



Bragantia

ISSN: 0006-8705

editor@iac.sp.gov.br

Instituto Agrônômico de Campinas

Brasil

SCHERER, ELÓI ERHARD; NUNES NESI, CRISTIANO
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE UM LATOSSOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE
PREPARO E ADUBAÇÃO ORGÂNICA
Bragantia, vol. 68, núm. 3, 2009, pp. 715-721
Instituto Agrônômico de Campinas
Campinas, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90811757019>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE UM LATOSSOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE PREPARO E ADUBAÇÃO ORGÂNICA ⁽¹⁾

ELÓI ERHARD SCHERER ^(2*); CRISTIANO NUNES NESI ⁽²⁾

RESUMO

O não-revolvimento do solo e a incorporação dos resíduos culturais e fertilizantes alteram a disponibilidade e distribuição dos nutrientes no perfil. O objetivo deste estudo foi avaliar as alterações químicas devido aos sistemas de preparo do solo e à natureza das fontes de fertilizantes. O trabalho foi desenvolvido em Latossolo Vermelho distroférico, no município de Chapecó (SC), no período de 1998 a 2002. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas e quatro repetições. Nas parcelas foram avaliados dois sistemas de preparo do solo: convencional (SPC) e plantio direto (SPD) e nas subparcelas três fontes de fertilizantes: nitrato de amônio (NA), esterco de aves (EA) e esterco de suínos (ES), aplicados na dose de 120 kg ha⁻¹ de N. Após o quarto cultivo de milho, foram coletadas amostras de solo em quatro profundidades (0-10, 10-20, 30-40 e 50-60 cm). Observou-se que a adubação orgânica proporcionou aumentos nos teores de P, K, Ca, Mg, Zn e Cu, principalmente na camada de 0-10 cm em SPD. A mobilização periódica do solo acarretou melhor distribuição dos nutrientes na camada arável, reduzindo a formação de gradiente no perfil do solo. A utilização de EA acarretou aumento nos valores de pH do solo, enquanto o NA causou redução com consequente aumento dos teores de Al trocável.

Palavras-chave: esterco, acúmulo, mobilidade de nutrientes, acidez do solo.

ABSTRACT

CHEMICAL ATTRIBUTES IN AN OXISOL UNDER DIFFERENT MANAGEMENT SYSTEMS AND MANURE APPLICATION

No tillage soil management does not permit incorporation of crop residues and manure, thereby affecting nutrient availability and distribution in the soil profile. To evaluate the effect of soil tillage and source of nitrogen fertilizer on corn growth and on soil chemical properties, a field trial was carried out on a Red Latosol (Oxisol) in Chapecó, State Santa Catarina, Brazil. A complete randomized block design was used in a split-plot distribution with four replications. The main plots received the tillage systems: conventional tillage (CT) and no-tillage (NT), and the subplots, sources of N fertilizer: ammonium nitrate (AN), poultry house litter (PHL) and pig slurry (PS). Those fertilizer were applied at the level of 120 kg N ha⁻¹. After four years, soil samples were collected at 0-10, 10-20, 30-40 and 50-60 cm. The results indicated that the surface manure application improved soil fertility, leading to increases on extractable P and exchangeable K, Ca, Mg, Cu and Zn in the top soil layer (0-10 cm). In this layer the nutrient accumulation is higher on NT than under CT. In NT system it is also observed migration and accumulation of P, K, Mg and Zn at the 10-20 cm soil layer. Soil pH increased with PHL application and decreased with AN application. Exchangeable aluminum increased with AN application.

Key words: manure, nutrient accumulation, nutrients mobility, soil acidity.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 18 de maio de 2007 e aceito em 20 de janeiro de 2009.

⁽²⁾ Epagri - Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar, Caixa Postal 791, 89801-970 Chapecó (SC). E-mail: escherer@epagri.sc.gov.br (*) Autor correspondente; cristiano@epagri.sc.gov.br

1. INTRODUÇÃO

A adoção do sistema de plantio direto (SPD) trouxe alterações importantes no manejo da adubação orgânica, principalmente quando da utilização de esterco. Estes, que antes eram aplicados sobre a superfície e imediatamente incorporados ao solo, hoje são aplicados sobre a camada de palha existente no SPD e deixados na superfície do solo. Essa condição impede ou retarda o contato do adubo com o solo e microorganismos, com possíveis reflexos sobre a mineralização dos compostos orgânicos, dinâmica dos nutrientes e sua absorção pelas plantas. Até o momento, poucos foram os estudos realizados no Brasil com adubação orgânica nesse sistema de manejo (EPAGRI, 1995; QUEIROZ et al., 2004). A maioria das pesquisas foi realizada em sistema convencional, com preparo do solo e incorporação dos adubos (ERNANI, 1984; SCHERER et al., 1984; ANDREOLA et al., 2000).

