, resultando nos fertilizantes fosfatados, e, como subproduto, o gesso agrícola (CaSO_4).

A capacidade do gesso em reduzir os efeitos adversos da acidez em profundidade foi descoberto no Brasil no final da década de 1970, quando o solo ainda era cultivado no preparo convencional. Com a massiva adoção do plantio direto no Brasil a partir da década de 1990 e, conseqüentemente, a expansão dos problemas de acidez em camadas de solo mais profundas, o seu uso tornou-se ainda mais relevante, além disso, sua ação ocorre em maior profundidade que a do calcário. (TIECHER, BAYER e PIAS, 2019). O gesso agrícola (CaSO_4) apresenta em sua composição teores em torno de 20% de Ca e de 15 a 18% de S, além de baixos níveis de P (0,5-0,8%) (PIAS, 2020).

A presença do alumínio em excesso no solo provoca toxidez às plantas, pois não conseguem desenvolver amplamente o sistema radicular, ficando suas raízes com desenvolvimento superficial. Com isso as raízes exploram menor volume de solo e tornam-se suscetíveis a sofrerem mais rapidamente em caso de estresse hídrico. Nessa mesma linha de pensamento, elas também têm menos acesso a nutrientes, como resultado, pode haver baixa produtividade (CAIRES et al, 2003).

Assim, para que haja o efetivo aproveitamento de água e nutrientes contidas em camadas profundas do solo, é imprescindível que exista raízes no subsolo, desta forma, em muitas das vezes, pode ser necessário romper a barreira química considerada tóxica às raízes das plantas, representada principalmente pela presença de alumínio e/ou deficiência de cálcio (RAIJ, 2008). A facilidade do gesso em reduzir os efeitos da acidez em profundidade se deve à

sua alta solubilidade (concentração do soluto/ litro de água), de (2,5 g.L⁻¹), que é aproximadamente 150 vezes superior ao calcário, havendo dessa forma uma alta mobilidade de cátions básicos como Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺ associados principalmente ao sulfato (SO₄²⁻) (TIECHER, BAYER e PIAS, 2019).

O ânion SO₄²⁻ em geral não é retido em camadas superficiais do solo, deste modo acaba sendo lixiviado, carreando perfil abaixo quantidades equivalentes de cátions adsorvidos. É por este motivo que o gesso agrícola é classificado como produto condicionador de subsolos ácidos, pois os cátions podem ser adsorvidos ao ânion sulfato e posteriormente serem lixiviados perfil abaixo, descaracterizando a barreira química formada por Al³⁺, conferindo deste modo maior área de exploração às raízes (RAIJ, 2008).

Em geral, o gesso agrícola tem proporcionado aumentos na produtividade das culturas que variam de 7% a 23%, dependendo do tipo de cultura (maior resposta em cereais), condições de acidez do subsolo (mais ácido maior efeito) e da disponibilidade hídrica (ocorrência de deficiência hídrica resulta no dobro de efeito). Contudo, a sua recomendação deve ser criteriosa e baseada num bom diagnóstico da condição de fertilidade das camadas superficiais (0-10 e 10-20 cm) e subsuperficiais do solo (20-40 cm), evitando o aumento de custos desnecessários ao sistema de produção (TIECHER, BAYER e PIAS, 2019).

2.3 RECOMENDAÇÕES DE USO E DOSAGENS

2.3.1 Recomendações para uso do gesso

Atualmente não existe nenhuma recomendação oficial de doses de gesso para culturas anuais nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, enquanto o Paraná apenas incorporou as recomendações do cerrado (desenvolvidas para solo em sistema de preparo convencional) (PIAS, 2020). A recomendação é feita de maneiras distintas, levando em conta estimativas baseadas no teor (%) de argila do solo, além dos teores de Ca²⁺ e Al³⁺ em profundidade. Algumas estimativas também são feitas através da saturação por bases (%) e saturação por Al³⁺.

Pias (2020) determinou, através de uma compilação de dados, que o uso do gesso somente é economicamente viável (ganhos médios entre 7–14% na produtividade) em solos com saturação por Al³⁺ no subsolo (0,20–0,40 m) superior a 5 e 10% para os cereais e soja, respectivamente. Ainda, Tiecher, Bayer e Pias (2019) ressaltam que em solos com baixa saturação por Al³⁺ (<5% na camada de 20-40 cm) não é recomendado a aplicação de gesso

agrícola, existem relatos na literatura que demonstram que doses maiores que 6000 a 9000 kg.ha⁻¹ podem inclusive diminuir a produtividade das culturas em solos argilosos (>60% argila). Esse efeito negativo do gesso é resultado do incremento demasiado no teor de cálcio, resultando em deficiência induzida de Mg²⁺ e K⁺.

Conforme Vitti e Priori (2009) é possível recomendar o gesso agrícola através da textura/teor de argila do solo, como pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1 - Recomendação da dose de gesso agrícola conforme a textura do solo

Textura do solo	Dose de gesso agrícola (kg.ha ⁻¹)	
	Anuais	Perenes
Arenosa (<15% de argila)	700	1050
Média (16% a 35% de argila)	1200	1800
Argilosa (36% a 60% de argila)	2200	3300
Muito argilosa (>60% de argila)	3200	4800

Fonte: Vitti e Priori (2009).

Além dos critérios baseados na textura do solo, deve-se levar em consideração o nível de saturação por bases (solos com saturação por bases baixas tendem a manifestar efeitos positivos com o uso de gesso), assim como solos com presença de alumínio, especialmente em profundidade no perfil. Existem equações que correlacionem as características químicas do solo, que podem ajudar a definir a necessidade e a quantidade de gesso a ser utilizado, como a proposta por Silva (2018) (Equação 1).

$$NG = \frac{(V_2 - V_1).T}{500} \quad (1)$$

Em que: NG= necessidade de gesso (Mg ha⁻¹); V₂= saturação por bases esperada; V₁= saturação por bases atual na camada de 20 a 40 cm; e T= capacidade de troca de cátions na camada de 20 a 40 cm.

A aplicação do gesso para culturas anuais, é realizada em área total, sempre antes do cultivo. A recomendação do Instituto Agrônômico de Campinas (IAC) indica que as quantidades de gesso a serem aplicadas no solo devem ser definidas através de análise do solo para os teores de Ca²⁺ e Al³⁺. Outras recomendações levam em conta, além do aumento na saturação em bases em camadas de subsuperfície, também a capacidade de troca catiônica (CTC) (ROSSETO e SANTIAGO, 2009).

2.3.2 Recomendações para uso de superfosfatos

Os fertilizantes fosfatados utilizados podem apresentar alta ou baixa solubilidade em água, o que determina a velocidade na disponibilização de P no solo. Os fertilizantes de alta solubilidade em água compreendem os superfosfatos e os fosfatos de amônio, sendo os superfosfatos obtidos por processos industriais através do ataque da rocha fosfática com ácidos. Já o monoamônico fosfato (MAP) provém pela neutralização da amônia com ácido fosfórico, enquanto os fosfatos naturais são obtidos a partir de minérios fosfáticos (BARBOSA, 2020). A aplicação dos superfosfatos para suprir a demanda de fósforo deve ser recomendada a partir da análise de solo, interpretada através do Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SBCS/NRS, 2016).

A forma como o fertilizante fosfatado é aplicado no solo pode influenciar a sua eficiência agronômica. As formas de aplicação mais utilizadas são: no sulco de semeadura, em cova, a lanço, na superfície, com ou sem incorporação e em faixas (SOUSA e LOBATO, 2003).

Em geral, os fosfatos mais solúveis, como os superfosfatos simples e triplo, são os produtos de melhor desempenho para suprir a carência de P para culturas anuais e têm sido utilizados em aplicações a lanço, em faixas e no sulco de semeadura (RESENDE E NETO, 2007).

De acordo com Barbosa (2020), a aplicação a lanço destes fertilizantes em solos arenosos é uma alternativa que vem permitindo maior rapidez na semeadura de soja e milho uma vez que esta pode ser realizada de forma antecipada ou após a semeadura, reduzindo o tempo para abastecer as semeadoras e aumentando a velocidade de trabalho por estarem mais leves.

