

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

LUCAS FEVERSANI

**GESSO AGRÍCOLA E SEU EFEITO NO DESEMPENHO DO MILHO E
DO FEIJÃO CULTIVADOS EM SUCESSÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2016

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

LUCAS FEVERSANI

**GESSO AGRÍCOLA E SEU EFEITO NO DESEMPENHO DO MILHO E
DO FEIJÃO CULTIVADOS EM SUCESSÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2016

LUCAS FEVERSANI

**GESSO AGRÍCOLA E SEU EFEITO NO DESEMPENHO DO MILHO E
DO FEIJÃO CULTIVADOS EM SUCESSÃO**

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: Prof. Dr. Carlos André Bahry

PATO BRANCO

2016

Feversani, Lucas

Gesso agrícola e seu efeito no desempenho do milho e do feijão cultivados em sucessão / Lucas Feversani.

Pato Branco. UTFPR, 2016

50 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Carlos André Bahry

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco, 2016.

Bibliografia: f. 44 - 48

1. Agronomia. 2. Gessagem. 3. Perfil de solo. 4. componentes de rendimento. I. Bahry, Carlos A., 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

**GESSO AGRÍCOLA E SEU EFEITO NO DESEMPENHO DO MILHO E
DO FEIJÃO CULTIVADOS EM SUCESSÃO**

por
LUCAS FEVERSANI

Monografia apresentada às 10 horas. Do dia 29 de novembro de 2016 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:

Prof. Dr. José Ricardo da Rocha Campos
UTFPR

Msc. Leomar Guilherme Woyann
UTFPR

Prof. Dr. Carlos André Bahry
UTFPR
Orientador

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.

Dedico primeiramente a Deus pois sem ele não chegaria onde cheguei e a minha família por ter me criado com muito amor, simplicidade e humildade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida, saúde e força de sempre seguir em frente independente das distrações e dificuldades que surgiram ou que poderão surgir pelo caminho da vida.

Aos meus pais, Jociane Feversani e Nilson Antonio Feversani, por estarem sempre ao meu lado nos momentos bons e ruins, com apoio e compreensão, motivando-me a superar todas as adversidades.

A minha namorada, Leticia Comocena, por ter acompanhado toda a minha jornada acadêmica, apoiando e sendo prestativa sempre que precisei.

A meu orientador, Dr. Carlos Andre Bahry, um verdadeiro amigo que tive a oportunidade de conhecer dentro e fora da vida acadêmica, auxiliando e ensinando sempre que uma dúvida surgisse.

Aos meus amigos, que me proporcionaram boas lembranças e momentos felizes dentro e fora da faculdade, renovando o ânimo depois de dias difíceis de estudo e trabalho.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma ou outra me ajudaram a chegar até aqui.

*“O insucesso é apenas uma oportunidade para recomeçar de novo
com mais inteligência.”*

Henry Ford

*“O único lugar aonde o sucesso vem antes do trabalho é no
dicionário.”*

Albert Einsten

RESUMO

SOBRENOME, Nome. Título. 50 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016.

A aplicação de gesso em solos com alumínio e ocorrência de estresse hídrico, pode proporcionar condições favoráveis às plantas aumentarem sua produtividade, devido ao maior crescimento radicular em profundidade. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da aplicação do gesso sobre o desempenho agrônômico do milho e do feijão cultivados em sucessão, em solo argiloso, no município de Bom Sucesso do Sul – Paraná. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, constituindo 5 doses (0, 1, 2, 3 e 4 t ha⁻¹) e quatro repetições. Foram avaliados os seguintes componentes de rendimento do milho rendimento de grãos (RG), número de grãos por espiga (NG), número de fileiras por espiga (NF) e massa de cem grãos (MCG) e do feijão rendimento de grãos (RG), número de legumes por planta (NLP), número de grãos por legume (NGL) e massa de mil grãos (MMG). Além dos caracteres agrônômicos das culturas também foi avaliado as condições químicas do solo através da coleta de solo em três níveis de profundidade (0-20, 20-40, 40-60 centímetros) e em duas épocas distintas (6 e 9 meses após aplicação) mais a amostra controle coletada antes da implantação do experimento. A aplicação de gesso na cultura do milho aumentou o número de grãos por espiga, porém sem incremento de produtividade. Para a cultura do feijão houve resposta positiva às doses de gesso para o número de legumes por planta e rendimento de grãos. Nos atributos químicos do solo, foi possível observar uma diminuição em todas as profundidades avaliadas quanto aos teores de alumínio, porém somente nos primeiros seis meses após aplicação. Devido a calagem foi possível observar um incremento nos teores de magnésio e cálcio nos primeiros seis meses em todas as profundidades, no entanto após nove meses houve decréscimo nos teores de Mg²⁺ e Ca²⁺, referente à camada 0-20 cm e 0-60 respectivamente. Já no caso do potássio houve uma diminuição expressiva em todas as profundidades e épocas de coletas.

Palavras-chave: Gessagem. Correção do solo. Crescimento radicular. Produtividade de grãos.

ABSTRACT

FEVERSANI, Lucas. Phosphogypsum and its effect on the performance of corn and beans grown in succession. 50 f. TCC (Course of Agronomy) - Federal University of Technology – Paraná. Pato Branco, 2016.

The application of gypsum in soils with aluminum and occurrence of water stress can provide favorable conditions for the plants to increase their productivity due to the greater root growth in depth. The objective of this work was to evaluate the influence of gypsum application on the agronomic performance of maize and bean grown in succession in clayey soils in Bom Sucesso do Sul – Paraná. The experimental design was in randomized blocks, constituting 5 doses (0, 1, 2, 3 and 4 t ha⁻¹) and four replicates. The following components of grain yield (GR), number of grains per spike (NG), number of rows per spike (NF) and one hundred grain mass (MCG) and of bean were evaluated, grain yield (RG), number of vegetables per plant (NLP), number of grains per legume (NGL) and mass of a thousand grains (MMG). In addition to the agronomic traits of the crops, the soil chemical conditions were also evaluated by soil sampling at three depth levels (0-20, 20-40, 40-60 cm) and at two different times (6 and 9 months after application) Plus the control sample collected before the implantation of the experiment. The application of gypsum in the corn crop increased the number of grains per spike, but without increasing productivity. For the bean culture there was a positive response to the doses of gypsum for the number of vegetables per plant and yield of grains. In the chemical attributes of the soil, it was possible to observe a decrease in all depths evaluated for aluminum contents, but only in the first six months after application. Due to liming, it was possible to observe an increase in magnesium and calcium contents in the first six months in all depths, however after nine months there was a decrease in the contents of Mg²⁺ and Ca²⁺, related to the 0-20 cm layer and 0-60 respectively. In the case of potassium, there was an expressive decrease in all depths and sampling times.

Keywords: Plastering. Correction of soil. Root growth. Crop yield.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Efeito do gesso em profundidade, planta com gesso – planta sem gesso. Fonte: EMBRAPA, 2016.....23
- Figura 2 – Número de grãos por espiga de milho em função de diferentes doses de gesso agrícola aplicado no solo. Bom Sucesso do Sul, PR. 2015/2016.....29
- Figura 3 – Massa de cem grãos na cultura do milho em função de diferentes doses de gesso agrícola aplicado no solo. Bom Sucesso do Sul, PR. 2015/2016.....30
- Figura 4 – Médias de temperatura (°C) e precipitação (mm), no período de agosto de 2015 a janeiro de 2016. Bom Sucesso do Sul, PR. 2015/2016.....31
- Figura 5 – Rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de feijão em função de diferentes doses de gesso agrícola aplicado no solo. Bom Sucesso do Sul, PR. 2016.....33
- Figura 6 – Número de legumes por planta de feijão em função de diferentes doses de gesso agrícola aplicado no solo. Bom Sucesso do Sul, PR. 2016.....34
- Figura 7 – Médias de temperatura (°C) e precipitação (mm), no período de janeiro a abril de 2016. Bom Sucesso do Sul, PR. 2016.....34
- Figura 8 – Efeito das doses de gesso (T1= 0, T2=1, T3=2, T4=3, T5=4 t ha⁻¹) coletada após 6 meses e 9 meses da aplicação do gesso. Para o elemento Alumínio. Em três profundidades, 0-20, 20-40, 40-60 centímetros. Bom Sucesso do Sul, PR. 2015/2016.....37
- Figura 9 – Efeito das doses de gesso (T1= 0, T2=1, T3=2, T4=3, T5=4 t ha⁻¹) coletada após 6 meses e 9 meses da aplicação do gesso. Para o elemento Magnésio. Em três profundidades, 0-20, 20-40, 40-60 centímetros. Bom Sucesso do Sul, PR. 2015/2016.....39
- Figura 10 – Efeito das doses de gesso (T1= 0, T2=1, T3=2, T4=3, T5=4 t ha⁻¹) coletada após 6 meses e 9 meses da aplicação do gesso. Para o elemento Cálcio. Em três profundidades, 0-20, 20-40, 40-60 centímetros. Bom Sucesso do Sul, PR. 2015/2016.....40
- Figura 11 – Efeito das doses de gesso (T1= 0, T2=1, T3=2, T4=3, T5=4 t ha⁻¹) coletada após 6 meses e 9 meses da aplicação do gesso. Para o elemento Potássio. Em três profundidades, 0-20, 20-40, 40-60 centímetros. Bom Sucesso do Sul, PR. 2015/2016.....41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Atributos químicos avaliados antes da implantação do experimento.....	25
Tabela 2 – Análise de variância para as variáveis respostas número de grãos por espiga (NG), número de fileiras por espiga (NF), massa de cem grãos (MCG) e rendimento de grãos (RG) em função de diferentes doses de gesso agrícola aplicado no solo. Bom Sucesso do Sul, PR. 2015/2016.....	28
Tabela 3 – Análise de variância para as variáveis respostas número de grãos por legume (NGL), número de legumes por planta (NLP), massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos (RG) em função de diferentes doses de gesso agrícola aplicado no solo . Bom Sucesso do Sul, PR. 2016.....	32
Tabela 4 – Amostra de solos com valores médios de todos os tratamentos que receberam gesso (T2,T3,T4 e T5), coletado após a colheita do milho.....	36
Tabela 5 – Amostra de solos com valores médios de todos os tratamentos que receberam gesso (T2,T3,T4 e T5), coletado após a colheita do feijão.....	36

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

Al ³⁺	Alumínio
AlSO ₄	Sulfato de alumínio
Ca ²⁺	Cálcio
CaCO ₃	Carbonato de Cálcio
CaSO ₄ .2H ₂ O	Sulfato de cálcio dihidratado.
Cfa	Clima temperado úmido com verão quente
cm	Centímetros
CO ₃	Carbonato
CONAB	Comissão Nacional de Abastecimento
Dr	Doutor
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
F-	Fluoreto
f.	Folhas
g/L	Gramas por litro
H ₂ O	Água
K+	Potássio
Kg ha ⁻¹	Quilograma por hectare
m	Metros
m ²	Metros quadrados
Mg ²⁺	Magnésio
mm	Milímetros
MMG	Massa de mil grãos
MCG	Massa de sem grãos
NF	Número de fileiras por espiga
NG	Número de grãos
NG	Necessidade de gessagem
NGL	Número de grão por legume
NLP	Número de legumes por planta
°C	Temperatura
°C	Temperatura
P ₂ O ₅	Pentóxido de Fosforo
PF	Espessura da camada onde o gesso devera surgir
PR	Unidade da Federação – Paraná
PRNT	Poder Relativo de Neutralização Total
QG	Quantidade de gesso
RG	Rendimento de grãos
S	Enxofre
SC	Superfície coberta pelo gesso
SO ₄ ²⁻	Sulfato
SPD	Sistema plantio direto
t ha ⁻¹	Tonelada por hectare
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UNESP	Universidade Estadual Paulista

LISTA DE ABREVIATURAS

Prof.

