

Necessidade de calagem para um Argissolo arenoso sob sistema plantio direto na região noroeste paranaense

Antonio Nolla¹, Thiago Gaviolli¹, Leandro Bochi da Silva Volk¹ e Tiago Roque Benetoli da Silva¹

¹Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Agronomia, Campus de Umuarama. Estrada da Paca s/n, CEP.: 87500-000, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR.

anolla@uem.br, gaviolli@hotmail.com, lbsvolk@uem.br, trbsilva@uem.br

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). Objetivou-se relacionar condições de acidez com parâmetros de planta para avaliar os critérios de calagem utilizados para o SSD. Em um Argissolo Vermelho arenoso sob campo natural, (Umuarama – PR), aplicou-se 0, 635, 1250 – NC e 2500 kg ha⁻¹ de calcário, cultivando-se aveia preta e soja. Obteve-se a produtividade da soja e a matéria seca e fresca da aveia preta. Analisou-se a CTC a pH 7,0, V%, H+Al, pH-H₂O e SMP, Ca⁺², Mg⁺² e Al⁺³ e K⁺. Relacionou-se atributos de acidez com os parâmetros de planta. O critério pH em água foi superior (5,8) ao preconizado (5,5) pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo. O critério saturação por bases para solos arenosos foi inferior (58%) ao referencial (65%) preconizado para o SSD no Paraná.

Palavras-chave: Soja, aveia preta, inativação de alumínio, indicadores de acidez, sistema semeadura direta.

Lime requirement for a sandy Ultisol under no-tillage system in northwestern of Paraná

Abstract: Recommendations of lime in state of Paraná – Brazil, were developed for the conventional tillage system, and are being used with changes in no tillage system (NTS). The objective of this research was to relate acidic conditions with plant parameters to evaluate the liming criteria used in NTS. In a sandy Ultisol under field conditions (Umuarama - PR), it was applied 0, 635, 1250 (liming requirement) and 2500 kg ha⁻¹ of lime, cultivating oat and soybean. It was obtained the soybean yield, fresh and dry matter of oat. It was analyzed the cation exchange capacity at pH 7.0 (CEC), bases saturation, potential acidity, pH-H₂O, SMP index, Ca⁺², Mg⁺², Al⁺³ and K⁺. It was related the acidity attributes with the plant parameters. For sandy soils, the index pH in water was higher (5.8) that recommended (5.5), and bases saturation index was lower (58%) that recommended (65%) for NTS in Paraná.

Key words: Soybean, oat, inactivation of aluminum, indicators of acidity, tillage system.

Introdução

As recomendações de calagem foram desenvolvidas para o sistema convencional, objetivando elevar a saturação por bases (V) a 70% com amostragem na camada de 0-20 cm. No entanto, 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 & Salet, 2000). Baseando-se na metodologia do sistema convencional, 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. Além disso, observa-se frequentemente em solos arenosos, que a necessidade de calagem é significativamente inferior a solos com maior teor de argila, em função de sua baixa capacidade de troca de cátions. Assim, 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 objetiva elevar a V a 65% (amostragem 0-20 cm) (Caires et al., 2000). No entanto, questiona-se a camada de amostragem do solo que represente condições reais de acidez em solos arenosos. Além disso, a opção atualmente utilizada baseou-se em alguns experimentos de resposta à adição de calcário em semeadura direta, generalizando-se os resultados no estado, 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. A correta decisão e dosagem de aplicação do corretivo visará favorecer economicamente o agricultor, evitando-se a supercalagem ou a falta do insumo, proporcionando níveis de fertilidade adequados ao crescimento das culturas.

O objetivo do trabalho foi relacionar as condições de acidez do solo com a performance da planta em camadas diferenciadas de solos arenosos, para avaliar e/ou complementar os índices de tomada de decisão e critérios para a recomendação de calagem alternativamente utilizados para o sistema de semeadura direta.