Estudos com fertilizantes minerais revelaram que no SPD a pouca mobilização do solo e a manutenção dos resíduos culturais na superfície promovem o acúmulo de matéria orgânica (MUZILLI, 1983; BAYER e MIELNICZUK, 1997; BAYER e BERTOL, 1999; CIOTTA et al., 2002) e de nutrientes, principalmente P e K, na camada superficial (MUZILLI, 1983; BAYER e MIELNICZUK, 1997; RHEINHEIMER et al., 1998; FRANCHINI et al., 2000). Tendência semelhante foi observada com aplicação superficial de esterco (EGHBALL et al., 2000; QUEIROZ et al., 2004; SILVA et al., 2004).

Em função da rápida expansão da área sob plantio direto e da importância da adubação orgânica para o Estado de Santa Catarina, há necessidade premente de estudos mais específicos sobre o manejo da adubação e dinâmica dos nutrientes no sistema solo-planta, quando não há revolvimento do solo. Este trabalho objetivou avaliar as alterações nas características químicas de um Latossolo Vermelho resultantes da aplicação anual de fertilizantes orgânicos e mineral na cultura do milho, em dois sistemas de preparo do solo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Chapecó (SC), a 27° 07'S de latitude e 52° 37'O de longitude, em Latossolo Vermelho distroférrico, textura argilosa, que há quatro anos vinha sendo manejado no SPD e com utilização anual de esterco de aves na adubação. Análises químicas do solo, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, realizadas antes da instalação do experimento, revelaram os seguintes resultados, respectivamente: pH-H₂O 5,8 e 5,6; 27,5 e

25,6 mg dm⁻³ de P (Mehlich-1); 210 e 182 mg dm⁻³ de K⁺; 0,0 e 0,1 cmol_c dm⁻³ de Al³⁺; 7,2 e 6,6 cmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 1,8 e 1,3 cmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 39 e 37 g dm⁻³ de matéria orgânica e 510 e 520 g dm⁻³ de argila.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram utilizados dois sistemas de preparo do solo antes do cultivo de milho: plantio direto (SPD) e convencional (SPC), com aração na profundidade de 17 a 20 cm, utilizando arado de discos. Nas subparcelas, foram avaliadas três fontes de fertilizantes: nitrato de amônio (NA), esterco de aves (EA) e esterco de suínos (ES) e uma testemunha (T), sem adubação.

Os fertilizantes foram aplicados na superfície do solo, no dia da semeadura do milho, na dose de 120 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, com base no teor de N-total de cada fonte. Para determinar a composição química dos esterco utilizados em cada cultivo, foram coletadas amostras de aproximadamente 1 kg e analisadas em laboratório utilizando metodologia de TEDESCO et al. (1995). O esterco de aves era proveniente de aviário de frangos de corte criados sobre cama de maravalha, não compostado, e o esterco de suínos oriundo de pocilga com suínos na fase de terminação, armazenado em esterqueira por 30 dias. As quantidades de nutrientes adicionadas com base no teor de matéria seca e teor de N total de cada fonte orgânica utilizada no período de experimentação (1998 a 2002), estão relacionados na tabela 1. Além dos fertilizantes que compunham os tratamentos, não foi realizada nenhuma outra adubação, pois os teores de P e K no solo durante os quatro anos de pesquisa se mantiveram acima do nível crítico (SOCIEDADE..., 2004).

Antecedendo o cultivo de milho, foram implantadas, no inverno de cada ano, culturas para cobertura do solo (nabo forrageiro ou aveia-preta), sempre sem adubação.

Em junho de 2002, após o quarto cultivo de milho, foram coletadas amostras de solo em quatro camadas: 0-10, 10-20, 30-40 e 50-60 cm.