Professor

LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 OBJETIVOS.....	18
2.1 GERAL.....	18
2.2 ESPECÍFICOS.....	18
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
3.1 USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS NA LAVOURA.....	19
3.2 MANEJO DE SOLO.....	20
3.3 APLICAÇÃO DO GESSO NA AGRICULTURA.....	21
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL.....	25
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	25
4.3 CARACTERES AGRONÔMICOS AVALIADOS.....	26
4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
5.1 CULTURA DO MILHO.....	28
5.2 CULTURA DO FEIJÃO.....	32
5.3 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO.....	35
6 CONCLUSÕES.....	43
REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

A agricultura se encontra hoje em um nível tecnológico diferenciado de anos atrás, em que é difícil buscar e manter as altas produtividades ao longo das safras sem o uso de defensivos agrícolas. Porém devido ao custo elevados desses insumos, o uso racional se torna de fundamental importância para manter a alta produtividade com uma rentabilidade satisfatória ao agricultor. Contudo, para que estes objetivos sejam alcançados, torna-se inevitável adquirir um conhecimento mais abrangente dos diversos produtos existentes no mercado e dos fatores que comprometem o uso eficiente desses insumos (LOPES; GUILHERME, 2000, p.5).

Devido à ascensão do agronegócio brasileiro nas últimas décadas até os dias atuais, existe no mercado uma gama muito grande de empresas e insumos destinados a agricultura. Diante disso, para que o produtor atinja o sucesso no manejo das culturas é necessário levar em conta conhecimentos das áreas de nutrição de plantas, fertilidade do solo, adubação e tecnologia da aplicação de corretivos e fertilizantes (LUZ et al., 2010, p.1).

Atualmente os saberes sobre manejo da adubação, levando em conta a utilização de corretivos e fertilizantes e seus efeitos na fertilidade do solo e na nutrição mineral das plantas estão bem consolidados e já se dispõem de resultados práticos para o produtor rural (LUZ et al., 2010). Entretanto, nota-se que a tecnologia de aplicação dos corretivos e fertilizantes, um dos fatores determinantes para o aumento da produtividade, muitas vezes não recebe a merecida atenção por parte do agricultor (LUZ et al., 2010).

Na produção de fertilizantes fosfatados, o gesso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) é um subproduto formado através das reações químicas que ocorrem entre o ácido sulfúrico, ácido fosfórico e o concentrado fosfático em temperaturas controladas. O gesso também é conhecido por fosfogesso, devido a uma pequena quantidade de fósforo presente na sua composição química (0,5 a 0,8% de P_2O_5). (MELO; SILVA, 2013, p. 17).

O gesso agrícola não pode ser equivocadamente comparado ao calcário como um corretivo de acidez de solo, pois o gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e o calcário (CaCO_3) possuem composições químicas bem distintas e com funções

diferentes. Diante disto, a legislação brasileira classifica-o como corretivo de sodicidade e condicionador de solo. Devido a sua alta solubilidade comparado ao calcário, tem como finalidade aumentar ao longo do perfil do solo os teores de cálcio, enxofre e, em menor quantidade, de magnésio, elevando a saturação de bases e diminuindo o alumínio tóxico. (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004, p. 91).

Com a implantação do plantio direto em áreas consolidadas, o calcário acabou manifestando uma ação limitada pela sua baixa solubilidade. Assim, as camadas subsuperficiais começaram a ter uma predisposição a apresentar quantidades baixas de cálcio e elevadas de alumínio tóxico, limitando o sistema radicular da planta. Diante disso, a aplicação superficial de gesso agrícola é uma alternativa para a melhoria do ambiente radicular nas camadas subsuperficiais, devido à presença do sulfato e da sua característica de carrear cálcio em profundidade. Porém, de forma alguma o gesso deve substituir o calcário e sim complementar (SORATTO, et al., 2010).

Além de favorecer a movimentação de cátions ao longo do perfil do solo, o gesso agrícola reduz os níveis de alumínio (Al^{3+}) devido à formação do sulfato de alumínio ($AlSO_4$), que por suas características se torna pouco absorvido pelas raízes (BRAGA, 2014, s/p).

Considerando o papel desempenhado pelo gesso agrícola aos solos e às culturas, torna-se importante verificar a sua dinâmica no perfil do solo e seu efeito em determinadas culturas que venham a ocupar as áreas que recebem esse insumo; culturas estas como o feijão e o milho, por exemplo.

A cultura do feijão tem uma grande representatividade econômica em nível nacional e mundial, no Brasil, é cultivado por pequenos, médios e grandes agricultores. Segundo dados da Conab (2016), quando analisando a primeira safra de cultivo no ano de 2016, o Brasil apresentou um decréscimo de 8,5% na área plantada comparada com o ano anterior, chegando a 963,9 mil hectares plantados, atingindo uma produtividade de 1.069 kg ha^{-1} . Na segunda safra, a área cultivada foi de 1.283,7 mil hectares com produtividade média de 772 kg ha^{-1} , 17,1 % menor que na safra anterior.

A cultura do milho possui um amplo mercado consumidor devido à infinidade de subprodutos oriundos do grão, porém cerca de 70% do milho produzido no mundo e entre 70 e 80% do milho produzido no Brasil, é destinado para o consumo in natura, na cadeia produtiva de suínos e aves (EMBRAPA, 2016).

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar a influência da aplicação do gesso agrícola em diferentes doses sobre o desempenho agrônômico do milho e do feijão cultivados em sucessão em solo argiloso, no município de Bom Sucesso do Sul – Paraná.

2.2 ESPECÍFICOS

Avaliar o efeito do gesso sobre os componentes de rendimento das culturas de milho e feijão.

Verificar a produtividade das culturas relacionando com o regime hídrico da região e as diferentes doses de gesso agrícola aplicadas.

Avaliar a ação do gesso em solos muito argilosos, ao longo do perfil de solo, durante o período de cultivo das culturas estudadas.

Indicar a dose ótima de gesso em solos argilosos, para se obter incremento de produtividade e melhoria do perfil do solo para as culturas avaliadas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS NA LAVOURA

Na agricultura, os fertilizantes mais utilizados são de origem inorgânica, devido principalmente a facilidade na utilização, no intuito de repor rapidamente os nutrientes essenciais ao desenvolvimento vegetal. Apesar da infinidade de fertilizantes existentes no mercado, os nutrientes mais utilizados e com maior taxa de resposta pelas culturas são os denominados macronutrientes, devido à grande quantidade exigida pela planta; sendo eles o nitrogênio, potássio, hidrogênio, carbono, oxigênio, cálcio, enxofre, fósforo e magnésio (CARDOSO, 2016).

A calagem e a adubação assumem uma parcela importante do manejo realizado pelo agricultor. Isso é resultado dos ganhos de produtividade, que giram em torno de 50% nas culturas, necessitando assim, de uma atenção especial para melhorar a eficiência do uso de calcário e de fontes de nutrientes para as culturas. Para atingir este objetivo, o agricultor deve aplicar alguns conceitos básicos, que englobam a eficiência dos fertilizantes e corretivos agrícolas e o comportamento destes no sistema solo – planta – atmosfera, visando maximizar a eficiência econômica desses insumos (LOPES; GUILHERME, 2000, p. 7).

Pensando na calagem, a correção da acidez superficial é realizada basicamente pela utilização do calcário. Onde a dose é, geralmente, indicada pela composição em cálcio e magnésio, e a granulometria do material. Devido à baixa solubilidade deste insumo na correção em profundidade, o agricultor pode lançar mão do uso de produtos mais finos, como é o caso do calcário filler, de alto PRNT (CASALE, 2013).

Em pesquisa realizada por Foloni et al. (2008) visou-se avaliar o crescimento de plantas de feijão, associado às variações dos aspectos químicos do solo, em função de altas doses de calcário e em condições controladas. Foi utilizado doses de calcário dolomítico de 0, 4, 8 e 16 t ha⁻¹, na presença e ausência de 8 t ha⁻¹ de gesso agrícola. Como resultado se observou uma redução na matéria seca da parte aérea do feijoeiro no tratamento com excesso de calagem, tanto na ausência como na presença de gesso. Somente a calagem foi suficiente para corrigir a acidez

do solo, como esperado, porém, de forma mais intensa quando utilizada a gessagem em conjunto. Houve um incremento de Ca^{2+} com a adição do gesso, no entanto, a gessagem reduziu a disponibilização de Mg^{2+} do solo, mesmo na dose máxima do calcário dolomítico.

O gesso agrícola, na presença de solos ácidos, demonstra vantagens bastante significativas, ao promover maior crescimento do sistema radicular das plantas, disponibilizando condições para que as plantas passem por um estresse hídrico com menor perda possível da sua produção; isso devido às raízes conseguirem absorver nutrientes e água nas camadas mais profundas do solo (BRAGA, 2014, s/p).

Além de promover maior crescimento radicular, o gesso agrícola disponibiliza ao solo 20% de cálcio, 15% de enxofre, além de 0,7% de P_2O_5 e 0,6% de flúor, no entanto, sua capacidade de melhorar o ambiente subsuperficial fica dependente das condições climáticas, sendo necessário alta intensidade pluviométrica, para carrear os cátions em profundidade, dependendo dos teores de argila presentes no solo. Quando o gesso agrícola não é incorporado há uma diminuição da magnitude de lixiviação do cálcio, prolongando o intervalo de aplicação. Este efeito residual se deve à menor solubilização do gesso na superfície do solo, devido ao menor contato das partículas com a água. (NEIS, 2009).

3.2 MANEJO DE SOLO

No manejo do solo, várias operações são realizadas no intuito de facilitar a semeadura e propiciar condições favoráveis ao desenvolvimento e à produtividade das plantas cultivadas, por tempo ilimitado. Para que isso seja atingido, é imprescindível a adoção de diversas práticas, com ênfase no sistema plantio direto, visto que envolve, simultaneamente, todas as boas práticas conservacionistas (EMBRAPA, 2003, s/p.).

Na produção agrícola vários são os cuidados que se deve ter com o solo, tanto no sistema convencional quanto no plantio direto. Onde, operações de cultivo como nivelamento do terreno, práticas culturais, tanto pulverizações aéreas quanto capina mecânica, práticas de correção e fertilidade do solo, entre outras,

caracterizam-se como manejo de solo. Pois na agricultura utiliza-se uma pequena parte superficial do solo para suas atividades, a qual é chamada de camada arável. Esse solo faz parte do meio ambiente que está ligado a todos os seus outros componentes, como a água, as plantas, os animais e o homem. Desta forma, tudo que acontece com o solo terá algum reflexo, positivo ou negativo, no ambiente do qual ele faz parte (ALCÂNTARA; MADEIRA, 2013, s/p).

O Brasil tem mais da metade da sua área agrícola cultivada em sistema plantio direto, sendo considerado um dos países com maior área agrícola cultivada nesse sistema, com 31,8 milhões de hectares. E a acidez do solo é um dos fatores que mais limitam a produtividade das culturas, sendo a calagem uma alternativa de minimizar e até corrigir este gargalo (ZANDONÁ, 2015).

As plantas podem ser divididas em duas partes: parte aérea, composta pelo caule, ramos e folhas, e sistema radicular composta pelas raízes, por meio das quais as plantas absorvem água e nutrientes. No entanto, apesar da importância do sistema radicular, muitas vezes o mesmo não recebe a atenção necessária, por não estar visível. Em virtude disso agregado a um manejo inadequado no que diz respeito as plantas daninha e controle fitossanitário, uma grande parte das lavouras implantadas em solos de média e baixa fertilidade apresentam resultados de produção inferior ao verdadeiro potencial da planta (CASALE, 2013).

