

## Correção da acidez do solo em profundidade através do uso de carbonatos, silicatos e casca de arroz em lisímetros

Antonio Nolla<sup>1</sup>, Leandro Bochi da Silva Volk<sup>1</sup>, Antonio Saraiva Muniz<sup>2</sup> e Tiago Roque Benetoli da Silva<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Agronomia, Campus Sede. Avenida Colombo 5790, CEP.: 87020-900, Jardim Universitário, Maringá, PR.

anolla@uem.br, lbsvolk@yahoo.com.br, asmuniz@uem.br, trbsilva@uem.br

**Resumo:** A acidez do solo é um fator limitante na produção agrícola. O calcário é o corretivo mais utilizado, porém tem lenta mobilidade no perfil do solo. Os silicatos podem ser mais eficientes que o calcário na correção da acidez devido à maior reatividade. A casca de arroz também pode ser usada na correção da acidez do solo e na fertilização fosfatada e potássica. Objetivou-se comparar o efeito da aplicação superficial de calcário, silicatos e casca de arroz quanto à capacidade de fornecer nutrientes e corrigir a acidez do solo. Amostras de um solo arenoso ácido sob mata natural, foram incubadas por 40 dias em lisímetros de 10 x 60cm, incorporando-se (0-5 cm) 500 e 1000 kg ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio, calcário e casca de arroz carbonizada. Posteriormente, as colunas foram desmontadas, separando-se o solo de cada anel (5 em 5 cm). Analisou-se pH-H<sub>2</sub>O, CaCl<sub>2</sub> e SMP, Ca, Mg e Al trocáveis. O calcário corrigiu a acidez do solo e forneceu cálcio até 15 cm. O silicato de cálcio foi mais eficiente que o calcário na correção da acidez e no fornecimento de cálcio e magnésio até 25 cm. A casca de arroz foi eficiente na fertilização cálcica e magnesiânica.

**Palavras-chave:** Alumínio trocável, subsuperfície, resíduos siderúrgicos, restos culturais.

### Deep acidity correction by carbonates, silicon and rice hulls on lisimeters

**Abstract:** Soil acidity is a limiting factor in agricultural production. Lime is the most used corrective, but has slow mobility in the soil profile. The silicates may be more effective than lime to correct acidity due to higher reactivity. Rice husk can also be used in the liming of soil and fertilizer phosphorus and potassium. The objective of this work was to compare the effect of surface application of lime, calcium silicate and rice husk as the ability to provide the correct nutrients and soil acidity. Samples of an acid sandy soil under natural forest, were incubated for 40 days in soil columns of 10 x 60cm, incorporating (0-5 cm) 500 and 1000 kg ha<sup>-1</sup> of calcium silicate, limestone and rice hulls. Subsequently, the columns were disassembled, separating the soil from each ring (5 by 5 cm). It was analyzed pH-H<sub>2</sub>O, CaCl<sub>2</sub> and SMP, Ca, Mg and Al exchangeable. Lime corrects soil acidity and provide calcium by 15 cm. Calcium silicate was more effective than lime to correct acidity and supply calcium and magnesium by 25 cm. Rice husk was efficient in fertilization calcium and magnesium.

**Key words:** exchangeable aluminum, subsurface, steel waste, remains of crops.

### Introdução

A acidez do solo é um dos principais fatores capazes de reduzir o potencial produtivo dos solos tropicais. Segundo Sousa e Lobato (2004), solos arenosos e de cerrado apresentam pH-H<sub>2</sub>O baixo (<5,5), alta concentração de alumínio e baixos teores de cálcio e magnésio, abrangendo a camada superficial (0-20 cm) e subsuperficial (> 20 cm). A correção de todo o perfil de solo se faz necessária para que o sistema radicular das culturas explore maior volume de solo, de modo que a planta absorva água e os nutrientes para seu desenvolvimento (Nolla, 2004). Para tal, é efetuada a aplicação de substâncias que liberam oxidrilas (OH<sup>-</sup>), capazes de neutralizar os prótons (H<sup>+</sup>) da solução do solo. Os materiais empregados como corretivo de acidez são basicamente os óxidos, hidróxidos, silicatos e carbonatos (Alcarde, 1992).