Material e Métodos

Foi montado um ensaio em um Argissolo Vermelho Amarelo distrófico típico originalmente sob campo natural, localizado na estação experimental da Universidade Estadual de Maringá – Campus Umuarama – Umuarama – PR. Inicialmente, o solo foi amostrado com trado holandês na camada de 0-20 cm, para a caracterização química, descrita na Tabela 1.

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

distâncias típicas dos campos naturais												
pH (H ₂ O)	Ca	Mg	Al	P	K	SB	H+Al	T	V	m	M.O	
1:2,5	----	cmol _c dm ⁻³	-----	-	mg dm ⁻³	-----	cmol _c dm ⁻³	-----	-----	%	-----	g kg ⁻¹
5,0	1,0	0,4	0,1	3,5	78	1,63	3,17	4,80	34	5,8	16	

Ca, Mg, Al = (KCl 1 N); P, K = (HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N); SB = soma de bases; H+Al = acidez potencial (Acetato de cálcio); T= CTC pH 7; V= Saturação por bases; m = Saturação por alumínio; MO= (Walkley-Black).

Posteriormente, foi estabelecido o sistema de semeadura direta na área experimental, aplicando-se superficialmente, 0, 625 (1/2 NC), 1250 (Necessidade de calagem– V = 60%) e 2500 (2 NC) kg ha⁻¹ de calcário, com parcelas de 5x5 m num delineamento em blocos casualizados com 4 repetições.

Semeou-se aveia preta em abril de 2007. Em agosto de 2007 obteve-se o acúmulo de matéria fresca e seca (após a secagem a 65⁰C por 72 horas) da parte aérea nas diferentes parcelas, coletando-se uma área útil de 6,25 m² utilizando-se de um quadro de madeira de 2,5 x 2,5 m. Em setembro de 2007 semeou-se soja variedade CD-213RR. 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⁻¹ de K₂O e P₂O₅ na forma de cloreto de potássio e super fosfato simples. Em janeiro de 2007 obteve-se o rendimento de grãos, corrigindo-se a umidade a 13%.

Na época de colheita da soja, foram coletadas amostras de solo na camada de 0-20 cm, para caracterização química e avaliação da representatividade em relação aos índices de acidez e de NC. Os atributos químicos analisados foram: CTC a pH 7,0, soma de bases (SB), saturação de bases (V%), acidez potencial (H+Al), pH-H₂O (relação 1:1) e índice SMP (ambos com eletrodo de vidro), cálcio e magnésio trocáveis (KCl 1 mol L⁻¹), determinados com espectrofotômetro de absorção atômica. O alumínio foi determinado com KCl 1 mol L⁻¹ por titulação com NaOH 0,0125 mol L⁻¹ e indicador de azul de bromotimol, e o potássio foi extraído pelo método Mehlich-1 e determinado com fotômetro de emissão atômica, todos conforme EMBRAPA, (1999).

Foram analisados os atributos químicos das amostras de solo 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 serão comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade direta, generalizando-se os resultados no estado, que possui solos heterogêneos.

Resultados e Discussão

Ocorreu um aumento na matéria fresca da parte aérea da aveia preta com a adição de doses crescentes de calcário aplicadas ao solo, o que era esperado. O valor máximo da matéria fresca do sistema radicular foi obtido quando aplicou-se 2181 kg ha⁻¹ de calcário, valor superior à necessidade de calcário (1250 kg ha⁻¹) para elevar a saturação por bases a 60% (Quaggio, 2000). Isso indica a dose estipulada de calcário (Quaggio, 2000) pode estar superestimada para solos arenosos (Figura 1 a).

