

REFERÊNCIAS PARA CORREÇÃO DA ACIDEZ DE UM ARGISSOLO VERMELHO DISTRÓFICO TÍPICO CULTIVADO COM HELIANTHUS ANNUUS

Thiago Henrique de Souza ^{1*}, Antonio Nolla ¹, Pedro Henrique da Silva ¹

¹Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Ciências Agronômicas, Campus de Umuarama, Estrada da Paca s/nº, Bairro São Cristóvão, Umuarama – PR, CEP: 87020-900. E-mail:

enriquethiago18@gmail.com, anolla@uem.br, pHsilva@hotmail.com

*autor correspondente: enriquethiago18@gmail.com

RESUMO: O girassol é uma das principais oleaginosas do mundo. No Brasil, sua área de produção tem aumentado no decorrer dos anos. Para alcançar altas produtividades, é essencial que o solo esteja livre de alumínio tóxico (Al^{3+}), uma vez que este elemento limita o desenvolvimento das raízes e a produtividade. Objetivou-se avaliar doses de calcário para o desenvolvimento da cultura do girassol, com o intuito de estabelecer índices para calagem em um Argissolo de textura arenosa. O experimento foi conduzido em vasos de 20 L, preenchidos com Argissolo Vermelho distrófico típico. Os tratamentos consistiram na aplicação de calcário nas doses de 0 (testemunha), $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, 2 e 4 vezes a dose recomendada (2735,8 kg ha⁻¹). O delineamento experimental foi blocos casualizados com sete repetição. Semeou-se girassol em vasos contendo 20 kg de solo. Após 30 dias de cultivo as plantas foram coletadas e analisou-se a altura, diâmetro do caule, massa fresca e seca. A aplicação de calcário promoveu incremento no desenvolvimento das plantas de girassol. A dose de calcário que apresentou a máxima eficiência técnica para a cultura foi de 6899 kg ha⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: Solo ácido, corretivo de acidez, girassol.

REFERENCES FOR SOIL ACIDITY CORRECTING OF A TYPICAL DYSTROPHIC RED ARGISOL CULTIVATED WITH HELIANTHUS ANNUUS

ABSTRACT: Sunflower is one of the world's main oilseeds. In Brazil, its production area has increased over the years. To achieve high yields, it is essential that the soil be free of toxic aluminum (Al^{3+}), as this element limits root development and productivity. The objective of this study was to evaluate lime rates for sunflower crop development, aiming to establish liming rates in a sandy-textured Argisol. The experiment was conducted in 20-L pots filled with typical dystrophic Red Argisol. Treatments consisted of lime application at rates of 0 (control), $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, 2, and 4 times the recommended rate (2735.8 kg ha⁻¹). The experimental design was a randomized complete block design with seven replicates. Sunflowers were sown in pots containing 20 kg of soil. After 30 days of cultivation, the plants were harvested, and their height, stem diameter, and fresh and dry weight were analyzed. The application of limestone promoted increased sunflower plant growth. The limestone dose that demonstrated maximum technical efficiency for the crop was 6,899 kg ha⁻¹.

KEY WORDS: Acidic soil, acidity corrector, sunflower

INTRODUÇÃO

O girassol, originário das regiões da América do Norte e Central, tem se destacado nos últimos anos devido ao seu cultivo em expansão e às suas diversas aplicações. Além de sua utilização na alimentação humana e animal, é cada vez mais empregado na produção de biocombustíveis. Em termos agronômicos, essa planta apresenta um caule ereto, espesso e resistente, com alturas variando entre 40 cm e 3 metros, dependendo da variedade. Suas folhas são ovais e dispostas de forma oposta, possuem nervuras bem definidas, medindo entre 15 e 30 cm e apresentam uma textura áspera. As flores apresentam diâmetro que varia de 7 cm a 30,5 cm, caracterizam-se por um disco central escuro rodeado por pétalas amarelas, criando uma aparência visualmente marcante (Smiderle, 2010). Globalmente, o girassol é reconhecido como a quinta oleaginosa mais importante na produção de matéria-prima, ficando atrás apenas da soja, colza, algodão e amendoim. Em relação à produção de farelo, ocupa a quarta posição, atrás da soja, colza e algodão. No que diz respeito à produção de óleo, o girassol posiciona-se em terceiro lugar, superado apenas pela soja e pela colza (Gazzola et al., 2012).

