

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

CALAGEM INCORPORADA AO FINAL DO PERÍODO CHUVOSO, EM
ÁREA DE ABERTURA, EM MATO GROSSO

Luiz Antônio da Silva
Engenheiro Agrônomo

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

CALAGEM INCORPORADA AO FINAL DO PERÍODO CHUVOSO, EM
ÁREA DE ABERTURA, EM MATO GROSSO

Luiz Antônio da Silva

Orientador: Prof. Dr. Anderson Lange

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, como parte das exigências para a obtenção de título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Agronomia.

2023

"Se o dinheiro for a sua esperança de independência, você jamais a terá. A única segurança verdadeira consiste numa reserva de sabedoria, de experiência e de competência."

Henry Ford

"É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota."

Theodore Roosevelt

À minha saudosa mãe, D. Socorro, que infelizmente me deixou durante essa caminhada do mestrado. Ao meu pai, Sr. Sebastião, que sempre foi meu espelho de batalha, honestidade e hombridade. À minha parceira de vida Stefania, que sempre me apoiou e me traz conforto nos momentos difíceis.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, que sempre está comigo nos momentos de dificuldade e o qual eu sou grato por me proporcionar tantas alegrias ao longo da vida, me tornando um vitorioso sempre, e reconhecendo que sem ele eu nada seria.

À minha família por todo apoio e incentivo, me motivando e elevando minha autoestima nos momentos difíceis.

À Universidade Federal do Mato Grosso, em especial ao Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, que durante 7 anos entre graduação e mestrado, me proporcionou a oportunidade de mudança de vida, entrando num ciclo virtuoso através do conhecimento.

Ao Sindicato das Indústrias de Extração de Calcário de Mato Grosso – SINECAL, pelo apoio financeiro na pesquisa.

Ao meu orientador Anderson Lange, juntamente com os participantes da banca de defesa Evandro Schoninger e Ciro Augusto, que com suas intervenções deram ao trabalho um nível de qualidade excelente.

Ao professor Márcio Zanuzzo, que foi meu orientador durante a graduação, e no mestrado me ajudou muito, me norteando durante todo o tempo.

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

S586c Silva, Luiz Antonio da.
Calagem incorporada ao final do período chuvoso, em área de abertura, em Mato Grosso [recurso eletrônico] / Luiz Antonio da Silva. -- Dados eletrônicos (1 arquivo : 40 f., pdf). -- 2023.

Orientador: Anderson Lange.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Sinop, 2023.
Modo de acesso: World Wide Web: <https://ri.ufmt.br>.
Inclui bibliografia.

1. calcário dolomítico. 2. fertilidade do solo. 3. acidez do solo. I. Lange, Anderson, orientador. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "Calagem incorporada ao final do período chuvoso, em área de abertura, em Mato Grosso."

AUTOR (A): Mestrando Luiz Antonio da Silva

Dissertação defendida e aprovada em 10/02/2023.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

1. Doutor(a) Anderson Lange (Presidente Banca / Orientador) INSTITUIÇÃO: Universidade Federal de Mato Grosso
2. Doutor(a) Ciro Augusto de Souza Magalhães (Examinador Externo) INSTITUIÇÃO: Embrapa Agrossilvipastoril
3. Doutor(a) Evandro Luiz Schoninger (Examinador Externo) INSTITUIÇÃO: Universidade do Estado de Mato Grosso
4. Doutor(a) Cassiano Spaziani Pereira (Examinador Suplente) INSTITUIÇÃO: Universidade Federal de Mato Grosso

SINOP, 10/02/2023.



Documento assinado eletronicamente por **Ciro Augusto de Souza Magalhães**, **Usuário Externo**, em 07/03/2023, às 12:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Evandro Luiz Schoninger**, **Usuário Externo**, em 07/03/2023, às 15:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **ANDERSON LANGE**, **Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 08/03/2023, às 11:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5453830** e o código CRC **ED87B283**.

Referência: Processo nº 23108.002216/2023-10

SUMÁRIO

SUMÁRIO	7
RESUMO	iii
ABSTRACT.....	iv
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS.....	v
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Efeitos de calagem nas culturas soja e milho	3
2.2 Efeitos de calagem no solo	6
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3.1 Descrição da área experimental.....	8
3.2 Delineamento experimental.....	9
3.3 Instalação e condução	9
3.3.1 Cultura da soja.....	10
3.3.2 Cultura do milho.....	10
3.4 Amostragens.....	11
3.4.1 Amostragem de solo.....	11
3.4.2 Amostragem das culturas.....	11
3.4.3 Amostragem dos grãos	11
3.5 Métodos analíticos.....	12
3.6 Análises estatísticas	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	12
4.1 Efeito da calagem nos atributos do solo	12
4.2 Efeito da calagem nas características morfológicas e componentes de produção da soja.....	20
4.2.1 Teores de Ca e Mg nos grãos de soja	23
4.3 Efeito da calagem nas características morfológicas e componentes de produção do milho.....	24
CONCLUSÕES.....	27
REFERÊNCIAS	28

CALAGEM INCORPORADA AO FINAL DO PERÍODO CHUVOSO, EM ÁREA DE ABERTURA, EM MATO GROSSO

RESUMO

A calagem é uma prática agrícola utilizada para correção da acidez do solo e preparo do perfil trazendo ganhos de produtividade para culturas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de calcário dolomítico, sobre os atributos do solo e na produtividade das culturas da soja e do milho em aberturas de novas áreas. O experimento foi conduzido em uma fazenda localizada no município de Marcelândia-MT, sendo os tratamentos esquematizados em blocos ao acaso, utilizando cinco doses de calcário dolomítico (0,0; 3,0; 6,0; 9,0; 12 t ha⁻¹), em 4 repetições. As doses foram incorporadas na camada superficial do solo (0-20 cm) aplicadas no término do período chuvoso de 2019 (10/04/2019). O experimento foi conduzido no período de abril de 2019 a junho de 2021. Foram avaliados os atributos químicos do solo além do desenvolvimento e produtividade das culturas do milho e soja em 2 safras (2019/2020 e 2020/2021). Os resultados demonstraram eficiência do uso do calcário dolomítico no aumento do pH e a redução da acidez potencial. A calagem promoveu incrementos nos teores de Ca e Mg e saturação por bases. A aplicação do calcário foi fundamental para o aumento da fertilidade do solo contribuindo significativamente para aumento da produtividade das culturas soja e milho. Os resultados obtidos nesse experimento mostraram que as melhores produtividades de soja foram obtidas com dose de 12 t ha⁻¹. Já para milho a melhor dose observada foi de 6 t ha⁻¹.

Palavras-chave: Calcário dolomítico, acidez do solo, fertilidade do solo.

LIME INCORPORATED AT THE END OF THE RAINY PERIOD, IN AN OPENING AREA, IN MATO GROSSO

ABSTRACT

Liming is an agricultural practice used to correct soil acidity and profile preparation, bringing productivity gains to crops. The objective of this work was to evaluate the effect of the application of dolomitic limestone on the soil attributes and on the productivity of soybean and corn crops in openings of new areas. The experiment was carried out on a farm located in the municipality of Marcelândia-MT, with treatments arranged in randomized blocks, using five doses of dolomitic limestone (0.0; 3.0; 6.0; 9.0; 12 t ha⁻¹), in 4 repetitions. The doses were incorporated into the surface layer of the soil (0-20 cm) applied at the end of the 2019 rainy season (04/10/2019). The experiment was conducted from April 2019 to June 2021. The chemical attributes of the soil were evaluated in addition to the development and productivity of corn and soybean crops in 2 harvests (2019/2020 and 2020/2021). The results demonstrated the efficiency of using dolomitic limestone in increasing pH and reducing potential acidity. Liming promoted increases in Ca and Mg contents and base saturation. The application of limestone was essential for increasing soil fertility, contributing significantly to increasing the productivity of soybean and corn crops. The results obtained in this experiment showed that the best soybean yields were obtained with a dose of 12 t ha⁻¹. For corn, the best dose observed was 6 t ha⁻¹.

Keywords: Dolomitic limestone; soil acidity, soil fertility.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas do solo antes da instalação do experimento.....	8
Tabela 2. pH em H ₂ O e CaCl ₂ , teores de Fósforo (P); Potássio (K: mg dm ⁻³ , cmolc dm ⁻³), Cálcio (Ca); Magnésio (Mg); Alumínio (Al) e Acidez Potencial (H+Al) em função de doses de calcário dolomítico aplicados no solo.....	11
Tabela 3. Média de Soma de Bases (SB), Capacidade de troca de cátions (CTC), Saturação por bases (V, %), Saturação por Alumínio (m, %), Saturação por elemento (%) e Relação Ca/Mg em função de doses de calcário dolomítico aplicados.....	15
Tabela 4. Valores médios do teor de cálcio e magnésio dos grãos de soja de 2 safras (2019 e 2020), de acordo com doses de calcário dolomítico aplicados, Marcelândia-MT.....	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Temperatura e pluviosidade durante o desenvolvimento das culturas do milho e soja na Fazenda Pindorama. Legenda: 1 e 5- semeadura da soja; 2 e 6- colheita da soja; 3 e 7- semeadura do milho; 4 e 8- colheita do milho.....	7
Figura 2. Efeito da aplicação de calcário dolomítico sobre os teores de cálcio no solo nos períodos avaliados após as safras de soja e milho.....	14
Figura 3. Efeito da aplicação de calcário dolomítico sobre os teores de magnésio no solo nos períodos avaliados após as safras de soja e milho.....	14
Figura 4: Efeito da aplicação de calcário sobre os parâmetros de produtividade da cultura da soja.....	20
Figura 5: Efeito da aplicação de calcário sobre os parâmetros de produtividade da cultura do milho.....	24

1 INTRODUÇÃO

A região do cerrado brasileiro é uma das áreas mais importantes para a produção de grãos e fibras do país, abrigando culturas de grande importância econômica para o Brasil, tais como a soja o milho e algodão. No entanto, os solos dessa região são caracterizados por baixa fertilidade natural, baixa capacidade de troca catiônica (CTC) e acidez elevada (GOEDERT, 1989; LOPES, 1983), o que afeta negativamente o crescimento e desenvolvimento das plantas, limitando a alcance de boas produtividades nas lavouras.