Da mesma forma como para a matéria fresca, a matéria seca obteve um incremento à medida que aplicou-se doses crescentes de calcário, obtendo um valor máximo de massa de matéria seca quando aplicou-se 2188 kg ha⁻¹ (Figura 1b). 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% (Quaggio, 2000). Isto, provavelmente ocorreu porque em solos arenosos, a capacidade de troca de cátions é inferior a solos argilosos de alto potencial produtivo (Mello et al., 1989). Além disso, no

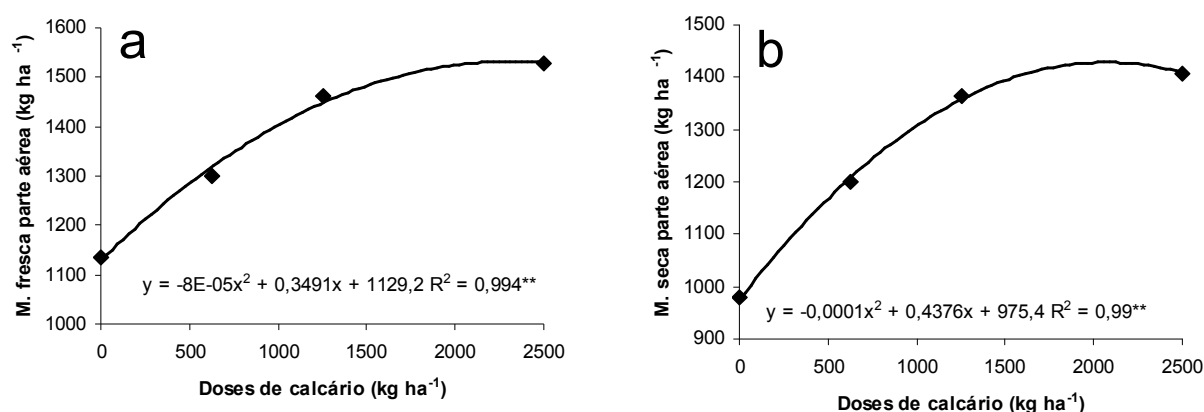


Figura 1. Relação entre a aplicação de doses crescentes de calcário e a matéria fresca (a) e seca (b) da parte aérea da aveia preta cultivada em um Argissolo Vermelho Amarelo distrófico típico originalmente sob campo natural.

solo arenoso estudado, mesmo que apresente uma concentração de alumínio baixa (0,1 cmol_c kg⁻¹) a soma de bases trocáveis (1,63 cmol_c 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 (Ferri, 1985). 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 magnesiânica (Sousa & Lobato, 2004), o que eleva a saturação por bases a níveis adequados e aumenta o desenvolvimento da parte aérea (Sá, 1993). Essa maior dosagem de calcário adicionada irá aumentar o potencial produtivo e maximizar os lucros do agricultor que esteja cultivando solos arenosos.

Para a cultura da soja, observa-se que a produtividade aumentou à medida em que aplicou-se doses crescentes de calcário superficial, obtendo-se um valor máximo de produtividade da soja quando aplicou-se 2000 kg ha^{-1} (Figura 2), novamente superior à necessidade de calcário (1250 kg ha^{-1}) para elevar a saturação por bases a 60% (Quaggio, 2000). Esses resultados reforçam a necessidade de uma aplicação de doses superiores de calcário ao recomendado para elevar a saturação por bases a 60% (Quaggio, 2000). Isto ocorreu, provavelmente, porque os solos apresentam uma baixa CTC, quando comparado com os solos de textura média ou argilosa, o que justifica a necessidade de calagem para aumentar a soma e saturação por bases, uma vez que no solo estudado a concentração de alumínio trocável é baixa ($0,1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$).

