

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

EDINEI GINDRI

**RESPOSTA DO MILHO SEGUNDA SAFRA À APLICAÇÃO DE
GESSO AGRÍCOLA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2019

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

EDINEI GINDRI

**RESPOSTA DO MILHO SEGUNDA SAFRA À APLICAÇÃO DE
GESSO AGRÍCOLA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2019

EDINEI GINDRI

**RESPOSTA DO MILHO SEGUNDA SAFRA À APLICAÇÃO DE
GESSO AGRÍCOLA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Orientador: Prof. Dr. Luís César Cassol

PATO BRANCO

2019

Gindri, Edinei
Resposta do milho segunda safra à aplicação de gesso agrícola /
Edinei Gindri.
Pato Branco. UTFPR, 2019
43 f. : il. ; 30 cm
Orientador: Prof. Dr. Orientador: Prof. Dr. Luís César Cassol
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade
Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco,
2019.
Bibliografia: f. 14 – 35

1. Agronomia. 2. Solos – Lixiviação. Cultivos agrícolas – Rendimento. I.
Gindri, Cassol, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Curso de Agronomia. III. Título.

CDD: 630



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias
Curso de Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO
Trabalho de Conclusão de Curso - TCC

RESPOSTA DO MILHO SEGUNDA SAFRA À APLICAÇÃO DE GESSO
AGRÍCOLA

por
EDINEI GINDRI

Monografia apresentada às 10 horas 20 minutos do dia 02 de dezembro de 2019 como requisito parcial para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO, Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

Anderson Alfredo Signorini
Engenheiro Agrônomo
Cultivar Projetos Agropecuários e Assistência Técnica

Prof. Dr. José Ricardo da Rocha Campos
UTFPR Câmpus Pato Branco

Prof. Dr. Luís César Cassol
UTFPR Câmpus Pato Branco
Orientador

Prof. Dr. Jorge Jamhour
Coordenador do TCC

A "Ata de Defesa" e o decorrente "Termo de Aprovação" encontram-se assinados e devidamente depositados na Coordenação do Curso de Agronomia da UTFPR Câmpus Pato Branco-PR, conforme Norma aprovada pelo Colegiado de Curso.

A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais à pena.

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares que nunca deixaram de apoiar em tudo que precisei no decorrer dessa intensa etapa de aprendizagem, a todos os amigos que incentivaram e foram presentes no decorrer desse período, ao professor-orientador pela atenção, e excelente contribuição, tornando possível a realização desse trabalho, ao professor coordenador pelo incentivo e prestatividade, aos membros da banca pelo apoio e disponibilidade, a todos os professores do curso de agronomia pelos ensinamentos e pela atenção dedicada a mim e a meus colegas, em fim a todos que de alguma forma fizeram parte de minha formação, o meu muito obrigado.

“Nada é tão maravilhoso que não possa existir, se admitido pelas leis da Natureza”

Michael Faraday

RESUMO

GINDRY, Edinei. Resposta do milho segunda safra à aplicação de gesso agrícola. 43 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2019.

O gesso agrícola tem sido usado com o objetivo de corrigir solos sódicos, atenuar os efeitos tóxicos do alumínio trocável e proporcionar a percolação de cálcio, potássio e magnésio para camadas mais profundas do solo, além de fornecer cálcio e enxofre, melhorando as condições para o desenvolvimento do sistema radicular de culturas e consequentemente aumentando a produtividade. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de doses crescentes de gesso agrícola, aplicado próximo a semeadura, na produtividade, nos componentes de rendimento, caracteres morfológicos e concentração de N, P e K foliar na cultura do milho segunda safra, em um Latossolo Vermelho distrófico típico com textura muito argilosa. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos (doses de gesso): 0, 2, 4, 6 e 8 Mg ha⁻¹, aplicadas em superfície e com quatro repetições. Foram feitas as seguintes avaliações: altura de plantas (AP), altura de inserção da espiga (AIE), diâmetro do colmo (DC), número de grãos por espiga (NGE), massa de mil grãos (MMG), rendimento de grãos (RG) e teor de N, P e K na folha índice. A aplicação do gesso, dois dias antes da semeadura, não influenciou significativamente em nenhum dos itens avaliados do milho cultivado no período de entressafra e em condições normais de precipitação pluviométrica.

Palavras-chave: Química do solo. Solos – Lixiviação. Cultivos agrícolas – Rendimento.

ABSTRACT

GINDRI, Edinei. Corn response second harvest for agricultural plaster application. 43 f. TCC (Course of Agronomy) - Federal University of Technology – Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2019.

Phosphogypsum has been used to correct sodic soils, mitigate the toxic effects of exchangeable aluminum and provide the percolation of calcium, potassium and magnesium at deeper soil layers, add calcium and sulfur, improve soil conditions. development of the root system of crops and consequently increase productivity. Despite these attributes, plaster has not shown significant productivity responses in some studies. The aim of this study was to evaluate the effects of increasing doses of Phosphogypsum applied near sowing, on yield, yield components, morphological characters and concentration of leaf N, P and K in the off-season corn crop in a Latossolo Vermelho distrófico típico (Oxisol) of clay texture. The experimental design was randomized blocks with five doses of Phosphogypsum: 0, 2, 4, 6 and 8 Mg ha⁻¹ and with four replications. The following evaluations were made: plant height (AH), ear insertion height (EIH), stem diameter (SD), number of grains per corn cob (NGE), one thousand grain weight (OGW), grain yield (GY) and absorption of nutrients N, P and K leaf. Phosphogypsum application two days before sowing did not influence significantly any of the evaluated items of maize cultivated during the off-season, and under normal rainfall conditions

Keywords: Soil chemistry Chemistry, Soil. Soils – Leaching. Crop yields.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Etapas no processo de obtenção do gesso agrícola.....	17
Figura 2 – Precipitação pluviométrica durante a condução do experimento (janeiro a maio de 2019). Fonte: Instituto das Águas Paraná.....	25
Figura 4 – Teores de N (A), P (B) e K (C) foliar do milho segunda safra submetido a doses crescentes de gesso agrícola.....	29
Figura 5 – Altura de plantas (A), altura de inserção de espigas (B) e diâmetro de colmo (C) de milho segunda safra submetido a doses crescentes de gesso agrícola.....	30
Figura 6 – Número de grãos por espiga (A), massa de 1000 grãos (B) e rendimento de grãos (C) de plantas de milho submetidas a doses crescentes de gesso agrícola.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química do gesso.....	17
Tabela 2 – Características químicas do solo, em três camadas, antes do início do experimento. Pato Branco, 2019.....	25
Tabela 3 - Quadrados médios da análise da variância conjunta e fontes de variação.....	28

LISTA DE SIGLAS, ACRÔNIMOS E ABREVIATURAS

AIE	Altura de Inserção de espiga
AP	Altura de planta
DC	Diâmetro de colmo
MMG	Massa de um mil grãos
NGE	Número de grãos por espiga
RG	Rendimento de grãos
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

LISTA DE SÍMBOLOS

Mg	Megagrama
t	Tonelada
ha	Hectare

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 GERAL.....	16
2.2 ESPECÍFICOS.....	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
3.1 CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÃO DE GESSO AGRÍCOLA NA AGRICULTURA.....	17
3.2 CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DE DOSES DE GESSO AGRÍCOLA.....	19
3.3 RESPOSTAS DAS CULTURAS AO USO DO GESSO.....	20
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5.1 EFEITO DO GESSO SOBRE O TEOR DE NUTRIENTES EM PLANTAS DE MILHO.....	29
5.2 Efeito do gesso sobre os caracteres morfológicos de plantas de milho.....	30
5.3 Efeito do gesso sobre os componentes de rendimento do milho.....	31
6 CONCLUSÃO.....	33
7 AGRADECIMENTO.....	34
REFERÊNCIAS.....	35
APÊNDICE A – DADOS COLETADOS NO EXPERIMENTO E PROCESSADOS NO PROGRAMA ESTATÍSTICO GENES.....	39
ANEXO A – Alturas diárias de precipitação em Pato Branco – PR, de janeiro a junho de 2019.....	41

1 INTRODUÇÃO

O sistema 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. Apesar dos vários benefícios do sistema plantio direto, o mínimo revolvimento do solo associado às características de alguns nutrientes, promoveu um gradiente de concentração dos mesmos, os quais ficaram mais concentrados nas camadas superficiais do solo.