A acidez condiciona o estado geral do solo como base do crescimento para as plantas, em decorrência das relações de causa e efeito com as outras propriedades químicas, físicas e biológicas (Souza et al, 2007). Assim, a calagem é a prática agrícola que visa atenuar ou eliminar os efeitos negativos da acidez do solo, que visa por meio da aplicação de calcários, corrigir a acidez do solo, diminuindo ou anulando os efeitos tóxicos das altas concentrações de Al e Mn, além de fornecer nutrientes como Ca e Mg, sendo um dos pilares para obtenção de maiores e melhores produções agrícolas (Souza et al, 2007).

A quantidade de calcário a ser utilizada para essa finalidade depende das características de solo (mineralogia, textura, capacidade tampão), da influência da matéria orgânica, do sistema de produção a ser desenvolvido e da cultura de interesse. Assim é fundamental conhecer bem as condições de solo, de clima e da cultura a ser implantada, para a auxiliar na tomada de decisão sobre o método mais adequado para o cálculo da necessidade de calagem, os quais são bastante variáveis.

A produtividade de culturas de interesse agrônomo como por exemplo milho (*Zea mays*) e soja (*Glycine max*), varia em resposta a elevação do pH do solo, sendo que geralmente respondem a aplicação de corretivos de acidez. Em trabalhos desenvolvidos por Raij & Quaggio (1997) as doses econômicas de calcário nos solos de cerrado para as culturas do milho, soja e feijão foram de 9, 5,5 e 6,5 t ha⁻¹ respectivamente.

A soja é uma das culturas mais amplamente cultivadas em todo o mundo, com as maiores áreas de produção localizadas nos Estados Unidos, Brasil e Argentina.

No Brasil, a produtividade média de soja na safra tem apresentado um

crescimento constante nas últimas décadas, em função do avanço tecnológico e da adoção de práticas mais eficientes de manejo. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produtividade média de soja no país na safra 2021/2022 foi de 3.645 kg/ha, um aumento de 1,9 % em relação à safra anterior. A área ocupada pela cultura correspondente a 40.921,9 milhões de hectares na safra 2021/2022, com destaque para os estados brasileiros com maior representatividade: Mato Grosso (10.909,4 milhões de hectares), Rio Grande do Sul (6.358,0 milhões de hectares) e Paraná (5.680,0 milhões de hectares), CONAB (2021).

Já a produtividade de milho na safrinha pode ser mais variável, uma vez que essa cultura é mais sensível às condições climáticas e às práticas de manejo adotadas. De acordo com a CONAB (2021), a produtividade média de milho na segunda safra (safrinha) no Brasil na safra 2020/2021 foi de 5.305 kg/ha, um aumento de 1,6 % em relação à safra anterior. No entanto, é importante ressaltar que essa média pode variar amplamente em função das condições locais.

Considerando a importância das culturas de soja e milho para o agronegócio brasileiro, é fundamental compreender a necessidade de corrigir adequadamente a acidez do solo, neste contexto o presente teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de calcário dolomítico, sobre os atributos do solo e na produtividade das culturas da soja e do milho em aberturas de novas áreas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Efeitos de calagem nas culturas soja e milho

Diversos trabalhos na literatura têm relatado respostas positivas das culturas como soja e milho a calagem, apresentando aumento significativo de produtividade, em solo de cerrado (Miranda et al., 2000; Quaggio et al., 2000; Fageria & Stone, 1999; Caires et al., 2000).

Segundo (Souza e Lobato (2004), a produtividade de grão de culturas como milho e soja aumentam com a saturação por base até 40 %, estabiliza entre valores de 40 a 60 % e diminui quando a saturação por bases é maior que 60 %. Para os valores acima de 60 % os valores de pH em água podem ficar acima de 6,3 e nessa condição ocorrer deficiência de micronutrientes.

Miranda et al., (2000), avaliaram em seu trabalho o efeito de doses de calcário dolomítico, aplicados em um solo Glei Pouco Húmico argiloso sobre a produtividade de milho em rotação com a soja, em um total de sete cultivos sucessivos. Neste trabalho, pode-se observar respostas positivas na produtividade das duas culturas até o quarto cultivo e da soja, no sexto cultivo, aonde foram significativamente maiores a partir de 2 t ha⁻¹ de calcário. No quinto e no sétimo ano de cultivo, a produtividade do milho foi significativamente maior, respectivamente, a partir das doses de 4 e 6 t ha⁻¹ de calcário. A produtividade relativa máxima, para a média de quatro cultivos de milho e três cultivos de soja em sucessão, foi obtida com a saturação por bases do solo de 42 % para o milho e 38 % para a soja.

Resultados similares foram observados por Sousa et al. (1989), onde constataram aumentos na produção de grãos de soja com a aplicação de calcário, nesse trabalho a produção máxima foi obtida com 50 % de saturação por bases.

Muitos fatores podem influenciar a eficiência da calagem na resposta da planta quando a produtividade, como por exemplo época de avaliação das plantas e ao modo de aplicação dos calcários. Como é o caso do trabalho de Cardoso, Peres e Lambert (2014) que avaliaram a influência da aplicação de calcário e gesso no desenvolvimento de plantas e na produtividade de grãos na cultura da soja e observaram que a aplicação isolada de calcário não influenciou o desenvolvimento de plantas em períodos de até 130 dias após a aplicação. Nesse trabalho, provavelmente

não houve tempo suficiente para que o calcário reagisse no solo, e pudesse modificar o ambiente solo tornando-o mais favorável, uma vez que segundo EMBRAPA (1981) os valores de pH entre 5,5 e 6,0 (que eram o objetivo) só foram alcançados após 100 dias de aplicação com uma precipitação pluvial de 1270 mm.

Tacca (2019) avaliando o efeito de diferentes doses e tipos de calcário (calcítico e dolomítico) sobre a produtividade da soja, não observou diferenças significativas nas variáveis de produtividade da soja (altura das plantas, grãos por vagem, vagens por planta, peso de mil sementes e produtividade), o que ele atribuiu a ao fato de o solo utilizado já possuir fertilidade construída e ao curto período de duração entre a aplicação do calcário e o estágio de maior necessidade de nutrientes da cultivar, de crescimento indeterminado, em que a reação do calcário não pode ser completada.

Da mesma forma, Oliveira et al. (1997) mostraram efeito positivo da aplicação de calcário na produção de milho em um Latossolo Vermelho-Escuro, cuja produtividade máxima foi obtida com a aplicação 6,6 t ha⁻¹ de calcário.

Miranda et al. (2005) avaliaram os efeitos da calagem e de formas de aplicação do calcário na correção da acidez de um Latossolo Vermelho, e na produtividade da soja e do milho, cultivados em rotação, nos sistemas de plantio convencional (aração e gradagem) e de plantio direto (sem preparo). Plantas de cobertura foram cultivadas de forma intercalada: mucuna após soja e milheto após milho. Observaram que o calcário aplicado na superfície alterou as condições químicas do solo, principalmente na profundidade de 0–5 cm. O veranico prejudicou a soja no primeiro cultivo, porém a produtividade aumentou com a calagem no terceiro cultivo. Nos segundo e quarto cultivos, a produtividade do milho aumentou com a calagem, sendo superior no plantio convencional apenas no segundo cultivo. No plantio direto, os tratamentos sem incorporação do calcário mostraram produtividades de milho inferiores em relação aos tratamentos com incorporação do calcário. A resposta do milho ao parcelamento do calcário foi proporcional às quantidades parceladas e incorporadas. A ausência da mucuna no plantio convencional resultou em redução de produtividade do milho.

Montezano (2009) avaliou os aspectos técnicos relacionados à aplicação de doses de calcário em área de rotação de cultura soja e milho sob plantio direto no Cerrado (Planaltina, GO), considerando a variabilidade espacial dos atributos relacionados à acidez do solo. Cada área experimental foi composta de 4 faixas

paralelas com 25 m de largura, sendo aplicados os tratamentos: 0 (controle), 1, 2 e 3 t ha⁻¹ de calcário distribuído de forma casualizada. Observou que as alterações dos atributos de fertilidade ligados à acidez do solo se concentram na camada de 0-5cm. O calcário se mostrou excelente fonte de Mg para a nutrição mineral do milho e soja e restringiu a absorção de Mn por essas culturas. A produtividade de soja respondeu a aplicação dos tratamentos nas faixas. O conhecimento da variabilidade espacial dos atributos do solo é um importante suporte para o planejamento do manejo de aplicação de fertilizantes e corretivos no sistema de rodízio soja-milho.

Youssef Neto (2017) avaliaram os sistemas de manejo de Latossolo Vermelho Distrófico típico (cultivo convencional, mínimo e semeadura direta) e a aplicação de calcário e gesso sobre os atributos químicos do solo e a produtividade da cultura do milho. Foram realizadas análises químicas do solo e foliares da cultura do milho, bem como determinado a produtividade de grãos. Observou-se que os atributos químicos do solo, a nutrição mineral e a produtividade de grãos da cultura do milho sofreram influência dos sistemas de manejo, sendo que o tratamento utilizando cultivo convencional associado à aplicação de calcário e gesso agrícola apresentou os melhores resultados, indicando a necessidade da incorporação do corretivo para a recuperação do solo sob pastagem degradada.

Borges et al. (2018) avaliaram o efeito da calagem e gessagem sobre a cultura do milho cultivado nos sistemas de semeadura direta e agropastoril na região Noroeste Paulista. Os parâmetros avaliados na cultura do milho foram: altura de inserção da primeira espiga, altura de plantas, estande final ha⁻¹, número de espigas ha⁻¹, porcentagem de espigas mau formadas, massa de cem grãos e produtividade de grãos. Foi observado que a calagem e gessagem aplicadas quatorze dias antecedendo a semeadura do milho não influenciaram suas características agrônômicas e produtividade de grãos sob os sistemas de semeadura direta e agropastoril nas condições do estudo.

