

Propriedades químicas e físicas do solo modificadas pelo manejo de plantas espontâneas e adubação orgânica em pomar de macieira¹

Soil chemical and physical properties modified by weed control and organic fertilization in an apple orchard

Gilmar Luiz Espanhol², Jackson Adriano Albuquerque³, Álvaro Luiz Mafra³, Névio João Nuernberg⁴, Gilberto Nava⁴

Recebido em 08/03/2007; aprovado em 19/12/2007.

RESUMO

A aplicação de cama de aviário ao solo e seu efeito nas propriedades químicas, físicas e biológicas, bem como na produtividade das macieiras tem sido pouco estudada. Este trabalho foi instalado em São Joaquim, SC, num pomar comercial com macieira, cv. Fuji, implantado em 1985 sobre porta-enxerto Marubakaido. Com o objetivo de avaliar alterações nas propriedades químicas e físicas de um Neossolo Litólico, a partir de 1997, foram utilizados dois manejos de plantas espontâneas, um com herbicida e outro com roçadas, associados a quatro doses de cama de aviário (0, 5, 10 e 20 Mg ha⁻¹). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com parcelas sub-sub-divididas e quatro repetições. Os teores de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺ e Al³⁺ trocáveis, pH em água, nitrato, amônio, carbono orgânico, estabilidade de agregados, porosidade e densidade do solo, foram determinados em amostras coletadas em três camadas de solo. O manejo mecânico das plantas espontâneas com roçadas aumentou os teores de Mg²⁺, carbono orgânico e pH em água e reduziu a saturação por Al³⁺, em comparação ao manejo com herbicida. A adição de cama de aviário, devido a sua composição química, aumentou os teores de carbono orgânico, Ca²⁺, Na⁺, K⁺ e soma de bases, e reduziu a acidez do solo, mas não alterou a densidade, porosidade e estabilidade dos agregados. Assim, o

controle mecânico de plantas espontâneas associado à aplicação de cama de aviário, se constitui numa alternativa viável para melhorar as características químicas de solos ácidos e deficientes em nutriente às plantas, para aumentar a produtividade de pomares de macieira, especialmente em sistemas de produção agroecológicos.

PALAVRAS CHAVE: cama de aviário, maçã, nutrientes, Neossolo.

SUMMARY

The application of poultry litter to the soil and its effects on soil physical and chemical properties, as well as on apple fruit productivity, has been poorly studied. This study was carried out in a commercial apple orchard established in 1985, in São Joaquim, SC, southern Brazil, using Fuji cv. on Marubakaido rootstock. Two methods of weed control were applied in 1997, one chemical with herbicide and another mechanical with eight mowing, associated to four doses of poultry litter (0, 5, 10 e 20 Mg ha⁻¹), with the objective of evaluating changes in chemical and physical properties of an Inceptisol. The experimental design was a randomized block, with split-split-plot design and four replications. Soil samples were collected at three different layers and analyzed for Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺, Al³⁺, water pH, nitrate,

¹ Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada ao Curso de Mestrado em Ciência do Solo, do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

² Eng. Agr., Mestre, Empresa de Pesquisa e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Caixa Postal 116, CEP 89620-000, Campos Novos (SC).

³ Prof. do Departamento de Solos, (CAV-UDESC), CEP 88520 -000, Lages (SC). E-mail: albuquerque@pq.cnpq.br

⁴ Eng. Agr., Pesquisador da Epagri.

ammonium, organic carbon, aggregate stability, total porosity and bulk density. The mechanical weed control with mowing increased Mg^{2+} , organic carbon and water pH values, and reduced Al saturation in comparison with the weed control using herbicide. The addition of poultry litter, due to its chemical composition, increased Ca^+ , Na^+ , K^+ , and sum of bases status, reduced soil acidity, but did not change soil aggregate stability, total porosity and bulk density. Therefore, the mechanical weed control, associated to the fertilization with poultry litter, is a good alternative to improve chemical properties of these acidic and nutrient deficient soils, helping to increase apple productivity, especially in agro-ecological production systems.