Para que a cultura do girassol se desenvolva de maneira eficiente, é fundamental que o solo apresente boas condições químicas, físicas e biológicas. Qualquer tipo de limitação nesses aspectos pode comprometer diretamente o crescimento das raízes, refletindo negativamente em toda a planta. O girassol é particularmente sensível à acidez do solo, sendo uma das oleaginosas que mais sofrem com baixos valores de pH. Quando o pH CaCl_2 estiver abaixo de 5,2, a maioria dos cultivos, como o do Girassol, tende a manifestar sintomas de toxicidade. Essa condição desfavorável impacta diretamente o desempenho da cultura, reduzindo seu potencial produtivo (Gazzola et al., 2012; Hartwig et al., 2007).

Conforme a acidez do solo aumenta, torna-se mais difícil que os nutrientes sejam retidos na CTC, pois a presença de grandes quantidades de Al^{3+} e H^+ no solo satura a CTC causando a lixiviação de K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , resultando na diminuição da produtividade. Além disso, existem outros fatores que podem remover os nutrientes da CTC, como a lixiviação devido a precipitação intensa, processos biológicos que geram ácidos e a própria adubação com ureia ou amônia (Veloso et al., 2020).

Solos ácidos interferem no crescimento da raiz por impedimento químico, tornando-a curta e grossa dificultando a extração de nutrientes do solo. Os nutrientes do solo são indisponibilizados de acordo com o aumento da saturação por bases, sendo que um V%

(saturação por bases) maior que 10% dificulta no desenvolvimento da raiz e na disponibilidade de nutrientes na solução do solo. Uma das funções do calcário é a correção do solo, que ocorre através da liberação de íons hidróxido (OH^-), os quais neutralizam o hidrogênio (H^+), além de complexar o alumínio (Al^{3+}). Pode também ser utilizado como fertilizante de cálcio e magnésio, pois o calcário apresenta quantidades considerável desses nutrientes (Sousa et al., 2001).

A acidez do solo é um dos principais fatores que limitam a produtividade agrícola em diversas regiões do Brasil, especialmente em culturas sensíveis como o girassol (*Helianthus annuus* L.), que apresenta baixa tolerância a ambientes com pH inferior a 5,2 em CaCl_2 . A presença excessiva de íons H^+ e Al^{3+} em solos ácidos interfere diretamente na capacidade de troca catiônica (CTC), reduzindo a disponibilidade de nutrientes essenciais como cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e potássio (K^+), promovendo a lixiviação desses elementos e comprometendo o desenvolvimento radicular das plantas. Diante desse cenário, a calagem se torna uma prática indispensável para a correção da acidez do solo, promovendo condições mais favoráveis ao crescimento e à produtividade das culturas.

O uso da calagem é indispensável na agricultura, tanto pelo seu custo-benefício quanto pela sua eficácia. O objetivo dessa prática é reduzir a acidificação do solo, permitindo que as culturas de interesse agrônomo se desenvolvam da melhor forma possível em solos livres de acidez. No entanto, quando aplicada em excesso, pode causar desequilíbrios na CTC (capacidade de troca catiônica), saturando-a com cálcio e magnésio, o que gera impactos negativos na produtividade (Martins, 2005; Barber, 1984).

No Brasil, a decisão da aplicação ou não de calcário é baseada principalmente em critérios como o pH do solo, a saturação por bases (V%), o teor de alumínio trocável e a saturação por alumínio (m%). Aplica-se calcário quando o pH- H_2O for inferior a 6,0 (Pauletti e Motta, 2019). A V% é outro indicador da necessidade de correção, sendo que a maioria da plantas deverá receber calcário para elevar a V% até 50% e 70%, dependendo da exigência da cultura e da textura do solo. Já a aplicação de calcário se faz necessária quando o teor de Al^{3+} for superior a $0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Pauletti e Motta, 2019). Em relação à saturação por alumínio (m%), que representa a fração da CTC ocupada por Al^{3+} em relação à soma de Al^{3+} e H^+ , a aplicação de corretivo de acidez solo se faz necessária quando a m% for superior a 20% para a maioria das culturas (Sousa e Lobato, 2004).