2.4 CONDICIONAMENTO DE SOLO PARA O MILHO

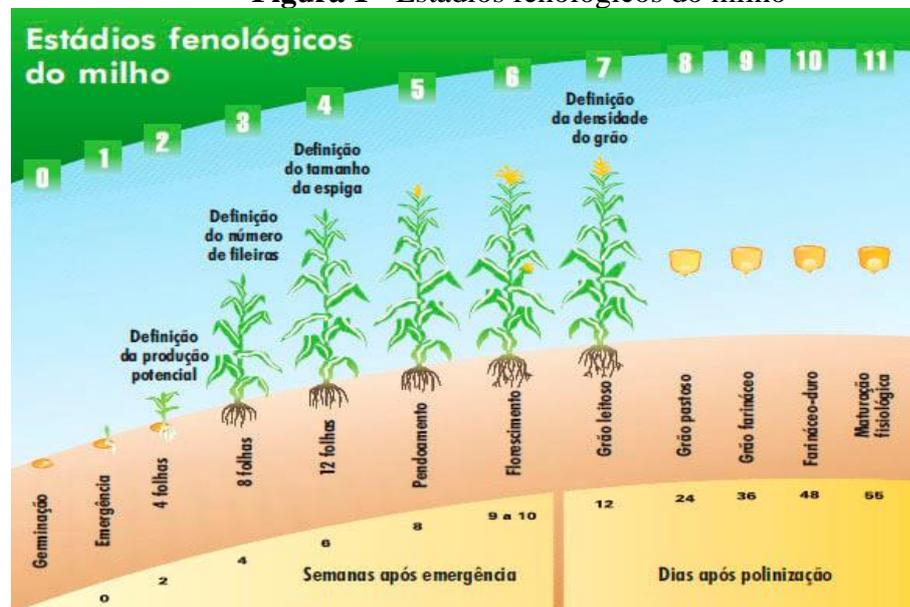
A cultura do milho apresenta grande sensibilidade a estresses abióticos, sendo o estresse por deficiência hídrica a principal causa de perdas na produção. Ele é considerado uma cultura que demanda muita água, sendo que as variedades de ciclo médio cultivadas para a produção de grãos consomem de 400 a 700 mm de água, semelhante a soja (400 a 800 mm), dependendo muito das condições climáticas (MAGALHÃES e DURÃES, 2006).

O déficit hídrico pode afetar a cultura do milho já na emergência, baixa umidade de solo aliada a maiores profundidades de semeadura pode retardar ou impedir a emergência da cultura. Outra fase de grande sensibilidade é o florescimento, estresse hídrico antes e durante a floração

leva a um maior intervalo entre floração masculina e feminina, diminuindo, assim, a taxa de fecundação (GUIMARÃES et al, 2012).

Outro período de elevada exigência hídrica, sendo esse considerado o maior, é no embonecamento ou um pouco depois dele. Por isso, déficits de água que ocorrem nesse período são os que provocam maiores reduções de produtividade, pois reduz o número de grãos por espiga (MAGALHÃES e DURÃES, 2006). Segundo Andrade et al (2006), déficit anterior ao embonecamento reduz a produtividade em 20 a 30%; no embonecamento em 40 a 50% e após, em 10 a 20%. Os diferentes estádios fenológicos da cultura podem ser observados na Figura 1.

Figura 1 - Estádios fenológicos do milho



Fonte: Pioneer (2019).

Quanto ao uso de superfosfatos como fontes de Ca e S, ainda existe determinada carência de informações. Porém, Nascimento et al. (2019) avaliando o comportamento inicial de plantas de milho, submetidas à aplicação de fontes fosfatadas (Fosfato natural e superfosfato simples (SFS)) e micronutrientes em um Latossolo Amarelo, observaram melhores respostas para a maioria dos parâmetros fitométricos no milho quando aplicado o superfosfato simples, com e sem adição dos micronutrientes.

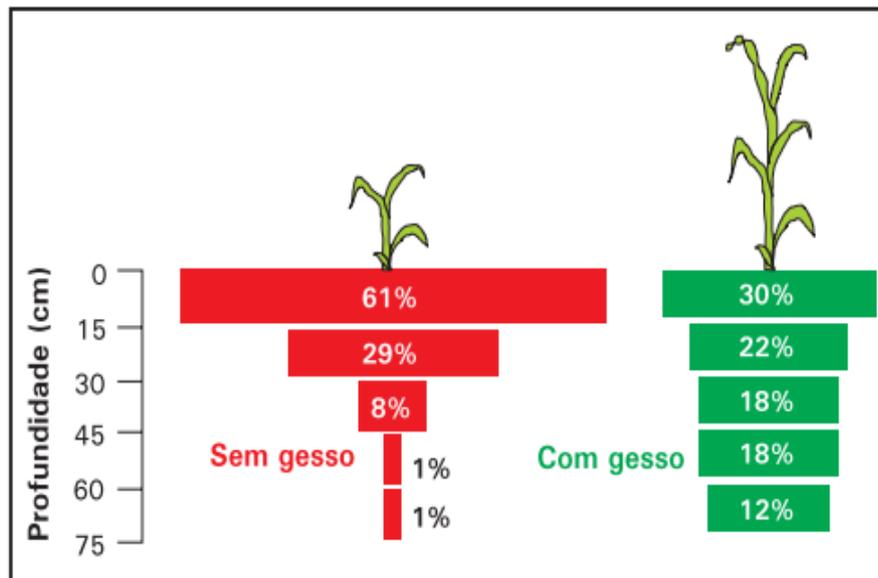
Zandoná et al (2015) conduziram experimentos para avaliar a influência do gesso e do calcário em produtividade de milho e soja, sob efeito de estresse hídrico. Puderam concluir que a aplicação de gesso resultou em acréscimos nos teores de Ca^{2+} no solo, na camada de 0-10 cm de profundidade, os teores de Mg^{2+} no solo também aumentaram com a aplicação de gesso, nas camadas de 10-20 cm e 20-40 cm. Caires et al (2003) verificaram aumento superior a 100 % no

teor de Ca^{2+} , na camada de 0-5 cm, com a aplicação de $9000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de gesso, em Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa, quando comparado ao tratamento sem aplicação.

Em estudo que avaliou a produção de milho com diferentes níveis de calagem e gessagem, Raij (1998) constatou que o gesso provocou maior efeito de descida de sais solúveis ao longo do perfil, em comparação com o calcário. No mesmo estudo, Raij (1998) constatou que o gesso afetou os teores de K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , e observou também incremento de sulfato (SO_4^{2-}) nas camadas subsuperficiais do solo.

De acordo com Zandoná et al (2015), a melhoria nas características químicas de Latossolo Vermelho Distrófico, com a aplicação de gesso, promoveu aumento na produtividade de grãos da cultura do milho e da soja, com incremento de 9,3 %, para o milho, e de 11,3 %, para a soja. O gesso ainda proporcionou aumento da produtividade do milho em condições de ausência de déficit hídrico. Dessa forma, o aumento de produção de grãos de milho verificado neste estudo está relacionado com a melhoria dos atributos químicos do solo, como o incremento nos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} em todo o perfil, aumento nos teores de fósforo na camada de 0-10 cm e decréscimo da saturação por Al^{3+} na camada subsuperficial, assim, obtendo uma melhor distribuição radicular para subsuperfície, como ilustra a Figura 2, de Souza, 1995.

Figura 2 - Distribuição radicular do milho em Latossolo argiloso, com e sem gesso



Fonte: Souza (1995).

Deste modo, para otimizar a exploração das camadas subsuperficiais do solo, onde em função da percolação (movimento descendente de água para camadas mais profundas do solo), existe grande quantidade de umidade e nutrientes, é de extrema importância realizar a correção

química ao longo do perfil do solo, o que ocasiona menores quedas na produção por ação de estresse hídrico e insuficiência nutricional, amenizando, portanto, o problema com estiagens, pois a planta passa neste caso a absorver água e nutrientes em forma de solução das camadas de subsolo onde ainda encontram-se disponíveis (CARDOSO, 2014).

Cravo, Lima e Brasil (2020) destacam a importância de conhecer a fertilidade química ao longo do perfil do solo, realizando análises nas camadas superficiais (0-10cm e 10-20cm) e subsuperficiais (20-40cm), buscando corrigir o perfil e possibilitar o estabelecimento do sistema radicular em maiores profundidades.

2.5 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Tapera – Rio Grande do Sul, localizado na região do Planalto Médio, em área produtora de grãos de propriedade particular. O clima regional é do tipo subtropical úmido “Cfa”, com as estações bem definidas (MORENO, 1961).

A área agrícola utilizada é cultivada desde o princípio da colonização e expansão da agricultura, por volta de 1940, destinada à produção de grãos na região e apresenta solo do tipo Latossolo Vermelho, cultivado sob sistema de plantio direto há mais de 15 anos, com baixa saturação por alumínio nas camadas superficiais e subsuperficiais, (0,86% e 2,06%, respectivamente), além de alta saturação por bases nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm (75% e 71%, respectivamente). Foram coletadas amostras previamente ao início do experimento para avaliar a fertilidade química do perfil, para realização da mesma, seguiram-se as instruções do Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (SBCS/NRS, 2016). Os dados químicos do solo no início do experimento são apresentados na Tabela 2. Os laudos completos são apresentados nos Apêndices A e B.

Tabela 2 - Teores de P, S, K (mg/dm³), Ca, Mg (cmol_c/dm³), saturação por bases e saturação por alumínio (%) no início do experimento, na camada de 00 a 20 cm e de 20 a 40 cm.

