



# Alteração de atributos químicos do solo pela utilização prolongada de esterco de suínos no sistema plantio direto

Elói Erhard Scherer<sup>1</sup>, Ivan Tadeu Baldissera<sup>2</sup> e  
Cristiano Nunes Nesi<sup>3</sup>

**Resumo** – Este trabalho é baseado em dois experimentos de campo, conduzidos na Região Oeste de Santa Catarina, com utilização de esterco de suínos e adubo nitrogenado em milho no sistema plantio direto. Para o estudo foram coletadas amostras de solo nas profundidades de zero a 5, 5 a 10 e 10 a 20cm, com o objetivo de avaliar o efeito da adubação com esterco (zero, 40 e 115m<sup>3</sup>/ha) e nitrogênio (zero, 60 e 120kg/ha) nas características químicas do solo. A utilização de esterco de suínos em aplicação superficial, no sistema plantio direto, afeta as características do solo principalmente na camada de zero a 5cm. A sua utilização por um período de três a quatro anos na adubação do milho afetou os teores de matéria orgânica, CTC e fósforo disponível na camada superficial do solo. As alterações observadas foram proporcionais à dose aplicada. Os teores de K, Ca, Mg e Al trocáveis e o pH não foram afetados pela aplicação de esterco e adubo nitrogenado. O fósforo teve pouca mobilidade e acumulou-se em maiores quantidades na camada de zero a 5cm.

**Termos para indexação:** adubação, dejetos animais, Latossolo, dinâmica de nutrientes.

## Changes on soil chemical properties in no tillage system that received pig slurry applications for long time

**Abstract** – This study was based on two experiments carried out in Western Santa Catarina, Brazil, to evaluate the effect of pig slurry and N fertilizer on soil nutrient availability in no-till corn on a Red Latosol (Oxisol). Soil samples were collected after the last corn cropping (season 2003/04), at depths of zero to 5, 5 to 10 and 10 to 20cm, and were submitted to chemical analyses. Treatments consisted of zero, 40 and 115m<sup>3</sup>/ha of pig slurry application on the soil, combined with zero, 60 and 120kg/ha N. Surface application of pig slurry in no-tillage system increased the nutrient availability mainly at zero to 5cm depth. Utilization of pig slurry for three or four years increased the contents of organic matter, cation exchange capacity and extractable phosphorus. The intensity of observed alterations in the layers were proportional to the application rates. Treatments had no effect on the exchangeable K, Ca, Mg, Al and pH. It was observed that phosphorus in a clayey Latosol has very low mobility.

**Index terms:** fertilization, Latosol, nutrient dynamics, animal wastes.

## Introdução

Com a introdução de sistemas conservacionistas de manejo do solo, as práticas agrônômicas vêm sendo adaptadas, visando à manutenção ou à elevação da capacidade produtiva do solo com

mínimo risco ambiental. Entre as práticas mais afetadas pelo sistema de preparo do solo, está a forma de aplicação dos fertilizantes e corretivos e, principalmente, o manejo da adubação orgânica. Esta tradicionalmente era aplicada sobre a superfície do solo e incorporada

por lavração e gradagem, práticas que contrariam os princípios de sistemas conservacionistas. Atualmente, a adubação orgânica é aplicada sobre o solo, sem incorporação.

Normalmente observa-se que, no sistema plantio direto, os nutrientes menos móveis, como o

Aceito para publicação em 8/11/05.

<sup>1</sup>Eng. agr., Dr., Epagri/Cepaf, C.P. 791, 89801-970 Chapecó, SC, fone: (49) 3361-0600, e-mail: escherer@epagri.rct-sc.br.

<sup>2</sup>Eng. agr., M.Sc., Epagri/Cepaf, e-mail: ivantb@epagri.rct-sc.br.

