

**INDICADORES PARA USO DE CALCÁRIO PARA UM ARGISSOLO
CULTIVADO COM SOJA**

Antonio Nolla¹, Thiago de Oliveira Gaviolli¹, Thaynara Garcez da Silva¹, Adriely Vechiato Bordin¹

¹ Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Ciências Agronômicas, Campus de Umuarama. Estrada da Paca s/n, CEP: 87500-000, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR. E-mail: anolla@uem.br; togaviolli@gmail.com; adrielyvechiato@hotmail.com; thaynaragarceztg@gmail.com

Resumo: As recomendações de calagem no Paraná foram desenvolvidas para o sistema cultivo convencional, e estão sendo utilizadas, com alterações, no sistema de semeadura direta (SSD). Além disso, em solos arenosos, a necessidade de calagem é inferior a solos com maior teor de argila, em função de sua baixa capacidade de troca de cátions. Objetivou-se avaliar o acúmulo de matéria seca de soja submetido a doses de corretivo de acidez para estabelecer critérios de calagem para um Argissolo Vermelho distrófico típico. Cultivou-se por 30 dias soja em vasos contendo amostras de solo indeformadas, sendo os tratamentos a aplicação superficial de 0, 625, 1.250 e 2.500 kg ha⁻¹ de calcário. Avaliou-se o acúmulo de matéria fresca aérea da soja e no solo avaliou-se o pH-CaCl₂ e estimou a saturação por bases a partir da determinação de Ca, Mg, Al, K e H⁺Al. O calcário aumentou o acúmulo de matéria seca aérea da soja. A maior performance da planta ocorreu com aplicação de 1750 kg ha⁻¹ de calcário, obtendo-se como critério para calagem o pH = 4,9 e a saturação por bases = 49%.

Palavra- chave: *Glycine max*, plantio direto, critérios de calagem.

LIME INDEXES FOR A ARGISOL CULTIVATED WITH SOYBEAN

Abstract: Liming recommendations in Parana state were developed for the conventional cultivation system, and are being used, with changes, in the direct seeding system (SSD). In addition, in sandy soils, the need for liming is lower than soils with a higher clay content, due to its low cation exchange capacity. The objective was to evaluate the dry matter accumulation of soybean subjected to doses of acidity concealer to establish liming criteria for a typical dystrophic Red Argisol. Soy was grown for 30 days in pots containing undisturbed soil samples, with the treatments being the superficial application of 0, 625, 1,250 and 2,500 kg ha⁻¹ of limestone. The accumulation of fresh aerial matter of soybean was evaluated and the soil pH-CaCl₂ was evaluated and base saturation was estimated based on the determination of Ca, Mg, Al, K and H + Al. Limestone increased the accumulation of aerial dry matter from soybeans. The greatest performance of the plant occurred with the application of 1750 kg ha⁻¹ of limestone, obtaining as a liming criterion the pH = 4.9 and base saturation = 49%.

Key Words: *Glycine max*, no tillage, liming criteria.

INTRODUÇÃO

A utilização da semeadura direta como sistema de cultivo nas áreas agrícolas brasileiras tem aumentado rapidamente na última década. No Paraná, este sistema iniciou em 1971, e abrangeu 200.000 ha em 1983, aumentando para 1 milhão em 1996 (Wiethölter, 1997) e, na atualidade, esta área já abrange 4,859 milhões de hectares, o que corresponde a 73% da área agrícola total do estado (Fuentes-Llanillo et al., 2018). As recomendações de calagem e adubação utilizadas no Paraná foram desenvolvidas para o sistema convencional de preparo e cultivo do solo, cujo objetivo é elevar a saturação por bases a 70%, considerando o solo amostrado na camada de 0-20 cm de modo aleatório (Quaggio, 1989). Estas mesmas recomendações estão sendo utilizadas, com alterações, no sistema de semeadura direta. Neste sistema, há uma dinâmica diferenciada do sistema convencional, em função do aumento no teor de matéria orgânica, acúmulo superficial de nutrientes e menor toxidez do alumínio trocável no solo, observando-se, freqüentemente, rendimentos adequados após longos períodos sem reaplicação de calcário em solos com alumínio trocável alto (Anghinoni e Salet, 2000; Nolla e Anghinoni, 2004 e 2006).