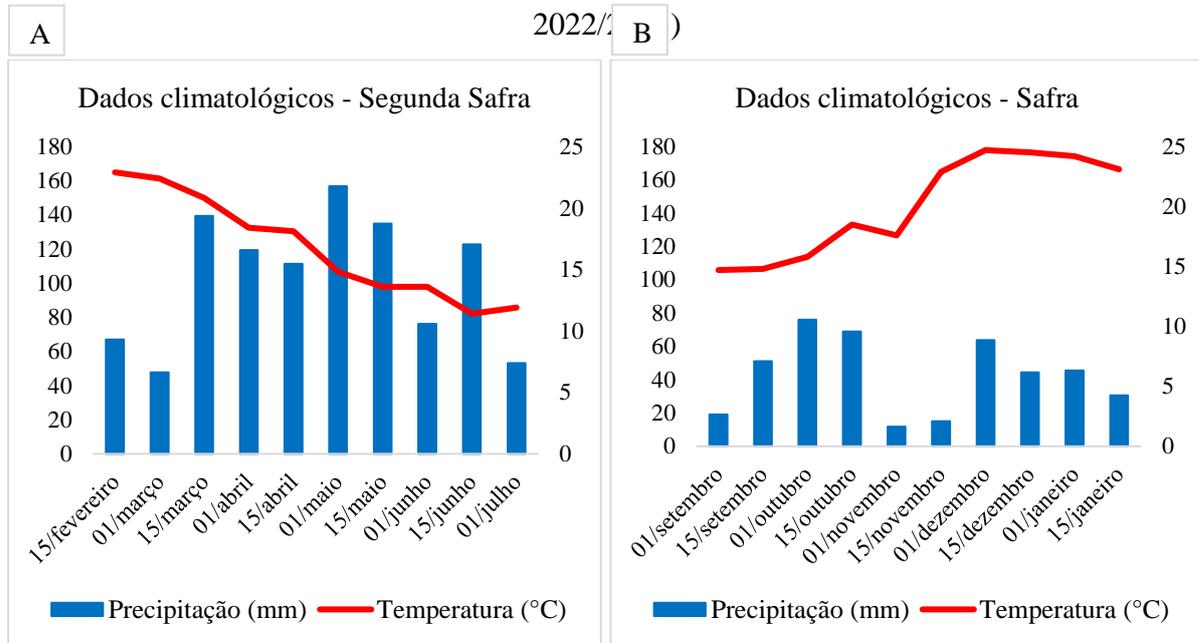
Profundidade	P	S	K	Bases	Al	Ca	Mg
	mg/dm ³			Saturação %		cmol _c /dm ³	
Camada 00-20 cm	5,4	--	140	75,15	0,86	6,24	4,90
Camada 20-40 cm	3,8	12,3	121	71,93	2,06	5,42	3,78

Fonte: Elaborado pelo autor

A região recebe em média 1800 mm/ano, normalmente com chuvas bem distribuídas, enquanto as temperaturas oscilam durante as diferentes épocas do ano, sendo de 25 a 40°C na primavera e verão, e de 25°C até temperaturas negativas de -3°C durante outono e inverno. A

precipitação mensal e as temperaturas médias ocorridas durante o cultivo na segunda safra e na safra do milho podem ser visualizadas na Figura 3, com dados obtidos através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para o município vizinho de Ibirubá, RS.

Figura 3 - Precipitação e temperatura média para a Segunda safra 2022 (A) e Safra



Fonte: Elaborado pelo autor

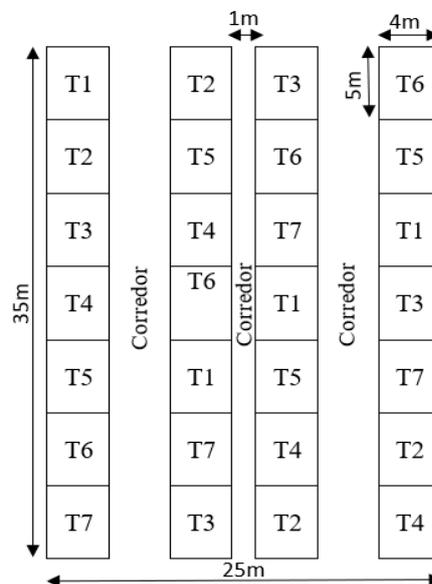
No decorrer da segunda safra (2022) predominou o tempo chuvoso com temperaturas baixas, a precipitação total chegou a 1028,8mm e a temperatura média foi de 16,7 °C. Na primeira safra (2022/23), ao longo do ciclo de cultivo predominou o tempo ensolarado, com baixos volumes de chuva e alta temperatura, a precipitação total foi de 426,4 mm e a temperatura média foi de 20,1°C.

O experimento foi conduzido no modelo de delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, constando de sete tratamentos, um deles tratamento controle sem uso de gesso, somente com superfosfato simples T1 (0+SFS), e seis doses (kg.ha⁻¹) de gesso combinados com aplicação de superfosfato triplo (SFT), T2 (0+STF), T3 (500+SFT), T4 (1000+SFT), T5 (2000+SFT), T6 (4000+SFT) e T7 (8000+SFT). A demarcação dos blocos foi realizada juntamente com a aplicação manual a lanço do gesso e dos fertilizantes fosfatados, um dia antes da semeadura do milho segunda safra. O gesso foi aplicado uma única vez, no início do experimento. A adubação fosfatada foi recomendada com base no teor de fósforo na camada superficial, interpretando o valor (muito baixo) e definindo a necessidade de P₂O₅

através da tabela de recomendação para milho, com auxílio do Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (SBCS/NRS, 2016).

A dimensão dos blocos foi de 4x5 metros, totalizando uma área de 20 m² por bloco, entre cada repetição foi mantido um corredor para trânsito de pessoas e máquinas, com o objetivo de facilitar o trabalho e diminuir a interferência nos blocos. As dimensões finais do experimento foram de 25 metros de largura por 35 metros de comprimento, totalizando 875 m², como mostra a Figura 4.

Figura 4 - Croqui e distribuição dos blocos no experimento



Fonte: Elaborado pelo autor

Para semeadura do experimento foi utilizada uma semeadora marca Semeato® modelo SHM, com 7 linhas de 50 cm, totalizando uma largura útil de 3,5 m. Para aplicação de defensivos utilizou-se pulverizador tratorizado marca Jacto® modelo Condor 600. A aplicação nitrogenada de cobertura foi realizada com distribuidor marca Jan® modelo Lancer 600.

O experimento iniciou com a semeadura do milho de segunda safra, após a colheita do milho de primeira safra que ocupava a área, a semeadura ocorreu no dia 18 de fevereiro de 2022, com condições de solo favoráveis para germinação (solo úmido e temperatura média de 25°C). A profundidade de semeadura foi de 3 cm, com velocidade de 4 km/h, distribuindo 3,6 sementes/metro, com objetivo de alcançar uma população final entre 65000 a 70000 plantas/ha. Foi utilizado o híbrido K9600 VIP3, da empresa KWS®. Para adubação de base utilizou-se os adubos fosfatados super simples (para T1, com SFS) e super triplo (para testemunha e para tratamentos com doses de gesso), em cobertura realizou-se uma única aplicação de fertilizante

ureia cloretada 30-00-20, para fornecimento de nitrogênio e potássio, em V6 (6^o folha desenvolvida, no dia 08 de março de 2022).

O controle das plantas daninhas foi realizado em pós emergência da cultura com o uso de Glifosato, produto comercial Roundup Original, na dose de 2 litros/ha. Além disso, foram realizadas duas aplicações de inseticida para controle da cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*), uma em V3 (3^o folha desenvolvida, no dia 28 de fevereiro de 2022) e outra em V6 (6^o folha desenvolvida; dia 09 de março de 2022). Utilizou-se, nos dois momentos, o inseticida Metomil, produto comercial Lannate, na dose de 1 litro/ha. A Figura 5 demonstra o desenvolvimento inicial da cultura, no estágio V3.

Figura 5 - Estádio de desenvolvimento V3, momento do controle de cigarrinha do milho



Fonte: Elaborado pelo autor

Após a segunda aplicação de inseticida, não foi necessário intervir com nenhum tipo de manejo até a colheita visto que não ocorreram pragas ou doenças em nível de dano econômico. Ao final do mês de junho ocorreu a formação de geada, porém a cultura já estava em maturação fisiológica, não ocorrendo danos a produtividade. A colheita ocorreu dia 08 de julho de 2022. Retiraram-se algumas espigas para aferição da umidade dos grãos na semana de 03 a 09 de julho e, com a umidade dos grãos aproximada de 14%, realizou-se a colheita. Devido as dimensões do experimento, a colheita procedeu de forma manual, com a coleta de 10 espigas por bloco (a produtividade foi extrapolada para população de 65000 plantas/ha⁻¹, considerando uma espiga por planta). Após a contagem do número de fileiras/espiga e número de grãos/fileira, as espigas foram trilhadas em debulhador manual. O peso de mil grãos foi obtido

através do peso da amostra e sua relação com o número de grãos por espiga. É possível observar o momento da colheita na Figura 6.