Tecnicamente o sistema de manejo de solos tem por finalidade manter e melhorar a qualidade do solo e do ambiente, bem como a obtenção de produtividades adequadas ao longo do tempo. Desta forma, surge a necessidade de manter o desenvolvimento de novas práticas, bem como adaptar as já existentes às condições da região, buscando maior sustentabilidade (NEIS, 2009).

2.3 APLICAÇÃO DO GESSO NA AGRICULTURA

Geralmente ocorrem dúvidas em relação à função do gesso e do calcário na correção do solo, no entanto, ambos são diferentes quanto ao seu propósito de uso. A calagem tem sua ação limitada à camada mais superficial do solo, quando em plantio direto, e o gesso atua em profundidade, porém com efeitos

diferenciados, devido a isso não existe possibilidade de substituir uma pela outra (PAULA et al., 2012, p. 1).

O gesso utilizado na agricultura é um sal pouco solúvel (2,0 a 2,5 g/L) quando comparado a solubilidade dos fertilizantes minerais, e muito solúvel quando comparado ao calcário (0,014 g/L, em PRNT=100%), onde tem sido utilizado devido à retirada do enxofre das formulações existentes no mercado. Com a finalidade de fornecer cálcio e enxofre para solos deficientes, além de neutralizar e lixiviar o alumínio trocável presente nas camadas subsuperficiais, melhorando assim, o desenvolvimento do sistema radicular das plantas (PITA et al., 2004, s/p.).

Quando aplicado, o gesso libera Ca^{2+} e o SO_4^{2-} na presença de H_2O caracterizado pela hidrólise, apesar da presença do cálcio, a gessagem não tem a capacidade de neutralizar a acidez do solo como faz o CO_3 presente no calcário. Devido ao processo de hidrólise o sulfato liberado possui a capacidade de facilitar a movimentação de cátions ao longo do perfil do solo, reduzindo assim os níveis de alumínio (Al^{3+}) tóxico para as plantas, formando sulfato de alumínio (AlSO_4) não tóxico. Devido a isso, os íons Al^{3+} têm sua atividade reduzida na solução do solo, bem como o alumínio trocável no perfil de solo. Porém, para se chegar a esse resultado, grandes doses de gesso devem ser aplicadas (BRAGA, 2014, s/p).

O gesso agrícola vem sendo utilizado desde a década de 1990 no sistema de plantio direto (SPD) com o objetivo de minimizar problemas de acidez, pela redução na toxicidade por Al^{3+} . O gesso reage com o Al^{3+} lixiviando-o e tornando-o menos tóxico às plantas na forma de sulfato de alumínio (AlSO_4^+), além de aumentar os teores de Ca^{2+} e S no subsuperfície. Além disso, sua ação ocorre em maior profundidade que a do calcário, pois se movimenta cerca de 150 vezes mais, ignorando a necessidade de incorporação para agir em subsuperfície (ZANDONÁ et al., 2015, p. 2).

Segundo Korndörfer (2016) devido à alta solubilidade, o gesso consegue penetrar mais facilmente no perfil do solo (Figura 1):

- Fornecer Ca em profundidade;
- Reduzir a saturação de Al em sub-superfície;
- Aprofundar o sistema radicular;
- Melhorar a distribuição do sistema radicular;

- Aumentar o peso/volume de raízes;
- Favorecer a absorção de água e nutrientes;
- Propiciar uma maior tolerância das plantas aos veranicos.

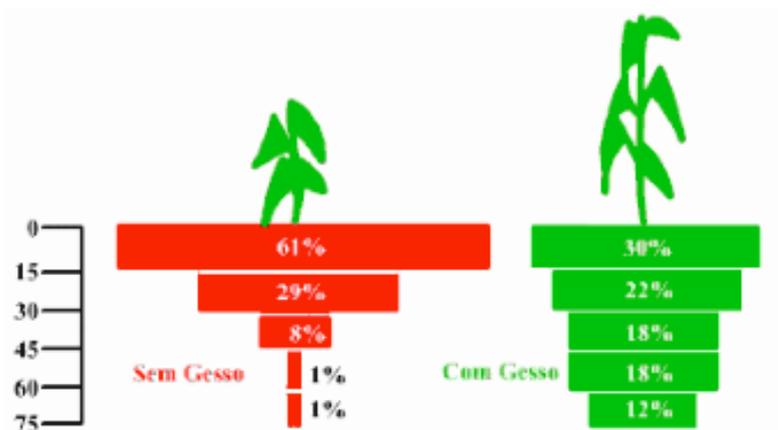


Figura 1 – Efeito do gesso em profundidade, planta com gesso – planta sem gesso. Fonte: EMBRAPA, 2016.

A aplicação de gesso apresentou respostas positivas em cultivos de milho e de soja em Campos Novos (SC) após seis anos da aplicação, devido à maior profundidade do sistema radicular das culturas, principalmente quando ocorreu verão com estiagem (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, p. 92).

Pesquisas têm revelado aumento na produtividade de milho em razão da aplicação de gesso, sendo associada ao aumento do cálcio e enxofre no tecido foliar, em Latossolo Vermelho-escuro distrófico, de textura média. Também verificou-se que a combinação de calcário e gesso em sistema de plantio direto, em Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa, apresentou incremento de 17% na produtividade de milho (ZANDONÁ et al., 2015).

No entanto, trabalhos realizados por Alves et al. (2013) avaliaram, em condições de campo, o crescimento do feijão caupi submetido a diferentes doses de gesso agrícola em Latossolo Amarelo, no município de Capitão Poço, região Nordeste do Pará. Apresentando resultados sem diferença para as doses de gesso aplicadas em avaliações com 30 e 60 dias para a cultura do feijão caupi.

Estudo realizado por Nora et al. (2014) objetivou avaliar a influência do gesso agrícola, combinado com calcário dolomítico, nos parâmetros químicos das camadas subsuperficiais do solo e sua relação com a produtividade do milho, em

uma área comercial manejada sob sistema plantio direto de longa duração, em um Latossolo, no Rio Grande do Sul. Conforme os autores, o experimento recebeu, além do tratamento testemunha, os seguintes tratamentos: 2,6 t ha⁻¹ de gesso + 2 t ha⁻¹ de calcário e 5 t ha⁻¹ de gesso + 2 t ha⁻¹ de calcário. Após seis meses houve aumento da saturação de bases em superfície e, em subsuperfície, diminuição dos teores de alumínio. Não foi verificada lixiviação de K⁺ para as camadas mais profundas do solo. A produtividade do milho foi positivamente influenciada pela aplicação combinada de gesso e calcário, sendo o incremento de Ca um dos fatores determinantes para este resultado.

Em solos com baixa concentração de alumínio e cálcio, o suprimento de Ca²⁺ é o principal fator responsável pelo melhor crescimento do sistema radicular. De tal modo, o gesso vem sendo utilizado como fonte de cálcio, para contribuir no desenvolvimento de um sistema radicular mais profundo. No entanto, ainda existem dúvidas sobre as condições em que se pode esperar efeitos favoráveis do gesso na produtividade das culturas, fato este que suscita na comunidade científica, pesquisas para tentar sanar as dúvidas ainda existentes (NEIS, 2009, p. 4).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O experimento foi conduzido em uma lavoura comercial, com histórico de cultivo mínimo, situada na comunidade de Santo Expedito, localizada no interior do município de Bom Sucesso do Sul – PR (altitude de 653 m, Latitude de 26°03'S e Longitude 52°53'O) na safra agrícola de 2015/2016. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico, de textura argilosa (BHERING et al., 2008), e o clima classificado, de acordo com Koppen, (1931) como do tipo Cfa (clima temperado úmido com verão quente).

No momento da implantação do experimento (maio/2015), o solo apresentava as características químicas apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Atributos químicos avaliados antes da implantação do experimento.

Prof. (m)	M.O. ¹	pH ²	P ³	cmol _c dm ⁻³					V% ⁹	Argila g kg ⁻¹
				K ⁴	Al ⁵	Ca ⁶	Mg ⁷	CTC ⁸		
0-0,20	44,23	4,4	125,5	0,93	0,23	5,40	3,90	17,99	56,86	862
0,20-0,40	33,51	4,4	20,75	0,63	0,47	4,90	1,60	12,89	55,31	895
0,40-0,60	22,78	4,3	8,82	0,50	0,47	4,50	1,40	14,16	45,20	943

⁽¹⁾ Matéria Orgânica (g dm⁻³). ⁽²⁾ pH (CaCl₂). ⁽³⁾ Fosforo (Mg.dm⁻³). ⁽⁴⁾ Potássio. ⁽⁵⁾ Alumínio. ⁽⁶⁾ Cálcio. ⁽⁷⁾ Magnésio. ⁽⁸⁾ Capacidade de troca de cátions. ⁽⁹⁾ Saturação por Bases. Bom Sucesso do Sul, PR. 2015.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

A implantação do experimento aconteceu dia 1 de maio de 2015, onde foi realizado uma amostragem do solo de 20 em 20 cm, até 60 centímetros de profundidade. E assim recomendado para o perfil de 0 a 20 cm a aplicação de calcário para elevar a saturação por bases até 65%, como é indicado pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004). Posteriormente foi realizado a calagem e a determinação da dose recomendada de gesso para o perfil de 20 a 40 centímetros, através da fórmula descrita por Martins (2011).

$$QG \text{ (t/ha)} = NG * (SC/100) * (PF/20)$$

Respeitou-se um período de 60 dias após a correção com o calcário, para realizar a aplicação do gesso com o auxílio de um distribuidor Hércules 10000 com taxa variada, onde se buscou evitar uma possível interação entre o gesso e o calcário.

O plantio do milho (cultivar Pioneer 1630H) foi realizado dia 28 de agosto de 2015, onde foi manejado de acordo com o padrão da propriedade: duas aplicações de uréia e duas aplicações de inseticida + fungicida. Dia 15 de janeiro de 2016 realizaram-se a coleta das espigas para analisar os componentes de rendimento e a colheita das parcelas. Na sequência, foram coletadas as amostras de solo.

O plantio do feijão (cultivar ANFC-9) foi realizado dia 16 de janeiro de 2016, também sendo manejado segundo o padrão da propriedade: adução de base, uma aplicação de uréia e quatro aplicações de inseticida + fungicida. Dia 16 de abril de 2016 foi coletado dez plantas por parcela para a determinação dos componentes de rendimento. E no dia 18 foi realizado a colheita manual das parcelas, e a coleta de solo.

As amostras de solo foram realizadas em duas épocas após a colheita do milho (6 meses) e após a colheita do feijão (9 meses), em e três níveis de profundidade (0-20, 20-40, 40-60 centímetros). Assim, sendo possível verificar o comportamento dos nutrientes como o cálcio, magnésio, potássio e alumínio em profundidade. Porém, não foram submetidas à análise estatística e sim a uma comparação através de gráficos, pois as coletas formaram 1 amostra composta para cada tratamento e profundidade.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com quatro repetições. Onde teve como tratamentos as doses de gesso (T1=0; T2=1; T3=2; T4=3 e T5=4 t ha⁻¹) distribuídas nas parcelas (11,25 m de largura x 30 m de comprimento) de cada bloco (11,25 m de largura x 150 m de comprimento). Desse modo conseguiu-se eliminar os rastros do autopropelido Case (Patriot 350) nas pulverizações de defensivos, dentro da área útil de cada parcela (157,5 m²).