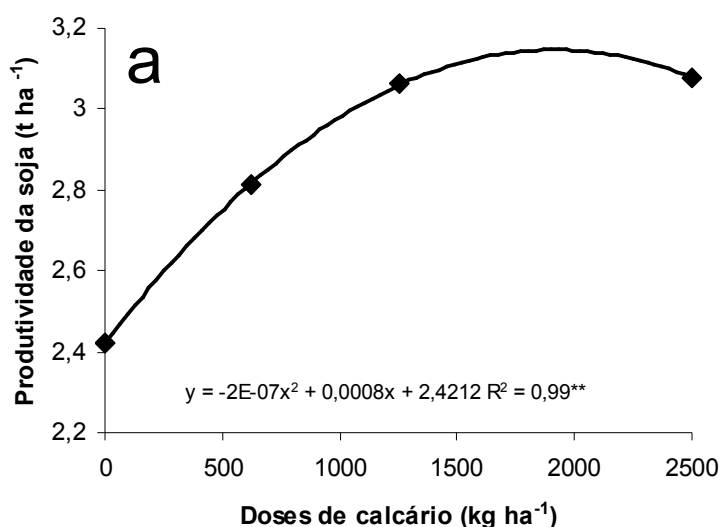


Figura 2. Relação entre a aplicação de doses crescentes de calcário e o rendimento da soja variedade CD-213RR cultivada em um Argissolo Vermelho Amarelo distrófico típico originalmente sob campo natural.

Os critérios para a tomada de decisão de calagem no sistema plantio direto foram estabelecidos com base no rendimento máximo das culturas, correspondente ao nível de acidez onde a aplicação de calcário não proporcionava incrementos significativos na produtividade. Por isso, foram estabelecidas relações entre os atributos de acidez do solo,

nas camadas de 0-20 cm, com o acúmulo de matéria seca da aveia preta e com o rendimento de grãos das parcelas de campo (Figuras 1 e 2), no intuito de estudar, com maior detalhamento, os índices de acidez, para verificar se as alterações nos critérios de tomada de decisão de recomendação de calagem nesse sistema são adequados, ou se a utilização de outros índices pode ser mais eficiente para a decisão de aplicação de calcário no sistema plantio direto.

De maneira geral, todas relações entre os atributos de acidez do solo e os parâmetros de planta apresentaram um alto ajuste, para as duas culturas. Além disso, é importante observar que todas as curvas de ajuste apresentaram equações de ordem 2, de maneira a permitir obter o ponto de máximo ou de mínimo (Figuras 3 a 4).

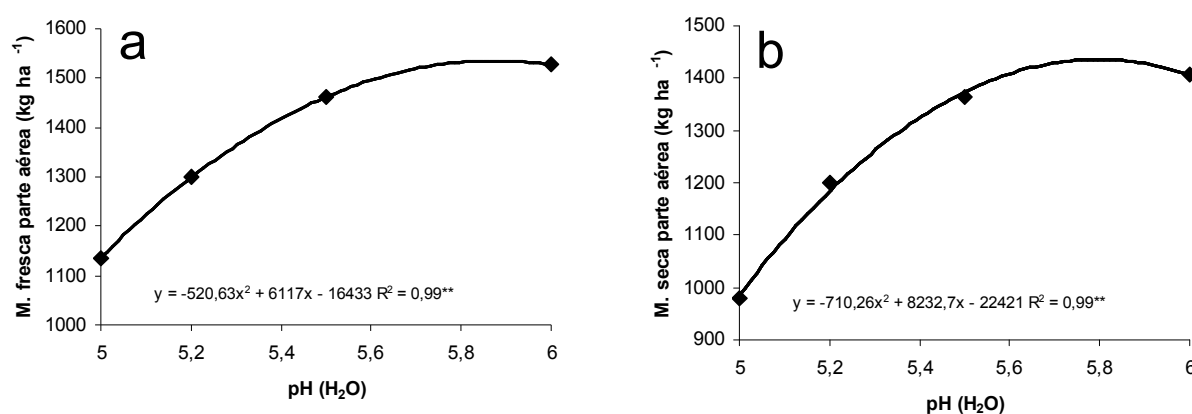


Figura 3. Relação o pH-H₂O e a matéria fresca (a) e seca (b) da parte aérea da aveia preta cultivada em um Argissolo Vermelho Amarelo distrófico típico originalmente sob campo natural.

