

**DESENVOLVIMENTO RADICULAR DE GLYCINE MAX SUBMETIDO À CALAGEM SUPERFICIAL EM ARGISSOLO DE TEXTURA ARENOSA**

Antonio Nolla<sup>1</sup>, Thiago de Oliveira Gaviolli<sup>1</sup>, Adriely Vechiato Bordin<sup>1</sup>, Thaynara Garcez da Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 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:** No sistema semeadura direta (SSD) no Paraná, os referenciais para aplicação de corretivos são baseados no  $V = 65\%$  e no  $\text{pH CaCl}_2 = 5,5$ , sendo generalizada para todo o estado. Objetivou-se avaliar parâmetros radiculares da soja submetida a doses de calcário aplicado superficialmente em Argissolo Vermelho distrófico típico. Em amostras indeformadas coletadas de um Argissolo Vermelho distrófico típico sob campo natural, aplicou-se superficialmente 0, 625, 1.250 e 2.500  $\text{kg ha}^{-1}$  de calcário, cultivando-se soja por 30 dias. Separou-se o solo dos vasos das raízes, e avaliou-se a matéria fresca e seca radicular, o comprimento e o raio radicular. A matéria seca, o comprimento e o raio radicular não foram alterados pela aplicação de calcário. A matéria fresca radicular da soja atingiram valores máximos quando aplicou-se 2.214  $\text{kg ha}^{-1}$  de calcário, valor superior à necessidade de calagem (1.250  $\text{kg ha}^{-1}$ ) para elevar a  $V$  até 60%.

**Palavra- chave:** Soja, semeadura direta, calcário.

**DEVELOPMENT OF GLYCINE MAX ROOT SUBMITTED TO SURFACE LIMING IN A SANDY ARGISOL**

**Abstract:** In no till sistem (NTS) in Paraná, the index for liming are based on bases saturation (BS) = 65% and  $\text{pH CaCl}_2 = 5.5$ , being generalized for the entire state. The objective was to evaluate root parameters of soybean subjected to doses of superficial applied limestone in an Argisol. In undisturbed samples collected from a typical dystrophic Red Argisol under natural field, 0, 625, 1,250 and 2,500  $\text{kg ha}^{-1}$  of limestone were applied superficially, cultivating soybeans for 30 days. The soil was separated from the root, and it were evaluated the fresh and dry root matter, length and root radius. The dry matter, length and root radius were not altered by liming. The root fresh matter of soybeans reached maximum values when 2,214  $\text{kg ha}^{-1}$  of lime were applied, value higher than the need for liming (1,250  $\text{kg ha}^{-1}$ ) to increase BS up to 60%.

**Key Words:** soybean, no till, lime.

**INTRODUÇÃO**

A região noroeste do estado do Paraná é formada por solos arenosos originados a partir de rochas sedimentares arenosas da formação Caiuá. Estes solos são caracterizados por apresentarem teor de argila baixo ( $<150 \text{ g kg}^{-1}$ ), sendo, muitas vezes, comparados aos

solos de cerrado quanto às recomendações de adubação e calagem, o que pode não ser adequado devido estes possuírem características específicas e distintas (Sambatti et al., 2003). A maioria dos solos brasileiros originalmente são ácidos e com baixos teores de nutrientes. Essa condição é uma das principais causas do baixo potencial produtivo, o que torna necessária a prática de calagem para restabelecer o potencial produtivo (Nolla e Anghinoni, 2004; Bissani et al., 2008; Raji, 2011).