Assim, uma opção de recomendação atualmente utilizada na semeadura direta para o estado do Paraná estabelece como sendo os critérios de tomada de decisão de calagem a saturação de bases = 65% e o pH CaCl_2 = 5,6 com amostragem do solo efetuada na camada de 0-5 cm (Caires 2000; Caires et al., 2000). O cálculo de necessidade de calagem, por sua vez, deve ser realizado em amostra coletada na camada de 0-20 cm, aplicando-se calcário para elevar a saturação de bases a 65% utilizando para solos argilosos 1/3 a 1/2 da necessidade de calagem recomendada, e 1/2 para solos argilo-arenosos e arenosos (Sá, 1997).

Assim, surgem questionamentos a respeito de qual deve ser a camada de solo amostrada que melhor representa as condições de acidez do solo. Além disso, em solos arenosos, a necessidade de calagem é significativamente inferior a solos com maior teor de argila, em função de sua baixa capacidade de troca de cátions.

Atualmente, a recomendação e dosagem de calcário no sistema de semeadura direta no Paraná, tem por base a observação de alguns experimentos de resposta à adição de calcário nesse sistema, de maneira que o rendimento máximo (máxima eficiência econômica) corresponde à faixa de acidez onde a aplicação de calcário não proporcionou incrementos significativos na produtividade. Desta forma, os critérios

estabelecidos para os experimentos, são generalizados para todos os solos do estado, inclusive aqueles de textura arenosa, os quais podem apresentar diferentes condições para estabelecer uma adequada recomendação para uso dos corretivos de acidez do solo.

O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento da parte aérea da soja sob aplicação de diferentes dosagens de calagem em um Argissolo Vermelho distrófico típico para estabelecer critérios para calagem em sistema conservacionista.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se um ensaio experimental na Universidade Estadual de Maringá em Umuarama-PR, coletando-se amostras de um Argissolo Vermelho distrófico típico (PVd) de textura arenosa, sob mata natural. Originalmente este solo apresentava $\text{pH-H}_2\text{O} = 5,04$; Ca , Mg , Al e $\text{K} = 10, 4, 2,3$ e $1,99 \text{ mmolc dm}^{-3}$, respectivamente, $\text{P} = 3,54 \text{ mg dm}^{-3}$, acidez potencial (H+Al) = $31,71 \text{ mmolc dm}^{-3}$, saturação por bases = $36,58\%$ e $\text{M.O} = 1,51\%$.

O solo foi coletado para preencher os vasos fabricados em tubos de PVC (250 x 150 mm de altura e diâmetro respectivamente) que foram consideradas as parcelas experimentais. Os tratamentos consistiram da aplicação de calcário na superfície dos vasos, sendo o equivalente a 0, $\frac{1}{2}$, 1 e 2 vezes a necessidade de calagem para elevar a saturação por bases (V%) até 60%, com calcário com PRNT 100%. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizados com 04 repetições. Os vasos foram dispostos em cercado telado e descoberto, e passaram por um período de incubação por 45 dias. O solo era umedecido para manter a umidade próxima à capacidade de campo.

Posteriormente, semeou-se soja (cultivar CD-213RR) nos vasos, mantendo-se 4 plantas por vaso após o desbaste (4 dias após a emergência). As sementes utilizadas foram submetidas ao tratamento com Carboxina + Tiram, utilizando-se cobalto e molibdênio (CoMo) e inoculante com *Bradyrhizobium elkanii* (estirpe Semia 5019) e *Bradyrhizobium japonicum* (estirpe Semia 5079). No momento da semeadura da soja, aplicou-se o equivalente a 100 kg ha^{-1} de K_2O e P_2O_5 como adubação de base; para isso utilizou-se de KCl e SSP (superfosfato simples). O experimento foi conduzido por 30 dias, momento no qual a parte aérea foi coletada, obtendo-se a massa de matéria seca da parte aérea.