KEY WORDS: poultry litter, apple, nutrients, Inceptisol.

INTRODUÇÃO

O uso da adubação orgânica vem crescendo devido ao custo elevado dos adubos industrializados e à maior oferta dos resíduos oriundos dos criatórios de aves e suínos. A adição de esterco de suíno, em geral, apenas mantém estável o teor de matéria orgânica (SCHERER et al., 1984), enquanto o esterco de aves pode elevar a capacidade de troca de cátions e a disponibilidade de nutrientes para as plantas (SCHERER et al., 1986). A cama de aviário pode, também, atuar como condicionador de solo e melhorar as propriedades físicas (EPSTEIN et al., 1976), resultando em qualidade estrutural favorável à emergência de plântulas, desenvolvimento radicular, aeração, infiltração e movimento de água no perfil do solo (KIEHL, 1985).

Apesar dos benefícios, adubações continuadas com esterco de animais podem ocasionar desequilíbrios químicos, físicos e biológicos no solo, cuja gravidade depende da composição desses resíduos, da quantidade aplicada, da capacidade de extração das plantas, do tipo de solo e do tempo de utilização do esterco (BURTON, 1996; SEGANFREDO, 2000).

Nas áreas de produção de fruteiras de clima temperado, uma prática que merece ser avaliada é o manejo das plantas espontâneas. As raízes podem atuar diretamente na agregação do solo através da

pressão sobre as partículas do solo ou pela liberação de exsudatos orgânicos. Junto com a fitomassa da parte aérea, constituem fonte de energia para os microorganismos, contribuindo, assim, para a produção de polissacarídeos, que atuam na agregação (TISDALL e OADES, 1982). A fitomassa mantida na superfície protege o solo contra a erosão, mantém a infiltração e aumenta o armazenamento de água no solo (SCHICK et al., 2000). Assim, as plantas espontâneas podem interferir na qualidade do solo, especialmente nas condições de pomares, onde a vegetação é mantida nas entrelinhas da cultura. Além do aspecto físico, os resíduos vegetais mantidos na superfície do solo contribuem para a ciclagem de nutrientes (FÁVERO et al., 2000) e para o aumento do carbono orgânico do solo (BAYER e MIELNICZUK, 1997).

Este estudo objetivou avaliar as alterações nas propriedades químicas e físicas de um Neossolo Litólico, afetadas pelo manejo de plantas espontâneas e pela adição de cama de aviário, num pomar de maçã.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em São Joaquim, SC, a 1.280 m de altitude, num Neossolo Litólico. O clima na região é caracterizado como subtropical úmido, sem estação seca durante o ano e com geadas frequentes e severas no inverno, Cfb segundo a classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 13,5 °C e a precipitação média anual de 1.561 mm (EMBRAPA, 2004). O pomar comercial de macieira foi implantado em 1985, com a cultivar Fuji sobre porta-enxerto Marubakaido, com espaçamento de 4,0 x 6,5 m. Para implantação do pomar, uma fina camada de solo das entrelinhas foi removida e adicionada nas linhas de plantio da macieira, para favorecer o crescimento das mudas, já que o solo era raso, na maioria da área. As características químicas do solo na época da implantação do experimento, avaliadas segundo Tedesco et al. (1995), encontram-se na Tabela 1.