<sup>3</sup>Eng. agr., M.Sc., Epagri/Cepaf, e-mail: cristiano@epagri.rct-sc.br.

fósforo, e mesmo os com certa mobilidade, como o potássio, o cálcio e o magnésio, tendem a se acumular na camada superficial do solo (Muzilli, 1983; De Maria & Castro, 1993; Klepker & Anghinoni, 1995). A adição de altas quantidades de resíduos culturais no solo sem revolvimento proporciona aumento nos teores de carbono orgânico e na capacidade de troca de cátions (CTC), com reflexos positivos na maior retenção de cátions na camada superficial (Bayer & Mielnickzuk, 1997).

O objetivo do trabalho foi avaliar, sob condições de plantio direto, o efeito da aplicação continuada de esterco de suínos e de adubo nitrogenado sobre a dinâmica dos nutrientes no perfil do solo.

## Material e métodos

Foram analisados os atributos químicos do solo nas profundidades de zero a 5, 5 a 10 e 10 a 20cm da camada arável de dois experimentos com utilização continuada de esterco de suínos no sistema plantio direto de milho. Os experimentos foram conduzidos em Latossolo Vermelho distroférrico típico por um período de três anos no município de Guatambu e por quatro anos no município de Chapecó. Nas parcelas foram aplicadas doses anuais de esterco de suínos (zero, 40 e 115m<sup>3</sup>/ha) sem incorporação ao solo, e 40m<sup>3</sup>/ha de esterco incorporado ao solo. Nas subparcelas foram aplicadas doses de adubo nitrogenado (zero, 60 e 120kg/ha de N). Tanto o esterco de suínos quanto o adubo nitrogenado foram aplicados somente na cultura do milho, com o cultivo de espécies de cobertura do solo no inverno, sem adubação. Não foram realizadas adubações com fósforo e potássio como fontes minerais durante a execução dos experimentos, pois os solos apresentavam altos teores, em consequência de adubações anteriores com esterco de aves e de suínos realizadas pelos produtores. As quantidades de nutrientes aplicados variaram com a qualidade do esterco utilizado (Tabela 1). As amostras de solo foram coletadas em junho de 2004, após a colheita do milho (safra 2003/04), e analisadas no laboratório de solos

da Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar – Cepaf –, utilizando-se metodologia de Tedesco et al. (1995).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados, com os sistemas de adubação nas parcelas e subparcelas e as profundidades de amostragem nas subsubparcelas. Os dados foram submetidos à análise de variância seguida do teste de Tukey para comparação de médias.

## Resultados e discussão

Houve efeito do esterco nos teores de P-disponíveis e CTC do solo em Guatambu e no teor de matéria orgânica do solo em Chapecó. Os demais atributos químicos analisados não foram influenciados significativamente pela adição de esterco e de nitrogênio em nenhuma das profundidades amostradas.

O efeito das doses de esterco nos teores de P-disponíveis por local e profundidade de amostragem é apresentado na Figura 1. Observa-se que a adição do esterco, sem incorporação, resultou na formação de gradientes a partir da superfície do solo. Na área de Guatambu (Figura 1A) a magnitude dos gradientes foi significativamente influenciada pelas doses de esterco aplicadas, enquanto que na área de Chapecó (Figura 1B) as diferenças não foram significativas. Isto se justifica possivelmente pelo fato de que as quantidades de P exportadas pelo milho na área de Chapecó foram quase sempre maiores do que aquelas adicionadas pelo esterco. Na soma dos quatro anos foram adicionados, com a maior dose de esterco, um total de 312kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, enquanto que a retirada pelos grãos chegou a 360kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, tomando-se como base uma

Tabela 1. Quantidade total de nutrientes aplicada nas doses anuais de 40 e 115m<sup>3</sup>/ha de esterco de suínos utilizado nos experimentos de Chapecó (quatro anos) e Guatambu (três anos)

Local	Dose	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	m <sup>3</sup> /ha	.....kg/ha.....		
Chapecó	40	538	109	277
	115	1.546	313	796
Guatambu	40	457	281	237
	115	1.314	807	680