O solo das colunas foi coletado (0-10 cm), homogeneizado, seco ao ar, passado em peneira com malha de 2 mm e armazenado em sacos plásticos. Determinou-se em

seguida, pH CaCl₂, Ca⁺², Mg⁺², K⁺, Al⁺³, P e H⁺+Al⁺³, seguindo a metodologia descrita pela EMBRAPA (1999) e estimou-se a saturação por bases.

Estabeleceram-se relações entre os atributos de acidez do solo e parâmetros de planta de maneira a estabelecer quais os critérios de tomada de decisão e de dosagem de calcário que melhor se adaptam para o restabelecimento do potencial produtivo. Todos os resultados foram submetidos à análise de variância pelo programa SANEST e as médias testadas por análise de regressão a 5% de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreu um aumento na matéria seca da parte aérea com a adição de doses crescentes de calcário aplicadas ao solo. O valor máximo da matéria fresca da parte aérea foi obtido quando aplicou-se 1750 kg ha⁻¹ de calcário, valor superior à necessidade de calcário (1.250 kg ha⁻¹) para elevar a saturação por bases a 60% (Quaggio, 2000). Isso indica que a dose de calcário estipulada (Quaggio, 2000) pode estar subestimada para solos arenosos (Figura 1).

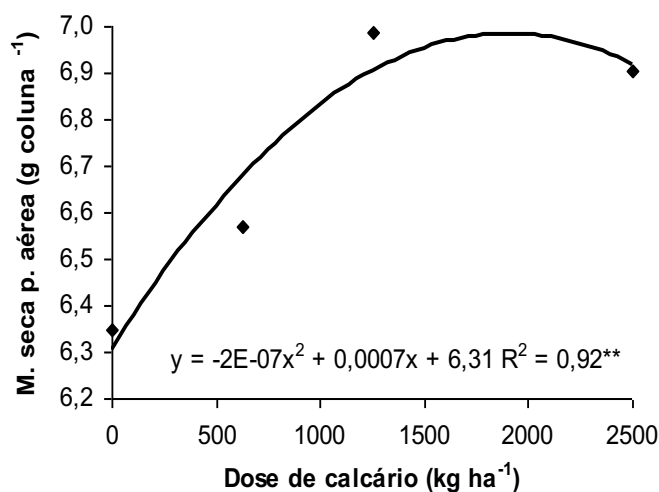


Figura 1. Relação entre a aplicação de doses crescentes de calcário e o acúmulo de matéria seca da parte aérea da soja cultivada em colunas amostradas de um Argissolo Vermelho distrófico típico originalmente sob mata natural.

O acúmulo de matéria fresca e seca da parte aérea aumentou em até 10%, respectivamente, quando aplicaram-se doses crescentes de calcário (Figura 1). Isso reforça a indicação de que para solos arenosos, faz-se necessário a aplicação de doses superiores de calcário ao recomendado para elevar a saturação por bases a 60% (Raij et al., 1997) para a cultura da soja. Isto, provavelmente ocorreu porque em solos arenosos, a capacidade de troca de cátions é inferior a solos argilosos de alto potencial produtivo

(Raij, 2011). Além disso, no solo arenoso estudado, mesmo que apresente uma concentração de alumínio baixa ($2,3 \text{ mmol}_c \text{ kg}^{-1}$) a soma de bases trocáveis ($1,83 \text{ mmol}_c \text{ kg}^{-1}$) e a saturação por bases (33,96%) são baixas, o que reduz a capacidade de crescimento de culturas exigentes em nutrientes como a soja (Taiz et al., 2017). Assim, a necessidade de aplicação de calcário se verifica para que ocorra uma maior liberação de cálcio e magnésio, ou seja, nessas condições a aplicação de calcário é necessária para que ocorra uma fertilização cálcica e magnesiana (Sousa e Lobato, 2004), o que eleva a saturação por bases a níveis adequados e aumenta o desenvolvimento da parte aérea (Bissani et al., 2008). Essa maior dosagem de calcário adicionada irá aumentar o potencial produtivo e maximizar os lucros do agricultor que esteja cultivando solos arenosos.