Apesar dos critérios existentes, para o estado do Paraná não existe recomendação de calagem para a cultura do Girassol, sendo que é desejável avaliar corretivos de acidez do solo para estabelecer índices. Em relação aos solos de textura arenosa, existem diferenças quanto à aplicação de corretivos de acidez em relação aos solos de textura argilosa, o que está relacionado com a reduzida matriz coloidal ($CTC < 5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), e a menor adsorção e disponibilização de nutrientes (Pauletti e Motta, 2019).

Apesar da ampla adoção da calagem como prática corretiva, ainda persistem desafios quanto à sua aplicação adequada. A aplicação excessiva de calcário, pode provocar desequilíbrios nutricionais, saturando a CTC com Ca^{2+} e Mg^{2+} e dificultando a absorção de outros nutrientes como potássio, fósforo, zinco e manganês. Além disso, práticas contínuas de calagem mal manejadas podem alterar a dinâmica de nutrientes, afetando negativamente a capacidade produtiva de plantas de interesse comercial.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento do girassol submetida a doses de calcário, para estabelecer a dose mais adequada para a cultura na região Noroeste do estado do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade estadual de Maringá (UEM) – Campus regional Umuarama – PR (23°47'31 "S 53°30"W). O solo utilizado foi classificado como Argissolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa (Embrapa, 2018) cuja caracterização química está descrita na Tabela 1. O clima da região é do tipo Cfa, sendo classificado como subtropical úmido mesotérmico, com temperatura média no mês mais quente de 28 °C e temperatura média no mês mais frio de 17,9 °C, pluviosidade média de 1658 mm e evaporação de 1527 mm, localizada em uma altitude de 480 m (Nitsche et al., 2019).

Foram utilizados vasos plásticos de 20 L, que foram preenchidos (25 kg) com Argissolo Vermelho distrófico típico, utilizados como base experimental. Os tratamentos consistiram da aplicação de doses de calcário (PRNT 70%) dolomítico: 0 (testemunha); 683,9 kg ha⁻¹ ($\frac{1}{4}$); 1367,9 kg ha⁻¹ ($\frac{1}{2}$); 2735,8 kg ha⁻¹ (dose recomendada para elevar V até 70%); 5471,6 kg ha⁻¹ (dobro da dose) e 10940,2 kg ha⁻¹. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com sete repetição, o calcário utilizado foi o dolomítico. Além disso foi utilizado

o formulado de NPK 12-18-12 na quantidade de 388,88 kg ha⁻¹, como adubação de base (Castro, 2005).

Tabela 1 – Caracterização química e granulométrica (0-20cm) de um Argissolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa

pH	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	CTC	V	P
CaCl ₂	-----cmol _c dm ⁻³ -----							%	mg dm ⁻³
4,56	0,20	3,36	1,00	0,25	0,21	1,46	4,82	30,29	16,50
Areia			Silte				Argila		
----- g dm ⁻³ -----									
136,5			52,0				811,5		

Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ - extrator KCl mol L⁻¹; P e K – extrator Mehlich-1.

O solo dos vasos foi corrigido com calcário no dia 25/11/2023, passando por um período de incubação de 15 dias. Durante esse período, o solo dos vasos foi irrigado manualmente diariamente. No dia 10 de dezembro de 2023, a cultivar Caltissol foi semeada, semeou-se Girassol cultivar Caltissol, perfazendo 5 plantas após o desbaste. Após a germinação (5 dias) foi realizado a aplicação do formulado 12-18-12 em cada tratamento, visando atender à quantidade necessária de nitrogênio, potássio e fósforo requeridos pela cultura (Castro, 2005).

As plantas de girassol foram coletadas 30 dias após semeadura. Avaliou-se a altura, diâmetro de caule, massa de matéria fresca e seca da parte aérea. A determinação da massa de matéria seca foi realizada após secagem em estufa de circulação de ar forçada a 65°C por 72 horas.