Chagas (2019) avaliou o crescimento inicial do sistema radicular do milho em função da calagem, gessagem e do tratamento de sementes com extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum* em solo com alta saturação por Al. Foi avaliada a massa seca de parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total (MST), proporção de massa seca na parte aérea (PPA) e raiz (PR), profundidade do sistema radicular no rizotrom

(m) e a área do rizotrom ocupado pelo sistema radicular. A MSPA, MSR e MST variou somente em função da calagem, onde obteve os maiores valores. Houve maior proporção de parte aérea e maior crescimento do sistema radicular em profundidade nas plantas sem gessagem e maior exploração de área do solo pelo sistema radicular com a aplicação da calagem e tratamento de sementes com *A. nodosum*. Concluiu que sob condições de toxidez de Al a calagem foi o insumo que melhor proporcionou o aumento do crescimento das raízes e com maior área de solo explorado por raízes secundárias e pelos radiculares quando sob o tratamento de sementes com *A. nodosum*.

Brito, Pereira e Brachtvogel (2019) avaliaram o efeito de níveis de saturação por bases (25% “controle: sem calcário”, 45, 60 e 75%) sobre o crescimento e a produção da cultura do milho, consorciado ou não com *Urochloa brizantha* cv. Marandu nos dois primeiros anos após a correção. No primeiro ano de avaliação não houve diferença para nenhum dos fatores testados, isso ocorreu pelo fato de não ter havido tempo para uma adequada reação do calcário entre a aplicação e cultivo do milho. No segundo ano, as formas de cultivo também não diferiram, já os níveis de saturação influenciaram a cultura do milho. No cultivo consorciado, os níveis de saturação por bases próximas de 56 e 53%, apresentaram maiores valores para altura de planta e altura de inserção de espiga, respectivamente. A produtividade do milho em monocultivo foi maior na saturação por base aproximadamente 47%, já para o sistema milho + Marandu a máxima produtividade foi obtida na saturação próxima a 65%. O consórcio com capim Marandu não interferiu na produtividade do milho. As saturações por bases que resultaram em maiores produtividades foram próximas de 50 e 65% para o cultivo milho + Marandu e monocultivo, respectivamente.

2.2 Efeitos da calagem no solo

A calagem é uma prática indispensável nos solos tropicais para torná-los viáveis economicamente para a exploração agrícola de alto rendimento. Porém entender de forma clara cada passo que antecede e que sucede essa operação é de extrema importância para uma maior assertividade.

Somente a chegada do material corretivo ao solo não garante que toda a “mágica” aconteça. Para tanto, um dos principais fatores, se não o principal, precisa estar em disponibilidade, a água. Ela será a principal responsável por desencadear um conjunto de reações que irá fazer com que o calcário reaja no solo e cumpra o papel que lhe foi proposto. Em decorrência dessa reação química do material corretivo aplicado ao solo, têm-se as conhecidas alterações químicas no solo, como: aumento do valor pH, a neutralização do ferro e do alumínio trocável, a insolubilização do manganês, o fornecimento de cálcio e magnésio, as modificações da capacidade de troca catiônica efetiva, alteração da disponibilidade de micronutrientes entre outros efeitos (MALAVOLTA, 1981).

Alguns trabalhos também mostram os efeitos da calagem sobre aspectos físicos dos solos. Um dos aspectos mais estudados é a capacidade do solo em agregar ou desagregar. E esses diferentes resultados estão muito ligados ao material de origem do solo e conseqüentemente as características mineralógicas que os compõe. Os solos dos cerrados brasileiros, por exemplo, são extremamente ricos em cátions de ferro e alumínio que possuem alto poder floculante. Quando esses elementos cedem lugar ao cálcio no sítio de adsorção, devido as reações da calagem, esse solo ficara com um poder de floculação menor, o que acarretará maior dispersão da argila. Essa maior dispersão das argilas pode afetar algumas variáveis físicas importantes do solo, como taxa de infiltração e permeabilidade, podendo ter como consequência a erosão laminar. Esse tipo de erosão leva a perdas de nutrientes e água do sistema de produção reduzindo a fertilidade do solo e o potencial produtivo da área agrícola (TAVARES FILHO, 1987).

Outro aspecto importante do solo se diz respeito a biologia. Sob vegetação natural o solo se encontra em equilíbrio, e quando ocorre o processo de abertura da área isso é drasticamente alterado. Além de todo o processo de retirada da vegetação natural, a operação de calagem é outro fator de extrema importância que irá influenciar diretamente na diversidade biológica e no seu comportamento populacional em si. As bactérias nitrificadoras são um excelente exemplo de como a biota do solo pode ser afetada pela calagem. A taxa de nitrificação decresce abaixo de pH 6,0 e são quase insignificantes abaixo de pH 4,5 (pH em água), além do que a calagem geralmente

aumenta a mineralização de compostos orgânicos e o processo de nitrificação dos solos. (ROSOLEM et al., 2003)

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área experimental

O experimento foi instalado na fazenda Pindorama, no município de Marcelândia- Mato Grosso, em solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico.

A localização geográfica da área experimental está definida pelas coordenadas 10°52'48.5" latitude Sul e 54°36'44.6" longitude Oeste, com altitude média de 300 m. O tipo climático da região é o Aw, segundo a classificação de Köppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, com precipitação média anual de 2.000 mm.

Os valores médios de temperatura e pluviosidade durante a condução dos ensaios são apresentados na Figura 1.

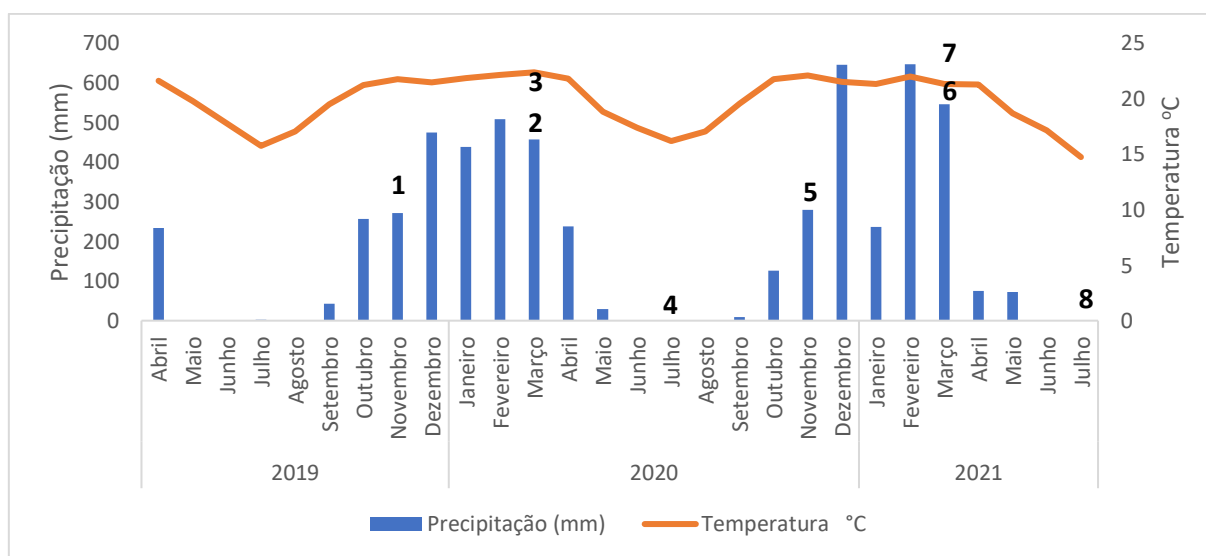


Figura 1. Pluviosidade durante o desenvolvimento das culturas do milho e soja na Fazenda Pindorama. Legenda: 1 e 5- semeadura da soja; 2 e 6- colheita da soja; 3 e 7- semeadura do milho; 4 e 8- colheita do milho.

A área experimental era recém-aberta, sem histórico de uso agrícola, e antes da implantação do experimento, em 2019, foram retiradas amostras de solo na camada de 0-20 cm para determinar suas propriedades químicas. Os resultados dessa análise são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do solo antes da instalação do experimento.

pH		P	K	K	Ca	Mg	Al	H+Al	MO
H ₂ O	CaCl ₂	mg dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³			dag kg ⁻¹
5,15	4,40	1,3	26,3	0,07	0,34	0,25	0,19	6,4	2,65
B	Cu	Fe	Mn	Zn	SB	CTC	V	m	
mg dm ⁻³					cmol _c dm ⁻³			%	
0,19	0,88	73,43	6,63	0,45	0,70	7,1	9,3	22,40	
Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC	Ca+Mg/CTC	Ca+Mg+K/CTC
Relações							%		
1,40	4,90	3,60	8,42	4,78	3,52	0,98	90,14	8,30	9,29

3.2 Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. O experimento foi montado utilizando calcário dolomítico (dolomítico: 29% de CaO, 19% de MgO e PRNT= 75,26%, Peneira ABNT10 = 100%, ABNT20 = 80% e ABNT50 = 60%), em cinco doses diferentes (0,0; 3,0; 6,0; 9,0 e 12,0 t ha⁻¹). As parcelas experimentais foram compostas de 50,0 m de comprimento por 12,0 m de largura e a aplicação do calcário foi mecanizada.

3.3 Instalação e condução

O experimento foi instalado em abril de 2019, quando as doses de calcário foram aplicadas no campo. Para assegurar a precisão da dosagem, o equipamento de distribuição foi calibrado para aplicar uma quantidade a dosagem de 3 t ha⁻¹. Foram feitas mais 1, 2 e 3 passadas distribuindo o calcário nas parcelas onde a dosagem era 6, 9 e 12 t ha⁻¹, respectivamente para se alcançar a dosagem desejada. Após cada adição do insumo, o mesmo foi incorporado ao solo, também com auxílio da grade aradora. O mesmo procedimento de incorporação foi realizado na parcela com dosagem 3 t ha⁻¹, para padronização do manejo.

O experimento foi conduzido pelo período de 2 safras de soja (2019/2020 e 2020/2021) e duas safras de milho (2020 e 2021).

As semeaduras foram inteiramente mecanizadas e os tratos culturais foram aplicados conforme a necessidade e seguiram sempre as recomendações gerais para a cultura da soja e milho adotados pelo produtor na qual a área foi conduzida.

3.3.1 Cultura da soja

A semeadura da cultura da soja foi realizada com o cultivar M8644 IPRO para os dois anos do ensaio, sendo realizada nos meses de novembro de 2019 e novembro de 2021. O espaçamento entre linhas foi de 0,50 m e 240.000 sementes ha⁻¹.

A adubação de semeadura correspondeu a aplicação de 400 kg ha⁻¹ do formulado 05-25-25.