Também em função das características do sistema, o processo de correção de acidez do solo ocorre com a aplicação do calcário em superfície, sem incorporação. Como o calcário é um produto de baixa solubilidade, 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. Isso é particularmente importante para o elemento cálcio, que é imóvel na planta e sua entrada na raiz parece estar restrita à região apical da mesma. Logo, é fundamental que o cálcio se distribua ao longo do perfil do solo para entrar em contato com a coifa. Por sua vez, o alumínio que é tóxico, não é neutralizado em profundidade, gerando assim outro fator limitante para o crescimento radicular de culturas e aumento de produtividade.

Já o sulfato de cálcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), que é mais conhecido como gesso agrícola ou fosfogesso, é bastante solúvel e pode ser utilizado como condicionador de solo, adicionando cálcio e enxofre e facilitando a percolação de nutrientes com carga positiva, além de facilitar a lixiviação do sódio que em grande concentração é prejudicial para as culturas, especialmente nas regiões áridas. Como a principal fonte de enxofre no solo é a matéria orgânica, solos já explorados há muito tempo, com problemas no manejo e conservação pela falta do uso de rotação de culturas, podem apresentar baixos níveis de matéria orgânica e conseqüentemente de enxofre. Nessa situação o gesso pode ser uma alternativa para o aumento da disponibilidade desse macronutriente.

A aplicação do gesso vem sendo testada em várias situações de clima e solo. Em alguns casos, como em solos salinos ou com baixa precipitação pluviométrica, tem-se observado efeitos positivos em rendimento de culturas anuais

e perenes e melhorias nas condições químicas do solo. Um subsolo com baixos teores de cálcio e presença de alumínio também podem explicar melhores respostas das culturas ao uso do gesso agrícola.

Nesse contexto, visando construir um perfil de solo que seja adequado ao crescimento radicular, com vistas a promover um melhor crescimento das plantas, especialmente em condições de estresse hídrico, faz-se necessário estudos que demonstrem essa construção, sem haver necessidade de revolvimento do solo para colocação dos nutrientes às camadas mais profundas, garantindo, desta forma, a sustentabilidade do sistema plantio direto.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar a influência de doses crescentes de gesso agrícola sobre o desempenho vegetativo e reprodutivo da cultura do milho segunda safra em sistema plantio direto.

2.2 ESPECÍFICOS

Avaliar o efeito do gesso sobre componentes de rendimento: altura de plantas (AP), altura de inserção da espiga (AIE), diâmetro do colmo (DC), número de grãos por espiga (NGE) e massa de mil grãos (MMG) na cultura do milho cultivado em sistema plantio direto;

Avaliar a produtividade do milho segunda safra cultivado com doses crescentes de gesso;

Avaliar a influência de doses crescentes de gesso na capacidade de absorção dos nutrientes N, P e K pelas plantas de milho.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÃO DE GESSO AGRÍCOLA NA AGRICULTURA

As rochas fosfáticas, principalmente a fluorapatita, são matéria prima para obtenção dos diversos fosfatos presentes no mercado. Para obtenção do ácido fosfórico (H_3PO_4), a partir da ação ácido sulfúrico sobre a rocha fosfatada previamente moída, purificada e concentrada, utilizado na fabricação do superfosfato triplo, e superfosfato simples se obtém o gesso agrícola, sendo este considerado um subproduto da fabricação do H_3PO_4 (DIAS, 1992). As etapas do processo de obtenção do gesso estão representadas na figura 1.

Figura 1 – Etapas no processo de obtenção do gesso agrícola

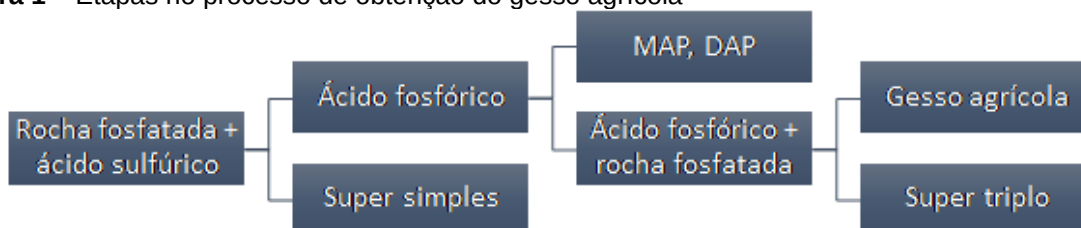


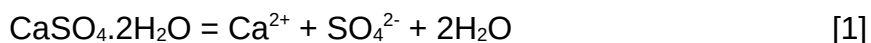
Tabela 1 – Composição química do gesso.

Composição química	Valores
Umidade livre	15-17%
Cálcio (Ca)	17-20%
Enxofre (SO ₄)	12-15%
Fósforo (P ₂ O ₅)	0,6-0,75%
Flúor (F)	0,67-3,2%
Óxido de silício (SiO ₂)	1,26-3,2%

O gesso agrícola ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) (Tabela 1) é fonte de cálcio e de enxofre e também um condicionador de solo, promovendo melhorias nas propriedades biológicas, físicas ou físico-químicas do solo. O gesso é responsável pela percolação de cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e potássio (K^+) para camadas mais profundas, além de diminuir os efeitos da toxidez por alumínio trocável (Al^{3+}), melhorando assim a fertilidade do solo ao longo do perfil onde as raízes de algumas

culturas atingem, além de ser um facilitador da lixiviação de sódio (Na^+) trocável em solos sódicos.

A solubilidade do gesso é rápida, cerca de 2,5 g/l, sendo cerca de 150 vezes mais solúvel que o calcário. A dissolução do gesso no solo ocorre conforme a reação:



Para correção do pH do solo são utilizados carbonato de cálcio (CaCO_3) e de magnésio (MgCO_3), óxidos (CaO , MgO) e hidróxidos [$\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$], substâncias que geram ânions (OH^-) e (HCO_3^-) e que se ligam ao H^+ e Al^{3+} , aumentando o pH do solo, fornecendo Ca^{2+} e Mg^{2+} (MEURER, 2017). O gesso, por sua vez, não altera o pH do solo, por ser um sulfato, e não neutralizará os íons hidrogênio (H^+) (MEURER, 2017). No entanto, mesmo sem liberar OH^- para o meio, o gesso pode melhorar o ambiente radicular por se ligar ao alumínio, conforme a reação:



O sulfato (SO_4^{2-}), com duas cargas negativas, ao ligar-se com o alumínio (Al^{3+}), que possui três cargas positivas, neutraliza duas cargas, diminuindo assim os efeitos tóxicos do alumínio em camadas mais profundas do solo. Por ser um ânion móvel no solo, o SO_4^{2-} é lixiviado facilmente para camadas mais profundas. Nesse processo, além de reduzir o efeito do Al^{3+} , o ânion SO_4^{2-} pode descer no perfil acompanhado de cátions como o Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e o Na^+ .

Outra aplicação importante do gesso agrícola é na correção de solos sódicos, onde o cálcio substitui o excesso do sódio trocável e o produto dessa reação lixivia para camadas abaixo da zona radicular (BARROS *et al.*, 2005). Segundo os mesmos autores, solos sódicos podem ocorrer em condições naturais ou com o manejo inadequado da irrigação. A salinidade é um fator que limita a produção agrícola causando problemas de ordem econômica (BARROS *et al.*, 2005).