A amostragem foi realizada com trado, retirando-se 15 subamostras por subparcela para constituir uma amostra composta nas camadas de 0-10 e 10-20 cm e quatro subamostras para as camadas de 30-40 e 50-60 cm de profundidade. As amostras foram analisadas conforme metodologia padrão adotada pela Rede de Laboratórios RS/SC (TEDESCO et al., 1995), sendo Al³⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 mol L⁻¹, P e K com a solução de Mehlich-1 e micronutrientes com HCl 0,1 mol L⁻¹.

Tabela 1. Doses de esterco de aves e de suínos e quantidades de nitrogênio (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O) nos esterco adicionadas para suprimento de 120 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N nos quatro anos de estudo

Fonte	Ano	Dose	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
		t ha ⁻¹	kg t ⁻¹	kg t ⁻¹	kg t ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
Esterco de Aves	1998/99	6,7	17,9	24,2	20,4	162,1	136,7
	1999/00	3,5	34,3	27,4	26,3	95,9	92,1
	2000/01	4,4	27,3	33,6	24,1	147,8	106,0
	2001/02	5,0	24,0	27,6	26,4	138,0	132,0
	Média	4,9	25,9	28,2	24,3	136,0	116,7
Esterco de Suínos	1998/99	43	2,8	2,6	1,5	111,8	64,5
	1999/00	40	3,0	3,0	1,6	120,0	64,0
	2000/01	57	2,1	2,6	1,1	148,2	62,7
	2001/02	28	4,3	3,6	1,1	100,8	30,8
	Média	42	3,1	3,0	1,3	120,0	55,5

Os dados dos atributos químicos do solo foram submetidos à análise de variância e realizada comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, considerando as camadas de solo amostradas como subsubparcela.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados de fósforo disponível no solo evidenciou efeito significativo da interação entre sistema, fonte e profundidade. Os maiores teores de P disponível foram verificados na camada superficial do solo (0-10 cm) nos tratamentos com utilização de EA e ES, em SPD (Figura 1a). No SPC o efeito cumulativo do fósforo na camada superficial (0-10 cm) foi menor, fato que pode ser atribuído à incorporação dos adubos até a profundidade de 20 cm e ao revolvimento anual do solo, que proporcionou maior contato dos adubos com os colóides do solo e, consequente maior adsorção e fixação dos íons fosfato. Resultados de diversas pesquisas (BAYER e MIELNICZUK, 1997; RHEINHEIMER et al., 1998; BAYER e BERTOL, 1999; CIOTTA et al., 2002), com adubação fosfatada mineral, confirmam essa tendência de maior acúmulo de P na camada superficial do solo em SPD em comparação ao SPC. O mesmo foi verificado quando da aplicação superficial de esterco de suínos (QUEIROZ et al., 2004) e esterco de bovinos (SILVA et al., 2004).

Por esses resultados, constata-se que aplicações anuais de esterco em altas doses, visando ao suprimento integral das necessidades de N da cultura do milho (120 kg ha⁻¹ de N) podem, em médio e longo prazos, resultar em acúmulo de P na camada superficial do solo.

A adubação orgânica no SPD, também aumentou a disponibilidade de fósforo na camada de 10-20 cm, indicando certa migração do nutriente em profundidade, corroborando os resultados obtidos por EGHBALL et al. (2000) com culturas anuais e por CERETTA et al. (2003) em pastagem nativa.

Dentre os fatores que podem ter contribuído para o deslocamento vertical do P no perfil, destacam-se a preservação das características físicas do solo no SPD e a existência de canais contínuos, oriundos da decomposição de raízes e da atividade biológica (DICK, 1983; MOKRI, 2005), possibilitando a migração de P na forma orgânica, conforme observaram EGHBALL et al. (2000). Cabe, no entanto, destacar que o efeito da adubação com esterco sobre os teores de P extraível no perfil do solo ficou restrito às camadas superficiais, pois nas camadas de 30-40 e 50-60 cm, os teores ficaram ao redor de 3,0 mg dm⁻³ (Figura 1a), não diferindo significativamente do tratamento sem adubação. Comportamento semelhante foi observado no perfil de solos intensivamente adubados com esterco de suínos (SCHERER e NESI, 2004) e com esterco de bovinos (SILVA et al., 2004). Por esse motivo, verifica-se que, mesmo com altos teores de P extraível nas camadas superficiais, a migração do elemento para camadas mais profundas do solo é relativamente lenta, principalmente em solos argilosos, como é o caso dos Latossolos da Região Oeste de Santa Catarina.