Os tratamentos fitossanitários e combate a plantas invasoras foram feitos conforme a necessidade da cultura e manejo adotado pelo produtor.

A soja foi colhida em março de 2020 e março de 2021, respectivamente. Neste momento foram avaliados os parâmetros de produtividade da cultura.

3.3.2 Cultura do milho

Nas safrinhas de 2020 e 2021 o milho foi semeado no mês de março, logo após a colheita da soja. Na safrinha de 2020 foi utilizado na semeadura o híbrido DKB 290 PRO2, e na safrinha de 2021 foi utilizado o híbrido FS 633 PWU.

O espaçamento entre linhas foi de 0,50 m e 60.000 sementes ha⁻¹ e a adubação foi realizada em ambos os anos em cobertura, quando o milho atingiu o estágio de V4, sendo utilizado no primeiro ano 200 kg ha⁻¹ do formulado NPK 20-0-20 e 300 kg ha⁻¹ no segundo ano.

Os tratamentos fitossanitários e combate a plantas invasoras foram feitos conforme a necessidade da cultura e manejo adotado pelo produtor.

A colheita do milho se deu no mês de junho, e foram realizados pontos de amostragens dentro de cada parcela para a determinação dos parâmetros de produtividade.

3.4 Amostragens

3.4.1 Amostragem de solo

Em junho de 2018 foi realizada a primeira coleta de solo da área onde seria instalado o ensaio. Após a coleta preliminar, houve mais três coletas de solo realizadas previamente a semeadura da soja e também realizadas após a colheita do milho nos anos de 2020 e 2021. As amostragens eram feitas em pontos aleatórios dentro de cada parcela, sempre com o cuidado para que a proporcionalidade de pontos na linha de plantio fosse a metade dos pontos fora da linha de plantio. Para amostragem foi utilizado um perfurador de solo STIHL BT 45

Todas as amostras de solo foram acondicionadas em sacos plásticos e remetidas para o laboratório para determinação das propriedades químicas.

3.4.2 Amostragem das culturas

A área útil para as parcelas de soja foi de 4 linhas com 5 metros cada. Já para a cultura do milho, a área útil constituiu-se de 5 linhas de 5 metros.

Em cada parcela, as avaliações das características morfológicas das plantas foram realizadas tomando-se por amostra 10 plantas nos dois anos agrícolas.

A colheita das culturas foi realizada manualmente quando se encontravam no ponto de maturação fisiológica. Os grãos colhidos nas parcelas, foram pesados e retirada uma amostra, a qual foi pesada e levada para estufa a 105 °C por 24 horas para determinação de umidade e posterior determinação da produtividade. As produtividades foram calculadas a partir da produção da área útil de cada parcela, e os valores corrigidos para 13 % de teor de água, e extrapolados para kg ha⁻¹.

3.4.3 Amostragem dos grãos

Os grãos de soja utilizados na determinação da umidade, após secos na estufa, foram moídos e guardados em sacos plásticos para determinação analítica dos teores de cálcio e magnésio.

3.5 Métodos analíticos

As análises químicas de solo e planta foram realizadas seguindo os métodos preconizados por Embrapa (1997).

3.6 Análises estatísticas

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância e quando detectada diferenças entre os tratamentos, foram submetidos a análise de regressão, utilizando o programa estatístico R Bio (BHERING, 2017).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Efeito da calagem nos atributos do solo

Na Tabela 2 são exibidos os valores das médias dos atributos químicos do solo avaliados durante três anos após a aplicação das diferentes dosagens de calcário.

Tabela 2. pH em H₂O e CaCl₂, teores de Fósforo (P); Potássio (K: mg dm⁻³, cmolc dm⁻³), Cálcio (Ca); Magnésio (Mg); Alumínio (Al) e Acidez Potencial (H+Al) em função de doses de calcário dolomítico aplicados no solo.

Doses Calcário (t.ha ⁻¹)	pH		P	K	K	Ca	Mg	Al	H+Al
	H ₂ O	CaCl ₂	mg	dm ⁻³			cmolc	dm ⁻³	
2019									
0	5,05	4,27	1,48	42,82	0,11	0,58	0,3	0,21	4,73
3	5,45	4,67	1,97	60,53	0,15	0,97	0,6	0,11	4,07
6	5,85	5	1,67	69,35	0,18	1,41	1,13	0	3,48
9	5,9	5,05	1,58	93,12	0,24	1,66	1,37	0	3,08
12	6,2	5,32	1,85	76,52	0,2	2,05	1,81	0	2,58
Média	5,69	4,86	1,71	68,4	0,18	1,33	1,04	0,06	3,59
CV (%)	3,32	4,76	37,6	46,57	45,69	18,89	30,75	61,39	14,07
F	22.34 **	12.098 **	0,39 ns	1.37 ns	1,41 ns	20,65 ***	14,045 ***	23,15 *	11.13 ***

Equação	$y = 5.14 + 0.0917x$	$y = 4.36 + 0.827x$	-	-	-	$Y = 0.611 + 0.12x$	$y = 0.286 + 0.126x$	$y = 0.22 - 0.048x + 0.003x^2$	$y = 4.64 - 0.17x$
R²	0,95	0,94	-	-	-	0,99	0,99	0,98	0,99
2020									
0	5,43	4,63	1,5	49,27	0,13	1,18	0,61	0,18	5,43
3	5,65	4,95	1,3	44,9	0,12	1,44	0,94	0	5,3
6	5,95	5,2	1,68	57,6	0,15	2,17	1,51	0	4,13
9	6,35	5,58	1,55	51,22	0,13	2,8	2,17	0	3,15
12	6,42	5,65	1,47	57,45	0,15	2,75	2,05	0	2,73
Média	5,96	5,20	1,5	52,09	0,14	2,07	1,46	0,04	4,15
CV (%)	2,76	4,15	38,59	20,35	21,45	9,15	12,57	11,93	13,31
F	54.97 **	50.35 **	0,15 ns	2,26 ns	1,59 ns	41,08 **	65.1 *	15,07 ***	36,39 **
Equação	$y = 4.90 + 0.11x$	$Y = 4.51 + 0.11x$	-	-	-	$y = 1.05 + 0.2x$	$y = 0.48 + 0.18x$	$Y = 0.184 - 0.019x$	$y = 6.05 - 0.29x$
R²	0,97	0,96	-	-	-	0,88	87,74	0,74	0,95
2021									
0	4.9	4.5	3.32	91.25	0.23	0.98	0.5	0.25	6.13
3	5.18	4.78	2.08	97.94	0.25	1.43	0.78	0.09	5.29
6	5.63	5.23	2.01	96.03	0.25	2.53	1.58	0	4.21
9	6.1	5.7	1.83	106.06	0.27	3.33	2.53	0	2.95
12	6.15	5.73	1.2	91.25	0.23	3.08	2.25	0	2.93
Média	5,59	5,19	2,09	96,51	0,25	2,27	1,53	0,07	4,30
CV (%)	2,67	2,97	17	19,43	19,43	14,15	14,4	81,68	10,94
F	70,40**	62,27 **	16,66 *	0,13 ns	0,11 ns	22,51 *	21,31*	8,24 ns	57,62 **
Equação	$y = 0.114 + 4.908$	$y = 0.1127x + 4.512$	$y = -0.1497x + 2.986$	-	-	$y = 0.2033x + 1.05$	$y = 0.175x + 0.478$	-	$y = -0.2913x + 6.05$
R²	0.96	0,95	0,84	-	-	0,88	0,87	-	0,95

ns: não significativo; · : p<0,10; *: p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001

A análise de solo realizada em novembro de 2019, que antecedeu o plantio de soja, evidenciou o efeito da calagem sobre os atributos químicos do solo, onde ocorreu a elevação significativa nos valores do pH do solo, que passou de 5,05 no tratamento testemunha para 6,2 no tratamento que recebeu a maior dose. Os teores de Ca^{2+} e de Mg^{2+} foram influenciados positivamente pelos níveis de calagem, enquanto os do Al^{+3} e (H + Al) decresceram significativamente (Tabela 2). Estes resultados estão de

acordo com os encontrados por Prado & Natale (2008), Araújo et al. (2009), Fageria et al. (2010) e Auler et al. (2011).

Como nessa fase ainda não tinha sido realizado nenhum manejo com adubação, e compreensível não observar alterações nos teores de P e K. Segundo as tabelas de recomendação de corretivos e fertilizantes para estado de Minas Gerais (Ribeiro et al, 1999) o P encontraram em baixos níveis no solo e K em níveis médios.

A amostragem do ano de 2020 apresentou a mesma tendência para as características pH, Ca, Mg, Al e Al+H (Tabela 2). Um fato importante para se observar é que mesmo com adubação realizada antes do plantio de soja, não houve incrementos nos teores de P e K no solo entre os anos, os quais foram iguais a 1,71 e 68,4 mg.dm⁻³ no ano de 2009, e iguais a 1,5 e 52,09 mg.dm⁻³ no ano de 2020, respectivamente. Uma possível justificativa seria uma adubação abaixo do ideal para a cultura.

A última amostragem de solo, no ano de 2021, foi realizada no final do experimento, após a colheita da última safrinha de milho. Nessa avaliação é importante observar o efeito residual da calagem, que mesmo realizadas a 24 meses da aplicação, manteve o pH e os teores de Ca, Mg, Al e H+AL em níveis satisfatórios no solo.

Os teores de cálcio e magnésio no solo se mantiveram significativamente maiores a partir de 6 t ha⁻¹ para os dois macronutrientes (Figura 2 e 3). Peixoto et al. (2019) comparando a aplicação de calcário dolomítico a 5,1 t ha⁻¹ com outras fontes de calcário nos atributos químicos do solo também observou maior quantidade de magnésio incorporado. Já os menores valores de alumínio são observados a partir de 3 t ha⁻¹ e para redução da acidez total a partir de 6 t ha⁻¹.