O gesso, além de cálcio, que é seu constituinte principal, contém também o enxofre na forma de SO_4^{2-} . Em solos já cultivados a muito tempo e com baixos teores de matéria orgânica, o enxofre pode se apresentar em deficiência.

Vários experimentos com aplicação de gesso têm mostrado o aumento da concentração de enxofre em culturas sobre o efeito de sua aplicação.

3.2 CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DE DOSES DE GESSO AGRÍCOLA

As recomendações para aplicação do gesso devem partir na análise de solos em diferentes camadas. Souza, Lobato e Rein (2005) recomendam fazer amostragens do solo nas profundidades de 20 a 40 e de 40 a 60 cm; para culturas perenes amostrar também de 60 a 80 cm.

Um dos pontos que suscitam discussões está o critério para definição da dose de gesso a aplicar. Alguns autores utilizam alguns parâmetros para a decisão da gessagem, como os teores de cálcio e de alumínio e a saturação por alumínio. Raij (2008) sugere aplicar gesso quando o teor de Ca^{2+} for menor que 4 mmolc dm^{-3} e a saturação por alumínio maior que 40%. Souza, Lobato e Rein (2005), consideram que os teores de Ca^{2+} devem estar abaixo de 5 mmolc dm^{-3} e saturação por alumínio maior do que 20%.

Souza, Lobato e Rein (2005), consideram o teor de argila do solo para calcular a dose de gesso, aplicando as fórmulas:

$$\text{Culturas anuais: (Kg ha}^{-1}\text{)} = 50 \times \text{Argila (\%)} \quad [3]$$

$$\text{Culturas perenes: (Kg ha}^{-1}\text{)} = 75 \times \text{Argila (\%)} \quad [4]$$

Um estudo mais recente conduzido por Caires e Guimarães (2018), através de informações coletadas de seis experimentos com gesso em Latossolos do Sul do Brasil em culturas de soja, milho, trigo e cevada, utilizou um algoritmo computacional para desenvolver uma fórmula que resulta em uma dosagem, tendo como base a máxima eficiência econômica. Estes autores também adotam, como critério para aplicação de gesso pela análise química do solo, a coleta de solo na camada de 20 a 40 cm de profundidade. A partir dessa análise verifica-se os teores de cálcio e sua participação na CTC efetiva do solo. Quando o percentual de cálcio for inferior a 54% na CTC efetiva, se recomenda a aplicação de gesso para elevar esse valor a 60%, conforme a equação abaixo:

$$NG \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = [(0,6 \times CT\text{Ce}) - (\text{Teor de Ca (cmolc dm}^{-3}\text{)})] \times 6,4 \quad [5]$$

onde:

NG = necessidade de gesso, em t ha⁻¹

0,6 = valor correspondente a 60% de cálcio na CTC efetiva

CTCe = CTC efetiva

6,4 = quantidade de gesso necessária para elevar 1 cmolc de Ca dm⁻³

3.3 RESPOSTAS DAS CULTURAS AO USO DO GESSO

Vários pesquisadores têm demonstrado interesse em avaliar os efeitos da aplicação de gesso agrícola em diferentes situações de solo, clima e culturas. Alguns estudos mostram boas respostas ao uso do gesso, como os de Almeida *et al.* (2015), que avaliaram em Pernambuco o desempenho da cultura da cana-de-açúcar com doses crescentes de gesso, incorporado ao solo com profundidade variando entre 15 e 30 cm, em um Argissolo de textura média. Nesse trabalho a aplicação de gesso proporcionou um aumento significativo na produtividade da cana-de-açúcar, nas parcelas com doses de 1 e 1,5 t ha⁻¹. Estes resultados podem ser relacionados com o aumento nos teores de cálcio nas camadas superficiais e profundas do solo; esse fato também foi atribuído por Rocha *et al.* (2008) quando observaram que o gesso proporcionou maior distribuição percentual de raízes de cana-de-açúcar em camadas abaixo de 0,40 m de profundidade, em um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico, quando do uso isolado de gesso (4,62 Mg ha⁻¹) ou combinado com calcário (4,55 t.ha⁻¹ de calcário dolomítico + 2,31 t ha⁻¹ de gesso).

A cultura do milho, em algumas situações, também tem demonstrado respostas positivas à aplicação do gesso. Caires *et al.* (2004) trabalhando com um Latossolo de textura média em Ponta Grossa-PR, observaram em um experimento com calagem e aplicação de gesso 90 dias após a calagem, no sistema plantio direto, que o gesso aumentou os teores de Ca²⁺ e S-SO₄²⁻ no subsolo, além de aumentar também a concentração de N, K e Ca no tecido foliar do milho, porém

reduzindo o Mg no solo e nas folhas. Embora o crescimento radicular do milho não tenha sido influenciado pela calagem e gessagem, a estratégia de aplicação do gesso associada à calagem foi eficiente em aumentar o rendimento de milho.

Outro exemplo foi demonstrado por Minato *et al.* (2017), que avaliaram o rendimento do milho e os teores de macronutrientes nas folhas em um Latossolo Vermelho distrófico típico, com doses de gesso aplicadas (0, 3, 6 e 9 t ha⁻¹). Os teores de P, N e S apresentaram respostas positivas com o aumento das doses de gesso, o que pode explicar o aumento de produtividade em 17,8%, em relação à testemunha, na dose aplicada de 6,22 Mg ha⁻¹ obtida pela equação de regressão.

Quem também demonstram respostas positivas do milho ao uso do gesso são Amaral *et al.* (2016), que avaliaram o desempenho da cultura do milho com aplicação de gesso em um Latossolo Vermelho Distroférico típico de textura argilosa, onde observaram um maior diâmetro de colmo e maior produtividade na dose de 4 t ha⁻¹. Esses resultados podem estar relacionados pelo aumento de Ca e Mg nas camadas de 20 a 40 cm de profundidade do solo onde também ocorreu a neutralização no alumínio. Em outra pesquisa, conduzida por Dias *et al.* (2017), também foram observadas diferenças significativas nos componentes de rendimento do milho com doses de gesso, em um experimento na região central do Brasil.

Alguns experimentos, como o de Fois *et al.* (2017) com a aplicação de gesso em doses variando de 0 a 1600 Kg ha⁻¹ e avaliações feitas em dois anos agrícolas nas culturas da soja e do milho safrinha, não observaram aumento de produtividade dessas culturas, apesar do teor de S aumentar até 40 cm de profundidade. Outro trabalho realizado por Amorin *et al.* (2017) também não verificou resposta significativa nos componentes de rendimento avaliados no milho safrinha, e inclusive houve um decréscimo de produtividade, fato atribuído a lixiviação do Mg, induzindo à cultura a deficiência desse nutriente.

Culturas de inverno não tem respondido de maneira significativa a aplicações de gesso agrícola. Resultados poucos satisfatórios foram demonstrados por Schmidt Filho *et al.* (2016), que analisaram a influência de doses crescentes de gesso na produtividade e qualidade do trigo. Da mesma forma, Caires, Feldhaus e Blum, (2001) observaram que o crescimento radicular e a nutrição de uma cultivar de cevada sensível ao Al³⁺ não foi influenciado pela aplicação de calcário e gesso,

embora tenha melhorado sua distribuição em camadas mais profundas. A gessagem aumentou os teores de N, P, K, Ca e S na cevada, somente em condições de déficit hídrico, proporcionando um acréscimo na produção de grãos

Sorrato e Crusciol (2008) verificaram que a folha bandeira da aveia preta aumentou os teores de S com a aplicação de gesso e teve um aumento de produtividade, em ano de cultivo com condições de déficit hídrico.