4.3 CARACTERES AGRONÔMICOS AVALIADOS

Na cultura do milho, antes da colheita, foram coletadas dez espigas de forma aleatória ao longo de cada parcela, para a avaliação do número de fileiras por espiga (NF), número de grãos por espiga (NG), massa de cem grãos (MCG) e rendimento de grãos (RG) em kg ha^{-1} , corrigindo a umidade dos grãos para 13%, de acordo com Weber (1995).

Na cultura do feijão, antes da colheita, foram coletadas 10 plantas de forma aleatória ao longo de cada parcela, para a avaliação do número de legumes por planta (NLP), número de grãos por legume (NGL), massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos (RG), em kg ha^{-1} , corrigindo a umidade das amostras para 14%, média de umidade exigida pelos corretores de feijão da região.

4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Após tabulados os dados, estes foram submetidos à análise de variância e testados pelo teste F a 5% de probabilidade. Nos casos em que for verificado interação, realizou-se análise de regressão. O programa estatístico utilizado será o Genes (2013).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 CULTURA DO MILHO

Observou-se significância ($p < 0,05$) para o número de grãos e massa de cem grãos atribuídas aos tratamentos de gesso, de acordo com a análise de variância. O coeficiente de variação ficou em 3,96 e 2,39% respectivamente, indicando boa precisão das inferências testadas e correta condução experimental (Tabela 2). Para o número de fileiras por espiga e rendimento de grãos não houve significância, sendo a média para essas variáveis respostas de 19,5 fileiras por espiga e 10.892 kg ha⁻¹, respectivamente.

Tabela 2 – Análise de variância para as variáveis respostas número de grãos por espiga (NG), número de fileiras por espiga (NF), massa de cem grãos (MCG) e rendimento de grãos (RG) em função de diferentes doses de gesso agrícola aplicado no solo. Bom Sucesso do Sul, PR. 2015/2016.

Causas da Variação	GL	Quadrados Médios			
		NG	NF	MCG	RG
Blocos	3	1969,65	0,20	2,87	168.158,13
Tratamento	4	2091,85*	0,53 ^{ns}	2,37*	235.181,63 ^{ns}
Resíduo	12	543,90	0,70	0,50	78.785,18
CV (%)		3,96	4,30	2,38	2,58
Média			19,5		10,892

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$)

^{ns} não significativo ($p \geq 0,05$)

O número de grãos por espiga apresentou aumento linear de acordo com o aumento da dose de gesso agrícola na ordem de 3,63% em relação ao controle. Não havendo assim uma dose que demonstrasse o ponto de máxima eficiência técnica (PMET) (Figura 2). Este resultado pode ser atribuído aos maiores teores de Ca²⁺, uma vez que esse nutriente está intimamente ligado ao crescimento do tubo polínico, aumentando assim a germinação dos grãos de pólen e número de flores fecundadas (COSTA, 2015). No entanto, ressalta-se que o R² = 0,36 não é considerado muito elevado para esta variável resposta, havendo outros fatores do ambiente de lavoura não mensurados no experimento que contribuíram junto com o gesso na expressão positiva do caráter.

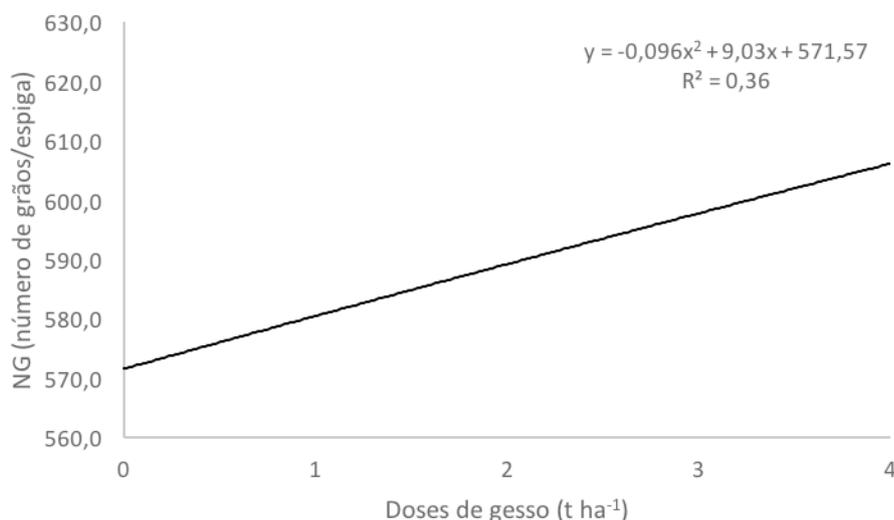


Figura 2 – Número de grãos por espiga de milho em função de diferentes doses de gesso agrícola aplicado no solo. Bom Sucesso do Sul, PR. 2015/2016.

Apesar das condições de alta precipitação acumulada observado na figura 4, o número de grãos apresentou efeito significativo às doses de gesso (Figura 2), isso se deu pelo fato de que o número de óvulos (grãos em potencial) em cada espiga, assim como o tamanho da espiga, serem definidos em V12, (DURÃES E MAGALHÃES, 2006, p. 50), fase em que as plantas se encontram em um estado de sanidade ótimo e mais vigorosas.

Quanto a massa de cem grãos, apesar de ter apresentar significância na análise de variância, na análise de regressão não houve ajuste de equação, ficando a massa de mil grãos, em média, com valor de 29,8 gramas (Figura 3).

Portanto, o incremento de 3,63% no número de grão não foi o suficiente para elevar o rendimento de grãos, visto que a massa de cem grãos não apresentou respostas as doses de gesso e o número de fileira não foi significativo ($p < 0,05$) devido as características de alta herdabilidade genética.

Esses dados discordam parcialmente de Costa (2015) onde desenvolveu um trabalho na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Campus de Botucatu (SP), com o objetivo de avaliar a aplicação superficial de calcário e gesso nos atributos químicos, físicos e na matéria orgânica, bem como na nutrição, na produtividade das culturas do milho, crambe e feijão-caupi, nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. Como resultado o autor verificou que com o uso do gesso houve um incremento de 10 e

7% no número de grãos por espiga e a massa de 100 grãos, respectivamente, em relação ao controle. Assim, a produtividade de grãos aumentou com a gessagem, em 11% comparado ao controle.

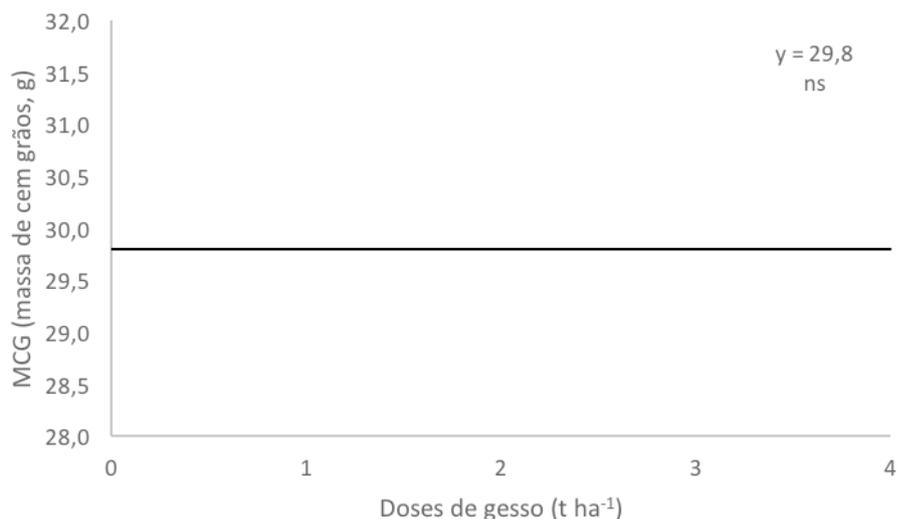


Figura 3 – Massa de cem grãos na cultura do milho em função de diferentes doses de gesso agrícola aplicado no solo. Bom Sucesso do Sul, PR. 2015/2016.

Como é possível observar na figura 4, houve um excesso de chuva durante o ciclo da cultura do milho, acumulando até 1310 mm, onde a cultura necessita ao longo do seu ciclo de apenas 400 a 600 mm, segundo Machado (2016). Isso pode ter influenciado na massa de cem grãos, possivelmente ao avariado desenvolvimento final das plantas. Em virtude da morte precoce das plantas, provocada por patógenos de solo, como *Fusarium spp.*, interrompendo assim a translocação de fotoassimilados para os grãos e assim comprometendo o enchimento de grãos (FURLAN, 2012, p.73).

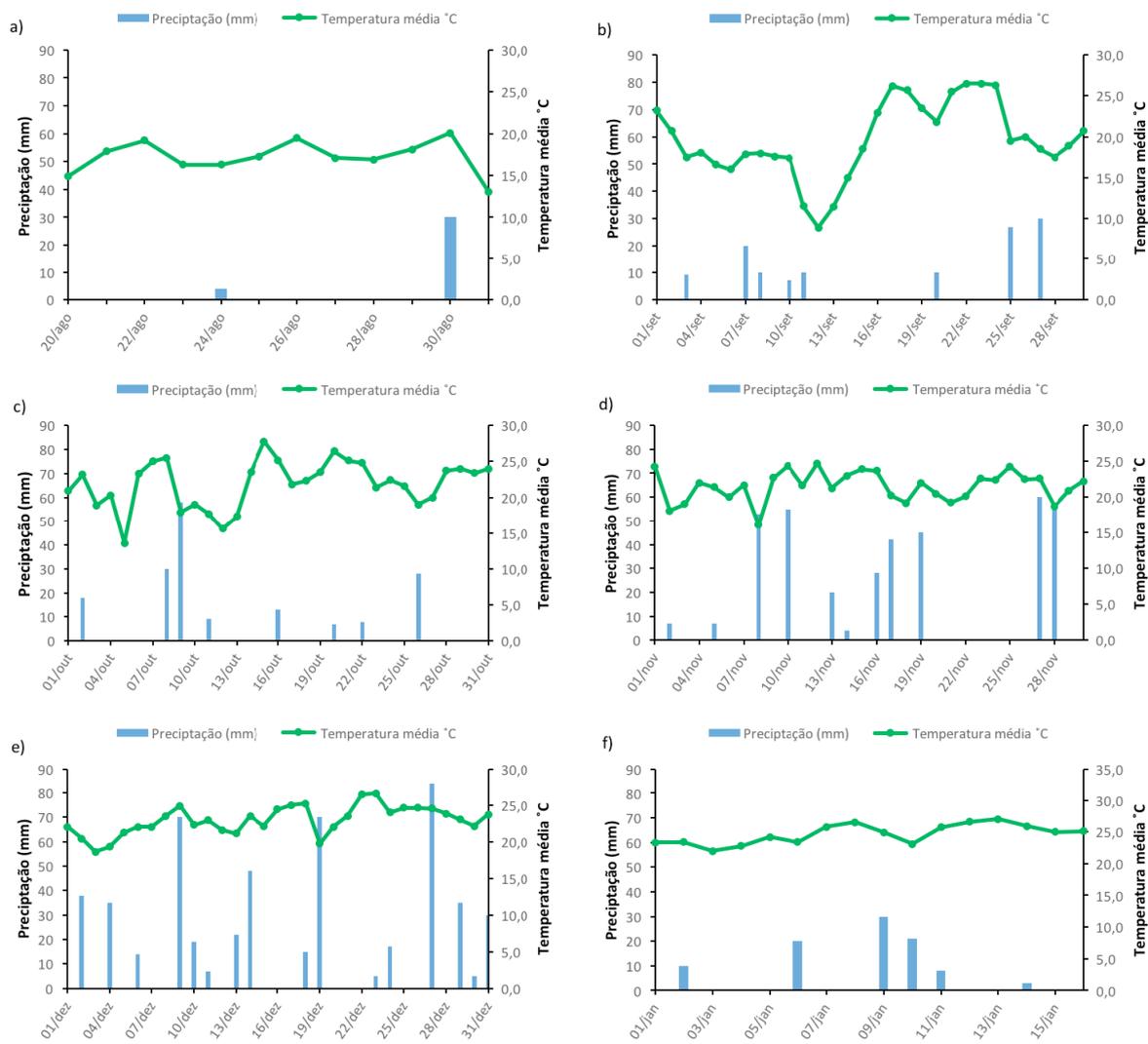


Figura 4 – Médias de temperatura (°C) e precipitação (mm), no período de agosto de 2015 a janeiro de 2016. Bom Sucesso do Sul, PR. 2015/2016.