Os dados foram analisados no software SISVAR por meio de ANOVA, e, quando significativos, ajustados por regressão polinomial de segundo grau (Ferreira, 2011). A qualidade dos modelos foi avaliada pelo coeficiente de determinação (R²), adotando-se 5% de significância. Estimou-se a dose de máxima eficiência técnica (MET) da performance das plantas a partir da primeira derivada das equações de ordem 2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de girassol cultivada sem aplicação de calcário apresentaram menor desenvolvimento, com altura em torno de 21 cm (Figura 1A). O uso do corretivo de acidez do solo promoveu incremento no desenvolvimento das plantas, observando-se altura de até 2,04 vezes superior (43 cm) às plantas do tratamento testemunha. Isto demonstra que o uso de calcário promoveu restabelecimento da condição da fertilidade do solo por neutralizar a acidez e disponibilizar nutrientes como Ca e Mg, o que favoreceu o crescimento vegetal (Oliveira et al., 2020; Kasuya et al., 2023). Além disso, a disponibilidade de Ca e Mg no solo corrigido não apenas contribui para o alongamento celular e para o fortalecimento da parede celular, mas também atua na regulação de processos fisiológicos vitais, como o transporte de açúcares e a sinalização hormonal. A resposta positiva da cultura do girassol à calagem também pode estar relacionada à melhoria na estrutura física do solo, favorecendo maior aeração, maior desenvolvimento do sistema radicular e, por consequência, maior exploração do volume de solo pelas raízes.

De acordo com Farias Neto et al. (1999) e Batista et al. (2013), a toxicidade do alumínio (Al^{3+}) atinge primeiro as raízes das plantas, prejudicando o crescimento e causando danos iniciais. No decorrer do tempo, esses efeitos se espalham e afeta o desenvolvimento da planta como um todo, o que reduz a produtividade, devido ao desequilíbrio nutricional e pela menor capacidade de absorção de água e nutrientes pelo sistema radicular.

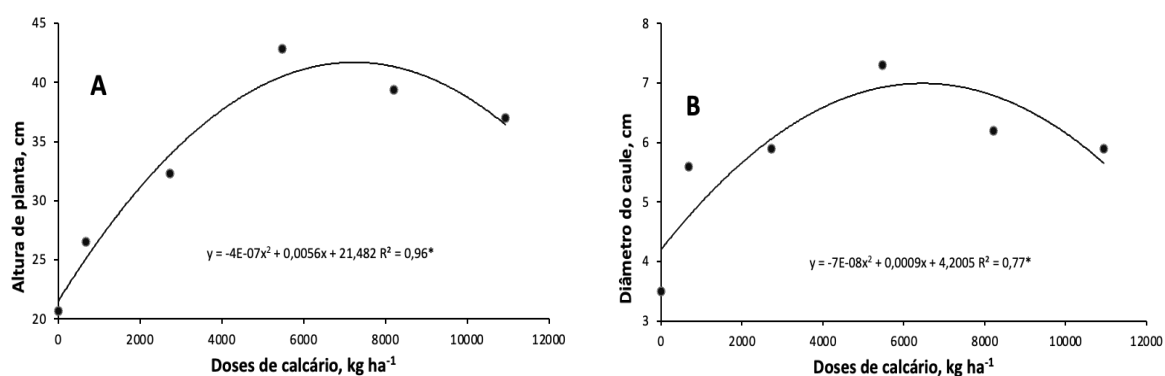


Figura 1: Altura (A) e diâmetro (B) de girassol submetido a doses de calcário e cultivado em Argissolo Vermelho distrófico típico.

Contudo, a partir das doses superiores a 8207,4 kg ha⁻¹, observou-se redução na altura

das plantas, indicando que o excesso de calcário pode gerar efeitos adversos. Entre os possíveis fatores limitantes estão o desequilíbrio na relação Ca/Mg/K, redução na disponibilidade de micronutrientes como Zn, Fe e Mn devido ao aumento excessivo do pH, e possíveis efeitos osmóticos negativos. Estudos similares demonstram que a aplicação excessiva de corretivos pode afetar negativamente o balanço nutricional das plantas e reduzir a eficiência do aproveitamento de nutrientes (Nascente et al., 2015).

Os tratamentos que receberam calcário apresentaram incremento no diâmetro do caule com o aumento das doses de calcário até um ponto de máxima (próximo a 5471,6 kg ha⁻¹), seguido de uma redução nas doses mais elevadas (8207,4 a 10943,2 kg ha⁻¹) (Figura 1B). O maior diâmetro observado foi ligeiramente acima de 7 cm, contrastando com a testemunha (0 kg ha⁻¹), que apresentou valor inferior a 4 cm. Isso demonstra que a correção da acidez promoveu melhor desenvolvimento do tecido condutor e suporte mecânico da planta, isso refletiu no aumento do diâmetro do caule (Meurer, 2012; Oliveira et al., 2020).