O calcário é o material mais utilizado, entretanto para ser efetivo, necessita de água para sua dissolução, devendo ser incorporado ao solo para uma maior eficácia (Alcarde e Rodella, 2003). Ele é capaz de neutralizar a acidez do solo e fornecer nutrientes, principalmente cálcio e magnésio, porém, grande parte da ação do calcário se restringe à camada de 0-20 cm (Rheinheimer *et al.*, 2000; Amaral e Anghinoni, 2001). No sistema plantio direto, onde geralmente a aplicação de calcário é feita na superfície do solo, a ação efetiva do calcário pode se resumir à camada de 0-10 cm (Sá, 1993, Amaral *et al.*, 2004), se não houver íons carregadores como nitrato ou moléculas orgânicas carreadoras originadas de adubos verdes (Pavan, 1982 e 1994; Franchini *et al.*, 1999) de modo que o sistema radicular da maioria das culturas irá predominar apenas na camada superficial do solo (Amaral *et al.*, 2004).

Alguns resíduos siderúrgicos, subprodutos da fabricação do ferro (Coelho, 1998), também podem ser usados na correção da acidez do solo, constituindo uma alternativa para o aproveitamento de parte desses subprodutos acumulados pelas indústrias. Sua aplicação ao solo pode liberar cálcio e/ou magnésio em solução e ânions (SiO<sub>3</sub><sup>-2</sup>), que apresentam a mesma valência que o ânion carbonato (CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>), proveniente da dissolução do calcário (Nolla, 2004). O mecanismo de correção da acidez pela escória resulta na formação de SiO<sub>3</sub><sup>-2</sup>, que reage com a água e libera íons OH<sup>-</sup>, que neutraliza o Al<sup>+3</sup> fitotóxico (Alcarde e Rodella, 2003).

Segundo Alcarde e Rodella (2003), o silicato de cálcio é 6,78 vezes mais solúvel que o carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub> = 0,014 g dm<sup>-3</sup> e CaSiO<sub>3</sub> = 0,095 g dm<sup>-3</sup>), apresentando, portanto, um maior potencial para a correção da acidez do solo em profundidade que o calcário.

O arroz, ingrediente básico na alimentação do brasileiro, no ano de 2006, teve no Brasil, segundo o IBGE, uma produção de aproximadamente 11.504.564 toneladas. Do processamento deste montante, surge como resíduo a casca de arroz (CA), resultando na produção de aproximadamente 2.646.049 Mg de CA. Devido o seu alto teor calorífico ( $16.720 \text{ kJ kg}^{-1}$ ) e custo praticamente nulo nas indústrias de beneficiamento de arroz, a CA vem, cada vez mais substituindo a lenha na geração de calor e vapor para processos agroindustriais. Devido suas características químicas e físicas, a CA não queima completamente, restando, após sua combustão, grande quantidade de material parcialmente carbonizado denominado casca de arroz carbonizada (CAC) (Paulleto *et al.*, 1990 ).

Segundo Pauleto *et al.* (1990), a CAC apresenta potencial de uso na correção da acidez do solo pelo aumento do pH e como fonte de fósforo e potássio, justificando seu uso como material a ser misturado ao solo principalmente no uso como substrato para a produção de mudas de hortaliças. Além disso, é importante observar que a casca de arroz apresenta em sua composição silício, o qual é considerado um micronutriente benéfico (Brasil, 2004), que vem aumentando a resistência vegetal a pragas e doenças e, conseqüentemente, a produtividade (Korndörfer *et al.*, 2004a).

O objetivo do trabalho foi estudar e comparar os efeitos de resíduos e do calcário aplicados na superfície em carrear bases (Ca e Mg) e corrigir a acidez do solo em profundidade através do uso de lisímetros.