Os dados gerados com o presente trabalho discordam dos resultados encontrados por Vicensi (2015), onde avaliaram-se os efeitos de doses e parcelamentos do gesso na fertilidade de um Latossolo Bruno em Guarapuava/PR, na nutrição e produtividade das culturas na sucessão milho-trigo-soja-milho. Quatro doses de gesso foram utilizadas pelos pesquisadores (3, 6, 9 e 12 t ha⁻¹) e três níveis de parcelamento (P1 = 2009; P2 = 2009 e 2010; P3 = 2009, 2010 e 2011), com um tratamento adicional sem aplicação de gesso (controle). Em produtividade, o milho respondeu de forma quadrática às doses nas safras de 2011/2012, com máxima eficiência técnica (MET) em 6,38 t ha⁻¹ de gesso, com produtividade 5,48% maior do que com o controle, e na safra 2013/2014, com máxima eficiência técnica (MET) em 6,34 t ha⁻¹ de gesso, com produtividade 7,37% maior do que o controle.

Quando aplicado ao solo, o gesso tem por objetivo melhorar o perfil em profundidade. Devido à alta mobilidade do SO_4^{2-} e a facilidade de formar pares iônicos com cálcio, magnésio e potássio, este contribui com o carreamento destes íons em profundidade (VITTI et al. 2015, p 2). Pelo fato do gesso ter esse efeito condicionador de solo em profundidade, as maiores respostas do milho sempre foram observadas em condições com déficit hídrico (CAIRES, 1999, p.325).

5.2 CULTURA DO FEIJÃO

Para a cultura do feijoeiro observou-se significância para o número de legumes por planta e rendimento de grãos atribuída às doses de gesso. Os coeficientes de variação foram 5,79 e 9,28% respectivamente, indicando boa precisão das inferências testadas e correta condução experimental (Tabela 3). Para o número de grãos por legume e massa de mil grãos não houve significância, sendo a média para essas variáveis respostas de 4,58 grãos por legume e 223,84 gramas para a massa de mil grãos, respectivamente.

Tabela 3 – Análise de variância para as variáveis respostas número de grãos por legume (NGL), número de legumes por planta (NLP), massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos (RG) em função de diferentes doses de gesso agrícola aplicado no solo. Bom Sucesso do Sul, PR. 2016.

Causas da Variação	GL	Quadrados Médios			
		NGL	NLP	MMG	RG
Blocos	3	0,01	4,97	182,22	12.732,99
Tratamento	4	0,32 ^{ns}	8,73 ^{**}	25,55 ^{ns}	315.116,76 ^{**}
Resíduo	12	0,13	1,27	67,80	45.919,14
CV (%)		7,99	5,79	3,68	9,28
Média		4,58		223,84	

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$)

^{*} significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 \leq p < 0.05$)

^{ns} não significativo ($p \geq 0.05$)

O rendimento de grãos e o número de legumes por planta apresentaram resultado positivo com o aumento das doses de gesso agrícola, na ordem de 28,63% e 14,05% respectivamente, em relação ao controle. Devido a isso não houve uma dose que demonstrasse o ponto de máxima eficiência técnica (PMET), como é possível verificar nas figuras 5 e 6.

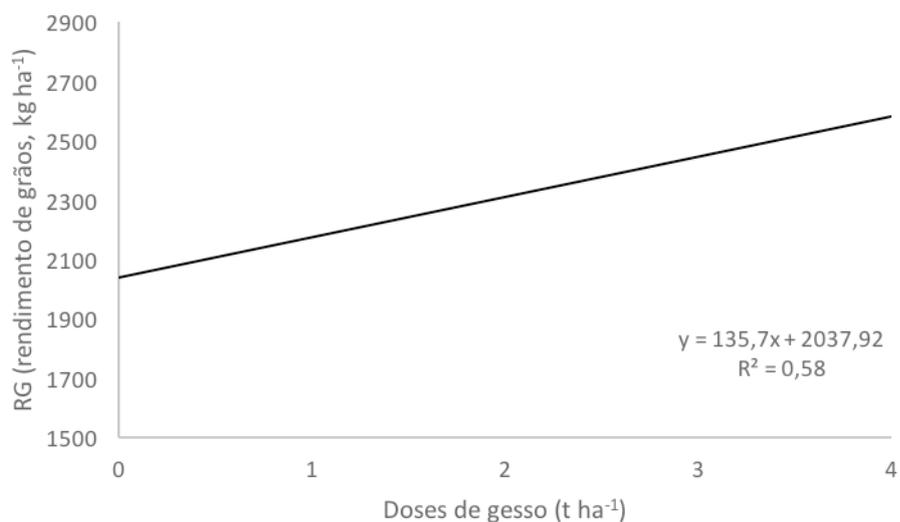


Figura 5 – Rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de feijão em função de diferentes doses de gesso agrícola aplicado no solo. Bom Sucesso do Sul, PR. 2016.

Como observado no milho, o feijão apresentou uma resposta semelhante para o número de legumes por plantas. Visto que o gesso é fonte de cálcio, Costa (2015) cita que o mesmo possui a função de aumentar o tubo polínico e consequentemente melhorar a eficiência do pólen, fecundando mais óvulos, assim gerando mais legumes por planta como é observado na figura 6. Além da função do cálcio o NLP também foi influenciado pelas doses de enxofre, segundo Neto et al. (1999) esse elemento promoveu um crescimento significativo da parte aérea da planta, sendo que assim a planta apresentou um número maior de flores.

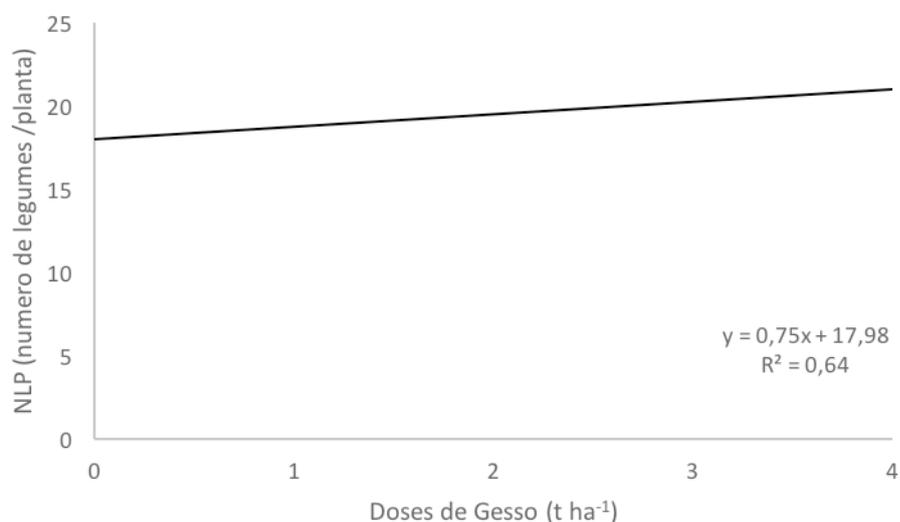


Figura 6 – Número de legumes por planta de feijão em função de diferentes doses de gesso agrícola aplicado no solo. Bom Sucesso do Sul, PR. 2016.

Na figura 7 é possível observar a precipitação acumulada e a má distribuição das chuvas ao longo do ciclo da cultura do feijão, de 743 mm. Apesar disso, o mesmo conseguiu responder positivamente as doses de gesso para as variáveis NLP e RG. Isso se deu, principalmente, pelo fato de se trabalhar com uma cultivar de ciclo indeterminado, apresentando esta uma maior plasticidade, com um período maior de floração.

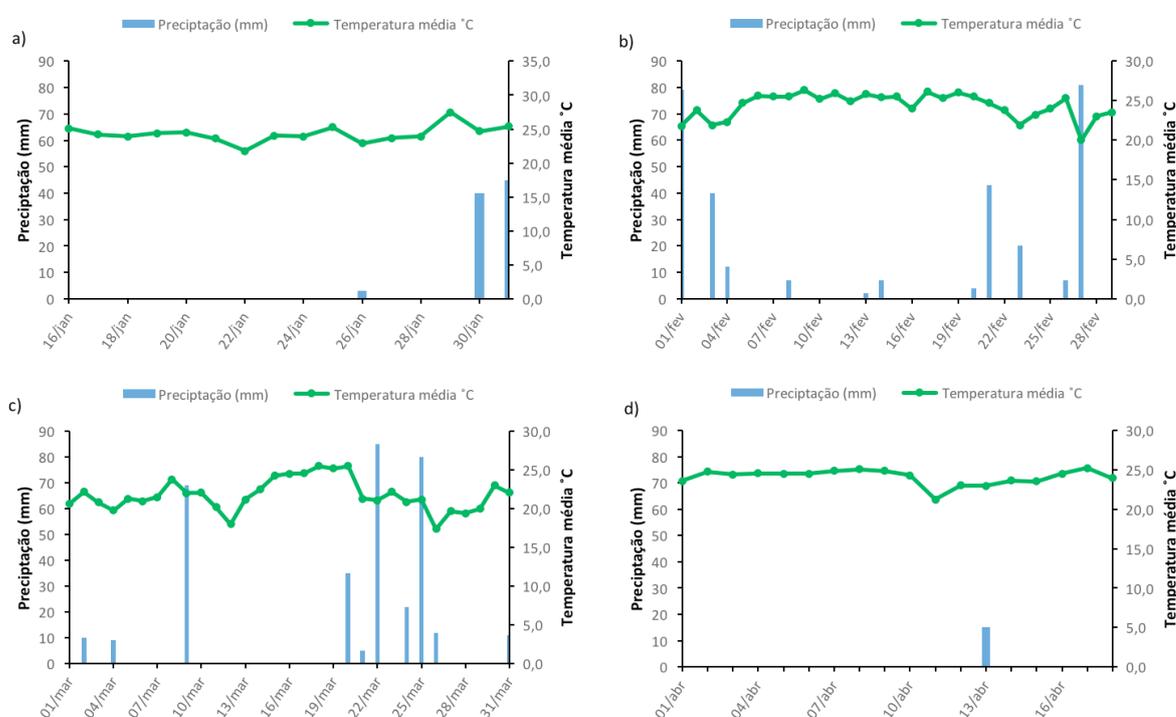


Figura 7 – Médias de temperatura (°C) e precipitação (mm), no período de janeiro a abril de 2016. Bom Sucesso do Sul, PR. 2016.

O número de grãos por vagem não foi influenciado pela aplicação de gesso. Esse resultado também foi evidenciado por Soratto; Crusciol; Mello (2010, p. 972) ao avaliarem o efeito da aplicação superficial de calcário e gesso agrícola nos componentes de rendimento e na produtividade de grãos de cultivares de arroz e feijão, em um experimento instalado em Latossolo Vermelho distroférico, anteriormente manejado no sistema convencional de preparo do solo, em Botucatu (SP). Os autores confirmaram em seu trabalho que o número de grãos por legume é uma característica de alta herdabilidade, pouco influenciada pelo ambiente. Assim, o

rendimento de grãos foi reflexo do efeito observado com o número de legumes por planta. Visto que o número de grãos por legume sofre pouca influência de fatores externos.