Em 1996, o trabalho foi efetivamente iniciado com a demarcação das parcelas a campo segundo o delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, arranjado em parcelas sub-sub-divididas. Os tratamentos estabelecidos nas parcelas principais

Tabela 1 - Características químicas e físicas do Neossolo Litólico na camada de 0 a 20 cm, na época de implantação do pomar de maçã. São Joaquim, SC, 1985. Metodologia de Tedesco et al. (1995).

pH em água	P	K	Ca	Mg	Al	MO	Argila	Silte	Areia
	— mg kg ⁻¹ —		—— cmol _c kg ⁻¹ ——		———— g kg ⁻¹ —————				
6,5	27	198	9,9	6,4	0	88	335	395	270

de 48 x 6,5 m foram dois manejos de plantas espontâneas: a) químico, com uso de herbicidas, no qual o solo é mantido com pouca cobertura durante todo ano; e b) mecânico, com uso de trator e roçadora, mantendo-se os resíduos na superfície do solo. Nas sub-parcelas (12 x 6,5 m), aplicou-se na superfície do solo sem incorporação, cama de aviário na projeção da copa, nas doses de 0, 5, 10 e 20 Mg ha⁻¹ de massa seca, parceladas em duas vezes, a primeira metade em abril, após a colheita, e a segunda metade em setembro, no início da brotação.

As amostras de solo foram coletadas seis anos após a implantação do experimento, em setembro de 2002, depois da aplicação da segunda dose anual da cama de aviário, após o florescimento da macieira. As camadas avaliadas (sub-sub-parcelas) foram de 0-5, 5-10 e 10-20 cm de profundidade. O solo foi amostrado na linha de plantio, em trincheiras quadradas com 0,4 m de lado. Nas amostras deformadas foram determinados os teores de Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺ e Al³⁺ trocáveis, pH em água e carbono orgânico (TEDESCO et al., 1995). A estabilidade de agregados foi determinada por peneiramento úmido (KEMPER e CHEPIL, 1965), e expressa pelo diâmetro médio geométrico dos agregados (DMG). Em novembro de 2003, amostras com estrutura preservada foram coletadas na linha de plantio, nas camadas de 0-5 e 5-10 cm, para determinar a distribuição do tamanho de poros e a densidade do solo (BLAKE e HARTGE, 1986). Na safra de 2003, foram coletadas todas as frutas de três plantas por parcela, para determinar o número de frutos por planta, massa média dos frutos e produtividade.

A significância dos efeitos dos fatores manejo de plantas espontâneas, doses de cama de aviário, camada de coleta e suas interações, foi avaliada através

da análise de variância. Quando houve significância para os fatores qualitativos (manejo de plantas e camadas) foram comparados pelo teste t (DMS a 5%) e para o fator quantitativo (doses) foram ajustadas equações de regressão (p = 1 e 5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de cátions básicos no solo foram influenciados pelos fatores manejo de plantas espontâneas, doses de cama de aviário aplicadas e camada de solo amostrado (Tabela 2), com influência nos atributos relacionados à acidez do solo. Já, as propriedades físicas, com exceção da porosidade total e densidade do solo, foram influenciadas, somente, pelo fator camada de coleta.

As respostas às doses de cama de aviário foram crescentes para teor de cálcio no solo, sendo os maiores incrementos observados nas camadas de 0 a 5 e 5 a 10 cm de profundidade em relação à camada subjacente (Figura 1). Este comportamento é explicado pelos teores deste elemento na composição da cama aplicada (Tabela 3), associado à forma de aplicação e ciclagem deste nutriente pelas plantas espontâneas (FÁVERO et al., 2000).

Os teores de magnésio no solo foram maiores no manejo mecânico das plantas espontâneas com roçadora (6,7 cmol_c kg⁻¹), comparado ao manejo com herbicidas (5,4 cmol_c kg⁻¹), concordando com Fávero et al. (2000), os quais encontram teores maiores de Mg no solo com plantas espontâneas quando comparadas às leguminosas utilizadas como adubo verde. O Mg⁺², à semelhança do Ca⁺², teve efeito significativo na interação dose x camada, com variação de 5,1 a 7,3 cmol_c kg⁻¹. Na camada de 5 a 10 cm a aplicação de cama de aviário reduziu os teores de Mg, tendência não observada nas demais

Tabela 2 - Níveis de significância da análise da variância para as propriedades químicas e físicas do Neossolo Litólico, num pomar macieira submetido a dois manejos de plantas espontâneas (Man), aplicação de quatro doses de cama de aviário (Dose) e camadas de solo avaliadas (Cam), São Joaquim, SC, 2002.