Na figura 1b são apresentados os teores de K trocável nos dois sistemas de cultivo (SPD e SPC) e fontes de adubo utilizadas (EA, ES e NA) e da testemunha (TEST.), por camada analisada. Em todos os tratamentos, os maiores teores do elemento foram observados nas camadas superficiais do solo, decrescendo em profundidade.

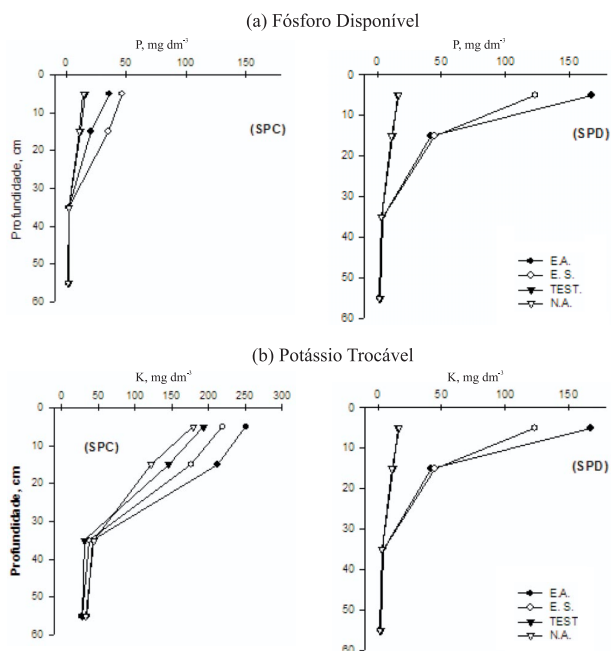


Figura 1. Valores de fósforo disponível (a) e de potássio trocável (b) no perfil do solo após quatro anos de aplicação superficial de Esterco de Aves (EA), Esterco de Suínos (ES) e Nitrato de Amônio (NA) como fontes de Nitrogênio em Latossolo Vermelho cultivado com milho no Sistema de Preparo Convencional do solo (SPC) e Sistema Plantio Direto (SPD) em comparação à testemunha (TEST.).

Os resultados deste trabalho confirmam as tendências já relatadas por outros autores (RHEINHEIMER et al., 1998; FALLEIRO et al., 2003), que também verificaram maiores teores de K trocável nas camadas superficiais do solo no SPD.

Os maiores teores de K trocável foram verificados com a utilização de EA (Figura 1b), o que deve ser atribuído à adição de maiores quantidades do nutriente pelo EA ($116,7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de K_2O) em comparação ao ES ($55,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de K_2O).

Os maiores teores de Ca trocável, independentemente do sistema de preparo do solo e da fonte de adubo utilizada, foram verificados nas camadas superficiais do solo (0-10 e 10-20 cm), sem diferença nos teores do elemento entre essas camadas, diferindo apenas das camadas subsuperficiais, com menores teores (Figura 2a). Este fato ocorre com frequência, quando da aplicação superficial de calcário no SPD (CIOTTA et al., 2002).

Das fontes de adubo avaliadas, apenas com EA o efeito foi significativo nos teores de Ca no solo, e somente nas camadas superficiais (0-10 e 10-20 cm) no SPD. Esse fato se justifica pela maior concentração do nutriente nesta fonte de fertilizante (Tabela 1) e

pelo não-revolvimento do solo, permitindo que o nutriente se acumulasse nas camadas superficiais. Resultados semelhantes foram obtidos por ANDREOLA et al. (2000) com utilização de esterco de aves e por CERETTA et al. (2003) com utilização intensiva de esterco de suínos em campo nativo.