Muitos pesquisadores, ao avaliarem os efeitos do gesso em culturas da família das fabáceas, não tem encontrado diferenças significativas na produtividade de grãos. Em trabalho de Rampim *et al.* (2011), avaliando o desempenho do trigo e da soja em ambientes com e sem a presença de alumínio trocável em profundidade com doses de gesso, houve aumento de produtividade somente do trigo quando cultivado com a presença de alumínio trocável no solo.

Caires *et al.* (1998) avaliaram os efeitos do gesso e do calcário, aplicados em superfície, nas alterações químicas do solo e na produtividade da soja em dois anos consecutivos, em um experimento com quatro doses de gesso (0, 4, 8 e 12 t ha⁻¹) e quatro de calcário (0, 2, 4 e 6 t ha⁻¹). A calagem foi realizada com quatro meses de antecedência da gessagem, que foi feita próximo ao plantio. Houve redução nos teores de alumínio trocável em amostras coletadas em profundidade, oito meses após a aplicação. Constatou-se também um aumento do teor de cálcio em todo o perfil e aumento dos teores de potássio e magnésio nas camadas mais profundas, bem como aumento nos teores de enxofre, principalmente, nas camadas mais profundas. Apesar das mudanças nas características químicas do solo decorrentes da aplicação de calcário e gesso, não houve diferença significativa na produção entre as parcelas; no segundo ano de cultivo houve uma redução de rendimento nas parcelas com a dose máxima de gesso (12 t ha⁻¹) em relação a dose testemunha, esse fato pode ser relacionado com a diminuição dos teores de potássio devido a sua lixiviação causada pelo excesso da dosagem de gesso.

Outros experimentos com gesso utilizando a soja como cultura também não demonstraram aumento de produtividade. Castañon *et al.* (2011) avaliaram a produtividade da soja na região sul do Mato Grosso, em um Latossolo Vermelho Amarelo de textura arenosa utilizando seis doses de gesso (0, 400, 800, 1200, 1600 e 2000 Kg ha⁻¹) aplicadas cerca de 60 dias antes do plantio, onde não se observou

diferença significativa de produção entre os tratamentos e a testemunha. Fato constatado também por Freitas *et al.* (2017) que avaliaram as variações químicas do solo em um sistema plantio direto consolidado, com aplicações de doses de gesso, em um experimento com soja. O experimento foi realizado em um Latossolo Vermelho de textura argilosa. Em condições de chuvas regulares e sem déficit hídrico, não houve ganho de produção na soja e nem mudanças significativas no Al trocável do solo.

Neis *et al.* (2010), também ao avaliarem a produtividade da soja sob doses de gesso em um Latossolo Vermelho amarelo de textura argilosa na região sudoeste do estado de Goiás, não observaram ganhos de produção nessa cultura. Kaneko *et al.* (2015), em condução de um experimento para avaliar a dosagem máxima de gesso que não cause prejuízo na produção soja, utilizando tratamentos com dosagens de 1.400, 2.800, 5.600 e 11.200 Kg ha⁻¹, constataram que nenhum dos tratamentos diferiram na produtividade nos anos agrícolas de 2010/2011 e 2011/2012, quando comparadas com a testemunha.

O feijão caupi, da mesma família da soja, também não respondeu a aplicação de doses de gesso, em um Latossolo Amarelo na região Nordeste do Pará (ALVES *et al.*, 2013). Foram avaliados alguns componentes de rendimento do feijão como altura de planta, número de folhas e diâmetro de coleto. Não houve diferença significativa nas parcelas como doses de gesso em amostras feitas com 30 e 60 dias após a emergência do feijão.

Embora o gesso, em alguns estudos, tem demonstrado pouca resposta em ganhos de produtividade em fabáceas, em condições de deficit hídrico os resultados são diferentes. Zandoná *et al.* (2015) analisaram os efeitos do gesso sobre a produtividade de milho e soja em condições de deficit hídrico e observaram que o gesso aumentou os teores de Ca em todo o perfil e distribuição de Mg para camadas subsuperficiais do solo e diminuiu os teores de Al trocável. O gesso aumentou a produtividades de milho em 9,3% e de soja em 11,3%, com melhor resposta na dose de 2 t ha⁻¹.

O mesmo foi constatado por Pauletti *et al.* (2014) que avaliaram os efeitos do gesso e do calcário em um sistema plantio direto consolidado a longo prazo. O experimento foi conduzido em um Latossolo Vermelho amarelo de textura

franco arenosa. Ao longo de 72 meses foram avaliados o desenvolvimento das culturas de aveia preta, milho, trigo e soja. O gesso proporcionou um leve aumento do pH e aumento nos teores de Ca e S em camadas profundas do solo, lixiviou Mg e não lixiviou K. Ganhos de produtividade de soja, milho e trigo só foram observados em condições de deficit hídrico, sendo que quando não houve deficit hídrico, altas doses de gesso prejudicaram a produtividade da soja por indução de deficiência de Mg.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, nas coordenadas geográficas 26°10'12" S e 52°40'68" W e com altitude de 760 m.

O solo é oriundo de rochas basálticas, com textura muito argilosa e classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (Embrapa, 2013), cujas características químicas iniciais estão descritas na Tabela 2.

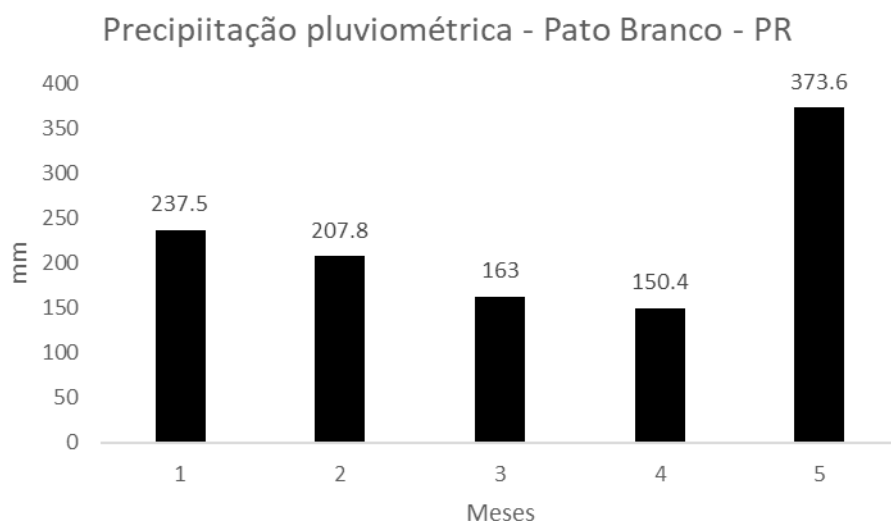
Tabela 2 – Características químicas do solo, em três camadas, antes do início do experimento. Pato Branco, 2019.

Camada cm	pH CaCl2	MO g dm-3	Ca2+	Mg2+	Al3+	H+Al	K+	P mg dm-3	V	m
			-----cmolc dm-3-----						-----%-----	
0-10	4,7	42,9	3,3	2,2	0,05	6,21	0,50	7,2	49,1	0,8
10-20	4,4	40,2	1,9	2,1	0,45	7,20	0,20	2,4	36,8	9,7
20-40	4,4	32,2	2,0	1,8	0,39	6,69	0,18	1,3	37,3	8,9

MO = matéria orgânica; V = saturação por bases; m = saturação por alumínio.

O clima é classificado como Cfa, segundo classificação de Köppen, com temperatura média, em Pato Branco, de 17,1 °C. A média anual de pluviosidade é de 1947 mm, com chuva moderada e distribuída o ano todo. As condições de precipitação durante o período experimental estão descritas na Figura 2

Figura 2 – Precipitação pluviométrica durante a condução do experimento (janeiro a maio de 2019).
Fonte: Instituto das Águas Paraná.