Com a expansão do sistema de semeadura direta, as regiões de solos arenosos do noroeste do Paraná, antes áreas de pastagem, estão sendo ocupadas por culturas de lavouras, sendo uma delas a soja, cultura de grande importância econômica para o país. No sistema semeadura direta há uma dinâmica diferenciada do convencional, devido ao acúmulo superficial de matéria orgânica e nutrientes e menor toxidez do alumínio (Anghinoni e Salet, 2000). Baseando-se na recomendação de calagem para o sistema convencional (elevar a saturação por bases até 70%), há uma elevada necessidade de calcário; porém observam-se rendimentos adequados após longos períodos sem reaplicação de calcário, sem a correspondente resposta no rendimento das culturas (Rodrighero et al., 2015). Além disso, tem-se observado que em solos arenosos, a necessidade de calagem pode ser significativamente inferior a solos com maior teor de argila, em função de sua baixa capacidade de troca de cátions (Anghinoni e Salet, 2000; Nolla e Anghinoni, 2004). Assim, as recomendações de calagem para o sistema de plantio convencional, estão sendo utilizadas, com alterações para o sistema de semeadura direta (Anghinoni e Salet, 2000; CQFS, 2016). Uma opção atualmente utilizada na semeadura direta no Paraná, estabelece como critérios de calagem a  $V = 65\%$  e o  $\text{pH CaCl}_2 = 5,6$ , amostrando a camada de 0-5 cm. A necessidade de calcário, por sua vez, objetiva elevar a  $V$  a 65% (amostragem 0-20 cm) (Caires et al., 2000). No entanto, questiona-se se esta recomendação pode ser utilizada para solos arenosos sob semeadura direta, pois a opção atualmente utilizada baseou-se em alguns experimentos de resposta à adição de calcário em semeadura direta, generalizando-se os resultados no estado do Paraná, que possui solos heterogêneos. É necessário testar essas recomendações para verificar se as alterações nos critérios de calagem são adequadas para solos arenosos, ou se outros índices e metodologias são mais adequados para a calagem em semeadura direta.

Uma das alternativas para estabelecer critérios para uso de calcário pode ser a avaliação dos atributos radiculares das plantas. As raízes são as estruturas do vegetal que entram em contato direto com a solução do solo, de forma que problemas relacionados com a acidez do solo geralmente são identificados diretamente. A raiz é considerada a

parte mais sensível à problemas relacionados com baixo pH ( $\text{pH-CaCl}_2 < 5,0$ ) e alto ( $> 1,0$   $\text{cmolc dm}^{-3}$ ) alumínio trocável (Ritchey et al., 1982), de forma que é possível estabelecer índices para correção da acidez de solo a partir da avaliação das raízes das plantas. Isso pode ser importante para consolidar os critérios para uso de corretivos atualmente utilizados em sistemas conservacionistas (CQFS, 2016).

O objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento radicular da soja submetida a doses de calcário em Argissolo Vermelho distrófico típico com vistas a estabelecer indicadores para aplicação de corretivos para a cultura.

### MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Universidade Estadual de Maringá (UEM), no *Campus* Regional de Umuarama (CAU), junto ao laboratório de análise de solos, utilizando-se como base experimental um Argissolo Vermelho distrófico típico (PVd) de textura arenosa, sob mata natural. A caracterização química original do solo está descrita na Tabela 1. Coletou-se amostras indeformadas do Argissolo (colunas), em tubos de PVC (250 x 150 mm de altura e diâmetro respectivamente), aplicando-se superficialmente o equivalente a 0, ½, 1 e 2 vezes a necessidade de calagem ( $V=60\%$  - PRNT 100%). Posteriormente, as colunas foram incubadas durante 45 dias, com umidade próxima à capacidade de campo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 repetições.

Tabela 1. Caracterização química da camada de 0-20 cm de um Argissolo Vermelho distrófico típico sob campo natural

pH (H <sub>2</sub> O)	Ca	Mg	Al	P	K	S	H+Al	T	V	M.O.	
1 : 2,5	-----	$\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$	-----	-	$\text{mg dm}^{-3}$	--	-----	$\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$	-----	%	$\text{g kg}^{-1}$
5,0	1,0	0,4	0,2	3,5	78	1,63	3,17	4,80	34	15	

Ca, Mg, Al = (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); P, K = (HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 mol L<sup>-1</sup>); S = soma de bases; H+Al = acidez potencial (Acetato de cálcio); T= CTC pH 7,0; V= Saturação por bases; M.O.= matéria orgânica(Walkley-Black).

Após o período de incubação, realizou-se a semeadura da soja, cultivar CD-213RR nas colunas de solo. As sementes foram tratadas com fungicida (Carboxina + Tiram), com cobalto e molibdênio (CoMo) e inoculadas com bactérias *Bradyrhizobium elkanii* (estirpe Semia 5019) e *Bradyrhizobium japonicum* (estirpe Semia 5079).

Realizou-se adubação no sulco de semeadura, aplicando-se 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de cloreto de potássio e super fosfato simples.