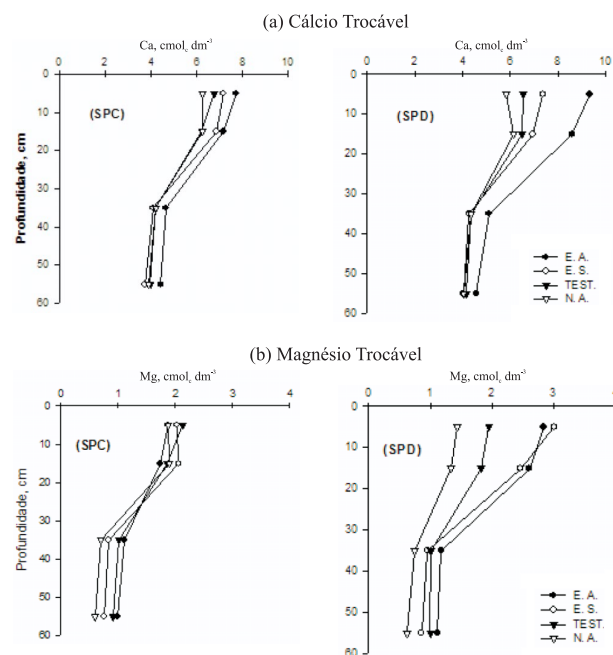


Figura 2. Valores de cálcio (a) e de magnésio (b) trocáveis no perfil do solo após quatro anos de aplicação superficial de Esterco de Aves (EA), Esterco de Suínos (ES) e Nitrato de Amônio (NA) como fontes de Nitrogênio em Latossolo Vermelho cultivado com milho no Sistema de Preparo Convencional do solo (SPC) e Sistema Plantio Direto (SPD) em comparação à testemunha (TEST.).

Os teores de Mg trocável (Figura 2b) seguem a mesma tendência do Ca trocável, ocorrendo também maiores quantidades nas camadas superficiais do solo e decrescendo em profundidade, porém sem haver diferenças entre as fontes de esterco. Quando os adubos foram incorporados ao solo (SPC) o efeito da adubação orgânica ficou diluído.

A adubação orgânica e o sistema de preparo do solo não alteraram os teores de matéria orgânica (MO) do solo, em nenhuma das camadas amostradas. Os teores iniciais de 39 e 37 g dm^{-3} nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, respectivamente, mantiveram-se praticamente estáveis durante os quatro anos de realização da pesquisa. Resultados que corroboram as observações de SCHERER et al. (1984) e SCHERER et al. (1995) com utilização de esterco de suínos e de aves por três anos

consecutivos. Por outro lado, diversos autores (MUZILLI, 1983; RHEINHEIMER et al., 1998; BAYER e BERTOL, 1999; FALLEIRO et al., 2003) evidenciaram aumento nos teores de MO na camada superficial do solo sob SPD. CERETTA et al. (2003) constataram incremento nos teores de MO na camada de 0-2,5 cm do solo, em área de campo nativo, com utilização intensiva de esterco de suínos por quatro anos. No presente estudo, os maiores teores de matéria orgânica (41 g dm^{-3}) também foram observados na camada superficial (0-10 cm), decrescendo em profundidade.

Para os valores de pH e Al^{3+} (Tabela 2), o efeito da interação entre sistema de preparo, fontes de adubo e profundidades não foi significativo. Em média, os valores de pH foram maiores nas camadas superficiais (0-10 e 10-20 cm) e decresceram em profundidade, enquanto para os teores de Al trocável houve aumento com a profundidade.

Os maiores valores de pH foram verificados com a utilização de EA e os menores com NA. Resultados semelhantes foram verificados por ANDREOLA et al. (2000) com utilização de esterco de aves e adubo mineral.

A acidificação do solo também teve reflexos sobre os valores de Al trocável, os quais aumentaram significativamente com a adição de NA, o que deve ser atribuído ao processo de nitrificação e dinâmica do N no solo (BLEVINS et al., 1977).

Tabela 2. Valores de pH em água (1:1) e de alumínio trocável nas camadas do solo (médias das fontes de adubo) e na média das camadas por fonte de adubo, após quatro anos de aplicação de esterco de aves, de suínos e nitrato de amônio em um Latossolo Vermelho cultivado com milho

Camada de solo cm	pH - H_2O	Al^{3+} $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$
0-10	5,62 A	0,28 B
10-20	5,57 A	0,44 B
30-40	4,95 B	2,55 A
50-60	4,77 C	2,94 A
Fonte de adubo		
Esterco de aves	5,49A	0,90 B
Esterco de suínos	5,20 B	1,21 B
Testemunha	5,22 B	1,31 B
Nitrato de amônio	5,00 C	1,91 A

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nas figuras 3a e 3b, verifica-se o comportamento dos micronutrientes Cu e Zn no perfil do solo, em função das fontes de fertilizantes e sistemas de preparo do solo utilizados.