Comparando-se a relação do pH em água e a saturação por bases com a matéria fresca (Figuras 3a e 4c) e seca da aveia preta (Figura 3b e 4d), observa-se que há uma melhor visualização dos picos atingidos pelo acúmulo de matéria seca. Isto provavelmente esteja ocorrendo porque a umidade das plantas aumenta a variação das repetições, o que reduz a diferença entre os tratamentos.

Por outro lado, observando-se a relação entre o pH em água (Figura 4a) e a saturação por bases (Figura 4b) com o rendimento de grãos da soja, percebe-se que os picos atingidos são bastante nítidos, o que facilita a obtenção dos valores máximos de pH e de saturação por bases.

É importante lembrar que os valores referenciais dos índices de acidez atualmente utilizados no sistema plantio direto (pH em água e/ou saturação por bases – Comissão..., 1997; Wiethölter, 2000a e 2002a e b) foram estabelecidos para a situação em que a aplicação de calcário não resultava em incrementos significativos na produtividade das culturas (pH 5,5 e saturação por bases 60%). Assim, com base nas relações obtidas nas Figuras 3 e 4, esses valores foram avaliados, obtendo-se o valor do x, na primeira derivada das equações (ponto de máximo ou mínimo) (Tabela 2).

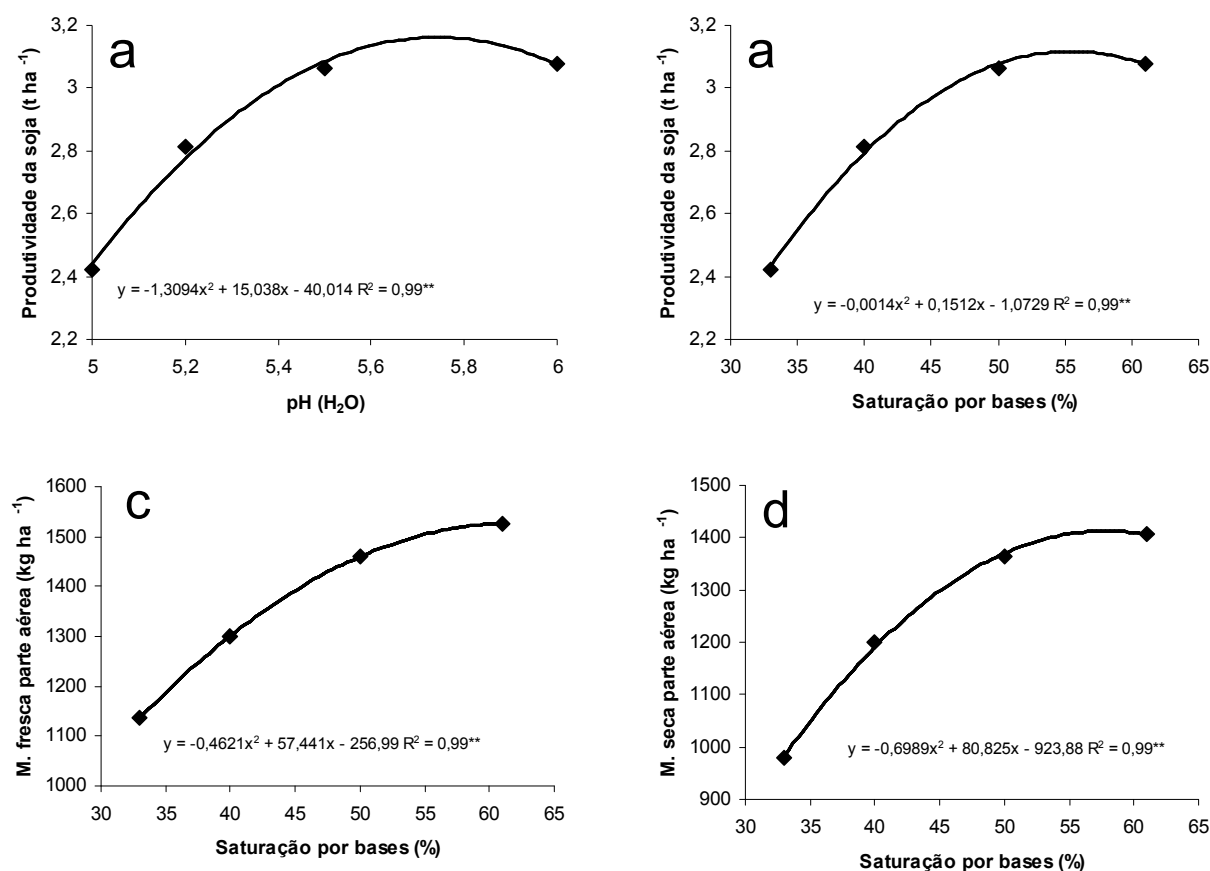


Figura 4. Relação do pH-H₂O com a produtividade da soja (a) e da saturação por bases com a produtividade da soja (b) e com a matéria fresca (c) e seca (d) da parte aérea da aveia preta em um Argissolo Vermelho Amarelo distrófico típico originalmente sob campo natural.

De maneira geral, considerando o pH como índice referencial de acidez, percebe-se que os valores médios encontrados (pH em água entre 5,7 e 5,9) foram superiores ao valor atualmente utilizado para a tomada de decisão de calagem (pH 5,5) para o sistema plantio direto (Wiethölter, 2002a e b). Assim, o critério de recomendar calagem sempre que o pH for menor que 5,5, para solos arenosos deveria ser elevado para uma média de pH em água

de 5,8. Vale lembrar que , a utilização do pH em água como índice de acidez pode apresentar algumas limitações. Os valores obtidos para este parâmetro são bastante instáveis, devido às grandes variações existentes entre os solos (Raij et al., 1983; Vasconcellos et al., 1994 e Salet et al., 1999). Não é a concentração de hidrogênio no solo que, por si só, causa o mau rendimento