Após 4 dias da emergência das plântulas de soja, realizou-se o desbaste, mantendo-se 4 plantas por coluna. Aos 30 dias após a emergência, a parte aérea das plantas foi coletada e as colunas foram desmontadas separando-se o solo das raízes das plantas, obtendo-se a matéria fresca do sistema radicular. Retirou-se uma alíquota das raízes de cada parcela, as quais foram pesadas e armazenadas em congelador. Posteriormente, estimou-se o comprimento do sistema radicular pelo método de Tennant (1975) e o raio da raiz utilizando a fórmula proposta por Barber (1995). O restante das raízes foi seco em estufa a 65°C para a obtenção da matéria seca do sistema radicular.

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 de calagem 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 foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de doses crescentes de calcário aumentou a acumulo de matéria fresca do sistema radicular da soja (Figura 1a), indicando que o melhor desenvolvimento do sistema radicular foi obtido nos tratamentos onde se aplicou 2.214 kg ha<sup>-1</sup> de calcário, novamente indicando que a recomendação de calagem para solos arenosos em semeadura direta no Paraná pode estar subestimada. Segundo Ritchey et al. (1983), o sistema radicular apresenta uma maior sensibilidade à ação do alumínio e à carência de nutrientes. No entanto, essa relação direta ocorre porque grande parte da absorção de nutrientes no solo ocorre pelo sistema radicular, de forma que a fertilização cálcica e magnésiana proveniente da aplicação do calcário melhorou a nutrição da planta e, conseqüentemente, propiciou um melhor crescimento das plantas de soja.

A matéria seca do sistema radicular não aumentou com a aplicação de doses crescentes de calcário (Figura 2b), o que não era esperado, pois a concentração de umidade das raízes era bastante semelhante entre si. Provavelmente, em função da baixa resposta da planta em sistemas conservacionistas, o desenvolvimento das raízes não foi alterado porque as plantas de soja foram mantidas em umidade próxima da capacidade de campo, o que pode auxiliar a explicar a ausência de resposta das plantas com uso de calcário. Em condições de campo, no qual problemas de seca pudessem ter ocorrido no

solo, as raízes poderiam ter sentido com maior intensidade o efeito das doses de calagem testadas.