Figura 6 - Colheita do experimento de milho segunda safra, dia 08 de julho de 2022



Fonte: Elaborado pelo autor

Durante o inverno de 2022 a área experimental ficou cultivada com aveia preta, que ocupou a área de forma espontânea e homogênea. Não se realizou nenhum manejo durante o período do inverno, somente no momento da semeadura, como mostra a Figura 7.

Figura 7 - Semeadura do milho safra 2022/23 sobre aveia preta, dia 1º de setembro de 2022



Fonte: Elaborado pelo autor

A semeadura da safra de milho 2022/23, ocorreu no dia 1º de setembro de 2022, com operação de semeadura sem manejo prévio das plantas de cobertura, com a aveia preta ainda em crescimento. A densidade de semeadura foi semelhante a segunda safra, com 3,6 sementes/metro buscando uma população final entre 65000 a 70000 plantas/ha. O híbrido utilizado foi o K9300 Pro3, empresa detentora KWS®.

O controle de plantas daninhas foi realizado logo após a semeadura, com aplicação de Glifosato, produto comercial Roundup Original na dose de 2 litros/ha, seguido da aplicação de Simazina+Atrazina, produto comercial Primatop, na dose de 8 litros/ha, como demonstrado na Figura 8. Este controle manteve a cultura sem presença de plantas daninhas até o final do ciclo. Em virtude das condições climáticas adversas, realizou-se somente uma aplicação de fertilizante uréia cloretada 30-00-20 em cobertura, na dose de 200 kg.ha⁻¹, com a cultura no estágio V5.

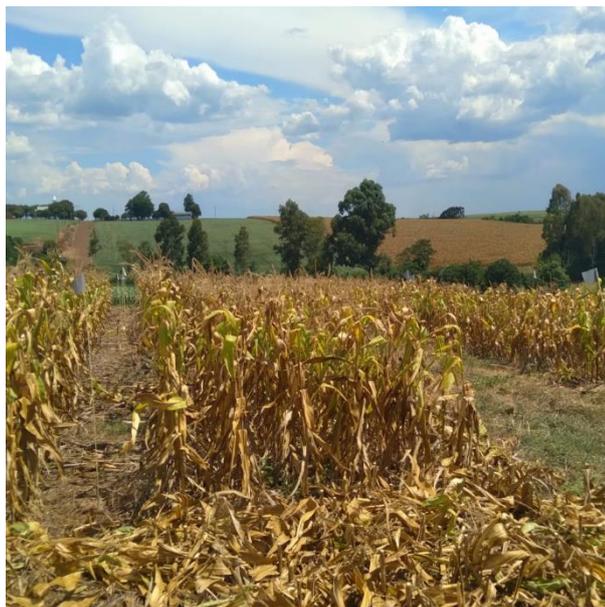
Figura 8 - Aplicação de herbicida Simazina+Atrazina para controle de plantas daninhas na cultura do milho



Fonte: Elaborado pelo autor

A colheita da safra foi realizada dia 25 de janeiro de 2023, com a mesma metodologia utilizada na segunda safra. As espigas foram colhidas de forma manual e debulhadas no dia seguinte. A Figura 9 apresenta a área experimental no dia da colheita.

Figura 9 - Área experimental com milho safra 2022/23 no momento da colheita



Fonte: Elaborado pelo autor

Ao final da realização dos experimentos da segunda safra e safra, foram coletadas amostras da camada subsuperficial (20-40 cm) para avaliar os efeitos provocados pelos tratamentos com gesso e pelo tratamento com SFS. Foram avaliados os tratamentos T1, T4, T6 e T7, (não foram avaliados todos em virtude da capacidade de processamento laboratorial) os laudos estão disponíveis nos apêndices C, D, E e F, respectivamente.

Os dados da segunda safra e da safra foram tabulados em planilhas do Excel e posteriormente submetidos a análise de variância através do software Sisvar®, utilizando teste de médias por Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro. Para os tratamentos quantitativos com doses de gesso (T2, T3, T4, T5, T6 e T7), utilizou-se análise de regressão.

2.6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir são apresentados os resultados referentes às produtividades do milho nas duas safras, assim como análises dos componentes de produtividade da segunda safra e da safra e também os efeitos dos diferentes tratamentos sobre a fertilidade química do perfil na camada de influência do gesso, de 20-40 cm.

2.6.1 Resultados de produtividade da Segunda Safra (2022)

Em relação à segunda safra de milho 2022, para o uso do gesso, os diferentes tratamentos surtiram efeitos negativos na produtividade da cultura, conforme pode ser visualizado na Tabela 3.

Tabela 3 - Produtividade, número (Nº) de grãos por fileira e peso de mil grãos (PMG) de milho em segunda safra, submetido a doses (kg.ha⁻¹) variáveis de gesso aliado a superfosfato simples (SFS) e superfosfato triplo (SFT)

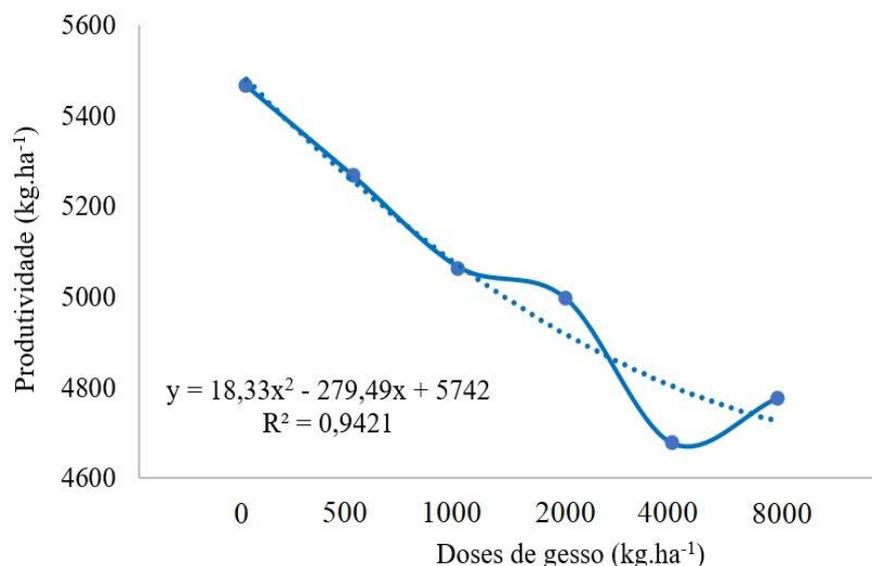
Tratamento	¹ PMG (g)	Nº grãos/fileira	Produtividade (kg.ha ⁻¹)
T1 (SFS+0)	193,05 ns ³	27,25 a	5302,75 a ²
T2 (SFT+0)	197,05	27,50 a	5466,55 a
T3 (SFT+500)	197,82	26,50 a	5268,75 a
T4 (SFT+1000)	191,70	26,25 a	5065,00 b
T5 (SFT+2000)	206,87	24,00 b	4996,75 b
T6 (SFT+4000)	197,95	23,50 b	4676,50 c
T7 (SFT+8000)	199,95	23,75 b	4777,25 c

¹PMG: Peso de mil grãos. ²Tratamentos com médias ligadas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Skott & Knott em nível de 5% de probabilidade de erro. ³ns = não significativo pelo teste F (0,05).

Conforme Tabela 2, o gesso agrícola não provocou efeito benéfico na produtividade da cultura, ocorrendo diminuição de produtividade com o aumento das doses de gesso. Os tratamentos T6 e T7, com doses elevadas de gesso, apresentaram as menores produtividades. Os tratamentos T4 e T5 apresentaram produtividades intermediárias; enquanto os tratamentos com menores doses de gesso, T2 e T3, apresentaram as melhores produtividades. O tratamento T1 com SFS não produziu efeito prejudicial ao milho, não diferindo dos tratamentos T2 e T3.

Quanto aos componentes de produtividade, não se observou influência dos tratamentos para o peso de mil grãos PMG e para o número de fileiras/espiga (padrão 14 fileiras/espiga). Porém, para o número de grãos/fileira, as doses mais altas de gesso (T5, T6 e T7) diferiram das demais, sendo observado menor número de grãos/fileira. A análise de regressão para os tratamentos com diferentes doses de gesso é apresentada no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Análise de regressão para os tratamentos com doses de gesso para segunda safra



Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme observado no Gráfico 1, o aumento das doses de gesso resultou na redução da produtividade da cultura. Pias (2019) observou maior efeito do gesso sob condição de déficit hídrico, e considerando os dados climatológicos do primeiro semestre de 2022, é possível concluir que a segunda safra de milho se desenvolveu sem restrições hídricas, camuflando um possível efeito positivo do gesso sobre a produtividade.