### Material e Métodos

Para a montagem do ensaio, foi utilizado um Argissolo Vermelho distrófico típico (PVd) arenoso, sob mata natural, localizado na estação experimental da Universidade Estadual de Maringá – Campus Umuarama – Umuarama – PR. Inicialmente, o Argissolo foi amostrado com trado holandês na camada de 0-20 cm, para a caracterização química, descrita na Tabela 1. Este solo foi selecionado em função da baixa concentração de cálcio e magnésio trocável, da elevada acidez. Dessa forma, foi possível estabelecer uma comparação confiável entre materiais corretivos e condicionadores do solo, quanto à correção de acidez e disponibilidade de nutrientes no perfil do solo.

Foram utilizados lisímetros (Tubos de PVC) de 10 (diâmetro) x 60cm (altura), divididos em 12 anéis de 5cm, revestidos internamente com saco plástico para evitar a perda de água entre os anéis. Na parte inferior externa, foi colocada uma tela para evitar a perda de solo. Os lisímetros foram preenchidos pelo solo arenoso, incorporando-se na primeira

camada de 0-5 cm, o equivalente a 500 e 1000 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio de silicato de cálcio, calcário comercial e casca de arroz carbonizada, além do tratamento testemunha, num delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições. As colunas foram incubadas por 40 dias, mantendo-se a umidade do solo próxima à capacidade de campo. Para tal, foi aplicada de água destilada durante todo o período de incubação (5 vezes / semana).

Tabela 1. Caracterização química da camada de 0-20 cm de um Argissolo Vermelho Amarelo 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	----	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	-----	-	mg dm <sup>-3</sup>	-----	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	-----	--%--	g kg <sup>-1</sup>
4,6	0,4	0,1	0,6	3,5	25	0,56	3,61	5,00	15	13

Ca, Mg, Al = (KCl 1 N); P, K = (HCl 0,05 N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 N); S = 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).

Finalizado o período de incubação (40 dias), os lisímetros foram desmontados, separando-se o solo de cada anel (de 5 em 5 cm). As amostras de solo foram secas ao ar, moídas e passadas em o peneiras com malha de 2 mm de diâmetro. Determinou-se o pH CaCl<sub>2</sub> (relação 1:2,5 – CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup> - com eletrodo de vidro), cálcio e magnésio trocáveis (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>), determinados por espectrofotômetro de absorção atômica (Embrapa, 1999) e Silício disponível (extrator ácido acético 0,5 mol L<sup>-1</sup> - Korndörfer, *et al.* 2004a).

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 de erro

### Resultados e Discussão

Quanto à correção do pH do solo, o silicato de cálcio se mostrou mais eficiente que o calcário até uma profundidade de 25 a 30 cm em ambas as doses e após isso, os valores permaneceram praticamente constantes (Figura 1). Isso pode ter ocorrido porque o silicato de cálcio é mais reativo que o calcário, o que parece ter contribuído para aumentar a correção da acidez do solo em profundidade. A maior correção da acidez pelos silicatos concordam com os resultados observados em campo por Cardoso (2003), que trabalhando com *Brachiaria* cultivada em um solo arenoso, obteve resultados positivos até 10-20 cm.

A aplicação de casca de arroz carbonizada aumentou o pH do solo nas duas dosagens aplicadas, porém foi menos eficiente que o calcário e o silicato. Isso indica que doses