das culturas, mas a toxidez de alumínio e/ou manganês e o nível inadequado de nutrientes a ele relacionados (Bell, 1996). O pH em que ocorre a toxidez do alumínio, por exemplo, depende do tipo de solo, do conteúdo de matéria orgânica armazenada, do nível global de fertilidade e do ambiente (Sumner, 1997) e da época do ano (Collins et al., 1970). Assim, solos com valores de pH iguais, podem apresentar diferentes concentrações de alumínio na solução do solo (Kaminski, 1989).

Tabela 2. Valores de referência para os diferentes índices de recomendação de calagem baseados no máximo atingido pelo rendimento de grãos de soja e pelo acúmulo de matéria seca e fresca da aveia preta cultivadas em um Argissolo Vermelho Amarelo distrófico típico originalmente sob campo natural

Índice	Rendimento de grãos de soja	Matéria seca da parte aérea da aveia preta	Matéria fresca da parte aérea da aveia preta
pH (H ₂ O)	5,7	5,8	5,9
Saturação por bases (%)	54	58	62

Utilizando como tomada de decisão baseada a saturação por bases, observou-se que a melhor condição para o rendimento de soja e o acúmulo de matéria seca da aveia preta ocorreu com a saturação por bases variando entre 54 e 62% (média de 58%), valores inferiores aos referenciais preconizados para a semeadura direta no Paraná, (V = 65% - Caires et al., 2000). Apesar do solo arenoso estudado apresentar originalmente um baixa saturação por bases e uma baixa soma de bases, é possível que não exista a necessidade da aplicação de calcário para elevar a saturação por bases até 65%.

Assim, com base nesse contexto, pode-se inferir que existe necessidade de rever o critério (valor) de recomendar calagem para o sistema plantio direto, baseado na saturação por bases de 65% (Caires et al., 2000). Isto pode estar ocorrendo porque em solos nativos essa diferença nos valores da saturação por bases possa estar ligada ao acúmulo de matéria orgânica e nutrientes na superfície do solo, destacando o fósforo e cálcio (Kaminski et al. 2001). Segundo Anghinoni & Salet (2000), este acúmulo promove uma diminuição no

alumínio trocável. Assim, ocorre redução da interferência do alumínio no processo de absorção de nutrientes pelas raízes das plantas e no funcionamento dos carregadores (Jones, 1992), permitindo um suprimento adequado de nutrientes para as plantas, mesmo com uma menor saturação por bases.