Os critérios de calagem no sistema semeadura direta foram estabelecidos com base no rendimento máximo das culturas, correspondente ao nível de acidez onde a aplicação de calcário não proporcionava incrementos na produção. Por isso, foram estabelecidas relações entre os atributos de acidez do solo com os parâmetros de plantas nas colunas (Figura 2), no intuito de estudar, com maior detalhamento, os índices de

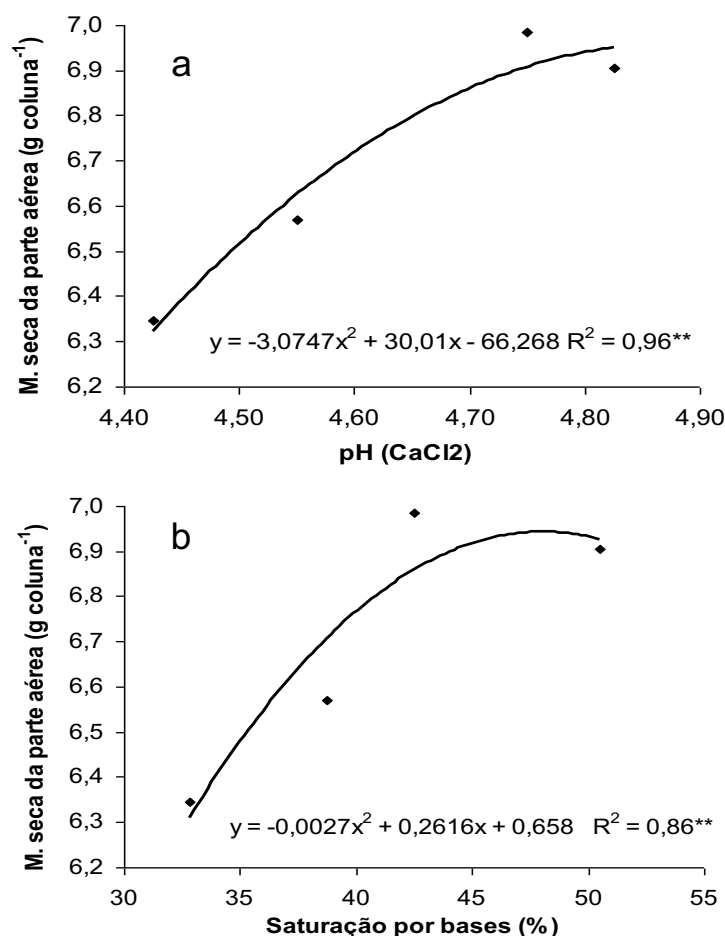


Figura 2. Relação entre o acúmulo de matéria seca da parte aérea de soja e o pH CaCl_2 (a) e a saturação por bases (b) cultivadas em amostras indeformadas de um Argissolo

Vermelho distrófico típico sob mata natural, submetido aplicação superficial doses crescentes de calcário.

acidez, utilizados para os solos arenosos do estado do Paraná em semeadura direta. De forma geral, todas as relações entre os atributos de acidez do solo e o acúmulo de matéria seca apresentaram um alto ajuste de curvas com equações de 2ª ordem, de maneira a permitir obter o ponto de máximo ou de mínimo (Figura 2).

Os índices de tomada de decisão de calagem utilizados no Paraná para a semeadura direta foram estabelecidos para a situação em que a aplicação de calcário resultava em incrementos significativos na produtividade das culturas ($V < 65\%$ e o $\text{pH CaCl}_2 < 5,6$). Com base nas relações obtidas na Figura 3, esses valores foram avaliados, obtendo-se o valor de x , na primeira derivada das equações (ponto de máximo ou mínimo) (Tabela 1).