Para a variável resposta massa de mil grãos não houve resposta significativa às doses de gesso. Isso pode ser explicado pelo excesso hídrico durante a fase de enchimento, que pode ter comprometido a translocação de fotoassimilados para os grãos através da incidência de manchas foliares e por uma maturação precoce resultada de uma baixa disponibilidade hídrica nos últimos 20 dias da cultura, ou indiretamente pela falta de radiação causada pelos dias nublados, que segundo Andrade (2015) promove um decréscimo no índice de área foliar, reduzindo a interceptação de energia, e interferindo no metabolismo fisiológico da planta.

Os resultados obtidos com o presente trabalho discordam dos resultados encontrados por Michalovicz, (2012) em que se estudou o efeito de doses e parcelamento de gesso agrícola sobre a nutrição e produtividade de grãos de milho, cevada, feijão e trigo, avaliados entre 2009 e 2011 em Guarapuava-PR. Os tratamentos consistiram da combinação de quatro doses de gesso agrícola (3, 6, 9 e 12 t ha⁻¹), sem e com parcelamento (50% + 50% - dois anos), mais uma testemunha sem aplicação de gesso. Para a cultura do feijão não encontraram efeito dos tratamentos sobre a produtividade. O autor atribuiu esse resultado ao fato de que as fabáceas são mais eficientes na absorção de cátions divalentes. Dessa maneira, o feijão apresentaria menor resposta à adição de gesso devido a sua maior capacidade natural de absorver Ca²⁺ e Mg²⁺, mesmo em baixas concentrações no solo, quando comparadas às poáceas.

5.3 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

Para as coletas de solo não foi rodada análise estatística, comparado os dados brutos entre si, assim os mesmos estão com possíveis erros de amostragem ou dos testes. De ante mão, ao comparar-se a Tabela 1 com as Tabelas 4 e 5 fica evidente o aumento de pH nas três camadas coletadas em períodos sequenciais. Esse aumento foi associado à calagem realizada antes de implantar o

experimento e ao abundante volume hídrico ocorrido na área. Estes dados corroboram com Soratto; Crusciol (2008), onde após seis meses da aplicação do corretivo, observaram uma elevação do pH subsuperficial, associando aos índices pluviométricos.

O aumento do pH na superfície do solo, para Caires et al. (2003), pode acelerar a velocidade com que o íon HCO_3^- , acompanhado por Ca e Mg, move-se para a subsuperfície, corrigindo a acidez e elevando o pH.

Tabela 4 – Amostra de solos com valores médios de todos os tratamentos que receberam gesso (T2,T3,T4 e T5), coletado após a colheita do milho.

Prof. (cm)	M.O. ¹	pH ²	P ³	K ⁴	Al ⁵	Ca ⁶	Mg ⁷	CTC ⁸	V% ⁹	Argila g Kg ⁻¹
				cmol _c dm ⁻³						
0-20	37,53	4,80	74,07	0,69	0,06	6,98	4,93	18,94	66,39	862
20-40	24,46	4,73	8,13	0,41	0,09	5,28	2,35	15,00	53,58	895
40-60	15,41	4,58	4,15	0,23	0,20	3,75	2,18	12,41	49,69	943

⁽¹⁾ Matéria Orgânica (g dm⁻³). ⁽²⁾ pH (CaCl₂). ⁽³⁾ Fosforo (Mg.dm⁻³). ⁽⁴⁾ Potássio. ⁽⁵⁾ Alumínio. ⁽⁶⁾ Cálcio. ⁽⁷⁾ Magnésio. ⁽⁸⁾ Capacidade de troca de cátions. ⁽⁹⁾ Saturação por Bases. Bom Sucesso do Sul, PR. 2015/2016.

Tabela 5 – Amostra de solos com valores médios de todos os tratamentos que receberam gesso (T2,T3,T4 e T5), coletado após a colheita do feijão.

Prof. (cm)	M.O. ¹	pH ²	P ³	K ⁴	Al ⁵	Ca ⁶	Mg ⁷	CTC ⁸	V% ⁹	Argila g Kg ⁻¹
				cmol _c dm ⁻³						
0-20	53,22	4,80	35,32	0,52	0,10	5,95	2,28	14,77	59,20	862
20-40	35,86	4,58	5,75	0,30	0,19	4,53	1,68	12,83	50,42	895
40-60	27,81	4,43	1,81	0,19	0,42	3,20	1,60	11,49	43,42	943

⁽¹⁾ Matéria Orgânica (g dm⁻³). ⁽²⁾ pH (CaCl₂). ⁽³⁾ Fosforo (Mg.dm⁻³). ⁽⁴⁾ Potássio. ⁽⁵⁾ Alumínio. ⁽⁶⁾ Cálcio. ⁽⁷⁾ Magnésio. ⁽⁸⁾ Capacidade de troca de cátions. ⁽⁹⁾ Saturação por Bases. Bom Sucesso do Sul, PR. 2015/2016.

Quanto ao alumínio foi possível observar uma redução do mesmo 6 meses após a gessagem (Tabelas 1 e 4). Porém, ao se observar a Figura 8 é possível constatar que o alumínio sofreu ação do gesso apenas na coleta de 6 meses para todos os tratamentos e, principalmente, até a camada de 20-40 centímetros, pois na coleta de 9 meses houve um aumento significativo nos teores de alumínio. Esse resultado pode ser explicado pela teoria Rajj (2008), onde a ligação entre o SO_4^{2-} e o Al^{3+} é formada por uma reação termodinâmica, que apesar de ser eficiente no solo, ela não permanece por muito tempo, liberando na solução do solo o Al^{3+} novamente.

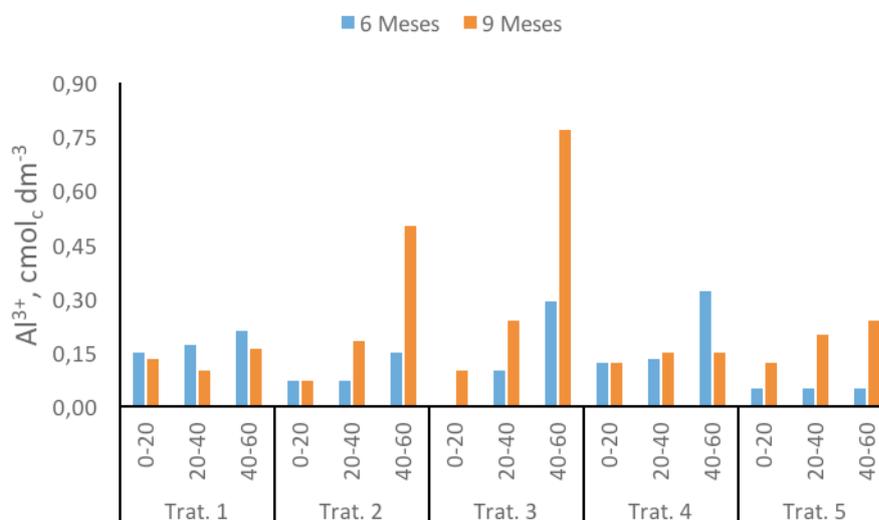


Figura 8 – Efeito das doses de gesso (T1= 0, T2=1, T3=2, T4=3, T5=4 t ha⁻¹) coletada após 6 meses e 9 meses da aplicação do gesso. Para o elemento Alumínio. Em três profundidades, 0-20, 20-40, 40-60 centímetros. Bom Sucesso do Sul, PR. 2015/2016.

Entretanto, o objetivo de se utilizar o gesso para corrigir o alumínio tóxico seria que, quando atinge-se as camadas subsuperficiais o Ca²⁺ ligado ao SO₄²⁻ competisse com o alumínio pelos sítios de troca do solo, enquanto o SO₄²⁻ reage com o alumínio livre na solução formando complexos de alumínio-sulfato que não são tóxicos às plantas além da lixiviação do sulfato de alumínio às camadas mais profundas (VITTI et al. 2015, p 2).

Os dados encontrados no presente estudo se assemelham aos de Soratto; Crusciol (2008), trabalho conduzido em um Latossolo Vermelho distroférrico de Botucatu (SP), com o objetivo de avaliar as alterações dos atributos químicos do solo decorrentes da aplicação de calcário e de gesso agrícola em superfície, no sistema plantio direto. Os resultados encontrados pelos autores mostraram que, apesar dos efeitos tanto da calagem quanto da aplicação de gesso agrícola, os teores de Al³⁺ permaneceram altos em todas as profundidades, a partir da amostragem realizada aos 12 meses após a aplicação.

No entanto, um estudo realizado por Michalovicz, (2012) onde se avaliou os efeitos de doses e parcelamento de gesso agrícola sobre os atributos químicos de um Latossolo Bruno sob plantio direto, em Guarapuava-PR, tendo como tratamentos quatro doses de gesso agrícola, sem e com parcelamento, avaliados aos 6 e 18 meses após aplicação, observou-se resultados positivos à aplicação de

gesso, onde em todas as profundidades, aos 6 meses, sem parcelamento da dose, e aos 18 meses, na profundidade 60 a 80 centímetros, sem o parcelamento, houve redução nos teores de alumínio trocável.

A diminuição dos teores de Al^{3+} com uso de gesso se deve à formação de pares iônicos entre SO_4^{2-} e Al^{3+} ou entre fluoreto (F^-) e Al^{3+} , junto à adição de maiores quantidades de SO_4^{2-} e F^- nas doses sem parcelamento na primeira aplicação, onde estendeu o efeito às camadas mais profundas em relação às doses parceladas (MICHALOVICZ, 2012). Segundo Zambrosi et al. (2007) a formação de pares iônicos entre fluoreto (F^-) e Al^{3+} pode ser tão ou mais importante que o SO_4^{2-} na complexação do Al^{3+} , mesmo com teor médio (0,63-3,20%) na composição do gesso menor em relação ao SO_4^{2-} (15-16%).

Na Tabela 4 foi possível observar a elevação nos teores de magnésio em relação ao controle (Tabela 1). Este resultado pode ser atribuído à correção feita pelo calcário, visto que o mesmo é fonte de Mg^{2+} , no entanto o aumento desse macronutriente na subsuperfície pode ser explicado pelas doses de gesso como pode-se observar na Figura 9, em coleta de solo aos seis meses após a aplicação, em que o magnésio apresentou um aumento em todos os tratamentos que receberam o gesso comparado com o controle. Porém, na coleta realizada aos 9 meses (Figura 9) o magnésio apresentou um decréscimo comparado com a coleta aos 6 meses para a profundidade de 0-20 cm. Isso pode ter ocorrido devido ao poder de mobilidade do par iônico $MgSO_4$.