Da mesma forma, Gindri (2019) argumenta que a baixa resposta do milho a doses de gesso pode ser explicada pela ocorrência de alta precipitação pluviométrica, acarretando em menor aprofundamento do sistema radicular, ficando restrita as camadas superficiais do solo.

Ademais, Caires (2011) também verificou que a aplicação de doses de gesso agrícola superiores a 6000 kg.ha⁻¹ em Latossolos argilosos do sul do Brasil causa deficiência induzida de Mg²⁺. Considerando as elevadas doses de gesso e a abundância de sulfato no perfil do solo, e somando-se o alto volume de precipitações durante o desenvolvimento da cultura, é possível supor que as baixas produtividades estejam ligadas a deficiência induzida de Mg²⁺, causada pela lixiviação do nutriente impulsionada pelo sulfato (SO₄²⁻), porém, como não foi realizada análise vegetal, não é possível confirmar a suspeita.

Júnior (2017) também observa que o gesso agrícola, independente das doses, não aumenta a produtividade das culturas, e conclui que o efeito do insumo é diretamente ligado as condições climáticas durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, além das boas condições químicas e físicas do solo.

No início do experimento, a amostra de solo coletada na profundidade de 20 a 40 cm, mostrou que o índice de saturação por Al³⁺ era de 2,06%. Desta forma, o efeito negativo do

gesso na segunda safra de milho 2022, confirma a recomendação de Tiecher, Bayer e Pias (2019) e de Pias (2020), que dispensam o uso de gesso em perfil de solo já corrigido, com saturação por Al menor que 5%.

Desta forma, o resultado do experimento em segunda safra corrobora com o proposto por Gindri (2019), em que o gesso agrícola, em condições normais de chuva e em solo com níveis altos de Ca^{2+} e de Mg^{2+} e baixos de Al^{3+} , em subsuperfície, não aumentou a produtividade do milho.

2.6.2 Resultados de produtividade na safra (2022/2023)

Em relação à safra de milho 2022/2023, houve efeito dos tratamentos sobre a produtividade, o gesso provocou efeito benéfico em doses moderadas, além de diferir do tratamento com SFS. Os dados são apresentados na Tabela 4.

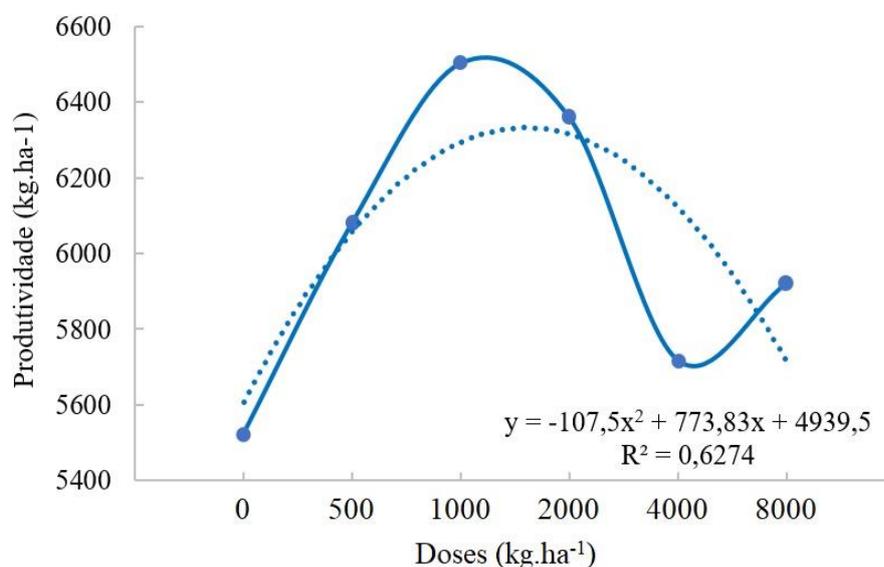
Tabela 4 - Produtividade, nº de grãos por fileira e peso de mil grãos (PMG) de milho na safra 2022/23, submetido a doses variáveis de gesso aliado a superfosfato simples (SFS) e superfosfato triplo (SFT)

Tratamento	¹ PMG (g)	Nº grãos/fileira	Produtividade (kg.ha ⁻¹)
T1 (SFS+0)	190,07 ns ³	27,50 a	5860,25 b ²
T2 (SFT+0)	196,80	24,75 b	5523,75 b
T3 (SFT+500)	190,75	28,25 a	6081,75 a
T4 (SFT+1000)	186,85	29,50 a	6503,25 a
T5 (SFT+2000)	186,50	28,50 a	6358,75 a
T6 (SFT+4000)	203,10	25,75 b	5716,25 b
T7 (SFT+8000)	176,95	28,00 a	5921,50 b

¹PMG: Peso de mil grãos. ²Tratamentos com médias ligadas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Skott & Knott em nível de 5% de probabilidade de erro. ³ns = não significativo pelo teste F (0,05).

Os tratamentos sem gesso (T1 e T2) e os tratamentos com doses elevadas (T6 e T7), apresentaram produtividades inferiores e não diferiram entre si, somente das doses intermediárias de gesso (T3, T4 e T5). Os tratamentos não diferiram entre si no PMG e no número de fileiras/ espiga, que foi padrão para todos os tratamentos (16 fileiras/espiga).

O resultado do experimento coincide, inclusive no efeito de doses, com o proposto por Zandoná et al (2015), que observaram efeitos positivos com o uso do gesso na produtividade de milho e de soja, com resposta positiva até a dose de 2000 kg.ha⁻¹. A análise de regressão para os tratamentos com diferentes doses de gesso é apresentada no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Análise de regressão dos tratamentos com doses crescentes de gesso para safra

Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com o Gráfico 2, pode-se observar o comportamento discrepante do T7 em relação aos demais, o que ocasionou um coeficiente de determinação (R^2) considerado baixo.

O efeito positivo de doses de gesso agrícola também foi notado por Cardoso, Perez e Lambert (2014), que observando o efeito do insumo sobre produtividade da soja, concluíram que o gesso influencia positivamente na produtividade da cultura, especialmente em cenários com longos períodos de estiagem, semelhantemente ao ocorrido durante a safra de milho 2022/23. A produtividade, mesmo com presença de estiagem, ainda foi maior na safra do que na segunda safra, em virtude de outros fatores climáticos que favorecem a produção do milho na safra, como altas taxas de luminosidade além de elevadas temperaturas diurnas e baixas noturnas.

Veloso et al (2012) obtiveram resultado semelhante, em que a aplicação de gesso aumentou a produtividade de milho com a dose de 1000 kg.ha⁻¹. O autor relaciona o aumento da produtividade da cultura com a melhoria do desenvolvimento do sistema radicular do milho, proporcionando maior capacidade de explorar o perfil do solo, aumentando a capacidade de absorver água e nutrientes. Da mesma forma, Minato et al. (2017), avaliando o milho safra encontraram aumento significativo de 17,8% na produção com gesso aplicado depois da semeadura.

Desta forma, em Latossolo vermelho com perfil corrigido, as doses que proporcionam ganhos de produtividades na cultura do milho safra estão entre 500 a 2000 kg.ha⁻¹. Neste tipo

de solo e perfil, as doses acima de 2000 kg.ha⁻¹ provocam efeito negativo na produtividade da cultura do milho, indiferentemente das condições climáticas.

Quanto aos componentes de rendimento, o principal componente de produtividade impactado com o uso do gesso foi o número de grãos/fileira, com pouca variação no PMG e no número de fileiras/espiga. Dias et al. (2017) igualmente, observaram que o gesso impactou no diâmetro da espiga e no número de grãos/fileira, produzindo espigas com maior comprimento.

2.6.3 Resultados da fertilidade química do solo

Os tratamentos com gesso e SFS tiveram pouco impacto nos atributos químicos do solo na camada de 20-40 cm. Os valores obtidos com as análises de solo nesta camada são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Teores de P, S, K (mg/dm³), Ca, Mg (cmol_c/dm³), saturação por bases e saturação por alumínio (%) com o uso do gesso e SFS, na camada de 20 a 40 cm.

Tratamento	P	S	K	Bases	Al	Ca	Mg
	mg/dm ³			Saturação %		cmol _c /dm ³	
Testemunha Inicial	3,8	12,3	121	71,93	2,06	5,42	3,78
T1 (0+SFS)	5,3	14,8	22	73,50	0,00	4,79	2,71
T4 (1000+SFT)	5,4	32,0	20	74,51	0,00	4,61	2,44
T6 (4000+SFT)	5,5	59,4	20	62,19	3,73	4,45	1,96
T7 (8000+SFT)	5,3	73,5	29	76,27	0,00	5,07	2,46

Fonte: Elaborado pelo autor

O principal efeito observado com o uso do gesso foi o incremento nos teores de enxofre, correlacionados diretamente com a dose de gesso, porém os maiores níveis do nutriente não possuem correlação com a produtividade. Resultado semelhante foi encontrado por Fois et al. (2017), que conduziram experimento com soja e milho segunda safra, e concluíram que o uso do gesso aumenta o teor de S no solo até 40 cm, porém não aumenta a produtividade das culturas.