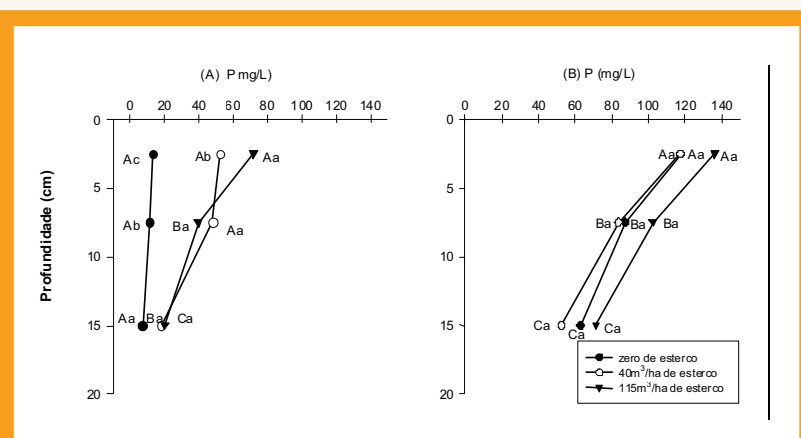


Figura 1. Teores de fósforo no solo, em diferentes profundidades, em função da aplicação de doses de esterco de suínos (A) por três anos em Guatambu e (B) quatro anos em Chapecó. Teores seguidos por letras maiúsculas iguais entre profundidades e minúsculas iguais entre doses de esterco não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

produtividade média de 8,2t/ha de grãos por safra e uma concentração média de 0,48% de P nos grãos. Os altos teores de P encontrados no solo em Chapecó (Tabela 2) podem ser atribuídos à intensidade de adubação com esterco e adubo mineral utilizada pelo produtor em anos anteriores à implantação do experimento. Da mesma forma, os altos teores de P encontrados na camada de 10 a 20cm podem ser atribuídos, na sua maior parte, à incorporação de adubo e esterco nos anos em que a área foi manejada no sistema convencional, com lavração e gradagem. Diversos estudos (Klepker & Anghinoni, 1995; Rheinheimer et al., 1998; Bayer & Bertol, 1999) mostraram que no sistema de plantio direto o acúmulo de P ocorre apenas nos primeiros centímetros do solo, próximos ao local de deposição do adubo.

Os teores de matéria orgânica (MO) foram significativamente afetados pelo esterco apenas na área de Chapecó (Figura 2A). Os maiores

teores foram observados na camada de zero a 5cm, decrescendo em profundidade. Comparados ao teor inicial (Tabela 2), os valores encontrados na camada superficial (zero a 5cm) refletem um considerável acréscimo no conteúdo de matéria orgânica em qualquer condição de adubação. Isso pode ser atribuído ao não revolvimento e à incorporação dos resíduos vegetais ao solo, fazendo com que houvesse mineralização mais lenta e gradual dos compostos orgânicos. Esses resultados são semelhantes aos apresentados por Muzilli (1983); Rheinheimer et al. (1998) e Bayer & Bertol (1999), que verificaram aumento nos teores de MO na camada superficial do solo em áreas sob o sistema plantio direto.

O efeito do esterco sobre a CTC foi significativo apenas na área de Guatambu (Figura 2B). Nas duas áreas a CTC pode ser considerada alta (entre 16 e 20cmol/L), o que deve ser atribuído, em grande parte, ao alto teor de matéria orgânica nas camadas superficiais do solo.

Bayer & Bertol (1999) atribuíram o aumento da CTC no plantio direto à elevação dos teores de MO, principalmente da fração ácidos húmicos, responsáveis pela formação de muitas cargas negativas no solo.

A Figura 3A mostra a variação no teor de K-trocável nas diferentes camadas do solo, nos dois locais. São apresentados apenas teores médios de K de cada solo, haja vista que não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a disponibilidade do nutriente no solo. Entretanto, independentemente da dose de esterco ou de nitrogênio, a concentração de K decresceu com a profundidade, à semelhança do que observaram outros autores (Muzilli 1983; Klepker & Anghinoni, 1995) em áreas sob plantio direto.