A análise dos dados evidenciou efeito significativo da interação entre fonte, profundidade e sistema. Maiores teores de Cu e Zn foram verificados na camada superficial do solo (0-10 cm), nos tratamentos com aplicação de ES no SPD. Por sua vez, o EA aumentou apenas os teores de Zn (Figura 3b). Estas diferenças na disponibilidade de Cu e Zn no solo devem ser atribuídas à maior concentração desses nutrientes no ES e, por isso, aplicados em maiores quantidades ao solo (Tabela 1).

A adição de ES também aumentou os teores desses elementos na camada arável (0-20 cm) do solo (SPC), porém em menor intensidade que o observado no SPD. Cabe destacar que o efeito dos esterços nos teores de Cu e Zn no perfil do solo, independentemente do sistema de preparo do solo, restringiu-se aos primeiros 20 cm superficiais. Resultados semelhantes foram verificados por SCHERER e NESI (2004), em perfis de Latossolos e Cambissolos intensivamente adubados com ES.

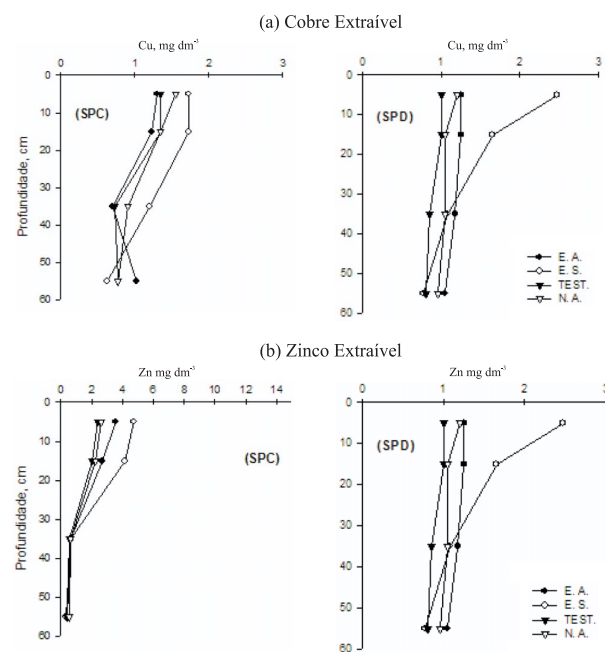


Figura 3. Valores de cobre (a) e de zinco (b) extraíveis no perfil do solo após quatro anos de aplicação superficial de Esterco de Aves (EA), Esterco de Suínos (ES) e Nitrato de Amônio (NA) como fontes de Nitrogênio em Latossolo Vermelho cultivado com milho no Sistema de Preparo Convencional do solo (SPC) e Sistema Plantio Direto (SPD) em comparação à testemunha (TEST.).

Com base nas quantidades totais adicionadas, nos quatro anos de estudo (Tabela 1), e volume de solo amostrado (camadas de 0-10 e 10-20 cm), a recuperação de Cu e Zn pelo método HCl 0,1 N foi alta, chegando próximo dos 100%, corroborando os resultados de ERNANI et al. (2001) com utilização de ES em um Latossolo também da Região Oeste de Santa Catarina. Por outro lado, em longo prazo é esperado um decréscimo da solubilidade dos metais pesados adicionados ao solo, com a passagem de formas químicas mais lábeis para frações mais estáveis e de menor mobilidade, principalmente em solos ricos em óxidos de ferro e de alumínio, como é o caso dos Latossolos argilosos estudados (CHANG et al., 1984).

4. CONCLUSÕES

1. A adubação orgânica e os sistemas de preparo do solo influenciam a disponibilidade e distribuição de P, K, Ca, Mg, Cu e Zn no perfil do solo; a magnitude e a profundidade da camada afetada depende do sistema de preparo do solo e da fonte de adubo utilizada.

2. A aplicação superficial dos esterco proporciona também aumento na disponibilidade dos nutrientes na camada de 10-20 cm, porém em menor escala, indicando pequena mobilidade no perfil do solo em SPD.

3. A mobilização periódica do solo em SPC, com incorporação dos fertilizantes e dos resíduos culturais, proporciona melhor distribuição dos nutrientes na camada arável, reduzindo o acúmulo na camada superficial (0-10 cm) e a formação de gradiente no perfil do solo.

4. O uso de esterco de aves proporciona aumento nos valores de pH do solo, enquanto o nitrato de amônio acarreta sua diminuição e aumento nos teores de alumínio trocável.