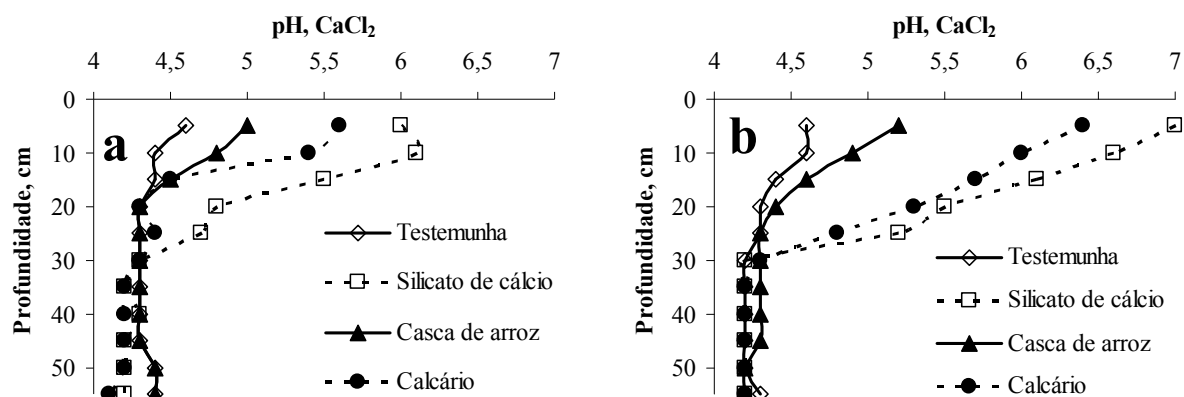


Figura 1. Dinâmica do pH  $\text{CaCl}_2$  em profundidade, em função da aplicação de 500 (a) e 1000  $\text{kg ha}^{-1}$  (b) de calcário e resíduos industriais.

equivalentes da fonte proveniente de resíduos do beneficiamento de arroz, quando comparada aos corretivos de acidez testados (calcário e silicato) pode ser menos eficiente que na correção da acidez do solo, porém é uma fonte viável para uso na agricultura, por ser capaz de corrigir a acidez do solo.

O silicato de cálcio, apresentou um maior aumento nos teores de cálcio em profundidade que o calcário nas doses de 500 e 1000  $\text{kg ha}^{-1}$  até 25 cm (Figura 2). De 25-30 cm os valores obtidos foram semelhantes, e a partir dos 30 cm os valores foram iguais à testemunha (Figura 2). Esses resultados confirmam a mesma observação feita para o pH, o que indica uma maior solubilidade do silicato em relação ao calcário (Alcarde, 1992; Korndörfer *et al.*, 2004b). Cardoso (2003) também verificaram um aumento significativo de 34 % de 0-10cm (1 para 2,3  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), 49 % de 10-20 cm (1,3 para 1,9  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) e 68 % de 20 a 40 cm de profundidade em relação à testemunha.

A casca de arroz carbonizada, por sua vez, aumentou menos a concentração de cálcio que o calcário e o silicato, e desceu menos no perfil demonstrando sua alta mobilidade no perfil do solo (Alcarde e Rodella, 2003). Isto pode ter ocorrido em função da dose (1000  $\text{kg ha}^{-1}$ ) ser considerada baixa para um produto que a aplicação pode chegar a 10 toneladas por hectare. Entretanto, pode-se inferir que, em função deste incremento nos teores de cálcio, a casca de arroz pode ser usada como fertilizante, capaz de fornecer cálcio no solo para a absorção pelas plantas.