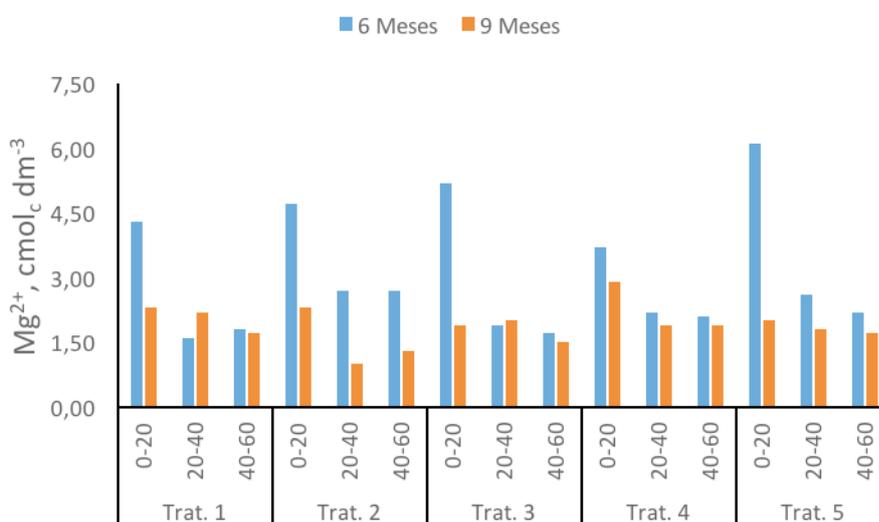


Figura 9 – Efeito das doses de gesso (T1= 0, T2=1, T3=2, T4=3, T5=4 t ha⁻¹) coletada após 6 meses e 9 meses da aplicação do gesso. Para o elemento Magnésio. Em três profundidades, 0-20, 20-40, 40-60 centímetros. Bom Sucesso do Sul, PR. 2015/2016.

O sulfato presente no gesso movimentar-se no perfil até as camadas mais profundas (ZAMBROSI et al., 2007; CAIRES, 2012), podendo ligar-se ao magnésio, formando assim o par iônico sulfato de magnésio (MgSO₄), o qual é lixiviado no solo.

A diminuição nos teores de Mg²⁺ observada no presente estudo, na coleta realizada aos 9 meses da aplicação, pode ser explicada pelo excesso de precipitação acumulado na área.

Em trabalho realizado por Michalovicz, (2012) ocorreu um acréscimo linear nos teores de Mg²⁺ no solo com o aumento de doses sem parcelamento e ausência de resposta em função das doses com o parcelamento de gesso. Essa diferença de comportamento indica que houve menor movimentação de Mg²⁺ para as camadas mais profundas do perfil quando as doses de gesso foram parceladas. O autor atribui isso à menor precipitação acumulada sobre a segunda parcela das doses, sendo benéfico o efeito do parcelamento sobre a disponibilidade de Mg²⁺ para as culturas.

Dados encontrados por Soratto; Crusciol (2008) se assemelham aos resultados encontrados no presente estudo. Os autores observaram que aos 12 meses após a aplicação, o gesso promoveu elevação nos teores de magnésio trocável na camada de 10–20 cm, nos tratamentos que não receberam calagem. No entanto, aos 18 meses após a aplicação, houve diminuição nos teores de Mg²⁺ trocável, praticamente em todo o perfil do solo estudado, em função da aplicação de gesso isoladamente. Sendo assim, o uso da calagem em conjunto com a gessagem mostra-se como alternativa para evitar um carreamento severo do magnésio em profundidade. Como visto no presente estudo, onde se fez a prática da calagem anterior à aplicação do gesso agrícola, conseguindo então evitar perdas significativas do Mg²⁺.

Nas Tabelas 4 e 5 pode-se observar incremento nos teores de Ca²⁺ em comparação com o controle (Tabela 1); porém, apenas até a profundidade 20-40 cm. Na Figura 10 foi possível verificar que o gesso não apresentou efeito na profundidade de 40-60 centímetros, na coleta aos 6 meses após a primeira. Porém,

nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, o incremento de cálcio por parte das doses de gesso foi visível. No entanto, ao analisar-se a coleta aos 9 meses, o teor de cálcio se manteve praticamente estável na profundidade de 0-20 cm, com declínio nas demais profundidades. Estes resultados se devem pelo fato de ambos serem fonte de Ca^{2+} e pelo fato de o gesso carrear este nutriente nos casos em que houve esse decréscimo (Figura 10).

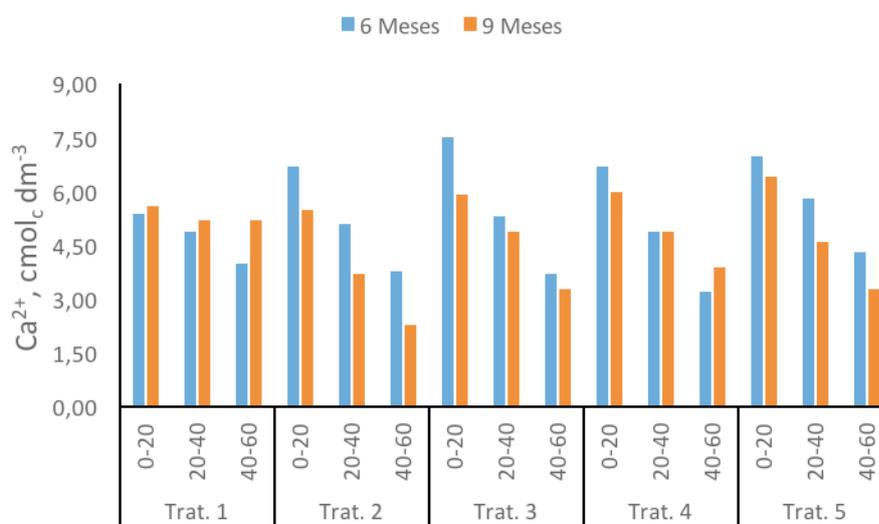


Figura 10 – Efeito das doses de gesso (T1= 0, T2=1, T3=2, T4=3, T5=4 t ha⁻¹) coletada após 6 meses e 9 meses da aplicação do gesso. Para o elemento Cálcio. Em três profundidades, 0-20, 20-40, 40-60 centímetros. Bom Sucesso do Sul, PR. 2015/2016.

Existe uma divergência entre trabalhos na literatura, de acordo com Costa (2007), o efeito da gessagem não influenciou nos teores de cálcio na subsuperfície. No entanto, Caires, (2003) verificou que o gesso tem o poder de aumentar os níveis de cálcio no solo por ter em sua composição 19% de Ca^{2+} . Apesar de não ter sido realizada análise estatística destes dados, o presente estudo demonstra aumento nos teores de cálcio até um certo nível, onde, com o passar do tempo, o mesmo tende a diminuir.

A mobilidade do CaSO_4^0 e a distribuição do Ca^{2+} no perfil do solo, variam conforme a textura de solo e o regime hídrico sendo mais intensa em solos sob pluviosidade mais elevada (QUAGGIO et al., 1993). Então pode-se inferir que o cálcio nas camadas de 40-60 cm sofreu lixiviação devido ao alto regime hídrico ocorrido até a coleta de solo aos 6 meses. Sendo assim, as camadas 0-20 e 20-40 cm sofreram alteração positiva no teor de cálcio graças à calagem realizada

anteriormente à gessagem, ainda podendo ser observado um efeito residual na coleta aos 9 meses apenas para a profundidade de 0-20 cm.

Em relação ao potássio, ao se analisar as Tabelas 1, 4 e 5 observou-se que este sofreu uma redução em seu teor em ambas as profundidades e tempos de coleta. Aparentemente, as doses de gesso maiores contribuíram para um carregamento mais acentuado deste nutriente na profundidade de 0-20 cm, na coleta aos 6 meses (Figura 11). Isso ocorreu, provavelmente, pela precipitação acumulada na cultura do milho (1310 mm).

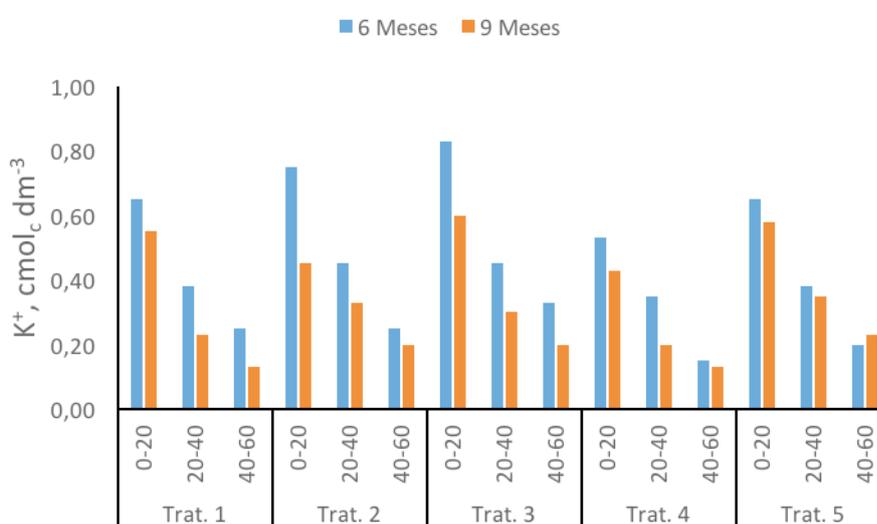


Figura 11 – Efeito das doses de gesso (T1= 0, T2=1, T3=2, T4=3, T5=4 t ha⁻¹) coletada após 6 meses e 9 meses da aplicação do gesso. Para o elemento Potássio. Em três profundidades, 0-20, 20-40, 40-60 centímetros. Bom Sucesso do Sul, PR. 2015/2016.

De acordo com Nora et al. (2014), a aplicação de gesso apresentou um decréscimo de 70% no teor de K⁺ quando comparada a camada de 0 a 10 cm para a camada de 10-20 cm.

Porém, em um trabalho realizado por Vicensi (2015) foi observado que o potássio não foi afetado pela gessagem, em nenhuma das profundidades estudadas. Quando os teores de K⁺ no solo encontram-se elevado, é provável que a ciclagem deste nutriente pelas culturas mantenha os teores satisfatórios em superfície, reduzindo as perdas por lixiviação (RAIJ et al., 1998).

A lixiviação de K⁺ por uso de gesso não é tão relatada quanto à de Mg²⁺, pois a ocorrência do par iônico entre K⁺ e SO₄²⁻ é menor do que a do par entre

Mg²⁺ e SO₄²⁻ por diferenças na afinidade química e/ou nos teores de K⁺ e de Mg²⁺ do solo (ZAMBROSI; ALLEONI; CAIRES, 2007).

De maneira geral se observou uma resposta mais evidente aos tratamentos com a coleta aos seis meses após a aplicação de gesso, onde aos 9 meses nota-se uma pequena diminuição da resposta do gesso nas diferentes variáveis estudadas (Tabelas 4 e 5). Rampim et al. (2011) observou a alta solubilidade do gesso, onde aos seis meses encontrou a maior magnitude de SO₄²⁻. Já Nogueira; Melo (2003) observaram que o máximo teor de SO₄²⁻ disponível no solo ocorreu aos 21 dias, nas camadas de 0–20 e 20–40 cm após a aplicação do gesso e a incorporação com gradagem leve. A solubilização rápida do gesso também foi identificada por Zambrosi; Alleoni; Caires (2007), os quais verificaram maior concentração de SO₄²⁻ na solução do solo carregado pela água da precipitação pluvial, onde a concentração de SO₄²⁻ observada aos seis meses nas camadas do solo foi maior que aos 12 meses após a aplicação de gesso, assemelhando com o presente estudo.

6 CONCLUSÕES

As doses crescentes de gesso contribuíram com o maior número de grãos por espiga para o milho. Porém, o rendimento de grãos não foi alterado.

Na cultura do feijão as doses crescentes de gesso contribuíram com o maior número de legumes por planta, culminando com o maior rendimento de grãos.

O gesso, somado ao alto índice pluviométrico, causou redução nos teores de potássio (0-60 cm), e de magnésio (0-20 cm). Na questão do cálcio houve um incremento nos teores até a camada 20-40 cm, porém com uma leve expressão de carreamento apresentado na coleta dos 9 meses.