Conclusões

Os índices para a tomada de decisão de calagem testados (pH H₂O e V%) podem ser utilizados em solos arenosos sob sistema plantio direto.

O índice para a tomada de decisão de calagem pH em água foi superior (5,8) ao preconizado (5,5) pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Por outro lado, a recomendação de calagem baseada na saturação por bases para solos arenosos foi inferior (58%) ao referencial (65%) preconizado para a semeadura direta no Paraná.

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)
- BELL, P.F. Predicting liming needs of soybeans using soil pH, aluminum, and manganese soil tests. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.27, n.13, p.2749-2764, 1996.
- 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.
- COLLINS, J.B.; WHITESIDE, E.P.; CRESS, C.E. Seasonal variability of pH and lime requirements in several southern Michigan soils when measured in different ways. **Soil Science Society of American Proceeding**, Madison, v.34, p. 56-61, 1970.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – NRS/SBCS. Recomendações de adubação e calagem no sistema plantio direto In.: WIETHÖLTER, S. (Ed.). **Ata do Workshop sobre adubação e calagem em sistema plantio direto**. Santa Maria: NRS/SBCS, 1997. 3 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.
- FERRI, M.G. **Fisiologia Vegetal 1**. São Paulo: EPU, 1985. 362 p.
- JONES, H.G. **Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology**. 2 ed. New York: Cambridge University Press, 1992. 428 p.

KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D.S.; BARTZ, H.R. Proposta de nova equação para determinação do valor de H+Al pelo uso do índice SMP em solos do RS e SC. In.: REUNIÃO ANUAL DA ROLAS, 23. 2001. Frederico Westphalen. **Anais**. Frederico Westphalen: ROLAS/SBCS, 2001. p. 21-26.

KAMINSKI, J. Acidez do solo e a fisiologia das plantas. In: SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO, 2. 1989. Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, 1989. p. 39-61.

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

RAIJ, B. Van; CAMARGO, A.P. de; CANTARELLA, H.; SILVA N.M. Alumínio trocável e saturação em bases como critérios para recomendação de calagem. **Bragantia**, Campinas, v. 42, p. 149-156, 1983.

SÁ, J.C. de M. **Manejo da Fertilidade do solo no plantio direto**. Castro: Fundação ABC, 1993. 94p.

SALET, R.L.; ANGHINONI, I.; KOCHHANN, R.A. Atividade do alumínio na solução de solo do sistema plantio direto. **Revista Científica Unicruz**, Cruz Alta, v.1, n. 1, p.9-13, 1999.

SOUSA, D.M.; LOBATO, E. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

SUMNER, M.E. Procedures used for diagnosis and correction of soil acidity: A critical review. In: MONIZ, A.C.; FURLANI, A.M.C.; SCHAFFERT, R.E. (Eds.) **Plant-soil interactions at low pH: sustainable agriculture and forestry production**. Campinas: Brazilian Soil Science Society, 1997. p. 195-204.

VASCONCELLOS, C.A.; SANTANA, D.P.; FERREIRA, L. Métodos de determinação da necessidade de calagem e características físico-químicas de alguns solos de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 1253-1263, 1994.

WIETHÖLTER, S. **Calagem no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 2000. 104p.

WIETHÖLTER, S. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: CURSO DE FERTILIDADE DO SOLO EM PLANTIO DIRETO, 5. 2002. Guarapuava. **Resumos**. Guarapuava: Cooperativa Agrária, 2002a. p. 14-53.

WIETHÖLTER, S. Revisão das recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. IN: REUNIÃO SUL BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 4. 2002. Porto Alegre. **Resumos**. Porto Alegre: UFRGS, 2002b. (CD-ROM).