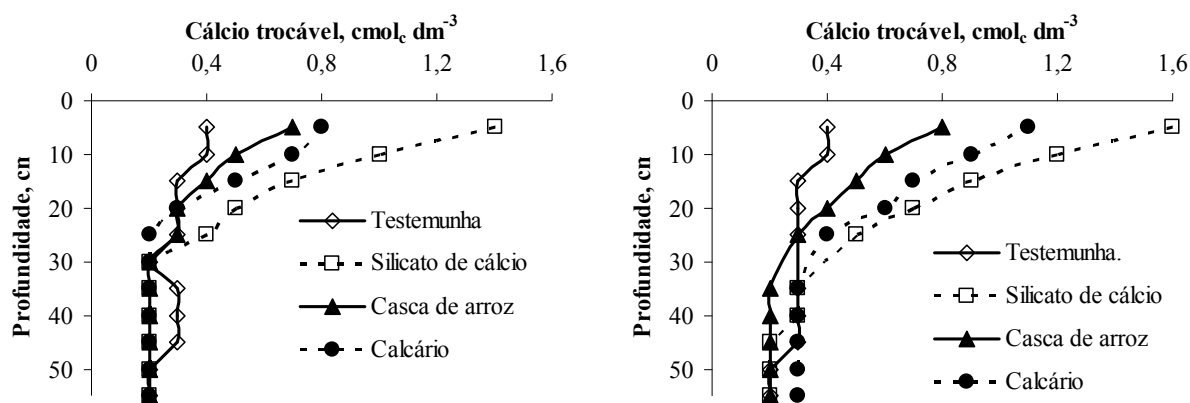


Figura 2. Dinâmica do cálcio trocável em profundidade, em função da aplicação de 500 (a) e 1000 kg ha<sup>-1</sup> (b) de calcário e resíduos industriais.

O calcário foi muito semelhante à testemunha quando se observa a concentração de magnésio trocável em profundidade. Isso ocorreu porque o calcário utilizado apresenta baixos teores de MgO (calcário calcítico - < 5% MgO), o que reduz o potencial deste produto em fertilizar o perfil de solo com magnésio (Figura 3).

O silicato de cálcio disponibilizou mais magnésio que o calcário em profundidade. Isso pode ser explicado devido ao produto possuir magnésio em sua composição (silicato de cálcio e magnésio), o que indica sua viabilidade na agricultura para uma fertilização magnesiana. Prado et al (2001) também observaram aumentos significativos de Ca, Mg e pH com aplicação de escória de siderurgia e calcário de 0-20 e 20-40 cm.

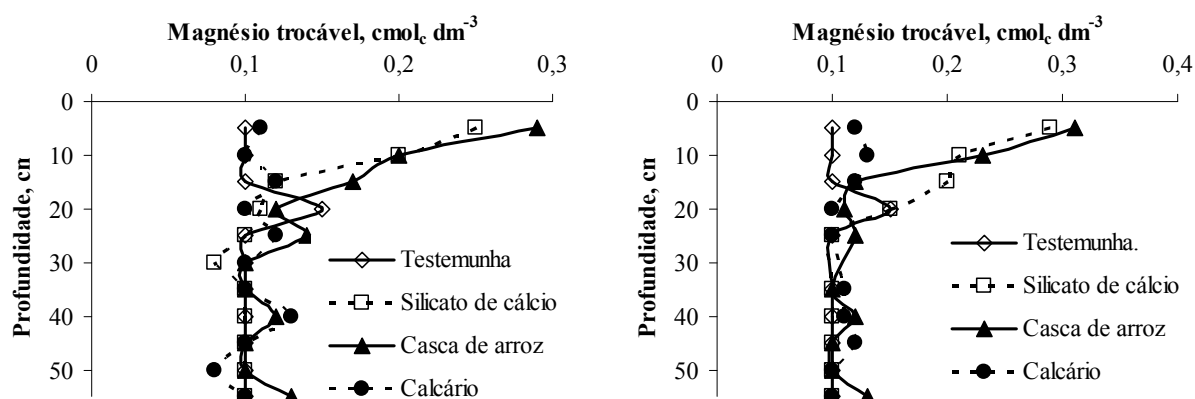


Figura 3. Dinâmica do magnésio trocável em profundidade, em função da aplicação de 500 (a) e 1000 kg ha<sup>-1</sup> (b) de calcário e resíduos industriais.

A casca de arroz carbonizada foi outro produto capaz de aumentar os teores de magnésio no perfil. Isso indica que o produto é promissor quanto ao fornecimento de nutrientes (Figuras 2 e 3), além de ser capaz de corrigir a acidez do solo (Figura 1).

### Conclusões

O calcário corrigiu a acidez do solo e forneceu cálcio até 15 cm, porém com menor eficiência que os outros produtos testados.