Tabela 1. Índices de calagem, baseados no ponto de máximo atingido pelo acúmulo de matéria seca da parte aérea das plantas de soja cultivadas em colunas amostradas de um Argissolo Vermelho distrófico típico originalmente sob mata natural

Índice de calagem	Matéria seca parte aérea
pH CaCl_2	4,9
Saturação por bases (V%)	49

Considerando o pH como índice referencial de acidez, percebe-se que os valores médios encontrados (4,9), são menores que o valor atualmente utilizado para a tomada de decisão de calagem (pH 5,6) para o sistema semeadura direta (Caires et al., 2000), porém similares à faixa de pH- CaCl_2 atualmente considerado com adequado (5,0-5,5) para o cultivo da soja no estado do Paraná (Pauletti e Motta, 2019).

Avaliando-se critérios baseados na saturação por bases, observa-se que o valor encontrados (49%) foi inferior ao valor de 65%, atualmente utilizado como critério de calagem para o sistema semeadura direta (Caires et al., 2000) e similar aos 50% estabelecidos para solos de São Paulo para arroz e café, e para solos da região dos cerrados (Sousa e Lobato, 2004) e próximo à faixa considerada adequada (V% entre 51 e 70%) para o cultivo de soja para o estado do Paraná (Pauletti e Motta, 2019).

A aplicação do calcário foi eficiente em proporcionar aumento no acúmulo de matéria seca e fresca da parte aérea da soja. O máximo acúmulo de massa de matéria fresca e seca da soja foi obtida com aplicação 2300 e 1750 kg ha⁻¹ de calcário, respectivamente, sendo considerados como critérios de calagem o pH-CaCl₂ = 4,9 e a saturação por bases = 49%.

REFERÊNCIAS

ANGHINONI, I.; SALET, R.L. Reaplicação de calcário no sistema plantio direto consolidado. In: KAMINSKI, J. (Ed.). **Uso de corretivos da acidez do solo no plantio direto**. Pelotas: Núcleo Regional Sul, 2000. p.41-59. (Boletim Técnico, 4).

BISSANI, C. A., GIANELLO, C., TEDESCO, M.J., CAMARGO, F.A.O. **Fertilidade dos Solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2008. 328 p.

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

CAIRES, E.F. Manejo da fertilidade solo no sistema de semeadura direta: Experiência no Estado do Paraná. In: FERTBIO, 24, 2000, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: SBCS, (Cd-Rom).

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.

FUENTES-LLANILLO, T.S.; VOLSI, B.; SOARES JUNIOR, D.; CARNEIRO, S.L.; GUIMARÃES, M.F. Rentabilidade de sistemas de produção de grãos sob plantio direto. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 39, n. 1, p. 77-86, 2018.

NOLLA, A.; ANGHINONI, I. Métodos utilizados para a correção do solo no Brasil. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v.6, n.1, p.97-111. 2004.

NOLLA, A.; ANGHINONI, I. Critérios de calagem para a soja no sistema plantio direto consolidado. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v.30, p.475-484, 2006.

PAULETTI, V.; MOTTA, A.C.V. **Recomendação de adubação e calagem para o estado do Paraná**. 2ed. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2019. 289 p.

GUAGGIO, J.A. Respostas das culturas a calagem em outros estados. In.: KAMINSKI, J.; VOLKWEISS, S.J.; BECKER, F.C. (Eds.) **Seminário sobre corretivos da acidez do solo**. 2. Santa Maria: UFSM, 1989. p. 177-199.

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

RAIJ, B. Van **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: IPNI, 2011. 420 p.

SÁ, J.C. de M. Parâmetros para recomendação de calagem e adubação no sistema de semeadura direta. In: CONFERÊNCIA ANUAL DE PLANTIO DIRETO, 2, 1997, Pato Branco:FEBRAPDPR. **Resumos de palestras**. Aldeia Norte, 1997. p.63-82.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

WIETHÖLTER, S. Histórico e perspectivas da prática de calagem no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, 1997, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solos, (Cd-Rom).