Em relação às fontes de fósforo, o SFS não foi capaz de fornecer enxofre (S) em quantidades semelhantes ao gesso. Para fornecimento de fósforo os dois insumos (SFS e SFT) são eficientes, resultado que corrobora com Couto (2018), que observou que em Latossolo Vermelho, as duas fontes de fósforo são eficientes e podem ser utilizadas.

3 CONCLUSÃO

O gesso agrícola não aumentou a produtividade do milho segunda safra com condições climáticas e a fertilidade do solo favoráveis ao desenvolvimento da cultura. Em segunda safra, o gesso agrícola não influenciou o PMG e no número de fileiras/espiga, e possui pouco efeito no número de grãos/fileira.

O uso de doses de gesso entre 500 a 2000 kg.ha⁻¹ em Latossolo Vermelho aumentaram a produtividade de milho safra, quando houve condições climáticas desfavoráveis ao desenvolvimento da cultura. O gesso agrícola não influenciou nos componentes de rendimento no milho safra.

O SFS apresentou a mesma eficiência que o SFT para fornecimento de fósforo. O SFS não proporcionou os mesmos efeitos que gesso. O gesso agrícola aumentou os teores de S no solo, na camada de 20 a 40 cm.

4 REFERÊNCIAS

ANDRADE, Camilo de Lelis et al. **Viabilidade e manejo da irrigação da cultura do milho.** EMBRAPA, 2006. MG – Sete lagoas, Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/490417/1/Circ85.pdf>. Acesso em: 13/12/2021

ASSAD, Eduardo; PINTO, Hilton Silveira. **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil.** 2008, SP. Disponível em: https://www.agritempo.gov.br/climaeagricultura/CLIMA_E_AGRICULTURA_BRASIL_300908_FINAL.pdf Acesso em: 04/12/2021

ÁVILA, Crébio José. **Manejo integrado das principais pragas que atacam a cultura do milho no país.** Visão agrícola, 2015, N° 13. Disponível em: https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Protecao_plantas-artigo2.pdf. Acesso em: 23/02/2023

BARBOSA, Kássia de Paula. **Fontes e formas de aplicação de fertilizantes fosfatados em cultivos consecutivos de soja em Latossolo de alta fertilidade.** TCC - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2020. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/1507/3/Tese_K%C3%A1ssia%20de%20Paula%20Barbosa.pdf. Acesso em 14/02/2022

BARROS, José; CALADO, José. **A cultura do milho.** Universidade de Évora, 2014. Disponível em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/10804>. Acesso em: 13/02/2023

BRASIL, Edilson Carvalho; LIMA, Eduardo do Valle; CRAVO, Manoel da Silva. **Uso de gesso na agricultura.** EMBRAPA, 2020. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1127247>. Acesso em: 13/02/2023

CAIRES, Eduardo Flávio et al. **Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto.** 2003, Revista Brasileira Ciência do Solo. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/VrHZHYdsvKbbf5F3TVJ8MnQ>. Acesso em: 11/12/2021

CAIRES, Eduardo Flávio; JORIS, Hélio. **Long-term effects of lime and gypsum additions on no-till corn and soybean yield soil chemical properties in southern Brazil.** 2011, Oxford.

Disponível em: <https://bsssjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1475-2743.2010.00310.x>. Acesso em: 24/04/2023

CARDOSO, Jorge Alcântara; PERES, Graciela Cecilia; LAMBERT, Ricardo Alexandre. **Influência da aplicação de calcário e gesso na cultura da soja (*Glycine max* (L.))**. 2014, Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 10. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014a/AGRARIAS/influencia.pdf>. Acesso em: 04/12/2021

CASELA, Carlos Roberto; FERREIRA, Alexandre da Silva; PINTO, Nicésio Filadelfo. **Doenças na cultura do milho**. MG – Sete lagoas, 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/490415/1/Circ83.pdf>. Acesso em: 23/02/2023.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 376p., 2016. Disponível em: https://www.sbcs-nrs.org.br/docs/Manual_de_Calagem_e_Adubacao_para_os_Estados_do_RS_e_de_SC-2016.pdf. Acesso em: 20/03/23

CONAB. **Levantamento da safra Brasileira de grãos**. N°7 – Sétimo Levantamento, ABRIL 2023. V7- Safra 2022/23. P.58 Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 27/04/2023

CONTINI, Elisio et al. **Milho – caracterização e desafios tecnológicos**. Embrapa – 2019. Desafios do agronegócio brasileiro. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195075/1/Milho-caracterizacao.pdf>. Acesso em: 13/02/2023

COUTO, Raphael Lopes. **Fontes e formas de aplicação de fósforo sobre suas frações no solo e a produtividade da soja**. IFGO – Campus Rio Verde, 2018. Disponível em: https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_5/2019-07-31-11-24-0015-Tese-%20Raphael%20Lopes.pdf. Acesso em: 20/05/2023.

DIAS, José henrique Rodrigues et al. **Gesso na cultura do milho**. Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica do IF Goiano, v. 1, n. 6, p. 3, 2017. Disponível em: <https://www.even3.com.br/6thceictifgoiano/>. Acesso em: 14/04/2023.

DIAS, Luís Eduardo. **Uso de gesso como insumo agrícola**: Comunicado técnico. 1992. 1-6 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/27132/1/cot007.pdf>. Acesso em: 15/02/2023

FERREIRA, Reinaldo de Paula; MOREIRA, Adônis; RASSINI, Joaquim Bartolomeu. **Toxidez do alumínio em culturas anuais**. EMBRAPA, 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/47901/4/Documentos63.pdf>. Acesso em: 14/02/2023

FILHO, João Américo et al. **Pragas e doenças no milho – diagnose, danos e estratégia de manejos**. Epagri. Florianópolis, 2016. Disponível em: https://circam.epagri.sc.gov.br/circam_arquivos/agroconnect/boletins/BT_PragasDoencasMilho.pdf. Acesso em: 14/02/2023

GINDRI, Edinei. **Resposta do milho segunda safra à aplicação de gesso agrícola**. Universidade Federal do Paraná, Pato Branco, 2019. Disponível em: http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/24660/1/PB_COAGR_2019_2_03.pdf. Acesso em: 15/02/2022

GUIMARÃES, Lauro José Moreira et al. **Desempenho de híbridos de milho sob estresse de seca**. 2012. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/974756/1/Desempenhohibridos5.pdf>. Acesso em: 13/12/2021

JONES, Ulysses. **Fertilizers and soil fertility**. 1979. Cap. 3. p, 92-7.

JÚNIOR, Francisco de Assis Guedes. **Gesso agrícola: efeitos no crescimento radicular e no rendimento de grãos da soja**. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2017. Disponível em: https://www5.unioeste.br/portaunioeste/arq/files/PPGEA/Dissertacao_Francisco_Guedes_Junior.pdf. Acesso em: 04/12/2021

KORNDÖFER, Gaspar Henrique. **Gesso agrícola**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA, 2010. 20p. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Gesso_agricolaID-NOjhwGHCyk.pdf.

Acesso em: 12/12/2021

MAGALHÃES, Paulo César; DURÃES, Frederico. **Fisiologia da produção de milho**. EMBRAPA, MG, Sete lagoas, 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/490408/1/Circ76.pdf>. Acesso em: 12/12/2021

MINATO, Evandro Antônio et al. **Teores foliares de macronutrientes e produção de milho após gessagem em um latossolo vermelho distrófico típico**. Scientia Agraria Paranaensis, v. 16, n. 2, p. 219–224, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v16n1p219-22>. Acesso em: 20 nov. 2018.

MORENO, José Alberto. **Clima do rio grande do sul**. Porto Alegre: Secretaria da agricultura. Diretoria de Terras e Colonização, 1961. 46p.

NASCIMENTO, Kalyne Pereira et al. **Fontes fosfatadas e micronutrientes são relevantes na cultura do milho**. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v. 10, p. 1-14, 2019. Disponível em: <http://www.sustenere.co/index.php/rica/article/view/CBPC2179-6858.2019.005.0001/1727>. Acesso em: 14/02/2022

PAES, Maria Cristina Dias. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Embrapa Milho e Sorgo, 2006, 6p. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19619/1/Circ_75.pdf. Acesso em: 15/02/2022

PIAS, Osmar Henrique de Castro. **Manejo da acidez do solo e adubação sulfatada no sistema plantio direto**. UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Porto Alegre, 2020. Disponível em: https://www.ufrgs.br/agronomia/materiais/tese_osmarhpcias.pdf. Acesso em: 12/12/2021

RAIJ, Bernardo Van. **Gesso na agricultura**. Campinas: Instituto Agronômico, 2008. 233P

RAIJ, Bernardo Van et al. **Gesso na produção de cultivares de milho com tolerância diferencial de alumínio em três níveis de calagem**. Campinas: Instituto Agronômico, 1998.

Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/BJXZC7j6Qs3vZkkNqy7X9pn/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 13/02/2023

RESENDE, Álvaro Vilela; NETO, Antônio Eduardo. **Aspectos relacionados ao manejo de adubação fosfatada em solos do cerrado**. Embrapa Cerrados, Planaltina, 2007. Disponível

em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2009/28917/1/doc_195.pdf. Acesso em: 15/03/2023

ROSSETO, Rafaela; SANTIAGO Antônio Dias. **Gessagem**. Embrapa, 2009. Disponível

em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_35_711200516717.html. Acesso em: 05/02/2022

SANTOS, Humberto Gonçalves et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 2006. 306p.

SILVA, Marcelo Ribeiro. **Influência do gesso agrícola no desenvolvimento da soja cv. Brs tracajá**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA, Boa Vista, 2018. Disponível em:

<http://repositorio.ufr.br:8080/jspui/handle/prefix/202>. Acesso em: 05/02/2022

SOUZA, Djalma; LOBATO, Edson. **Adubação fosfatada em solos da região do cerrado**.

Encarte Técnico, 2003. Potafós. Disponível em: [http://www.ipni.net/publication/iabrazil.nsf/0/78429ADDBF7C6D5183257AA2005C6827/\\$FILE/ENCARTE102.PDF](http://www.ipni.net/publication/iabrazil.nsf/0/78429ADDBF7C6D5183257AA2005C6827/$FILE/ENCARTE102.PDF). Acesso em: 14/02/2022

SOUZA, Djalma; LOBATO, Edson; REIN, Thomaz. **Uso de gesso agrícola nos solos do cerrado**. EMBRAPA, Planaltina, 1995. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/550796/1/cirtec32.pdf>. Acesso em 12/12/2021

TIECHER, Tales; BAYER, Cimélio; PIAS, Osmar Henrique de Castro. **Gesso agrícola no sistema plantio direto: quando podemos aplicar?** 2019, Boletim Técnico, edição outubro de

2019. Disponível em: <https://novorural.com/noticia/1798/boletim-tecnico-gesso-agricola-no-sistema-plantio-direto-quando-podemos-aplicar>. Acesso em: 11/12/2021

VELOSO, Carlos Alberto Costa et al. **Produtividade do milho no Oeste do Pará em função de doses de calcário e gesso.** Boletim Técnico, Embrapa, 2012. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/955539/3/OrientalBPD81.pdf>. Acesso em: 20/05/2023

VITTI, Godofredo César; PRIORI, Júlio César. **Calcário e gesso: os corretivos essenciais ao plantio direto.** 2009. 5p. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA9-Fertilidade01.pdf>. Acesso em: 12/12/2021

ZANDONÁ, Renan Ricardo et al. **Gesso e calcário aumentam a produtividade e amenizam o efeito do déficit hídrico em milho e soja.** Pesquisa agropecuária tropical, Goiânia, 2015. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/30301/18380>. Acesso em 11/12/2021

APÊNCIDE A – LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA EM SUPERFÍCIE (0-20CM)

	Laboratório de Análises de Solos, Fertilizantes, Plantas e Corretivos S/S Ltda RS 135, KM 22 – Caixa Postal 34 – Coxilha/RS – Cep: 99145-000 Fone: (54) 99609-7426/99929-8349 - Filial (49)99105-5684 - labfertil@gmail.com www.labfertil.com.br

Resultado de Análise Química do Solo

Proprietário	ADRIEL MAI	CPF/CNPJ	046.044.410-73
Arrendatário		CPF/CNPJ	
Localidade	SÃO RAFAEL	Data Entrada	04/02/2022
Município	TAPERA/RS	Data Emissão	08/02/2022
Remetente	PRODUZA WR E LOPES	Análise	Particular
Município	TAPERA/RS		
Matricula			

Nº Lab.	Ref.	Área (ha)	pH Água	Ind. SMP	cmolc/dm³						mg/dm³		pH CaCl2
					Al	Ca	Mg	H + Al	CTC (pH 7,0)	CTC (efetiva)	K	Na	
2200444	01 (0-20)	--	5,34	6,12	0,10	6,24	4,90	3,80	15,30	11,60	140	--	--

Nº Lab.	Ref.	(% Índices de Saturação)							Ca/Mg	(Ca+Mg)/K
		Bases (V%)	Al	Ca	Mg	K	Na	H		
2200444	01 (0-20)	75,15	0,86	40,78	32,03	2,34	--	24,18	1,27	31,11

Nº Lab.	Ref.	% (m/v)		mg/dm³						g/dm³	mg/dm³		%
		MO	Argila	P	S	B	Cu	Zn	Mn	Fe	P-Rem	NiCriP	PR
2200444	01 (0-20)	2,0	59	5,4	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**** ESTE LABORATÓRIO PARTICIPA DO PROGRAMA DE CONTROLE DE QUALIDADE - ROLAS ****

Obs.: Os resultados expressos acima são representativos da amostra enviada ao Laboratório pelo interessado
O tempo de armazenamento da amostra no laboratório é de 30 dias após a emissão do laudo.



FELIPE ANGELO POSSA
ENG. AGR. CREA RS136814
Responsável Técnico

Selo digital de fiscalização de laudo
133352AE-0965-4D84-BD12-F75EBD89E3B5
Confira os dados do laudo em:
<http://www.labfertil.com.br/>



APÊNCIDE B – LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA EM SUBSUPERFÍCIE (20-40CM)

	Laboratório de Análises de Solos, Fertilizantes, Plantas e Corretivos S/S Ltda RS 135, KM 22 – Caixa Postal 34 – Coxilha/RS – Cep: 99145-000 Fone: (54) 99609-7426/99929-8349 - Filial (49)99105-5684 - labfertil@gmail.com www.labfertil.com.br

Resultado de Análise Química do Solo

Proprietário	ADRIEL MAI	CPF/CNPJ	046.044.410-73
Arrendatário		CPF/CNPJ	
Localidade	SÃO RAFAEL	Data Entrada	04/02/2022
Município	TAPERA/RS	Data Emissão	08/02/2022
Remetente	PRODUZA WR E LOPES	Análise	Particular
Município	TAPERA/RS		
Matricula			

Nº Lab.	Ref.	Área (ha)	pH Água	Ind. SMP	cmolc/dm³						mg/dm³		pH CaCl2
					Al	Ca	Mg	H + Al	CTC (pH 7,0)	CTC (efetiva)	K	Na	
2200445	02 (20-40)	--	5,42	6,14	0,20	5,42	3,78	3,71	13,22	9,71	121	--	--

Nº Lab.	Ref.	(% Índices de Saturação)								Ca/Mg	(Ca+Mg)/K
		Bases (V%)	Al	Ca	Mg	K	Na	H			
2200445	02 (20-40)	71,93	2,06	41,00	28,59	2,34	--	26,55	1,43	29,73	

Nº Lab.	Ref.	% (m/v)		mg/dm³						g/dm³	mg/dm³		%
		MO	Argila	P	S	B	Cu	Zn	Mn	Fe	P-Rem	NiCriP	PR
2200445	02 (20-40)	1,4	59	3,8	12,3	0,10	9,17	2,15	65,3	--	--	--	--

**** ESTE LABORATÓRIO PARTICIPA DO PROGRAMA DE CONTROLE DE QUALIDADE - ROLAS ****

Obs.: Os resultados expressos acima são representativos da amostra enviada ao Laboratório pelo interessado
O tempo de armazenamento da amostra no laboratório é de 30 dias após a emissão do laudo.