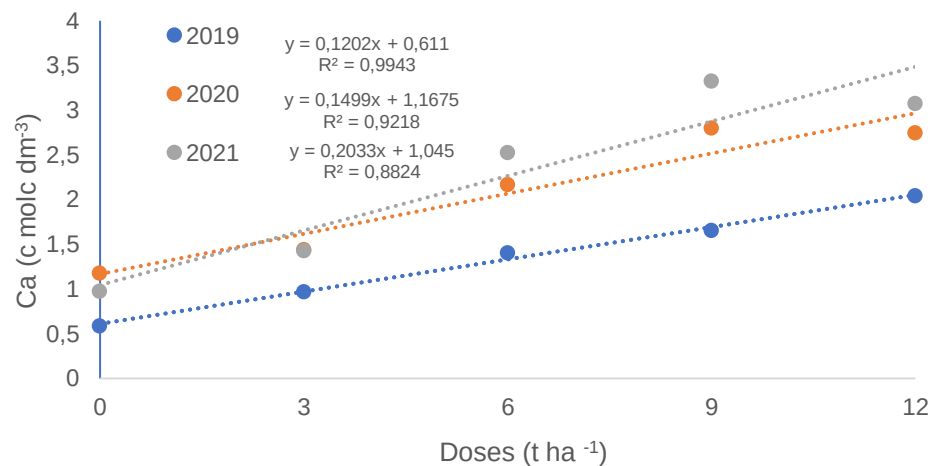


Figura 2. Efeito da aplicação de calcário dolomítico sobre os teores de cálcio no solo nos períodos avaliados após as safras de soja e milho.

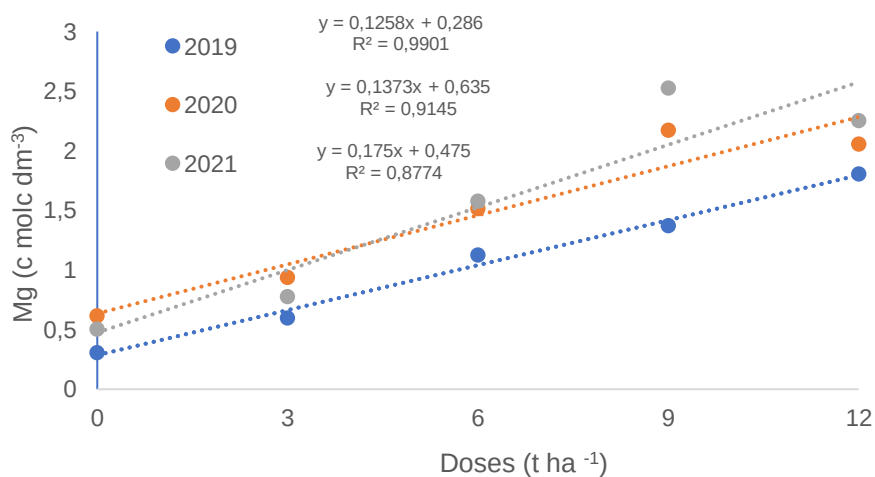


Figura 3. Efeito da aplicação de calcário dolomítico sobre os teores de magnésio no solo nos períodos avaliados após as safras de soja e milho.

Analisando os três diferentes períodos avaliados, foi possível observar o incremento no teor de cálcio nas parcelas onde não foram realizada calagem. Considerando apenas o calcário como fonte de Ca e Mg, esperava-se que esse valor fosse caindo ao longo dos anos, no entanto, uma possível explicação para esse fato

e o Ca ter entrado no sistema por outras fontes de fertilizantes com adubação fosfatada realizada com superfosfato simples e superfosfato triplo.

Ainda avaliando os resultados das análises realizadas no ano de 2021, nota-se que os teores de P recuperados no solo diminuíram em função das doses de calcário aplicadas, fato esse que pode estar diretamente relacionado a produtividade e a extração desse nutriente pela cultura. O fato de a amostragem ter sido realizada após a colheita, reforça uma adubação fosfatada abaixo da necessidade das culturas, onde apenas elas receberam o nutriente.

Dessa forma, quanto maior a produtividade, maior é a extração desse nutriente no solo e consequentemente menores são os teores de P recuperados nas amostras, nota-se que os menores teores de P no solo foram observados nas parcelas com maiores produtividades.

Em relação ao cálcio e a sua fonte utilizada, no caso a dolomita, o incremento pode ser considerado menor, tendo em vista a maior estabilidade da dolomita e seu deslocamento mais lento. As diferenças em relação ao tempo de reação do calcário se devem a diversos fatores, entre eles estão o poder tampão do solo e o grau de homogeneização na incorporação do corretivo, o regime hídrico que afeta a velocidade de reação do calcário no solo ao longo do tempo. As doses, tipos e PRNT dos calcários influenciam também no tempo de reação (WEIRICH NETO et al., 2000).

Com o passar do tempo o calcário dolomítico poderá aumentar o teor de Mg no solo, ficando o Ca no complexo de troca, devido à competição entre o Ca e o Mg pelos sítios de adsorção no solo, tendo o Ca maior preferência em relação ao Mg no complexo de troca do solo. A disponibilidade de Ca pode reduzir ao longo do tempo de cultivo, decorrente do consumo de Ca pelas plantas (YADAY e GIRDHAR, 1981).

Na tabela 3 são apresentados os atributos químicos do solo: Soma de Bases, Capacidade de Troca de cátions, Saturação por bases e por Alumínio, Saturação por elemento e Relação Ca/Mg.

Tabela 3. Média de Soma de Bases (SB), Capacidade de troca de cátions (CTC), Saturação por bases (V, %), Saturação por Alumínio (m, %), Saturação por elemento (%) e Relação Ca/Mg em função de doses de calcário dolomítico aplicados.

Tratamento com Calcário (t. ha ⁻¹)	SB	CTC	V	m	Saturação por elemento %				Relação
	cmolc dm ⁻³		%		Ca/CTC	Mg/CTC	H+Al/CTC	Ca+Mg/CTC	Ca/Mg
2019									
0	0,98	5,7	17,65	18,13	10,28	5,41	82,82	15,69	2,24
3	1,75	5,83	29,48	6,2	16,61	10,23	70,04	26,84	1,63
6	2,72	6,2	43,68	0	22,69	18,13	56,03	40,83	1,32
9	3,25	6,33	51,55	0	26,12	21,68	48,66	47,8	1,21
12	4,05	6,63	60,6	0	30,68	26,94	39,4	57,62	1,15
Média	2.55	6.138	40.592	4.866	21.276	16.478	59.39	37.756	1.51
CV (%)	23,8	5,62	20,41	64,53	15,27	27,13	13,66	20,18	28,61
F	15.99 ***	4.76 **	17.19 ***	7,9 *	24,32 ***	14,59 ***	18,065 ***	19.73 ***	4,32 **
Equação	$y=1.02+0.25x$	$y=5.66+0.07x$	$y=18.99+3.60x$	$y=17.65-4.28x+0.24x^2$	$y=11.21+1.67x$	$y=-5.578+1.817x$	$y=81.04-3.61x$	$y=16.792+3.494x$	$y=2.03-0.097x$
R ²	0,99	0,97	0,98	-	0,98	0,98	0,98	0,98	0,84
2020									
0	1,93	7,33	26,1	8,57	16,02	8,35	74,13	24,38	1,93
3	2,47	7,77	32	0	18,5	12,01	68,27	30,51	1,6
6	3,83	7,95	48,45	0	27,44	19,18	51,58	46,62	1,43
9	5,1	8,25	62,28	0	34,17	26,5	37,81	60,66	1,29
12	4,95	7,67	64,5	0	35,79	26,76	35,51	62,54	1,34
Média	3,66	7,79	46,67	1,71	26,38	18,56	53,46	44,94	1,52
CV (%)	9,83	5,57	11,67	26,65	11,8	14,24	10,3	12,32	8,34
F	54.47 **	54.94 ***	57,58 **	3 ns	10,17 **	54,31 **	60,71 **	59,61 **	10.17 *
Equação	$y=1.376+0.638x-0.022x^2$	$y=7.63+0.21x-0.01x^2$	$y=19.05+6.59x-0.21x^2$	-	$y=15.34+1.84x$	$y=1.7103x+8.298$	$y=75-3.59x$	$y=3.549x+23.648$	$y=1.98-0.05x$
R ²	0,91	0,90	0,95	-	0,95	0,94	0,95	0,95	0,82
2021									
0	1.71	7.84	21.76	13.48	12.38	6.39	78.24	18.77	1.96
3	2.45	7.74	31.7	4.24	18.42	10.04	68.3	28.45	1.88
6	4.35	8.55	50.68	0	29.41	18.41	49.32	47.82	1.62
9	6.12	9.07	67.47	0	36.64	27.83	32.52	64.47	1.32
12	5.56	8.49	65.46	0	36.2	26.49	34.54	62.69	1.37
Média	4.04	8.34	47.41	3.54	26.61	17.83	52.58	44.44	1.63

CV (%)	12,87	5,37	11,27	114,34	12,39	13,31	10,16	11,82	11,19
F	22,01 *	53,87 _{ns}	35,97 **	7,38 *	35,92 _{**}	32,96 *	35,93 **	36,47 **	28 *
Equação	$y = -0.0217x^2 + 0.639x + 1.374$	$y = -0.0099x^2 + 0.2067x + 7.6334$	$y = 4.1057x + 22.78$ $R^2 = 0.923$	$y = 0.1803x^2 - 3.2038x + 13.03$ $R^2 = 0.9805$	$y = -0.1327x^2 + 3.7877x + 11.049$	$y = 1.933x + 6.234$	$y = -4.106x + 77.22$	$y = 4.1287x + 19.668$	$Y = -0.058x + 1.978$
R²	0,88	0,6642	0,92	0,71	0,92	0,91	0,92	0,92	0,9

ns: não significativo; · : p<0,10; *: p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001

Como efeito da calagem, foram observados os aumentos esperados na SB, CTC efetiva, na saturação por bases, e nas relações Ca/Mg, Ca/CTC, Mg/CTC e CA+MG/CTC, e um decréscimo na saturação por alumínio (Tabela 3). Esses resultados também foram encontrados por Biazatti et al., 2020, o qual observaram efeito de aumento de soma de bases à medida que se aumentou a aplicação de calcário dolomítico.

Tendo em vista que a soma de bases corresponde a soma dos teores de cátions trocáveis (Ca + Mg + K), e que na presente análise o potássio se manteve constante, enquanto os teores de Ca e Mg aumentavam em função da dose de calcário aplicada, podemos inferir que a variação da dosagem contribuiu para uma maior adição de bases no solo. Assim, a aplicação de calcário em doses crescentes foi responsável por aumentar a soma de bases.