Com o intuito de elevar a saturação por bases para 60%, realizou-se uma calagem, cerca de três meses antes do início do experimento. O calcário foi aplicado a lanço, sem incorporação, na dose de 2,2 Mg ha⁻¹, usando calcário dolomítico com 28,6% de CaO, 20,1% de MgO e PRNT de 88%. A área experimental encontrava-se com palhada de aveia, que havia sido cultivada no inverno de 2018.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais, com dimensões de 30 m² cada.

Os tratamentos consistiram de cinco doses de gesso (0, 2, 4, 6 e 8 Mg ha⁻¹), aplicadas em superfície, dois dias antes da semeadura do milho. A definição das doses seguiu a recomendação da equação 5, proposta por Caires; Guimarães (2018), para um solo que apresentava teor de Ca e saturação por Ca de 2,0 cmolc dm⁻³ e 45%, respectivamente, e CTC efetiva de 4,37 cmolc dm⁻³, na camada de 20-40 cm (Tabela 2). De acordo com a equação 5 a dose recomendada seria de 4 Mg ha⁻¹ de gesso e a partir dessa dose foram definidas as demais.

A gessagem foi feita no dia 08 de janeiro de 2019 e a semeadura do milho segunda safra, foi realizada dois dias após a gessagem, com espaçamento entre linhas de 0,7 m e com densidade de semeadura de 60000 plantas ha⁻¹, utilizando o híbrido 2A401 da DAW AGROCIENCE, considerado de ciclo precoce e de boa produtividade. Foram feitos todos os tratamentos recomendados para o controle de pragas e doenças, assegurando uma boa uniformidade e produtividade da cultura

Para avaliar a resposta da cultura ao uso de gesso foram avaliados os seguintes parâmetros:

Rendimento de grãos: foram colhidos três metros de duas linhas centrais de milho em cada unidade experimental, totalizando assim 4,2 m² de área colhida para cada unidade. O milho foi colhido manualmente no dia 27 de maio de 2019 e seu rendimento extrapolado para kg ha⁻¹, com correção de umidade para 13%.

Componentes de rendimento: número de grãos por espiga (NGE), contando o total de 10 espigas coletadas aleatoriamente das espigas colhidas de

cada unidade, massa de mil grãos (MMG), corrigindo a umidade para 13% e avaliados no laboratório de sementes da UTFPR/Câmpus Pato Branco.

Caracteres morfológicos: altura de plantas (AP) (m), medindo até a inserção da última folha, e altura de inserção da espiga (AIE) (m), da base da planta rente ao solo até o ponto de inserção, usando uma trena graduada; diâmetro do colmo (DC) (mm) com auxílio de um paquímetro digital e medido na base da planta. Estas informações foram coletadas na mesma área que o milho foi colhido.

Absorção de nutrientes: na fase de pleno florescimento do milho, no dia 16 março de 2019, 67 dias após a semeadura, foi coletada a folha índice (folha imediatamente abaixo e oposta à espiga) de 10 plantas na área central de cada unidade experimental. Após secas em estufa, as folhas foram moídas e digeridas com ácido sulfúrico para determinação do teor de N, P e K, conforme metodologia descrita em Tedesco *et al.* (1995).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, não constatando-se efeitos significativos dos tratamentos, dispensou-se a realização de análise de regressão à 5% de significância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito das doses de gesso sobre os caracteres avaliados na cultura do milho: rendimento de grãos (RG), altura de planta (AP), altura de inserção de espiga (AIE), diâmetro de colmo (DC), número de grãos por espiga (NGE), massa de mil grãos (MMG) e concentração de N, P e K foliar (Tabela 3), indicando que nas condições do estudo, mesmo com indicação para aplicação de gesso, as doses estudadas não manifestaram qualquer efeito no desenvolvimento do milho (Tabela 3).

Tabela 3 - Quadrados médios da análise da variância conjunta e fontes de variação.

Fontes da variação	GL	RG	AP	AIE	DC	NGE	MMG	N	P	K
Blocos	3	2680768,1	0,0055	0,0058	2,7689	1747,927	543,649	0,0901	0,0005	0,002
Tratamentos	4	2922023,6 ^{ns}	0,0033 ^{ns}	0,0023 ^{ns}	1,3681 ^{ns}	223,5820 ^{ns}	1046,353 ^{ns}	0,1879 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,0271 ^{ns}
Resíduo	12	2020805,3	0,0022	0,0009	1,7715	343,814	333,129	0,2699	0,0007	0,28
Média		7392,69	2,37	1,36	25,00	582,09	312,15	2,64	0,31	2,2
CV (%)		19,23	1,97	2,23	5,32	3,19	5,85	19,66	8,61	7,6

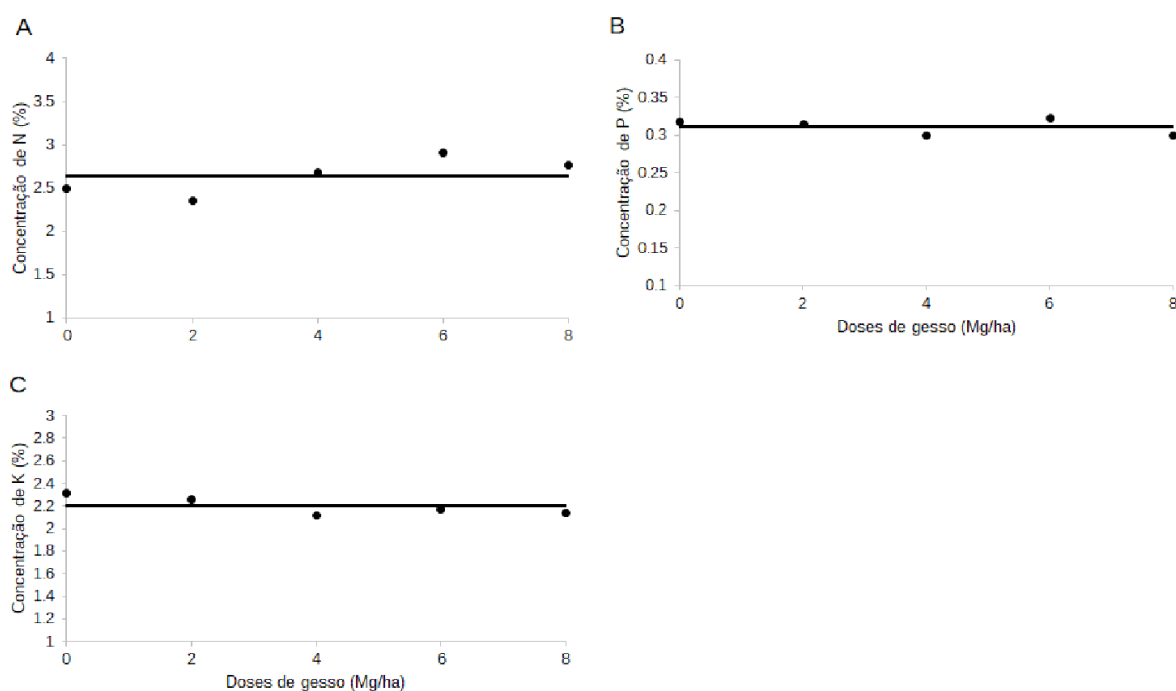
GL=Graus de Liberdade; RG=Rendimento de Grãos; AP=Altura de Planta; AIE=Altura de Inserção de Espiga; DC=Diâmetro de Colmo; NGE=Número de Grãos por espiga; MMG=Massa de Mil Grãos; N=Teor de N; P=Teor de P; K=Teor de K e CV=Coefficiente de variação; ns=não significativo.