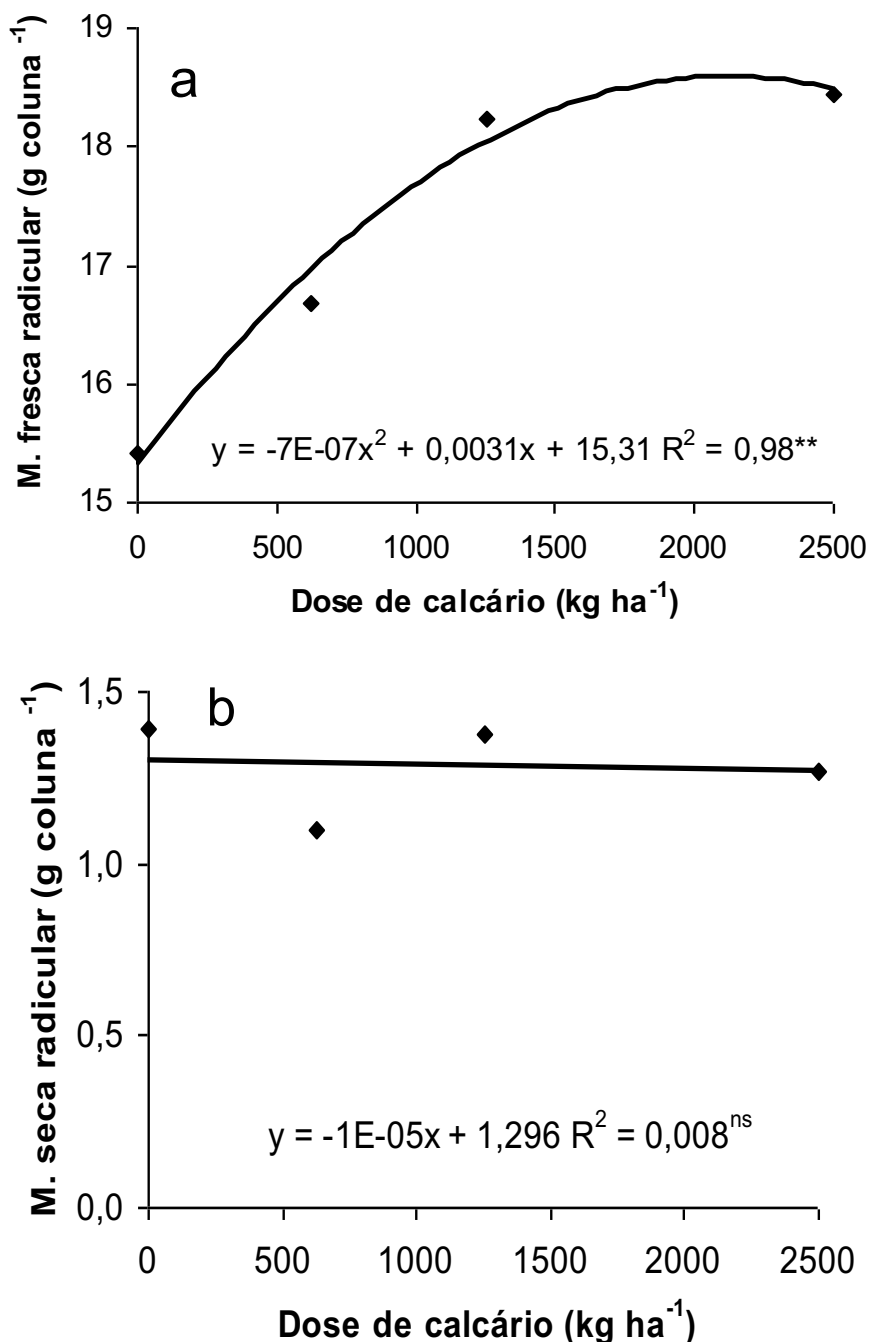


Figura 1. Relação entre a aplicação de doses crescentes de calcário e a matéria fresca (a) e seca (b) do sistema radicular da soja cultivada em colunas amostradas de um Argissolo Vermelho distrófico típico originalmente sob mata natural.

A aplicação de doses de calcário não aumentou o comprimento do sistema radicular (Figura 2a). Isto pode ter ocorrido, porque apesar de se verificar uma

necessidade de calcário de no mínimo 1.750 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 1b), as raízes das plantas estavam se desenvolvendo em vasos mantidos próximos à capacidade de campo. Isto reduz a necessidade das plantas aumentarem a exploração do solo pelas raízes para absorverem os nutrientes necessários para seu desenvolvimento.