A capacidade de troca de cátions (CTC) apresentou crescimento acompanhando o aumento de dose de calcário (Tabela 3), isso acontece porque a medida que o pH aumenta, o H⁺ ligado à partícula do solo é neutralizado pela calagem, e o local que ocupava é liberado, resultando em uma carga negativa, aumenta a capacidade de retenção de cátions positivos como o cálcio, o magnésio, o potássio, o sódio (Ferreira et al, 2009).

Os resultados observados corroboram com os observados por Ferreira et al, (2009) que apresentam os resultados de um estudo sobre o efeito da calagem sobre a CTC do solo em diferentes condições de pH, em que foi observado um aumento na CTC do solo após a aplicação de calcário.

A correção ou calagem no solo tropical deve influir sobre a soma de bases (SB), consequentemente elevando a disponibilidade de nutrientes e aumentando o

complexo de troca para as plantas e o valor da CTC efetiva. Esse aumento da CTC é de grande importância, pois ela é usada para realizar o cálculo da necessidade de calcário no solo. Assim espera-se que conforme o observado o aumento de CTC acompanhe o aumento da quantidade de calcário aplicado no solo.

A saturação por bases (V) é um importante indicador da fertilidade do solo, pois indica a quantidade de nutrientes disponíveis para as plantas, e nota-se que ela sofreu influência de acordo com as doses de calcário aplicadas após os períodos avaliados das safras de soja e milho (Tabela 3). Os aumentos das doses de calcário influenciaram positivamente na disponibilidade de cálcio e magnésio e diminuiu a acidez potencial, esses fatores influenciam na saturação por bases.

A aplicação de doses de calcário e sua recomendação levam em consideração a saturação por bases, pois conforme há o aumento de doses ocorrem o aumento de V (%) nos solos. O aumento da saturação por bases (V%) na superfície do solo após a aplicação de calcário é explicado pela redução dos teores de alumínio tóxico e pelo aumento de cálcio e magnésio trocáveis no solo. O calcário é um corretivo de acidez que eleva o pH do solo, diminuindo a solubilidade de alumínio tóxico presente em solos ácidos. Além disso, o calcário é uma fonte de cálcio e magnésio, que são cátions básicos que se adsorvem aos colóides do solo, aumentando a saturação por bases. Esses dois fatores em conjunto reduzem a acidez do solo e melhoram a disponibilidade de nutrientes para as plantas, contribuindo para o aumento da produtividade.

Sampaio (2021) observou que a aplicação de diferentes doses de calcário calcítico foi responsável por elevar os valores de saturação por bases. Coldebella et al., 2018 observaram que o número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e massa de mil grãos de milho foram influenciados positivamente, aumentando-se significativamente esses resultados com uma participação de Ca na CTC do solo de 65 %. É necessária maior quantidade do calcário em relação à dose recomendada para se atingir a participação de Ca na CTC esperada para solos com maior teor de argila, devido ao seu menor poder tampão

Em relação à saturação por alumínio, observa-se que foi reduzida significativamente independente da dose de calcário aplicada, e nos anos avaliados após as safras de milho e soja. Observa-se também que a partir de 6 t ha⁻¹ a saturação

por alumínio chegou a zero (Tabela 3). O comportamento da saturação por alumínio está associado à reação do Al no solo, assim como observa-se na Tabela 2, o comportamento mante-se para a saturação do alumínio.

Quanto a Relação Ca e Mg no solo a apresentados na tabela 3, ela foi influenciada pelas doses de calcário dolomítico aplicados, sendo que doses maiores do corretivo reduziram a relação. Dessa maneira, uma menor relação Ca:Mg significa que há uma maior quantidade de presente Mg no solo.

Rodrighero et al. (2015) utilizando calcários com diferentes teores de Ca e de Mg em sua composição observaram resultados semelhantes, o qual a relação Ca:Mg no solo para calcário dolomítico se manteve próximas a 2:1, já quando foi utilizado a fonte de calcário calcítico observaram que a relação ficou em torno de 4:1.

Lange et al. (2021) estudando diferentes relações de Ca:Mg no solo e avaliando o cultivo de soja, observaram que a relação próxima de 4:1 afetou positivamente a altura e a massa das plantas, já a produção final de grãos foi maior nas relações de 2:1, 4:1 e 1:1, resultando da quantidade de vagens e da massa de mil grãos. Para o milho, a massa da planta e a quantidade de grãos por espiga foram superiores nas relações $\geq 4:1$ e a produção final foi inferior na relação 6:1.

4.2 Efeito da calagem nas características morfológicas e componentes de produção da soja

Analisando os dados apresentados na figura 4, verifica-se que a incorporação de doses crescentes de calcário ao solo não afetou significativamente as variáveis peso de mil grão (Figura 4b), grãos por planta (Figura 4d) e vagem por planta (Figura 4e), na cultura da soja, nas safras de 2019/2020 e 2020/2021.

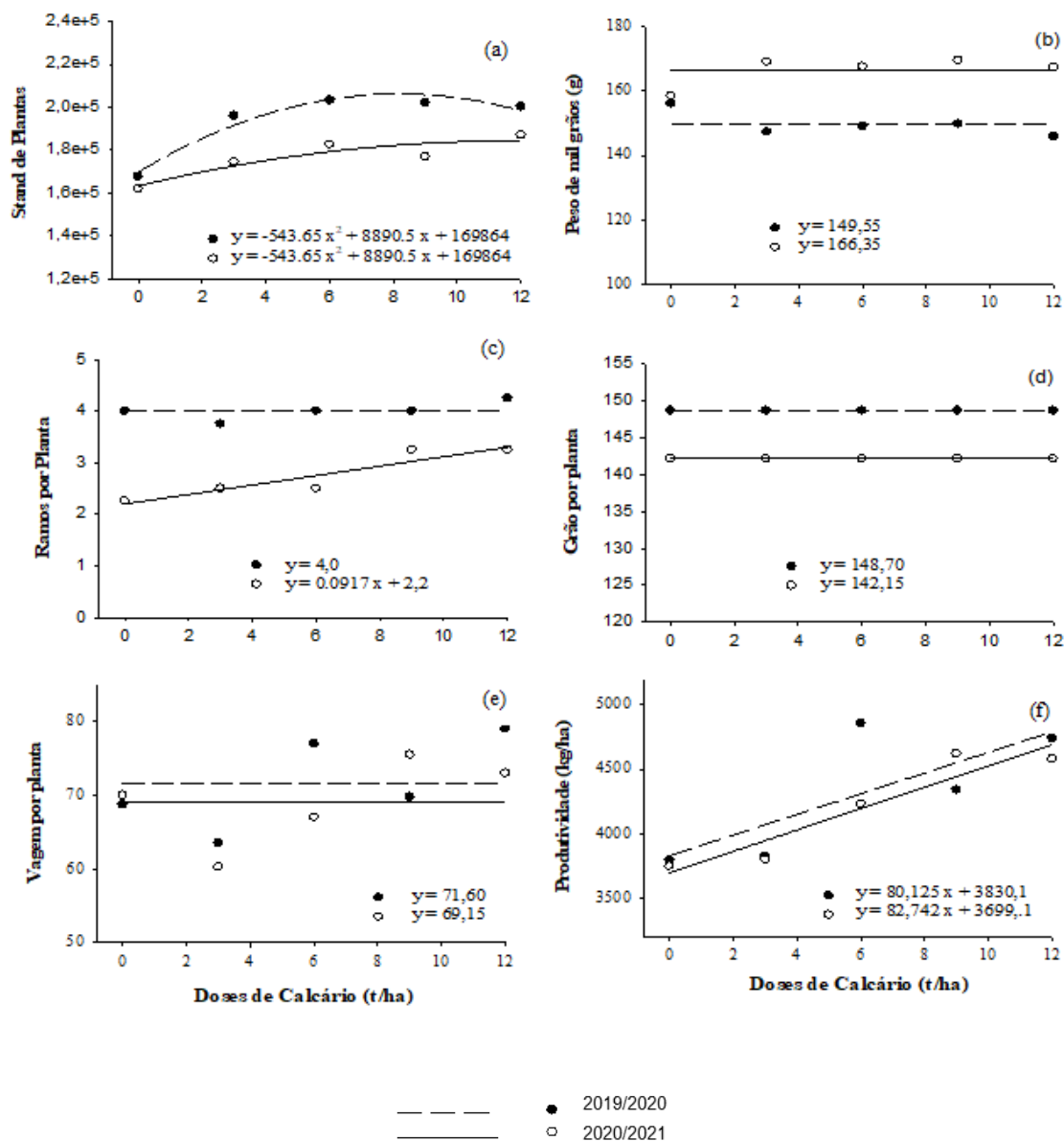


Figura 4: Efeito da aplicação de calcário sobre os parâmetros de produtividade da cultura da soja.

Já para o estande de plantas (Figura 4a) e a produtividade (Figura 4f) foram significativamente influenciadas pela aplicação do calcário nas duas safras avaliadas.

Na cultura da soja a produtividade teve relação direta com o aumento nas doses de calcário principalmente pelo fato de a análise de solo inicial mostrar que a área era extremamente deficiente em cálcio e magnésio (SANTOS et al., 2021). A planta de soja é altamente dependente de níveis adequados de nutrientes para que seu crescimento seja adequado. A princípio o excesso de alumínio na região de

crescimento das raízes faz com que as plantas sintam os efeitos tóxicos da elevada acidez dos solos tropicais. Essa alta acidez diminui a disponibilidade de alguns macros e micronutrientes, o que afeta drasticamente o crescimento e desenvolvimento da cultura (BORTOZULLI et al., 2014). Muitos trabalhos demonstram o efeito positivo da adição de calcário na produtividade, como Castro e Crusciol (2013) usando aplicação de calcário magnesiano em soja observaram que a produtividade dos grãos foi aumentada em 25 %. Rodrighero et al. (2015) fazendo uso da aplicação superficial de calcário calcítico e dolomítico observaram ganhos produtivos de milho e soja.