Os teores de Ca-trocável não foram afetados pelos tratamentos e também não variaram em profundidade na área de Chapecó (Figura 3B). Entretanto, na área de Guatambu, os níveis decresceram em profundidade. Resultados semelhantes foram encontrados por Caires et al. (1998) quando da aplicação superficial de calcário no sistema plantio direto. Com relação ao Mg (Figura 3C), observou-se um decréscimo no teor da superfície (zero a 5cm) para as camadas mais profundas (5 a 10 e 10 a 20cm), indicando uma ciclagem do nutriente por parte das plantas. A relação Ca/Mg (Figura 3D) foi maior na área de Guatambu e apresentou praticamente os mesmos valores em todas as camadas amostradas.

Houve diminuição do pH na área de Chapecó, sobretudo nos primeiros 5cm de profundidade, que após quatro cultivos passou do valor 5,4 (Tabela 2), antes da instalação do experimento, para 4,8. Já na área de Guatambu os valores permaneceram praticamente constantes nos três anos de cultivo. Na área de Chapecó verifica-se que houve acidificação na camada superficial do solo, evidenciada pelos valores de pH de 0,3 unidade menor na camada de zero a 5cm, em comparação à camada de 10 a 20cm (Figura 4A). Resultados semelhantes foram constatados por Ciotta et al. (2002) em um Latossolo após 21 anos de plantio direto com altas produtividades de soja e milho.

Tabela 2. Características químicas do solo antes da instalação dos experimentos de Chapecó e Guatambu (camada de zero a 20cm)

Local	Argila	pH (1:1)	I-SMP	P	K	MO	Al	Ca	Mg
	g/kg			..mg/dm <sup>3</sup> ..		%	..cmol/dm <sup>3</sup> ..		
Chapecó	490	5,4	5,8	192	351	4,2	0,3	6,6	2,5
Guatambu	560	5,2	5,5	18	242	4,0	0,2	6,2	1,8

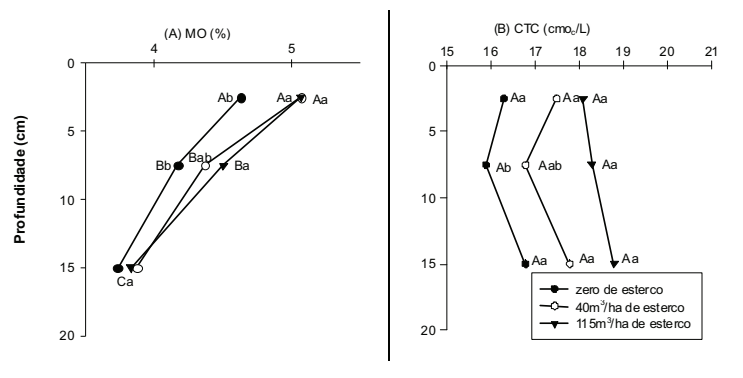


Figura 2. (A) Teores de matéria orgânica no solo da área de Chapecó e (B) capacidade de troca de cátions do solo na área de Guatambu, em diferentes profundidades, em função da aplicação de esterco de suínos. Teores seguidos por letras maiúsculas iguais entre profundidades e minúsculas iguais entre doses de esterco não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