FELIPE ANGELO POSSA
 ENG. AGR. CREA RS136814
 Responsável Técnico

Selo digital de fiscalização de laudo
A3B890AC-C977-426F-AEF8-F21DACEE307A
 Confira os dados do laudo em:
<http://www.labfertil.com.br/>



APÊNCIDE C – LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA EM SUBSUPERFÍCIE (T1) (20-40CM)

	Laboratório de Análises de Solos, Fertilizantes, Plantas e Corretivos S/S Ltda RS 135, KM 22 – Caixa Postal 34 – Coxilha/RS – Cep: 99145-000 Fone: (54) 99609-7426/99929-8349 - Filial (49)99105-5684 - labfertil@gmail.com www.labfertil.com.br

Resultado de Análise Química do Solo

Proprietário	Adriel Mai	CPF/CNPJ	
Arrendatário		CPF/CNPJ	
Localidade		Data Entrada	09/06/2023
Município	TAPERA/RS	Data Emissão	22/06/2023
Remetente	PRODUZA WR E LOPES	Análise	Particular
Município	TAPERA/RS		
Matricula			

Nº Lab.	Ref.	Area (ha)	pH Água	Ind. SMP	cmolc/dm³						mg/dm³		Mehlich 03
					Al	Ca	Mg	H + Al	CTC (pH 7,0)	CTC (efetiva)	K	Na	
2310802	T1 (0)	--	5,82	6,41	0,00	4,79	2,71	2,72	10,28	7,56	22	--	--

Nº Lab.	Ref.	(%) Índices de Saturação							Ca/Mg	(Ca+Mg)/K
		Bases (V%)	Al	Ca	Mg	K	Na	H		
2310802	T1 (0)	73,50	0,00	46,60	26,36	0,55	--	26,46	1,77	133,30

Nº Lab.	Ref.	% (m/v)		mg/dm³						g/dm³	mg/dm³		%
		MO	Argila	P	S	B	Cu	Zn	Mn	Fe	P-Rem	NiCriP	PR
2310802	T1 (0)	1,3	65	5,3	14,8	0,16	5,62	0,42	25,3	--	--	--	--

**** ESTE LABORATÓRIO PARTICIPA DO PROGRAMA DE CONTROLE DE QUALIDADE - ROLAS****

Obs.: Os resultados expressos acima são representativos da amostra enviada ao Laboratório pelo interessado
O tempo de armazenamento da amostra no laboratório é de 30 dias após a emissão do laudo.



FELIPE ANGELO POSSA
 ENG. AGR. CREA RS136814
 Responsável Técnico

Selo digital de fiscalização de laudo
82CFE745-D579-4525-9CD2-7B58FC39BEE2
 Confira os dados do laudo em:
<http://www.labfertil.com.br/>



APÊNCIDE D – LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA EM SUBSUPERFÍCIE (T4) (20-40CM)

	Laboratório de Análises de Solos, Fertilizantes, Plantas e Corretivos S/S Ltda RS 135, KM 22 – Caixa Postal 34 – Coxilha/RS – Cep: 99145-000 Fone: (54) 99609-7426/99929-8349 - Filial (49)99105-5684 - labfertil@gmail.com www.labfertil.com.br

Resultado de Análise Química do Solo

Proprietário	Adriel Mai	CPF/CNPJ	
Arrendatário		CPF/CNPJ	
Localidade		Data Entrada	09/06/2023
Município	TAPERA/RS	Data Emissão	22/06/2023
Remetente	PRODUZA WR E LOPES	Análise	Particular
Município	TAPERA/RS		
Matricula			

Nº Lab.	Ref.	Área (ha)	pH Água	Ind. SMP	cmolc/dm³						mg/dm³		Mehlich 03
					Al	Ca	Mg	H + Al	CTC (pH 7,0)	CTC (efetiva)	K	Na	
2310803	T4 (1000)	--	5,73	6,51	0,00	4,61	2,44	2,43	9,53	7,10	20	--	--

Nº Lab.	Ref.	(% Índices de Saturação)							Ca/Mg	(Ca+Mg)/K
		Bases (V%)	Al	Ca	Mg	K	Na	H		
2310803	T4 (1000)	74,51	0,00	48,37	25,60	0,54	--	25,50	1,89	137,83

Nº Lab.	Ref.	% (m/v)		mg/dm³						g/dm³	mg/dm³		%
		MO	Argila	P	S	B	Cu	Zn	Mn	Fe	P-Rem	NiCriP	PR
2310803	T4 (1000)	1,2	65	5,4	32,0	0,08	5,59	0,43	44,1	--	--	--	--

**** ESTE LABORATÓRIO PARTICIPA DO PROGRAMA DE CONTROLE DE QUALIDADE - ROLAS ****

Obs.: Os resultados expressos acima são representativos da amostra enviada ao Laboratório pelo interessado
O tempo de armazenamento da amostra no laboratório é de 30 dias após a emissão do laudo.



FELIPE ANGELO POSSA
ENG. AGR. CREA RS136814
Responsável Técnico

Selo digital de fiscalização de laudo
986B9D57-4EB4-493B-9A6C-3479B266B0DE
Confira os dados do laudo em:
<http://www.labfertil.com.br/>



APÊNCIDE E – LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA EM SUBSUPERFÍCIE (T6) (20-40CM)

	Laboratório de Análises de Solos, Fertilizantes, Plantas e Corretivos S/S Ltda RS 135, KM 22 – Caixa Postal 34 – Coxilha/RS – Cep: 99145-000 Fone: (54) 99609-7426/99929-8349 - Filial (49)99105-5684 - labfertil@gmail.com www.labfertil.com.br

Resultado de Análise Química do Solo

Proprietário	Adriel Mai	CPF/CNPJ	
Arrendatário		CPF/CNPJ	
Localidade		Data Entrada	09/06/2023
Município	TAPERA/RS	Data Emissão	22/06/2023
Remetente	PRODUZA WR E LOPES	Análise	Particular
Município	TAPERA/RS		
Matricula			

Nº Lab.	Ref.	Área (ha)	pH Água	Ind. SMP	cmolc/dm³						mg/dm³		Mehlich 03
					Al	Ca	Mg	H + Al	CTC (pH 7,0)	CTC (efetiva)	K	Na	
2310804	T6 (4000)	--	5,19	6,09	0,25	4,45	1,96	3,93	10,39	6,71	20	--	--

Nº Lab.	Ref.	(%) Índices de Saturação							Ca/Mg	(Ca+Mg)/K
		Bases (V%)	Al	Ca	Mg	K	Na	H		
2310804	T6 (4000)	62,19	3,73	42,83	18,86	0,49	--	35,42	2,27	125,32

Nº Lab.	Ref.	% (m/v)		mg/dm³						g/dm³	mg/dm³		%
		MO	Argila	P	S	B	Cu	Zn	Mn	Fe	P-Rem	NiCriP	PR
2310804	T6 (4000)	1,3	71	5,5	59,4	0,10	5,98	0,63	79,3	--	--	--	--

**** ESTE LABORATÓRIO PARTICIPA DO PROGRAMA DE CONTROLE DE QUALIDADE - ROLAS****

Obs.: Os resultados expressos acima são representativos da amostra enviada ao Laboratório pelo interessado
O tempo de armazenamento da amostra no laboratório é de 30 dias após a emissão do laudo.



FELIPE ANGELO POSSA
ENG. AGR. CREA RS136814
Responsável Técnico

Selo digital de fiscalização de laudo
6D925635-83E1-4DFD-AB45-B0893C2B1DFB
Confira os dados do laudo em:
<http://www.labfertil.com.br/>



APÊNCIDE F – LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA EM SUBSUPERFÍCIE (T7) (20-40CM)

	Laboratório de Análises de Solos, Fertilizantes, Plantas e Corretivos S/S Ltda RS 135, KM 22 – Caixa Postal 34 – Coxilha/RS – Cep: 99145-000 Fone: (54) 99609-7426/99929-8349 - Filial (49)99105-5684 - labfertil@gmail.com www.labfertil.com.br

Resultado de Análise Química do Solo

Proprietário	Adriel Mai	CPF/CNPJ	
Arrendatário		CPF/CNPJ	
Localidade		Data Entrada	09/06/2023
Município	TAPERA/RS	Data Emissão	22/06/2023
Remetente	PRODUZA WR E LOPES	Análise	Particular
Município	TAPERA/RS		
Matricula			

Nº Lab.	Ref.	Área (ha)	pH Água	Ind. SMP	cmolc/dm³						mg/dm³		Mehlich 03
					Al	Ca	Mg	H + Al	CTC (pH 7,0)	CTC (efetiva)	K	Na	
2310805	T7 (8000)	--	5,87	6,53	0,00	5,07	2,46	2,37	9,97	7,60	29	--	--

Nº Lab.	Ref.	(% Índices de Saturação)								Ca/Mg	(Ca+Mg)/K
		Bases (V%)	Al	Ca	Mg	K	Na	H			
2310805	T7 (8000)	76,27	0,00	50,85	24,67	0,74	--	23,77	2,06	101,53	

Nº Lab.	Ref.	% (m/v)		mg/dm³						g/dm³	mg/dm³		%
		MO	Argila	P	S	B	Cu	Zn	Mn	Fe	P-Rem	NiCrP	PR
2310805	T7 (8000)	1,2	65	5,3	73,5	0,10	5,56	0,29	32,0	--	--	--	--

**** ESTE LABORATÓRIO PARTICIPA DO PROGRAMA DE CONTROLE DE QUALIDADE - ROLAS ****

Obs.: Os resultados expressos acima são representativos da amostra enviada ao Laboratório pelo interessado
O tempo de armazenamento da amostra no laboratório é de 30 dias após a emissão do laudo.



FELIPE ANGELO POSSA
ENG. AGR. CREA RS136814
Responsável Técnico

Selo digital de fiscalização de laudo
931BA39B-6E1C-4DC4-8E94-B6FBEE704FBF
Confira os dados do laudo em:
<http://www.labfertil.com.br/>