Os teores de alumínio tóxico reduziram em todas as camadas avaliadas aos 6 meses após a aplicação do gesso.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, Flávia; MADEIRA, Nuno Rodrigo. Manejo do solo no sistema de produto orgânico de hortaliças. Disponível em: <<http://cultivehortaorganica.blogspot.com.br/2013/10/manejo-do-solo-no-sistema-de-producao.html>>. Acesso em: abr. 2015.

ALVES, José Darlon Nascimento et al. Gesso agrícola na cultura do feijão caupi (*vigna unguiculata*) em latossolo amarelo no nordeste paraense. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/GESSO.pdf>> Acesso em: abr. 2016.

ANDRADE, M. J. B; OLIVEIRA, D. P; FIGUEIREDO, M. A; MARTINS, F. A. D. Exigências Edafoclimáticas. In: CARNEIRO, José Eustaquio; JÚNIOR, Trazilbo José de Paula; BORÉM, Aluízio. **Feijão**: do plantio a colheita. Viçosa: Ed. UFV, 2015. p. 67-95.

BHERING, S. B.; SANTOS, H. G.; BOGNOLA, I. A.; CÚRCIO, G. R.; MANZATTO, C.V.; CARVALHO JUNIOR, W.; CHAGAS, C. S.; ÁGLIO, M. L. D.; SOUZA, J. S. Mapa de solos do Estado do Paraná: legenda atualizada. Rio de Janeiro: EMBRAPA/IAPAR, 2008.

BRAGA, Gastão Ney Monte. Gessagem: antes, durante ou após a calagem? Disponível em: <<http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2013/06/gessagem-antes-durante-ou-apos-calagem.html>>. Acesso em: abr. 2016.

CAIRES, E. F. Calagem e uso de gesso em sistema plantio direto. Revista Plantio Direto, Passo Fundo, v. 128 p. 11, 2012.

CAIRES, E. F.; FONSECA, A. F.; MENDES, J. ;CHUEIRI, W, A.; MADRUGA E. F. Produção de milho, trigo e soja em função das alterações das características químicas do solo pela aplicação de calcário e gesso na superfície, em sistema de plantio direto. R. Bras. Ci. Solo, 23:315-327, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v23n2/16.pdf>>. Acesso em: abr. 2016.

CAIRES, E. F.; MASCHIETTO, E. H. G.; GARBUIO, F. J.; CHURKA, S.; JORIS, H. A. W. Surface application of gypsum in low acidic Oxisoil under no-till cropping system. Scientia Agricola, v. 68, p. 45–53, 2011.

CAIRES, E.F. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto. Rev. Bras. Cienc. Solo, Campinas, v. 27, n. 2, p. 275-86, 2003.

CARDOSO, Mayara. Fertilizantes. Disponível em: <http://www.infoescola.com/agricultura/fertilizantes>. Acesso em: abr. 2016.

CASALE, Hélio. Gesso agrícola lixivia nutrientes: há razões para preocupação?. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va12-instalacao-da-lavoura02.pdf>>. Acesso em: mai. 2016.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO RS/SC - CQFS-RS/SC. Manual de adubação e de calagem para o Estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre, SBCS/Núcleo Regional Sul, UFRGS, 2004. 57p.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. V-3 Safra 2015/2016 – N 10 – Décimo levantamento. Julho, 2016. Disponível em:<www.conab.gov.br>. Acesso em: 23 de novembro de 2016.

COSTA, Claudio H. M. da. **Calagem superficial e aplicação de gesso em sistema plantio direto de longa duração: efeitos no solo e na sucessão milho/crambe/feijão-caupi**. 2015. 109 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2015.

COSTA, M. J.; JUNIOR, E. J. R.; ROSA, Y. B. C. J.; SOUZA, L. C. F.; ROSA, C. B. J. Atributos químicos e físicos de um Latossolo sendo influenciados pelo manejo do solo e efeito da gessagem. Maringá, PR, 2007.

DURAES, Paulo C.; MAGALHÃES, Frederico O. M.. Embrapa Milho e Sorgo: Fisiologia da produção de milho. Circular técnica, 76, Sete Lagoas, MG, 2006.

EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja: Região Central do Brasil (2003). Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/SojaCentralBrasil2003/manejo.htm>>. Acesso em: abr. 2016.

FOLONI, José Salvador Simoneti; SANTOS, Diego Henriques; CRESTE, José Eduardo; SALVADOR, Jean Paulo. Resposta do feijoeiro e fertilidade do solo em função de altas doses de calcário em interação com a gessagem. Colloquium Agrariae, v. 4, n.2, Dez. 2008. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR2013800109>>. Acesso em: abr. 2016.

FURLAN, Silvana Helena. **Guia de identificação de doenças do feijoeiro**. Campinas: Instituto Biológico, 2012. 109 p.

KÖPPEN, W. Grundriss der klimakende, Berlin: Leipzig: Walter de Gruyter. 1931, 388p.

KORNDÖRFER, Gaspar H. Gesso agrícola. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Gesso_agricolaID-NOjhwGHCyk.pdf>. Acesso em: abr. 2016

LOPES, A. S. GUILHERME, L. R. G. **Eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas**: aspectos agronômicos. - 3. ed. São Paulo, ANDA, 2000. (ANDA, Boletim Técnico, 4).

LUZ, Pedro Henrique C. et al. Otimização da aplicação de corretivos agrícolas fertilizantes. Mar. 2010. Disponível em: <<http://brasil.ipni.net/>>. Acesso em: abr. 2016.

MACHADO, Jane R. de A. O excesso de chuvas e a cultura do milho. **Embrapa Trigo**, Brasília, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/8900890/artigo---o-excesso-de-chuvas-e-a-cultura-do-milho>>. Acesso em: 20 de outubro de 2016.

MAGALHÃES, Paulo César. Caracterização de plantas de milho sob estresse hídrico. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Circular Técnica. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2009/circular/Circ_116.pdf>. Acesso em: abr. 2016.

MARTINS, André G. Blog gesso agrícola: informações sobre gesso agrícola, melhores épocas de compra, transporte, aplicação e vendas. 2011. disponível em: <<http://gessoagricola.blogspot.com.br/2011/01/necessidade-de-gessagem.html>> Acesso em: 29 de setembro de 2016.

MELO, Rogério Alexandre Alves de; SILVA, Débora Guimarães da. Estudo da viabilidade do uso do fosfogesso como matéria-prima na produção de materiais cerâmicos. E-xacta, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p. 13-31. 2013. Editora UniBH. Disponível em: <www.unibh.br/revistas/exacta>. Acesso em: mai, 2016.

MICHALOVICZ, Leandro. **Atributos químicos do solo e resposta da sucessão milho-cevada-feijão-trigo influenciados por doses e parcelamento de gesso em plantio direto**. 41 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Guarapuava, 2012.

NEIS, Lucimeire. Gesso agrícola em sistemas de manejo do solo e produtividade de soja na região do Sudoeste de Goiás. Exame de qualificação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí (GO), 2009. Disponível em: <<https://posagronomia.jatai.ufg.br/up/217/o/Lucimeire.pdf?1324609903>>. Acesso em; mai. 2016.

NETO, Antonio Eduardo Furtini; FERNANDES, Luiz Arnaldo; FAQUIN, Valdemar; SILVA, Ivo Ribeiro da; ACCIOLY, Adriana Maria De Aguiar. **Resposta de cultivares de feijoeiro ao enxofre**. Pesquisa agropecuária brasileira, vol. 35, no. 3, Brasília,

2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2000000300012>. Acesso em 20 de outubro de 2016.

NOGUEIRA, M.A. & MELO, W.J. **Enxofre disponível para a soja e atividade de arilsulfatase em solo tratado com gesso agrícola**. R. Bras. Ci. Solo, 27:655-663, 2003.

NORA, Douglas Dalla; AMADO, Telmo Jorge Carneiro; BORTOLOTTI, Rafael Pivotto; FERREIRA, Ademir de Oliveira; KELLER, Cristiano; KUNZ, Junior. **Alterações químicas do solo e produtividade do milho com aplicação de gesso combinado com calcário**. Magistra, Cruz das Almas – BA, v. 26, n. 1, p. 1 – 10, Jan./Mar. 2014.

PAULA, José Aluisio de Araújo. Sistema informatizado para recomendação da calagem e gessagem em solos agrícolas brasileiros. <http://www.conhecer.org.br/.pdf>. Acesso em: abr. 2015.

Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 39, n. 2, p. 175-182, abr./jun. 2009. Disponível em: <<http://revistas.ufg.emnuvens.com.br/pat/article/viewFile/3383/4786>>. Acesso em: abr. 2016.

PITTA et al. Gilson Villaça Exel. Considerações importantes sobre a aplicação do gesso agrícola. Disponível em: <http://rehagro.com.br>. Acesso em: abr. 2015.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B van.; GALLO, P. B.; MASCARENHAS, H. A. A. Respostas da soja à aplicação de calcário e gesso e lixiviação de íons no perfil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.28, p. 375-383, 1993

RAIJ, B. V. **Gesso na agricultura**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 233 f. 2008.

RAIJ, B. van., FURLANI, P.R., QUAGGIO, J.A., PETTINELLI JR, A. **Gesso na produção de 50 cultivares de milho com tolerância diferencial a alumínio em três níveis de calagem**. R. Bras. Ci. Solo. v. 22, p. 101-108, 1998.

RAMPIM, Leandro; LANA, Maria do Carmo; FRANDOLOSO, Jucenei Fernando; FONTANIVA, Silvano. **Atributos químicos de solo e resposta do trigo e da soja ao gesso em sistema semeadura direta**. Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon – UNIOESTE, 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Química e Fertilidade do Solo Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10. ed. – Porto Alegre, 2004.

SORATTO, Rogério Peres; CRUSCIOL, Carlos Alexandre Costa; MELLO, Francisco Fujita De Castro. **Componentes da produção e produtividade de cultivares de arroz e feijão em função de calcário e gesso aplicados na superfície do solo.** Bragantia, Campinas, v. 69, n. 4, p965-974, 2010.

SORATTO, Rogério Peres; CRUSCIOL, Carlos Alexandre Costa. **Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recém-implantado.** Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas. Universidade Estadual Paulista – FCA/UNESP, 2008.

SOUSA, Marliana Araújo de; LIMA, Maria Dolores Barbosa; SILVA, Marcus Vinícius Vieira da; ANDRADE, José Wéselli de Sá. Estresse hídrico e profundidade de incorporação do adubo afetando os componentes de rendimento do feijoeiro.

TROEH, R. F.; TOMPSON, L. M. **Solos e Fertilidade do solo.** São Paulo, SP, 2007. 351 – 381 p.

VALE, Naine Martins do. Avaliação para tolerância ao estresse hídrico em feijão. *Biotemas*, 25 (3), 135-144, setembro de 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/viewFile/2175-7925.2012v25n3p135/22809>>. Acesso em. Abr. 2016.

VICENSI, Marcelo. **Fertilidade do solo, nutrição de plantas, produção de grãos e renda acumulada em função de doses e parcelamentos de gesso agrícola em plantio direto.** 2015. 54 f. Dissertação (mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2015.

VITTI, Godofredo C.; ZAVASCHI, Eduardo; MOURA, Thiago A. de; GOMES, Marcos H. F. Manejo do solo: **Estudos confirmam efeitos favoráveis do gesso agrícola à cultura do milho.** Visao agricola, Nº 13, 2015.

WEBER, E. A. Armazenagem Agrícola. Porto Alegre: Kepler Weber Industrial, 1995. 400p.

ZAMBROSI, F. C. B.; ALLEONI, L. R. F.; CAIRES, E. F. **Aplicação de gesso agrícola e especiação iônica da solução de um Latossolo sob sistema plantio direto.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 37, p. 110-117, 2007.

ZANDONÁ, Renan Ricardo. **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, abr./jun. 2015.