Ainda que a palhada consiga reter por mais tempo a umidade na superfície do solo através da proteção por perdas por evaporação (GAVA et al., 2013) é perceptível que o desenvolvimento da soja no primeiro ano foi favorecido em relação ao segundo pelas condições pluviométricas (Figura 4). Na segunda safra avaliada houve distribuição temporal irregular das chuvas, ou seja, meses com muito mais pluviosidade do que outros. O déficit hídrico durante o crescimento vegetativo, pode afetar negativamente sua expressividade produtiva. A produtividade da soja foi menor comparando-se os valores das duas safras (Figura 4).

Em relação ao número de ramos por planta, no ano de 2021, foi possível observar como a correção da acidez foi importante para uma estruturação correta da planta, já que doses mais baixas de calcário aplicadas não foram suficientes para manter a ramificação no ano de 2021 nos níveis da ramificação do ano de 2020 (BORTOZULLI et al., 2014). As plantas de soja compensam certas deficiências, via plasticidade fenotípica, produzindo grãos mais pesados, mas vale lembrar que para que altas produtividades sejam atingidas é necessário o balanço ideal de todos os nutrientes (GRIFFITHS & YORK 2020).

O estande de plantas no cultivo da soja respondeu de forma quadrática ao incremento nas doses de calcário, alcançando um máximo por volta da dose de 8 toneladas no ano de 2020 e no ano de 2021 em torno de 12 toneladas.

4.2.1 Teores de Ca e Mg nos grãos de soja

Na safra de 2019/2020 as doses de calcário dolomítico aplicados não influenciaram nos teores de cálcio e de magnésio nos grãos (Tabela 4). Em relação aos teores de cálcio e magnésio observados nos grãos, para a safra de soja de 2020/2021 foi observado que a aplicação de calcário dolomítico na dose de 9 t. ha⁻¹ aumentou a quantidade de Mg, obtendo resultados significativos. Nas outras doses aplicadas não foram observados resultados de aumento nos grãos. Em relação ao cálcio nenhuma dose de calcário alterou a quantidade do elemento nos grãos de soja.

Em relação ao cálcio nenhuma dose de calcário alterou a quantidade do elemento nos grãos de soja, nas duas safras avaliadas.

De acordo com Pauletti et al. (2014) os efeitos da calagem sob a palhada surgem ao longo do tempo após a aplicação, devido à baixa solubilidade do calcário, movimentação lenta de Ca e Mg ao longo do perfil do solo, que também é influenciada pelas condições climáticas. Assim os efeitos dos teores de cálcio e magnésio em grãos podem estar associados principalmente ao tempo de reação e disponibilidade de água.

Tabela 4. Valores médios do teor de cálcio e magnésio dos grãos de soja de 2 safras (2019 e 2020), de acordo com doses de calcário dolomítico aplicados, Marcelândia-MT.

Tratamento com Calcário (t. ha ⁻¹)	Ca grão	Mg grão
	g Kg ⁻¹	
Soja Safra 2019/2020		
0	7,36	6,76
3	8,15	7,54
6	7,31	7,35
9	7,5	9
12	7,18	7,32
Média	7,5	7,59
CV (%)	6,72	6,51
F	0,63 ns	0,93 ns
Equação	-	-
R²	-	-
Soja Safra 2020/2021		
0	6,98	8,57
3	5,67	8,47
6	7,17	9,49
9	7,91	10,49
12	8,5	10,17
Média	7,35	9,44
CV (%)	18,23	18,3
F	4,68 ns	13,38 *
Equação	-	y = 0.174x + 8.394
R²	-	0,81

ns: não significativo; ·: p<0,10; *: p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001

4.3 Efeito da calagem nas características morfológicas e componentes de produção do milho

Analisando os dados apresentados na figura 5, verifica-se que a incorporação de doses crescentes de calcário ao solo não afetou significativamente as variáveis grãos por fileira (Figura 5b), grãos por espiga (Figura 5c), espiga por 25m (Figura 5d),

espiga por ha (Figura 5e) e peso de mil grão (Figura 5f), na cultura do milho, nas safras de 2020 e 2021.

Os resultados de fileiras por espiga não apresentaram grandes diferenças em relação as doses de calcário aplicadas pois é uma característica altamente determinada pela genética do material, e como o número de fileiras é definido nos estádios iniciais da planta, acaba sendo expresso em uma época ainda com boa umidade do solo mesmo no cultivo da safrinha (SICHOCKI et al., 2014).

O resultado de grãos por fileira em ambos os híbridos foi baixo, possivelmente devido a carência de água a partir do estágio V8, devido a semeadura ter sido tardia, ocorrendo déficit hídrico, o que levou a um menor desenvolvimento da cultura do milho.

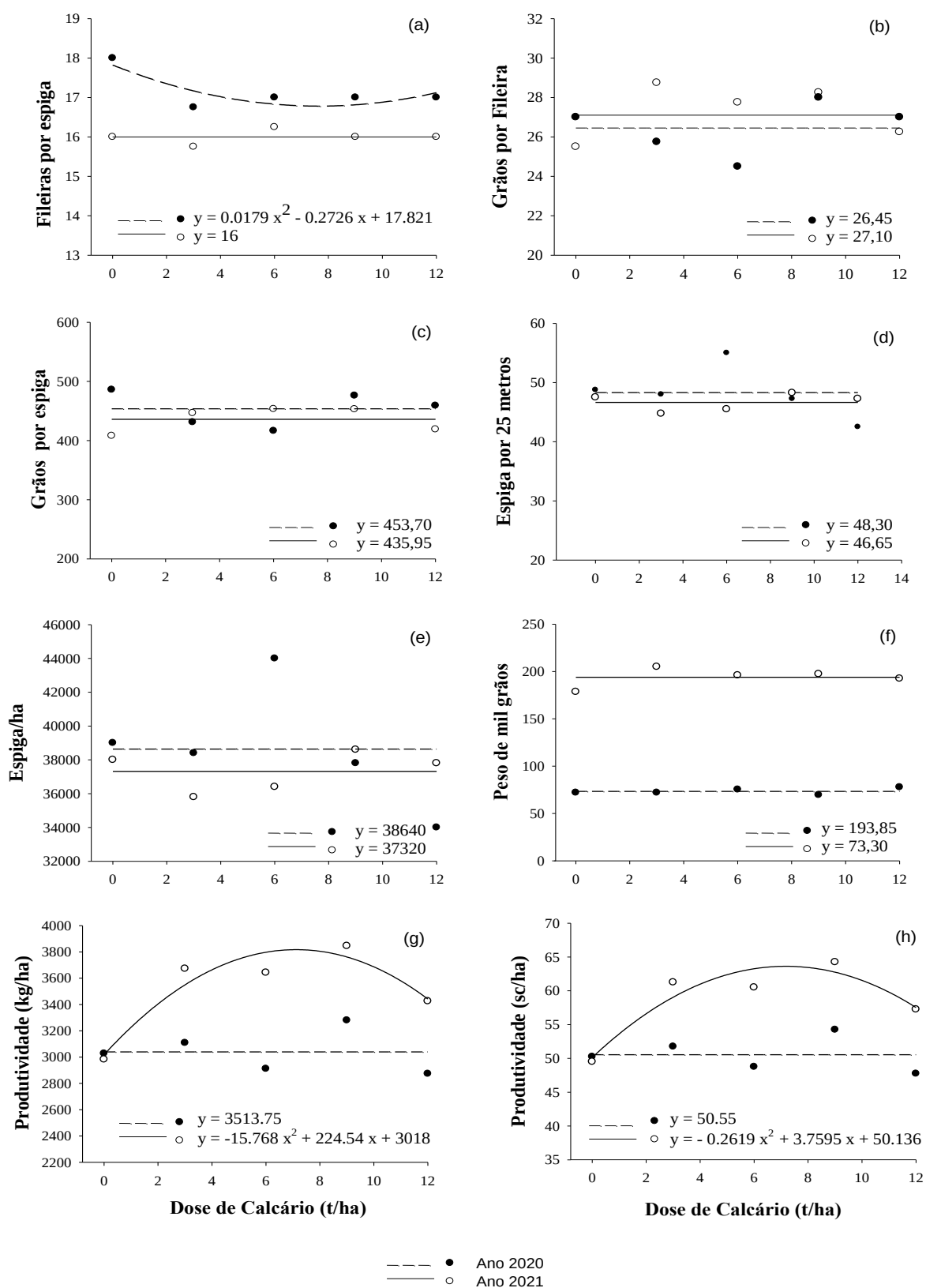


Figura 5: Efeito da aplicação de calcário sobre os parâmetros de produtividade da cultura do milho.

Em relação a produtividade, foi possível observar uma grande diferença principalmente na produtividade do milho entre os anos 2020 e 2021. Vale ressaltar que os híbridos utilizados nas safras foram diferentes, o que explica em grande parte os resultados obtidos (Da SILVA et al., 2014). Mesmo o ano de 2021 tendo sido mais seco e inapropriado para o cultivo de milho safrinha do que o ano de 2020, a produtividade do híbrido plantado neste ano foi maior, levando-se em consideração que ambos os híbridos foram semeados na mesma época em seus respectivos anos (Figuras 1 e 2h).

O híbrido semeado em 2020 (DKB 290 PRO2) é recomendado para o cultivo de verão (semeadura entre outubro e dezembro) e em sistemas com elevado investimento em adubação (AGRO BAYER BRASIL), em outras palavras, é um híbrido com elevado teto produtivo, entretanto muito exigente em relação ao consumo de nutrientes e água. Nas situações apresentadas no experimento, a produtividade deste híbrido não respondeu às diferentes doses de calcário aplicadas, provavelmente o híbrido DKB 290 PRO2 sofreu uma limitação mais severa pelo estresse hídrico que prejudicou seu potencial produtivo.

Já o híbrido FS 633 PWU é recomendado tanto para o cultivo no verão quanto na safrinha (FORSEED), que é uma época de maior risco, pois é no final da estação chuvosa. Além disso este híbrido também é recomendado para sistemas de produção de médio investimento econômico, em outras palavras, o híbrido FS 633 PWU apresenta um menor teto produtivo, mas possui uma maior plasticidade fenotípica que permite seu crescimento em situação mais adversas que as permitidas ao híbrido DKB 290 PRO2 (ROCHA et al., 2021). Com isso foi possível observar uma curva quadrática de resposta da produtividade deste híbrido em relação as doses de calcário aplicadas.