A ausência de resposta significativa do milho a doses de gesso pode ser explicada pela ocorrência de alta precipitação pluviométrica durante o período experimental (Figura 2), principalmente nas fases iniciais de desenvolvimento da cultura, onde boa parte dos componentes de rendimento são definidos. Embora não tenha sido avaliado o comprimento e distribuição do sistema radicular, é possível pressupor que em função da quantidade de chuva abundante o milho não aprofundou as raízes para encontrar umidade, ficando restrito às camadas superficiais do solo onde encontrou quantidades suficientes de nutrientes e água para seu desenvolvimento.

5.1 EFEITO DO GESSO SOBRE O TEOR DE NUTRIENTES EM PLANTAS DE MILHO

Os teores médios de N, P e K na folha índice do milho segunda safra não foram afetados pelas doses crescentes de gesso, sendo, respectivamente, as médias de 2,64, 0,31 e 2,24% (Figura 4).

Figura 4 – Teores de N (A), P (B) e K (C) foliar do milho segunda safra submetido a doses crescentes de gesso agrícola.



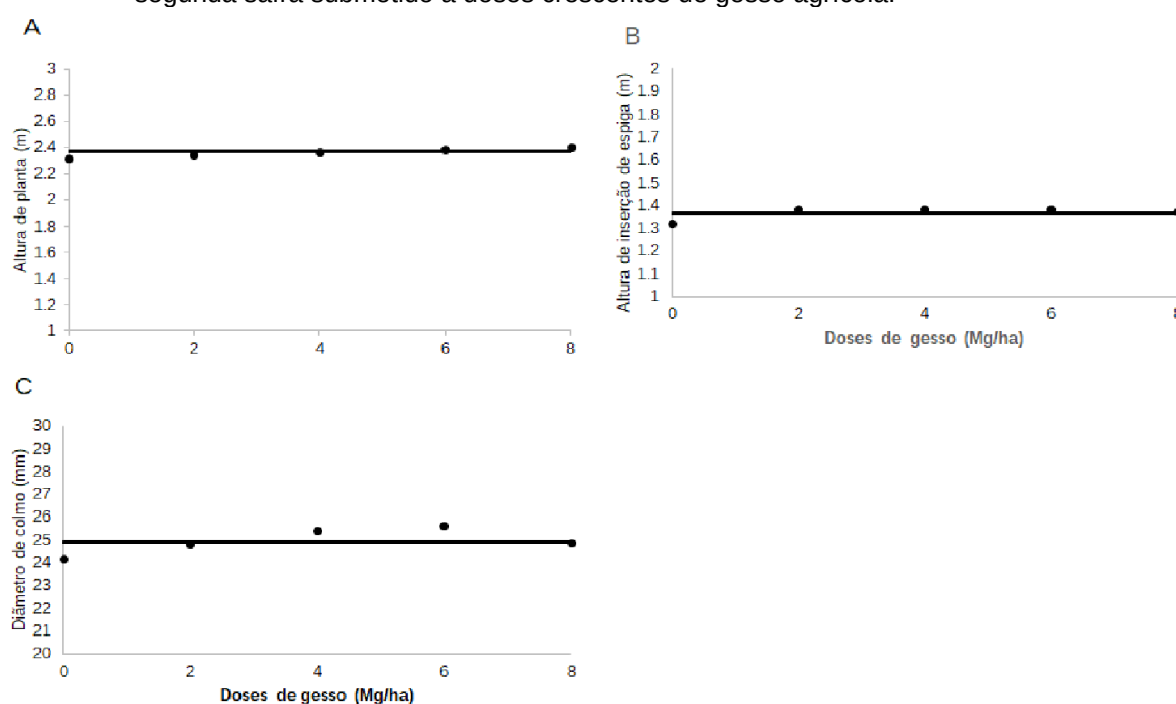
Trabalhando com três variedades de capim elefante, Santos *et al.* (2012) constataram que o gesso não influenciou os teores de K e de P na folha índice (folha recém-madura), sendo que menor teor de P foi observado nas plantas que receberam gesso. Com ou sem aplicação de gesso, os teores de P e K nas plantas de capim-elefante situaram-se dentro da faixa de suficiência.

Caires *et al.* (2004) verificaram aumento na concentração de N, K e redução de Mg no tecido foliar do milho. Minato *et al.* (2017), aplicando gesso depois da semeadura do milho, observaram aumento significativo nos teores de N, P e S foliar, e não encontraram aumento de K, Ca e Mg. Nas duas situações de experimento o milho foi cultivado na primeira safra.

5.2 EFEITO DO GESSO SOBRE OS CARACTERES MORFOLÓGICOS DE PLANTAS DE MILHO.

As doses crescentes de gesso não influenciaram o desenvolvimento das plantas de milho, medido através dos parâmetros altura de plantas, altura de inserção de espigas e diâmetro de colmo, cujos valores médios foram de 2,37 m, 1,36 m e 25 mm, respectivamente (Figura 5).

Figura 5 – Altura de plantas (A), altura de inserção de espigas (B) e diâmetro de colmo (C) de milho segunda safra submetido a doses crescentes de gesso agrícola.



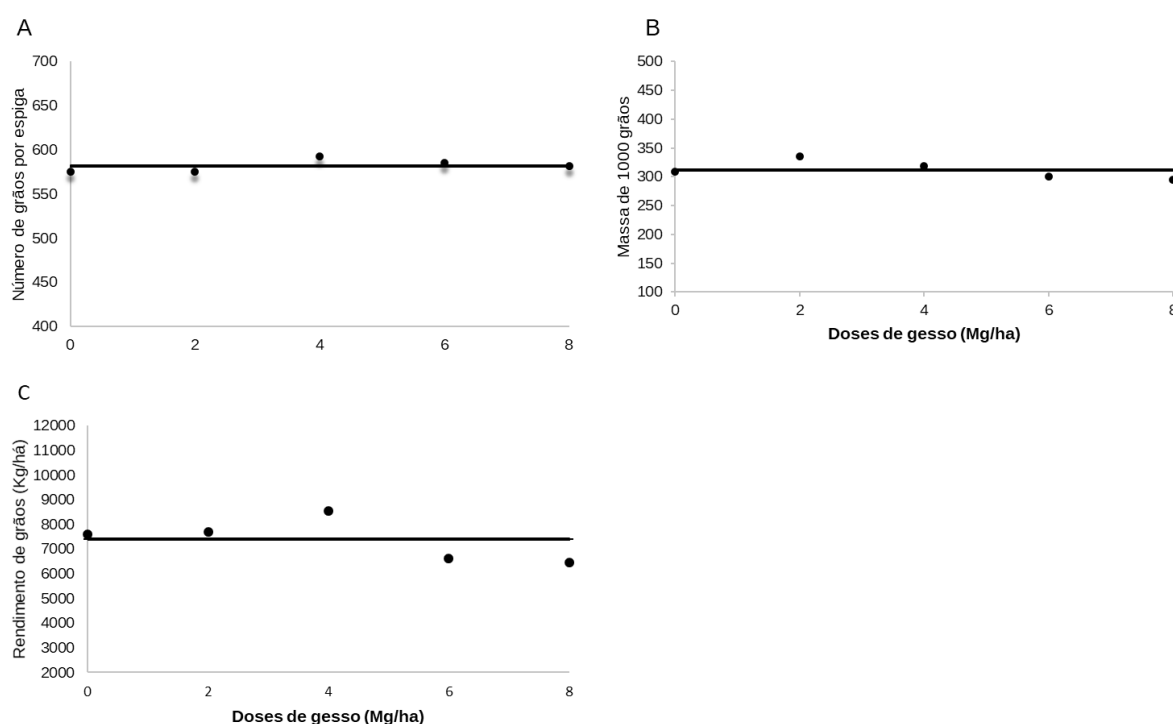
Outros resultados foram encontrados por Amaral *et al.* (2016) que verificaram maior diâmetro de colmo e maior produtividade do milho primeira safra na dose de 4 t ha⁻¹ de gesso aplicado e incorporado ao solo 30 dias antes da semeadura do milho, com calagem feita 30 dias de antecedência a aplicação do gesso.