Contudo, a resposta não foi linear, e a partir de doses elevadas de calcário, houve redução do diâmetro. Esse comportamento pode estar associado ao desequilíbrio nutricional, especialmente no excesso de Ca²⁺, que pode interferir na absorção de outros cátions como K⁺ e Mg²⁺, fundamentais para a formação estrutural do caule. Além disso, o excesso de calagem pode elevar excessivamente o pH, reduzindo a disponibilidade de micronutrientes como Zn e Mn, essenciais para o metabolismo vegetal (Nascente et al., 2015; Mahmud et al., 2022).

Na variável massa de matéria fresca, as doses de calcário testadas foram capazes de gerar plantas de girassol mais pesadas quando comparadas à testemunha (Figura 2A). Esse aumento pode ser atribuído à capacidade do calcário de neutralizar a acidez do solo, permitindo o desenvolvimento adequado do sistema radicular da planta. Dessa forma, a planta consegue extrair as quantidades necessárias de água e nutrientes do solo para se desenvolver adequadamente (Sousa et al., 2001). O baixo desenvolvimento da testemunha pode ser atribuído ao fato de que a CTC está preferencialmente ocupada por íons de alumínio (Al³⁺). Isso impede a disponibilidade de nutrientes essenciais para a planta, como potássio, cálcio e magnésio. A presença predominante de Al³⁺ na CTC pode resultar em competição por sítios de troca com os nutrientes necessários, prejudicando a absorção e utilização adequada desses elementos pela planta, impactando, assim, seu desenvolvimento (Câmara, 2003).

A elevação da massa fresca está associada a um maior acúmulo de água nos tecidos vegetais e a uma maior atividade fotossintética, ambas favorecidas pelo ambiente edáfico corrigido (Silva et al., 2021). A resposta positiva até doses moderadas de calcário demonstra que a calagem é uma prática indispensável em solos ácidos, especialmente onde a acidez é natural e frequente (Silva et al., 2021).

Para a variável massa seca (Figura 2B), observa-se que, à medida que se aumentam as doses de calcário, ocorre uma elevação no acúmulo de massa de matéria seca, atingindo o valor máximo próximo a 5,7 g com doses ao redor de 5471,6 kg ha⁻¹, seguido por um decréscimo com doses superiores. Este comportamento está relacionado com a neutralização do alumínio tóxico (Al³⁺), a elevação do pH e o aumento da saturação por bases, condições que favorecem a absorção de nutrientes essenciais como cálcio, magnésio, fósforo e potássio que são fundamentais para o metabolismo vegetal e para a formação de matéria seca (Castro, 2005; Prado et al., 2013). A massa seca é um indicador direto da acumulação de biomassa estrutural, refletindo a eficiência da planta em converter assimilados fotossintéticos em tecido vegetal (Meurer, 2012).

Nas doses superiores a 8207,4 kg ha⁻¹, o decréscimo na massa seca pode ser atribuído à saturação excessiva de Ca²⁺ e Mg²⁺, resultando em desequilíbrios nutricionais com elementos como K⁺, Zn²⁺ e Mn²⁺, os quais apresentam absorção competitiva com os cátions aplicados via calagem (Raij et al., 1997; Gazzola et al., 2012).

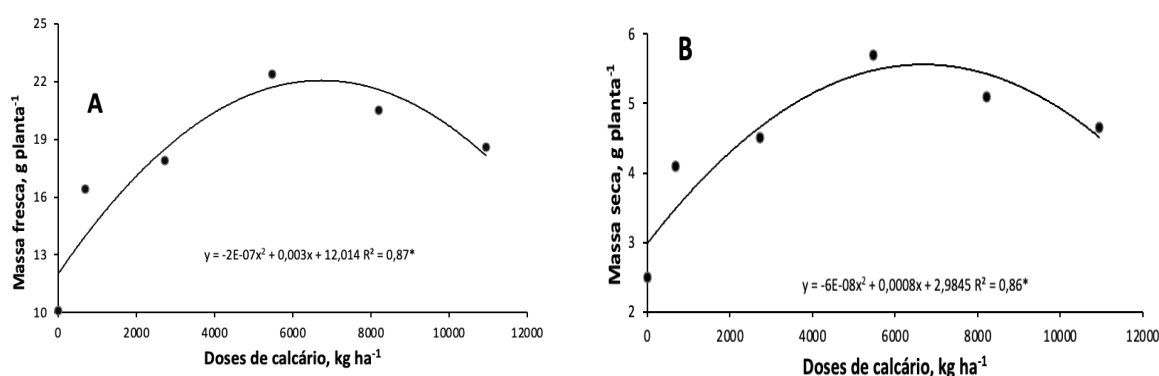


Figura 2: Massa fresca (A) e Massa seca (B) de girassol submetido a doses de calcário e cultivado em Argissolo Vermelho distrófico típico.