O silicato de cálcio estudado foi melhor que o calcário na correção da acidez do solo e na translocação de Ca e Mg até 25 cm de profundidade.

A casca de arroz se mostrou promissora quanto à fertilização cálcica e magnésiana, além de apresentar potencial de correção da acidez do solo.

### Referências

- ALCARDE, J. C. **Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas**. 2 ed. São Paulo: ANDA, 1992. 26p. (Boletim técnico, 6).
- ALCARDE, J.A.; RODELLA, A.A. Qualidade e legislação de fertilizantes e corretivos. In: CURTI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M. de; LOPES, A. S.; ALVARES V., V.H., (Eds.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade brasileira de Ciência do Solo, 2003. p. 291-334.
- AMARAL, A.S.; ANGHINONI, I. Alteração de parâmetros químicos do solo pela reaplicação superficial de calcário no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.695-702, 2001.
- AMARAL, A.S.; ANGHINONI, I.; DESCHAMPS, F.C. Resíduos de plantas de cobertura e mobilidade dos produtos da dissolução do calcário aplicado na superfície do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.115-123, 2004.
- BRASIL DECRETO Nº 2954. **Aprova o regulamento da lei nº 6894 de 16 de janeiro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e dá outras providências**. Normas jurídicas – DEC 004954, 14 jan., 2004, 27 p.
- CARDOSO, K. **Aplicação de silicato de cálcio na recuperação de pastagem degradada de *Brachiaria decumbens***. 2003. 48p. Monografia (Trabalho de conclusão do curso de Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.
- COELHO, P.E. 1998. Da escória ao vidro. **Revista Limpeza Pública**, v.49, p.36-45, 1998.
- DALTO, G. **Manejo de silicato e calcário em soja cultivada sobre palhada de cana-de-açúcar**. 2004. 102p. Dissertação (mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004.
- EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia, 1999. 370p.

- FRANCHINI, J.C.; MYIAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; MALAVOLTA, E. Dinâmica de íons em solo ácido lixiviado com extratos de resíduos de adubos verdes e soluções puras de ácidos orgânicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.2267-2276, 1999.
- KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; NOLLA, A. **Análise de silício: solo, planta e fertilizante**. Uberlândia: GPSi/ICIAG/UFU, 2004b. 34 p. (Boletim Técnico, 2).
- KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. **Silicatos de Cálcio e Magnésio na Agricultura**. Uberlândia: GPSi/ICIAG/UFU, 2004a. 28 p. (Boletim Técnico, 1)
- NOLLA, A. Correção da acidez do solo com silicatos. In: SIMPÓSIO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA. 3. Uberlândia, 2004. **Palestras**. Uberlândia: GPSi/ICIAG/UFU, 2004. CD ROM.
- PAULETTO, E. A., NACHTIGALL, G. R. e GUADAGNIM, C. A. Adição de cinza de casca de arroz em dois solos do município de Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, p.255-258, 1990.
- PAVAN, M.A. Movimentação de calcário no solo através de técnicas de manejo da cobertura vegetal em pomares de macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.16, p.86-91, 1994.
- PAVAN, M.A.; BINGHAM, F.T. Toxicity of aluminum to coffee seedlings grown in nutrient solution. **Soil Science Society of American Journal**, v. 46, p. 993-997, 1982.
- PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M.; NATALE, W. **Uso agrícola da escória de siderurgia no Brasil – Estudos na cultura da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: Funep, 2001. 68p.
- RHEINHEIMER, D.S.; SANTOS, E.J.S.; KAMINSKI, J.; BORTOLUZZI, E.E. e GATIBONI, L.C. Alterações de atributos do solo pela calagem superficial e incorporada a partir de pastagem natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.795-805, 2000.
- SÁ, J.C. de M. **Manejo da Fertilidade do solo no plantio direto**. Castro: Fundação ABC, 1993. 94p.
- SOUSA, D.M.; LOBATO, E. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

---

*Recebido em: 10/03/2010*

*Aceito para publicação em: 01/06/2010*