Alves *et al.* (2013) avaliaram os componentes de rendimento do feijão. Não houve diferença significativa nas parcelas com doses de gesso na altura de plantas, número de folhas e diâmetro de colmo em amostras feitas com 30 e 60 dias após a emergência do feijão.

5.3 EFEITO DO GESSO SOBRE OS COMPONENTES DE RENDIMENTO DO MILHO

Não houve diferença significativa nos componentes de rendimento avaliados no milho segunda safra com doses crescentes de gesso agrícola. As médias foram as seguintes: Número de grãos por espiga: 582,09 grãos, massa de 1000 grãos: 312,15 gramas e rendimento de grãos: 7392,69 kg ha⁻¹ (Figura 6).

Figura 6 – Número de grãos por espiga (A), massa de 1000 grãos (B) e rendimento de grãos (C) de plantas de milho submetidas a doses crescentes de gesso agrícola.



Estes resultados coincidem com Caires *et al.* (2001), com milho primeira safra em sistema plantio direto, em um experimento conduzido a longo prazo, com calagem e gessagem cerca de um ano e meio antecedendo o plantio da cultura. Amorin *et al.* (2017), que em experimento com milho segunda safra encontrou uma redução significativa na produtividade com dose máxima utilizada de 4 Mg ha⁻¹. Fois *et al.* (2017) avaliando o milho segunda safra em dois anos consecutivos, cultivado com níveis de cálcio no solo que indicariam a aplicação de gesso segundo a proposta de Caires e Guimarães (2018), e com calagem antecedendo o experimento, portanto, com boas condições de cálcio em superfície,

onde não foram encontradas respostas do milho à aplicações de gesso. Em comum o fato de que estes trabalhos foram realizados em condições regulares de chuva.

Porém, diferem de Minato *et al.* (2017), que avaliaram o milho primeira safra e encontraram aumento significativo de 17,8% na produção com gesso aplicado depois da semeadura. Dias *et al.* (2017), avaliando os componentes de rendimento, encontraram diferença significativa no diâmetro e comprimento de espiga e número de grãos por espiga do milho, com melhores respostas na dose de 9 Mg ha⁻¹.

Outros experimentos, como o de Pauletti *et al.* (2014) e Zandona *et al.* (2015,) com milho cultivado sobre condições de deficit hídrico, mostraram resultados significativos em produtividade com aplicação de gesso.

No presente trabalho convém ressaltar que os teores de Ca²⁺ e de Mg²⁺, mesmo na camada de 20-40 cm, são considerados altos. Associado a isso está o fato de que, nesta mesma camada, a saturação por Al³⁺ é inferior a 10%, valor considerado baixo (NEPAR/SBCS, 2019) (Tabela 2). Neste caso, é possível pressupor que esses valores não foram limitantes e a contribuição do gesso tornou-se menos expressiva no sentido de favorecimento ao desenvolvimento do milho, tanto em termos de raízes quanto de parte aérea.

6 CONCLUSÃO

O milho segunda safra não respondeu a aplicação de níveis crescentes de gesso agrícola dois dias antes da semeadura.

Conclui-se que o gesso agrícola, em condições normais de chuva e em solo com níveis altos de cálcio e de magnésio e baixos de alumínio, em subsuperfície, não aumenta a produtividade do milho.

7 AGRADECIMENTO

A empresa Órion Brasil Comércio e Exportação de Produtos Agrícolas,
pela cedência da matéria prima utilizada neste experimento.

REFERÊNCIAS

- ÁGUASPARANÁ, Instituto das Águas do Paraná. **Sistema de informações hidrológicas (SIH)**. 2019. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/>. Acesso em: 01 out. 2019.
- ALMEIDA, Ian Victor *et al.* Uso do gesso no aumento da produtividade de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35. Natal, 2015.
- ALVES, José Darlon Nascimento *et al.* Gesso agrícola na cultura do feijão caupi em latossolo amarelo no nordeste paraense. Goiânia, 2013.
- AMARAL, Luís Augusto *et al.* Efeito de doses de gesso agrícola na cultura do milho e alterações químicas no solo. Tangará da Serra, 2016.
- AMORIN, Vanessa Albercio *et al.* Componentes da produtividade do milho safrinha em função de doses de gesso agrícola. In: XIV SEMINÁRIO NACIONAL MILHO SAFRINHA. Cuiabá, 2017.
- BARROS, Maria F. C.; FONTES, Maurício. P. F.; ALVARES, Victor; RUIZ, Hugo. Aplicação de gesso e calcário na recuperação de solos salino-sódico do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 320–326, 2005. Disponível em: <http://www.agriambi.com.br>. Acesso em: 05 11 2019.
- BORKET, Clovis M. *et al.* **Considerações sobre o uso do gesso na agricultura**. Londrina, 1987. Comunicado técnico. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/53994/1/40.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2019.
- CAIRES, Eduardo Fávero *et al.* 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**, v. 27, n. 2, p. 275–286, 2003.
- CAIRES, Eduardo Fávero; CHUEIRI, W. A.; MADRUGA, E. F.; FIGUEIREDO, A. Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 27–34, 1998.
- CAIRES, Eduardo Fávero *et al.* Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 1, n. 28, p. 12, 2004. ISSN 125-136.
- CAIRES, Eduardo Fávero; GUIMARÃES, Alaine M. **A Novel Phosphogypsum Application Recommendation Method under Continuous No-Till Management in Brazil**. 2018. Disponível em: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/abstracts/110/5/1987>.
- CAIRES, Eduardo Fávero; FELDHAUS, Itacir Cesar; BLUM, Julius. Crescimento radicular e nutrição da cevada em função da calagem e aplicação de gesso. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 3, p. 213–223, 2001.

CASTAÑON, Thiago Henrique Figueira Matos *et al.* Uso do gesso agrícola na cultura da soja, na região sul do estado do Mato Grosso. **Semana de tecnologia do Curso de Biocombustíveis da Faculdade de Tecnologia de Jaboticabais**, Jaboticabal, v. 3, n. 4, p. 4, 2011.

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.

DIAS, Luís Eduardo. **Uso de gesso como insumo agrícola**: Comunicado técnico. [S.l.], 1992. 1-6 p. Comunicado técnico. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/27132/1/cot007.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.

Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

FOIS, Diego Augusto Fatecha *et al.* Efeito de gesso agrícola na disponibilidade de enxofre e no rendimento de soja e milho safrinha. **Revista Cultivando o Saber**, v. 10, n. 3, p. 314–326, 2017.

FREITAS, Diana Carolina Lima *et al.* Efeito de doses de gesso agrícola e alterações químicas ocorridas no perfil do solo em sistema de plantio direto consolidado cultivado com soja. In: REVISTA DA JORNADA DA PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA, 1. **CONGREGA**. Bagé, 2017. p. 1–14.

KANEKO, Flavio Hiroshi *et al.* Doses de gesso e desenvolvimento da cultura da soja em Latossolo Vermelho argiloso em região de cerrado. **Revista Agrarian**, v. 8, n. 29, p. 253–259, 2015.

MEURER, Egon José. **Fundamentos de química do solo**. 6. ed. Porto Alegre: Biblioteca Setorial Da Faculdade de Agronomia da UFRGS, 2017. 275 p. ISBN 978-85-7727-225-9.

MINATO, Evandro Antonio *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. ISSN 1983. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v16n1p219-22>. Acesso em: 20 nov. 2018.

NEIS, Lucimeire *et al.* Gesso agrícola e rendimento de grãos de soja na região do sudoeste de goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 34, p. 409–416, 2010.

NEPAR/SBCS. **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná**. Curitiba: Cubo, 2019. v. 2. 289 p.