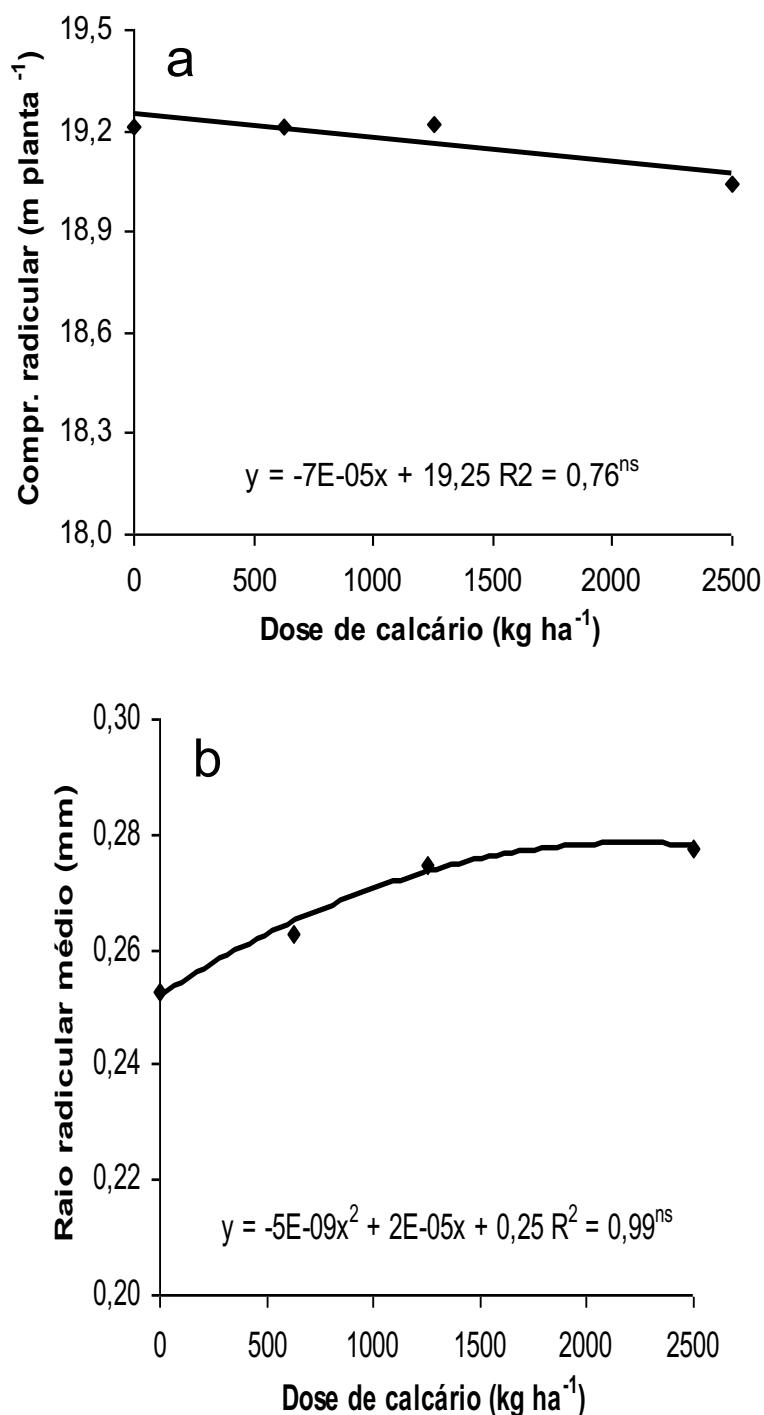


Figura 2. Relação da aplicação de doses crescentes de calcário com o comprimento do sistema radicular (a) e com o raio radicular (b) da soja cultivada em colunas amostradas de um Argissolo Vermelho distrófico típico originalmente sob mata natural.

O raio da raiz não foi reduzido com a aplicação de doses crescentes de calcário (Figura 2b). Isto ocorreu porque o solo estudado apresentava uma concentração baixa de alumínio trocável ( $0,2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ). Um dos principais problemas decorrentes dos efeitos tóxicos do alumínio é inibição da expansão e conseqüente engrossamento das raízes (Taylor, 1988). Assim, em solos arenosos sob baixa concentração de alumínio trocável, pode-se inferir que a necessidade de aplicação de calcário não é necessária para aumentar a capacidade de exploração do solo pelo sistema radicular e nem reduzir engrossamento e encurtamento das raízes pela ação tóxica, mas sim para aumentar a concentração de nutrientes na solução do solo que é absorvida pelo sistema radicular das plantas.

### CONCLUSÕES

A aplicação de calcário aumentou o acúmulo da matéria fresca radicular das plantas de soja. A matéria fresca radicular da soja atingiram valores máximos quando aplicou-se  $2.214 \text{ kg ha}^{-1}$  de calcário, valores superiores à necessidade de calagem ( $1.250 \text{ kg ha}^{-1}$ ) para elevar a V até 60%. O acúmulo de matéria fresca, o comprimento e o raio radicular não foram alterados com uso de calcário.

### 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).
- BARBER, S.A. **Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1995. 414p.
- 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.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS – RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 11.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do solo – Núcleo Regional Sul, 2016. 376 p.
- 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.

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

RITCHEY K.D.; SILVA J.E.; COSTA U.F.; Calcium deficiency in clayey B horizons of savannah Oxisols. **Soil Science**, Baltimore, v.133, p.378-38, 1982.

RITCHEY, K.D.; SILVA, J.E.; COSTA, U.F. Relação entre o teor de cálcio no solo e o desenvolvimento de raízes avaliado por um método biológico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.7, p.269-275, 1983.

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**, Viçosa, v.39, n.6, p.1723-1736. 2015.

SAMBATTI, J.A.; SOUZA JUNIOR, I.G.; COSTA, A.C.S.; TORMENA, C.A. Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos da formação Caiuá – noroeste do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.257-264, 2003.

TAYLOR, G.J. The physiology of aluminum phytotoxicity. In: SIEGAL, H.; SIEGAL, A. (Eds.) **Metals Ions in Biological Systems**. New York: Marcel Dekker, 1988. p.123-163.

TENNANT, D. A test of a modified line intersect method of estimating root length. **Journal of Apply Ecology**, Oxford, v. 63, p.995-1001, 1975.