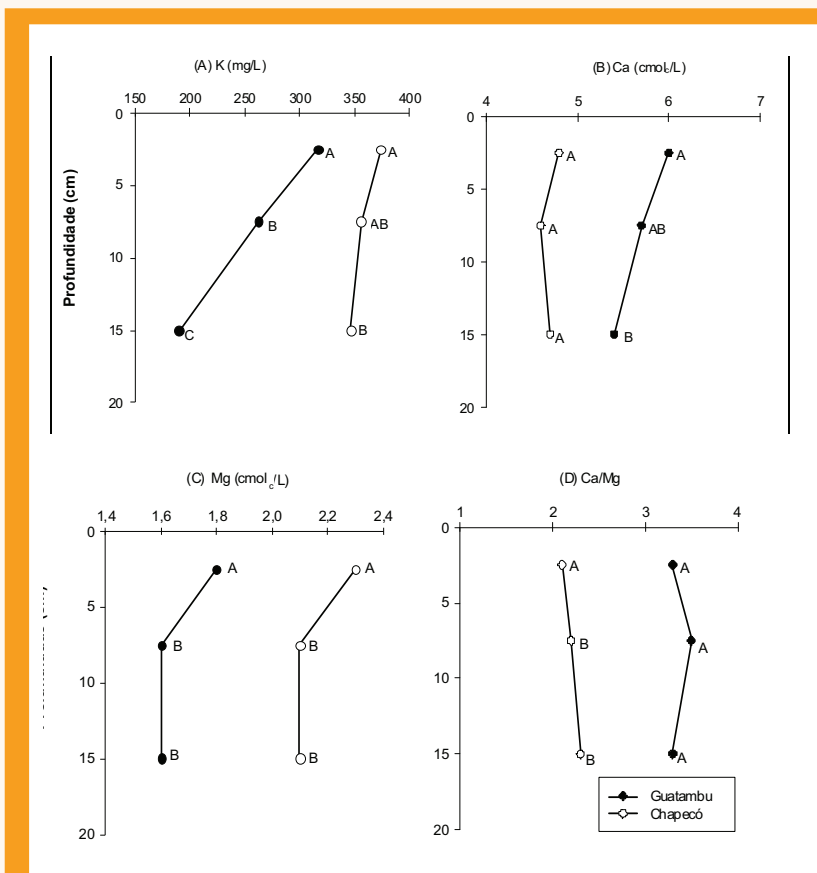


Figura 3. (A) Teores de potássio, (B) cálcio, (C) magnésio e (D) relação Ca/Mg em diferentes profundidades, em função da aplicação de esterco de suínos e de adubos nitrogenados. Teores seguidos por letras iguais no mesmo solo não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

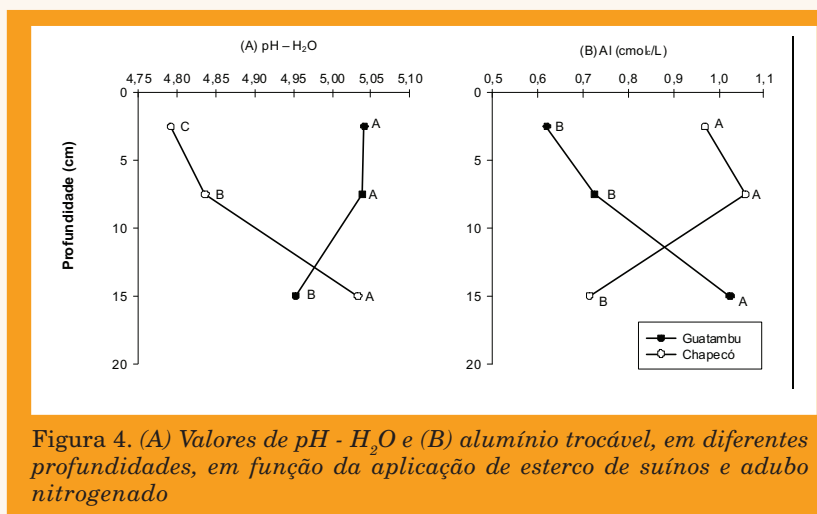


Figura 4. (A) Valores de pH - H<sub>2</sub>O e (B) alumínio trocável, em diferentes profundidades, em função da aplicação de esterco de suínos e adubo nitrogenado

Deve-se ressaltar que a área de Chapecó não foi submetida à prática da calagem nos últimos anos, visto que um dos objetivos da pesquisa

era não interferir no manejo do solo que vinha sendo adotado pelo produtor, além de verificar o efeito dos tratamentos com adubo mineral

e esterco sobre os atributos de acidez do solo. A adubação nitrogenada com fontes amoniacais tem sido indicada como uma das principais causas da acidificação da superfície do solo no plantio direto, devido à produção de prótons durante a nitrificação do amônio (Blewins et al., 1977). Porém, no presente estudo, o efeito da adubação nitrogenada sobre o pH não foi significativo em nenhuma das profundidades avaliadas.