PAULETTI, Volnei *et al.* Efeitos em longo prazo da aplicação de gesso e calcário no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 1, p. 495–505, 2014.

RAIJ, B. Van; FURLANI, P. R.; QUAGGIO, J. A.; PETTINELLI JÚNIOR, A. Gesso na produção de cultivares de milho com tolerância diferencial a alumínio em três níveis de calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 1, p. 101–108, 199.

RAMPIM, Leandro; LANA, Maria Carmo; FRANDOLOSO, Jucenei Fernando Frandoloso; FONTANIVA, Silvano. Atributos químicos do solo e resposta do trigo e soja ao gesso em sistema de semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 5, p. 1687–1698, 2011.

ROCHA, Alexandre T. *et al.* Emprego do gesso do araripe na melhoria do ambiente radicular da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 4, p. 307–312, 2008.

SANTOS, Renato Lemos dos *et al.* Extração e eficiência de uso de nutrientes em capim-elefante na presença de gesso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 36, n. 2, p. 497–505, 2012.

SCHMIDT FILHO, Edison *et al.* Influência de diferentes doses de gesso agrícola sobre a produtividade da cultura do trigo. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 14, n. 2, p. 442–449, 2016.

SORRATO, Rogério Peres; CRUSCIOL, Carlos Alexandre Costa. Produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes pela aveia-preta em função da aplicação de calcário e gesso em superfície na implantação do sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 4, p. 928–935, 2008.

SOUZA, Djalma M. Gomes de; LOBATO, Edson; REIN, Thomaz A. **Uso de gesso Agrícola nos Solos do Cerrado**. Planaltina, 2005. Circular Técnica 32. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/568533/1/cirtec32.pdf>. Acesso em: 11 out. 2018.

TEDESCO, Mariano José *et al.* **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre, 1995. 174 p. Boletim Técnico de Solos, 5.

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, v. 45, n. 2, p. 128–137, 2015. ISSN 1983-4063. Disponível em: www.agro.ufg.br/pat. Acesso em: 10 nov. 2018.

APÊNDICES

APÊNDICE A – DADOS COLETADOS NO EXPERIMENTO E PROCESSADOS NO PROGRAMA ESTATÍSTICO GENES.

T	B	AP (m)	AIE (m)	DC (mm)	NGE	MMG (g)	RG (kg)	N (%)	P (%)	K (%)
1	1	2.32	1.32	24.94	600.4	314.17	6312.26	2	0.3	2.28
1	2	2.41	1.38	25.31	589.4	307.64	6978.65	2.54	0.3	2.28
1	3	2.29	1.32	23.15	546.8	327.08	8048.71	2.54	0.32	2.23
1	4	2.28	1.27	23.22	564.2	290.53	9031.2	2.91	0.36	2.46
2	1	2.4	1.4	26.37	560.6	342.06	9203.61	1.09	0.34	2.43
2	2	2.38	1.4	26.74	601	314.57	6580.46	2.72	0.31	2.18
2	3	2.33	1.41	22.65	538.6	332.83	5747.13	2.72	0.32	2.25
2	4	2.3	1.3	23.64	601	355.66	9334.98	1.91	0.29	2.18
3	1	2.39	1.41	26.5	618.6	342.27	11228.8	2.72	0.29	2
3	2	2.41	1.36	26.45	620.2	323.07	8852.63	2.36	0.25	2.33
3	3	2.38	1.35	23.97	554.8	313.71	6978.65	2.72	0.32	2.2
3	4	2.31	1.32	24.85	578	295.81	7153.12	2.91	0.34	1.94
4	1	2.33	1.36	24.5	605	301.32	6783.66	3.09	0.32	2.35
4	2	2.39	1.37	25.94	572.8	330.89	7116.86	2.91	0.35	2.25
4	3	2.42	1.42	27.24	580.8	307.35	6403.94	2.91	0.31	2.02
4	4	2.39	1.37	24.93	584	262.22	6198.69	2.72	0.31	2.07
5	1	2.37	1.39	25.96	604.2	312.16	8341.54	3.45	0.31	2.05
5	2	2.4	1.39	23.56	589.4	286.72	5072.52	2.72	0.28	1.94
5	3	2.5	1.42	25.9	563	298.38	6599.62	2.36	0.3	2.35
5	4	2.33	1.3	24.18	569	284.56	5886.7	2.54	0.31	2.23

Anexo – T=Tratamentos; B=Blocos; AP=Altura de planta; AIE=Altura de inserção de espiga; DC=Diâmetro de colmo; NGE= Número de grãos por espiga; MMG=Massa de mil grãos; RG=rendimento de grãos; N=concentração de N; P=Concentração de P; K=Concentração de k.

ANEXOS

ANEXO A – Alturas diárias de precipitação em Pato Branco – PR, de janeiro a junho de 2019.

Alturas diárias de precipitação (mm)
2019

Estação:	PATO BRANCO	Código:	02652013	Entidade:	AGUASPARANÁ							
Município:	Pato Branco	Instalação:	19/08/1964	Extinção:								
Tipo:	P	Bacia:	Iguaçu	Sub-bacia:	7							
Altitude:	760,000 m	Latitude:	26° 13' 59"	Longitude:	52° 40' 59"							
DIA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
01	26,5	0,0	0,0	0,0	22,8	4,9	-	-	-	-	-	-
02	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	0,0	-	-	-	-	-	-
03	0,0	23,7	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-
04	13,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-
05	12,8	34,0	0,0	19,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-
06	0,0	1,7	0,0	28,3	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-
07	0,0	0,0	33,9	2,6	3,1	0,0	-	-	-	-	-	-
08	49,1	0,0	21,4	1,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-
09	2,7	0,0	0,0	0,0	4,4	0,0	-	-	-	-	-	-
10	0,0	0,0	18,7	0,0	0,4	0,0	-	-	-	-	-	-
11	11,0	0,0	0,0	0,0	53,7	0,0	-	-	-	-	-	-
12	0,0	11,3	6,4	0,0	9,2	0,0	-	-	-	-	-	-
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	-	-	-	-	-	-
14	1,5	0,0	9,0	0,0	5,6	0,0	-	-	-	-	-	-
15	11,7	23,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-
16	12,2	61,7	0,0	11,8	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-
17	0,0	10,0	25,3	4,3	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-
18	0,0	13,8	43,7	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-
19	60,0	2,1	4,6	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-
20	7,8	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-
21	0,0	7,0	0,0	19,5	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-
22	0,0	2,7	0,0	23,3	5,8	0,0	-	-	-	-	-	-
23	0,0	0,0	0,0	0,0	13,4	0,0	-	-	-	-	-	-
24	24,8	0,0	0,0	0,0	15,7	0,0	-	-	-	-	-	-
25	0,0	3,7	0,0	0,0	11,3	0,0	-	-	-	-	-	-
26	0,0	8,6	0,0	0,0	0,0	29,5	-	-	-	-	-	-
27	0,5	0,0	0,0	1,5	0,0	3,0	-	-	-	-	-	-
28	0,0	0,0	0,0	39,1	69,1	0,0	-	-	-	-	-	-
29	0,0	-	0,0	0,0	38,6	0,0	-	-	-	-	-	-
30	0,0	-	0,0	0,0	5,4	0,0	-	-	-	-	-	-
31	3,1	-	0,0	-	109,2	-	-	-	-	-	-	-
Valores mensais												
DIA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
TOTAL	237,5	207,8	163,0	150,4	373,6	37,4	-	-	-	-	-	-
TOT. CONS.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÁXIMA	60,0	61,7	43,7	39,1	109,2	29,5	-	-	-	-	-	-
DIAS CHUVA	14	14	8	10	17	3	-	-	-	-	-	-
Valores anuais												
181 dias observados	- dias de chuva		Máxima: -		Total: -							