Por meio da derivação das equações de 2 ordem, foram obtidas as doses de máxima eficiência técnica (MET) para cada variável testada. O MET é a quantidade de insumo que proporciona a melhor resposta da planta por unidade aplicada, sem desperdícios ou excessos. Representa o ponto em que o crescimento ou produtividade atinge o valor máximo técnico antes de começar a reduzir (Tabela 3).

Tabela 3 - Dose de máxima eficiência técnica dos atributos do girassol submetidos a doses de calcário em um Argissolo Vermelho distrófico típico

Corretivo	Altura de planta	Diâmetro de caule	Massa fresca	Massa seca	Média (Kg ha ⁻¹)
Calcário	7000	6429	7500	6667	6899

Derivando as equações de regressão de ordem 2 das Figuras 1 e 2, é possível encontrar o ponto de máxima eficiência técnica e apontar a melhor dose de calcário para obter o desenvolvimento da planta de girassol. O cálculo da média de cada parâmetro avaliado, mostra que 6899 kg ha⁻¹ é a dose de máxima eficiência técnica, esta quantidade de calcário apresenta os melhores parâmetros para a cultura. No entanto, em função do baixo PRNT (70%) do corretivo utilizado e pelo reduzido tempo de incubação do corretivo (15 dias), provavelmente não ocorreu reação total do corretivo no solo. Isto porque os corretivos de acidez do solo com menor granulometria (<0,3 mm) aplicados no solo leva pelo em torno 90 dias para reação completa (Alcarde e Rodella, 2003). O PRNT de 70 % e o curto tempo de incubação (15 dias) podem levar à subestimação da dose realmente disponível ao solo, o que explica a MET atingida em doses 2,5 vezes superiores ao recomendado para elevar a saturação por bases até 70%. Essa reação retardada reforça a importância de considerar o tempo de reação do corretivo antes do plantio (idealmente 90 dias). Embora demonstrou máxima eficiência, esta dosagem 2,5 superior a preconizada pode induzir a desequilíbrios nos níveis de Ca, Mg e micronutrientes como Zn, Mn e B, além de alterar a saturação por bases (V %) a níveis excessivos, conforme dados obtidos por Fageria et al. (2001) em solos de cerrado, devido a possível desbalanceamento entre cátions e micronutrientes. Além disso, é de se esperar que no decorrer da reação do corretivo,

as doses muito elevadas (superiores a 3500 kg ha⁻¹) possam gerar o desenvolvimento menor das plantas de girassol.

CONCLUSÕES

A calagem favoreceu o crescimento e desenvolvimento das plantas de girassol. As maiores doses de corretivo de acidez do solo utilizadas promoveram redução no crescimento das plantas, demonstrando efeito de toxidez.

A máxima eficiência técnica dos corretivos utilizados ocorreu com aplicação de 6899 kg ha⁻¹ de calcário, o que parece estar associado com o reduzido tempo de incubação do corretivo no solo.

REFERÊNCIAS

- ALCARDE, J.A.; RODELLA, A.A. Qualidade e legislação de fertilizantes e corretivos. In: CURY, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S.; ALVAREZ, V.H. (ED.). **Tópicos em Ciência do solo**. Viçosa: SBCS, 2003. P.291-334.
- BARBER, S.A. Liming materials and practices. In: ADAMS, F. (Ed.) **Soil acidity and liming**. 2 Ed. Madison: ASA, 1984. p.200-210.
- BATISTA, M.F.; MOSCHETA, I.S.; BONATO, C.M.; BATISTA, M.A.; ALMEIDA, O.J.G.; INOUE, T.T. Alumínio em plantas de milho: influência no crescimento e na morfoanatomia da raiz e da folha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.37, n.1, p.177-187, 2013.
- CÂMARA, G. M. de S. Girassol: Tecnologia da Produção. In: LPV 0506: **Plantas Oleaginosas**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Produção Vegetal, 2003. p. 153-180.
- CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2005. p. 317-365. Cap. 13.
- EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5 Ed. Brasília: EMPRAPA, 2018. 356 p.
- FAGERIA, N. K. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p.1419- 1424, 2001.
- FARIAS NETO, A. L.; ANDRADE, L. R. M. de; OLIVEIRA, M. F. **Metodologia para seleção de genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.) tolerantes ao alumínio**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1999. 2 p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v.6, n.2, p. 36-41, 2008.