CONCLUSÕES

Na cultura da soja, não foi possível destacar a melhor dose para a produção de soja em abertura de novas áreas uma vez que a resposta a produtividade foi linear, sendo assim, as melhores produtividades de soja foram alcançadas com dose de 12 t ha⁻¹.

Já para a cultura do milho a aplicação de calcário na dose de 6 t ha⁻¹ promoveu maiores produtividades em abertura de novas áreas.

REFERÊNCIAS

Araújo, S. R.; Demattê, J. A. M.; Garbui, F. J. Aplicação do calcário com diferentes graus de reatividade: alterações químicas no solo cultivado com milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.1755-1764, 2009.

AULER, P. A. M.; NEVES, C. S. V. J.; FIDALSKI, J.; PAVAN, M. A. Calagem e desenvolvimento radicular, nutrição e produção de laranja “Valência” sobre porta-enxertos e sistemas de preparo do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, p.254-261, 2011.

BHERING, L.L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17: 187-190p, 2017.

BIAZATTI, R. M.; BERGAMIN, A. C.; FERREIRA, W. S.; FERREIRA, E.; DE SOUZA, F. R.; DE ALMEIDA, P. M. & DIAS, J. R. M. Fitomassa do capim-Braquiária e atributos químicos de um latossolo sob compactação induzida e doses de calcário. **Brazilian Journal of Development**, 6(8), 55368-55387, 2020.

BORGES, W.L.B; HIPÓLITO, J. L.; SOUZA, I. M. D.; TOKUDA, F. S.; GASPARINO, A.C.; ANDREOTTI, M. Calagem e gessagem em sistemas sustentáveis de produção de milho no noroeste paulista. Encontro técnico sobre as culturas da soja e do milho no noroeste paulista, 3, 2018, **Nucleus**, edição especial, p.7-15, 2018.

BORTOLUZZI, E.C.; PARIZE, G.L.; KORCHAGIN, J.; SILVA, V.R.; RHEINHEIMER, D.S.; KAMINSKI, K. Soybean root growth and crop yield in response to liming at the beginning of a no-tillage system. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.38, p.262-271, 2014

BRITO, A.R.; PEREIRA, H.S.; BRACHTVOGEL, E.L. Saturação por bases na integração lavoura-pecuária com cultivo de milho nos dois primeiros anos. **Colloquium Agrariae**, v.15, n.3, p. 58-68, mai./jun., 2019.

CAIRES, E. F.; BANZATTO, D. A.; FONSECA, A. F. Calagem na superfície em sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 24, n. 1, p. 161-169, 2000.

CARDOSO, J. A. E.; PERES, G. C. M.; LAMBERT, R. A. Influência da aplicação de calcário e gesso na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.18, p.1980-1987, 2014.

CASTRO, G. S. A., & CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade e nutrição mineral de soja, milho e capim-ruziziensis influenciados por calcário e escória de siderurgia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 48, 673-681, 2013.

CHAGAS, M.G.K. **Crescimento inicial do milho em função da calagem, gessagem e bioestimulação com *Ascophyllum nodosum* em solo rico em alumínio**. 2019. 25f. Monografia (Curso de Bacharelado de Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, GO, 2019.

COLDEBELLA, N.; LORENZETTI, E.; TARTARO, J.; TREIB, E. L.; PINTO, R. E.; FONTANA, A. & ALVES, A. B. Desempenho do milho à elevação da participação do cálcio na CTC. **Scientia Agraria Paranaensis**, 443-450, 2018.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos Safra 2020/2021: quinto levantamento**. v.8, n.5, Brasília: CONAB, 2021, 94p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 19 fev. 2021.

DA SILVA, A. F., SCHONINGER, E. L., CAIONE, G., KUFFEL, C., & DE CARVALHO, M. A. C. Produtividade de híbridos de milho em função do espaçamento e da população de plantas em sistema de plantio convencional. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 2, p. 162-173, 2014.

DJALMA MARTINHÃO GOMES DE SOUSA, LEO NOBRE DE MIRANDA & SEBASTIÃO ALBERTO DE OLIVEIRA. Acidez do solo e sua correção. IN: ROBERTO FERREIRA NOVAIS, VÍCTOR HUGO ALVAREZ V., NAIRAM FÉLIX DE BARROS, RENILDES LÚCIO F. FONTES, REINALDO BERTOLA CANTARUTTI JÚLIO CÉSAR LIMA. Fertilidade Do Solo. Editora: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p 1017. 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Planaltina, DF). Relatório Técnico Anual 1980-1981. Planaltina, 1982. p.47-49.

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B. DOS; MOREIRA, A. Yield, nutrient uptake and changes in soil chemical properties as influenced by liming and iron application in common bean in a no-tillage system. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.41, p.1740-1749, 2010.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. dos. Maximização da eficiência de produção das culturas. Brasília: Embrapa-SCT/Embrapa-CNPAF, 1999. 294 p.

FAGERIA, NAND KUMAR. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de cerrado (Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 36, n. 11, p. 1419-1424, nov. 2001).

FERREIRA, R. A.; CAMPOS, M. C. C.; SOUZA, L. M. de; LOPES, E. S.; RIBEIRO JÚNIOR, P. J. O efeito da calagem sobre a capacidade de troca catiônica do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, n. 3, p. 677-684, 2009.

GAVA, R.; DE FREITAS, P. S.; FARIA, R. T. D.; REZENDE, R. & FRIZZONE, J. A. Soil water evaporation under densities of coverage with vegetable residue. **Engenharia Agrícola**, 33, 89-98, 2013

GOEDERT, W.J. Região dos Cerrados: potencial agrícola e política para o seu desenvolvimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.1, p.1-17, 1989.

GRIFFITHS, M., YORK, L. M. Targeting root ion uptake kinetics to increase plant productivity and nutrient use efficiency. **Plant Physiology**, v. 182, n. 4, p. 1854-1868, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.19.01496>.

LOPES, A.S. **Solos sob Cerrado**: características, propriedades e manejo. Piracicaba: POTAFOS, 1983. 162p.

MALAVOLTA, E.; ROCHA, M. Recent Brazilian experience on farmer reaction and crop response to fertilizer use. In: USHERWOOD, N.R., ed. Transferring technology for small-scale farming. Madison: ASA, 1981. p. 701-113.

MIRANDA LN, MIRANDA JCC. Efeito residual do calcário na produção de milho e soja em solo Glei Pouco Húmico. Rev Bras Ciênc Solo [Internet]. 2000Jan;24(Rév. Bras. Ciênc. Solo, 2000 24(1)).

MIRANDA, L.N.; MIRANDA, J. C. C. D., REIN, T. A., & GOMES, A. C. Utilização de calcário em plantio direto e convencional de soja e milho em Latossolo Vermelho. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.40, n.6, p.563-572, jun. 2005.

MONTEZANO, Z.F. **Aplicação de doses de calcário em área de rotação soja-milho em plantio direto no Cerrado para fins de definição de doses variadas**. 2009. 110f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2009.

OLIVEIRA, E. L. de; PARRA, M. S.; COSTA, A. Resposta da cultura do milho, em um Latossolo Vermelho Escuro álico, à calagem. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 21, n. 1, p. 65-70, 1997.

PAULETTI V.; DE PIERRI; RANZAN T.; BARTH G.; MOTTA A. C. V. Efeitos em longo prazo da aplicação de gesso e calcário no sistema de plantio direto. **R Bras Ci Solo**. 38:495-505, 2014.

PEIXOTO, D. J. G.; ZANÃO JÚNIOR, L. A; MIOLA, V.; PEREIRA, N; ANDRADE, E. A. Atributos químicos de solo após incubação com produtos com cálcio e magnésio. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.8, n.3, p. 62-68, 2019

PRADO, R. DE M.; NATALE, W. Effect of liming on the mineral nutrition and yield of growing guava trees in a typic Hapludox soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, v.39, p. 2191–2204, 2008

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

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. Methods used for diagnosis and correction of soil acidity in Brazil: overview. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLANT-SOIL INTERACTIONS AT LOW pH, 4., 1996, Belo Horizonte. Proceedings... Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. p. 205-214.

ROCHA, D. S., RODRIGUES, C. S., GALLO, P. B., TICELLI, M., & PATERNIANI, M. E. A. G. Z. Tolerância ao déficit hídrico em híbridos intervarietais de milho. **Revista Caatinga**, v. 34, n. 1, p. 80-89, 2021.

RODRIGHERO, M. B.; BARTH, G. & CAIRES, E. F. Aplicação superficial de calcário com diferentes teores de magnésio e granulometrias em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 39:1723-1736, 2015.

ROSOLEM, C. A.; FOLONI, J. S. S. & OLIVEIRA, R. H. de. Nitrogen dynamics in soil as affected by liming and nitrogen fertilization, with straw on the soil surface. **Pesq. Agropec. Bras.** 2003, v38, n.2, p. 301-309.

SAMPAIO, M. C. **Atributos químicos do solo, produtividade da soja e do cártamo cultivados sob doses de calcário**. 92 f. Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UEOP), 2021.

SICHOCKI, D., GOTT, R. M., FUGA, C. A. G., AQUINO, L. A., RUAS, R. A. A., & NUNES, P. H. M. P. Resposta do milho safrinha à doses de nitrogênio e de fósforo. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 13, n. 1, p. 48-58, 2014.

SOUSA, D. M. G. de; MIRANDA, L. N. de; LOBATO, E.; CASTRO, L. H. R. de. Métodos para determinar as necessidades de calagem em solos dos cerrados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 13, n. 2, p. 193-198, 1989.

TACCA, J.G. **Produtividade da soja após aplicação superficial de doses de calcário na borda sul da Amazônia**. 2019. 41f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, MT, 2019.

TAVARES FILHO, S. O papel das características e propriedades físicas nas perdas de solo-água e nutrientes por erosão devido ao cultivo do solo. *Semina*, n. 8, p. 42-44, 1987.

WEIRICH NETO, P. H.; CAIRES, E. F.; JUSTINO, A. & DIAS, J. Correção da acidez do solo em função de modos de incorporação de calcário. **Ciência Rural**, 30, 257-261, 2000.

YOUSSEF NETO H.; H., JORGE, R. F.; ALMEIDA, C. D.; BORGES, E. M. & PASSOS, R. R. Atributos químicos do solo e produtividade de milho cultivado com aplicação de corretivos e sistemas de manejo do solo. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.14, n.25, p.191-199, 2017.