A concentração de Al-trocável variou com a profundidade amostrada (Figura 4B), sendo as maiores diferenças, entre os solos, nas camadas superficiais. Enquanto na área de Guatambu verificou-se um aumento contínuo no teor de Al a partir da superfície, em Chapecó os menores valores foram encontrados na camada de 10 a 20cm, confirmando a tese de ocorrência de acidificação, detectada na análise do pH (Figura 4A) e também pela maior acidez potencial. Uma reacidificação do solo sob plantio direto também foi constatada por Ciotta et al. (2002) em um Latossolo Bruno da região de Guarapuava, PR.

## Conclusões

A aplicação de esterco de suínos na superfície do solo, sem incorporação, tem efeito sobre os atributos químicos do solo restrito às camadas superficiais e proporciona aumento nos valores de fósforo, matéria orgânica e CTC.

O fósforo residual, em áreas intensivamente adubadas com esterco, apresenta pouca mobilidade em solos argilosos, acumulando-se em maiores quantidades nas proximidades de sua aplicação, sem migrar para camadas mais profundas do solo.

Os cátions básicos (potássio, cálcio e magnésio), embora apresentem certa mobilidade no perfil, são encontrados também em maiores teores na camada superficial (zero a 5cm) no sistema sem revolvimento do solo.

Não há efeito do esterco e do adubo nitrogenado sobre os fatores de acidez do solo e cátions básicos em curto prazo, porém existe uma tendência de reacidificação do solo quando não é realizada calagem.

## Literatura citada

1. BAYER, C.; BERTOL, I. Características químicas de um cambissolo húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, n.3, p.687-694, 1999.
2. BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.21, n.1, p.105-112, 1997.
3. BLEWINS, R.L.; THOMAS, G.W.; CORNELIUS, P.L. Influence of no-tillage and nitrogen fertilization of certain properties after 5 years of continuous corn. *Agronomy Journal*, v.69, p.383-386, 1977.
4. CAIRES, E.F.; CHUEIRI, W.A.; MADRUGA, E.F.; FIGUEIREDO, A. Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.22, n.1, p.27-34, 1998.
5. CIOTTA, M.N.; BAYER, C.; ERNANI, P.R. et al. Acidificação de um latossolo sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.26, p.1.055-1.064, 2002.
6. DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M. Fósforo, potássio e matéria orgânica em um Latossolo Roxo, sob sistema de manejo com milho e soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.17, n.3, p.471-477, 1993.
7. KLEPKER, D.; ANGHINONI, I. Características físicas e químicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de adubação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.19, n.3, p.395-401, 1995.
8. MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.7, n.1, p.95-102, 1983.
9. RHEINHEIMER, D.S.; KAMINSKI, J.; LUPATINI, G.C.; SANTOS, E.J.S. Modificações em atributos químicos de solo arenoso sob sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.22, n.4, p.713-721, 1998.
10. TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. et al. *Análise de solo, plantas e outros materiais*. 2.ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).



# Ciram

Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina

### Caracterização e Ordenamento Ambiental

Zoneamento Agroambiental  
Climatologia e Agrometeorologia  
Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental

### Monitoramento dos Recursos Ambientais

Clima, Tempo e Atmosfera  
Solos e Cobertura Vegetal  
Recursos Hídricos  
Recursos Pesqueiros

### Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologias e Metodologias Ambientais

Agroecologia  
Bioclimatologia  
Hidrometeorologia  
Tecnologia da Informação  
Geoprocessamento

### Disponibilidade de Conhecimento, Tecnologia e Informações Ambientais

Atendimento ao Cliente  
Transferência e Difusão

Fone: (48) 3239-8002  
Florianópolis, SC

<http://ciram.epagri.rct-sc.br>