GAZZOLA, A.; FERREIRA, C.T.G.; CUNHA, D.A.; BORTOLINI, E.; PAIAO, G.D.; PRIMIANO, I.V.; PESTANA, J.; ANDRÉIA, M.S.C.D.; OLIVEIRA, M.S. **A cultura do girassol**. Piracicaba: ESALQ, v.69, p.63, 2012.

HARTWIG, I.; OLIVEIRA, A.C.; CARVALHO, F.I.F.; BERTAN, I.; SILVA, J.A.G.; SCHMITD, D.A.M.; VALÉRIO, I.P.; MAIA, L.C.; FONSECA, D.A.R.; REIS, C.E.S. Mecanismos associados à tolerância ao alumínio em plantas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.28, n.2, p.219-228, 2007.

KASUYA, M.C.M.; RODRIGUES, M.; BARRETO, A.F.; SOUSA, C.N.; AMARAL, S.; COSTA, M.A. Soil acidity and its implications on plant growth and nutrient availability. **Geoderma**, Amsterdam, v.432, p.1–9, 2023.

MAHMUD, M.S.; CHONG, K.P. Effects of Liming on Soil Properties and Its Roles in Increasing the Productivity and Profitability of the Oil Palm Industry in Malaysia. **Agriculture**, Kota Kinabalu, v.12, n.3, p. 322, 2022.

MARTINS, C.E. **Práticas agrícolas relacionadas à calagem do solo**. Juiz de Fora: Embrapa, 2005. 6p. (Comunicado técnico).

MEURER, E.J. Interpretação de análise de solo. In: MEURER, E.J. (Ed.). **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Evangraf, 2012, p.291–334.

NASCENTE, A.S.; FILGUEIRA, J.A.; COBUCCI, T.; SOUSA, D.M.G. Efeito residual da calagem na cultura da soja em Latossolo do Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.39, n.6, p.1653–1660, 2015.

NITSCHKE, P.R.; CARAMORI, P.H.; RICCE, W.S.; PINTO, L.F.D. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2019. 210p.

OLIVEIRA, F.H.T.; ARAÚJO, W.F.; ROCHA, A.T.; LIMA, C.J.G.S. Calagem e adubação potássica na cultura do girassol em solos arenosos sob cerrado. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v.7, n.3, p.65–71, 2020.

PAULETTI, V; MOTTA, A. **Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná**. 2. ed. Curitiba: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Estadual Paraná, 2019. 289 p.

PRADO, R.M.; LEAL, R.M.; ROMUALDO, L.M. Correlação entre acúmulo de massa seca e absorção de macronutrientes na cultura do girassol. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.6, p.640–646, 2013.

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (org.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. rev. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

SILVA, R.C.; SILVA, L.A.; GUIMARÃES, G.P.; ALBUQUERQUE, J.A. Correção da acidez e disponibilidade de nutrientes em solos com diferentes texturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.45, p.1–14, 2021.

SMIDERLE, J. O. Efeito residual de doses de calcário na produtividade, teor e acidez de óleo do girassol produzido em cerrado de Roraima. **Comunicado Técnico**, Boa Vista, n.57, p. 5, 2010.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2004. 416p.

SOUSA, D.M.G.; VILELA, L.; LOBATO, E.; SOARES, W.V. **Uso do gesso, calcário e adubos para pastagens no Cerrado**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2001. 22p. (Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 12). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/566086/1/cirtec12.pdf>. Acesso em 15 jan. 2024. Atualizar

VELOSO, C.A.C.; ARAUJO, S.M.B.; RODRIGUES, J.E.L.F.; SILVA, A.R. Correção da acidez do solo. In: BRASIL, E.C.; CRAVO, M.S.; VIEGAS, I.J.M. (Ed.). **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará**. 2. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa, 2020. p.121-131.