REFERÊNCIAS

ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; MENDONÇA, E.S.; OLSZEWSKI, N. Propriedades químicas de uma terra estruturada influenciada pela cobertura vegetal de inverno e pela adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.609-620, 2000.

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, p.687-694, 1999.

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, p.105-112, 1997.

BLEVINS, 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.

CERETTA, C.A.; DURIGON, R.; BASSO, C.J.; BARCELLOS, L.A.R.; VIEIRA, F.C.B. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.729-735, 2003.

CHANG, A.C.; WARNEKE, J.E.; LUND, L.J.; PAGE, A.L. Accumulation of heavy metals in sewage sludge treated soils. **Journal Environment Quality**, v.13, p.87-92, 1984.

CIOTTA, M.N.; BAYER, C.; ERNANI, P.R.; FONTOURA, S.M.V.; ALBUQUERQUE, J.A. WOBETO, C. Acidificação de um latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.1055-1064, 2002.

DICK, W. Organic carbon, nitrogen, and phosphorus concentrations and pH in soil profiles as affected by tillage intensity. **Soil Science Society American Journal**, v.47, p.102-107, 1983.

EGHBALL, B.; BINFORD, G.D.; BALTENSBERGER, D.D. Phosphorus movement and absorption in a soil receiving long-term manure and fertilizer application. **Journal of Environmental Quality**, v.25, p.1339-1343, 2000.

EPAGRI. **Aspectos práticos de manejo de dejetos suínos**. Florianópolis: EPAGRI/EMBRAPA-CNPDA, 1995. 106 p.

ERNANI, P.R. Necessidade de aplicação de nitrogênio para milho em solo fertilizado com esterco de suínos, cama de aves e adubos minerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.8, p.313-317, 1984.

ERNANI, P.R.; BITTENCOURT, F.; VOLMORBIDA, J.; CRISTANI, J. Influência de adições sucessivas de zinco, na forma de esterco suíno ou de óxido, no rendimento de matéria seca de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.905-911, 2001.

FALLEIRO, R.M.; SOUZA, C.M.; SILVA, C.S.W.; SEDIYAMA, C.S.; SILVA, A.A.; FAGUNDES, J.L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.1097-1104, 2003.

FRANCHINI, J.C.; BORKERT, C.M.; FERREIRA, M.M.; GAUDÊNCIO, C.A. Alterações na fertilidade do solo em sistemas de rotação de culturas em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.459-467, 2000.

MOKRY, M. **Makroporen-Transport von Phosphor nach Gülleausbringung auf Löss-und Tonböden**. Disponível em: <http://www.gumpenstein.at/publikationen/lysimeter2003/mokry.pdf>. Acesso em 7 de julho de 2005.

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, p.95-102, 1983.

QUEIROZ, F.M; MATTOS, A.F.; PEREIRA, O.G.; OLIVEIRA, R.A. Características químicas de solo submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos e cultivado com gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, v.34, p.487-492, 2004.

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, p.713-721, 1998.

SCHERER, E.E.; BALDISSERA, I.T.; DIAS, L.F.X. Caracterização e avaliação do potencial fertilizante do esterco líquido de suínos da região Oeste catarinense. **Agropecuária Catarinense**, v.8, p.35-39, 1995.

SCHERER, E.E.; NESI, C.N. Alterações nas propriedades químicas dos solos em áreas intensivamente adubadas com dejetos suínos. In: FERTIBIO, REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26., REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 10., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 5., Lages, 2004. **Anais...** Lages: SBCS/UDESC, 2004. (CD ROM)

SCHERER, E.E.; CASTILHOS, E.G.; JUCKSCH, I.; NADAL, R. Efeito da adubação com esterco de suínos, nitrogênio e fósforo em milho. Florianópolis: EMPASC, 1984. 26p. (Boletim Técnico, 24)

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 400p.

SILVA, J.C.P.; PAULETTI, V.; MOTTA, A.C.C.; FAVARETTO, N.; BARCELLOS, M. Teores de fósforo e potássio no solo em sistema de plantio direto sob adubação orgânica e química a longo prazo. In: FERTIBIO, REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26., REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 10., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 5., Lages, 2004. **Anais...** Lages: SBCS/UDESC, 2004. (CD ROM)

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: Departamento de Solos - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p. (Boletim Técnico, 5)