Atributo ⁽¹⁾	Manejo	Dose	Cam	Man x Dose	Man x Cam	Dose x Cam	Man x Dose x Cam
Propriedades químicas							
Ca ²⁺	ns	*	*	ns	ns	*	ns
Mg ²⁺	**	ns	ns	ns	ns	**	ns
Na ⁺	ns	*	*	*	**	*	*
K ⁺	ns	*	*	ns	ns	ns	ns
Al ³⁺	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
m %	ns	*	*	*	ns	ns	ns
pH água	**	*	*	*	ns	ns	ns
S	ns	*	*	**	ns	**	ns
CTCpH _{7,0}	ns	*	*	**	ns	**	ns
Nitrato	ns	*	**	*	ns	ns	**
Amônio	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CO	*	ns	*	ns	ns	ns	ns
Propriedades físicas							
DMG	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
Macro	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
Micro	ns	ns	*	ns	**	ns	ns
PT	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
DS	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

¹ Ca = cálcio; Mg = magnésio; Na = sódio; K = potássio; Al = alumínio; m = saturação por alumínio; S = soma de bases; CTC pH₇ = capacidade de troca de cátions a pH₇; CO = carbono orgânico; DMG = diâmetro médio geométrico dos agregados; Macro = macroporosidade; Micro = Microporosidade; PT = porosidade total; DS = densidade do solo; ns = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%. Número de amostras para calcular a média dos fatores: manejo = 48; dose = 24; camada = 32; manejo x dose = 12; manejo x camada = 16; dose x camada = 8; manejo x dose x camada = 4.

camadas (Figura 1).

O teor médio de K⁺ no solo está acima do teor crítico que é de 0,22 cmol_c kg⁻¹ (COMISSÃO, 2004), aumentando de 0,42 cmol_c kg⁻¹, na camada de 10 a 20 cm, para 0,61 cmol_c kg⁻¹, na camada de 0 a 5 cm (Figura 2a). Um dos fatores que contribuiu para o acúmulo deste cátion na camada de 0-5 cm, foi a alta concentração do K⁺ na composição (Tabela 3) e a forma de aplicação da cama de aviário. Houve efeito linear e positivo para potássio devido à aplicação de doses crescentes de cama de aviário (Figura 2b), considerada por Ceretta et al. (2003) como uma

resposta decorrente da utilização de dejetos animais como fertilizantes orgânicos em áreas agrícolas.

O manejo de plantas espontâneas e as demais interações não influenciaram os teores de potássio no solo (Tabela 2). Entretanto, Fávero et al. (2000) demonstraram a influência de plantas espontâneas na ciclagem de nutrientes como P, K⁺ e Mg²⁺, chegando a acumular até três vezes mais quando comparados com leguminosas tradicionalmente utilizadas como adubos verdes. Dentre as plantas espontâneas encontradas, se destacaram a *Portulaca oleracea*, *Euphorbia heterophylla*, *Bidens pilosa*, *Commelina*

Tabela 3 - Caracterização química e física da cama de aviário aplicada no Neossolo Litólico cultivado com pomar de maçã. São Joaquim, SC, 2002. Metodologia de Tedesco et al. (1995).

N	P	K	Ca	Mg	C	Ug	Fe	Mn	Zn	Cu	B
g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹					
21	27	22	84	8	309	404	2.668	662	438	161	49

N = nitrogênio P = fósforo, K = potássio, Ca = cálcio, Mg = magnésio, C = carbono orgânico, Ug = umidade gravimétrica, Fe = ferro, Mn = manganês, Zn = zinco, Cu = cobre e B = boro.

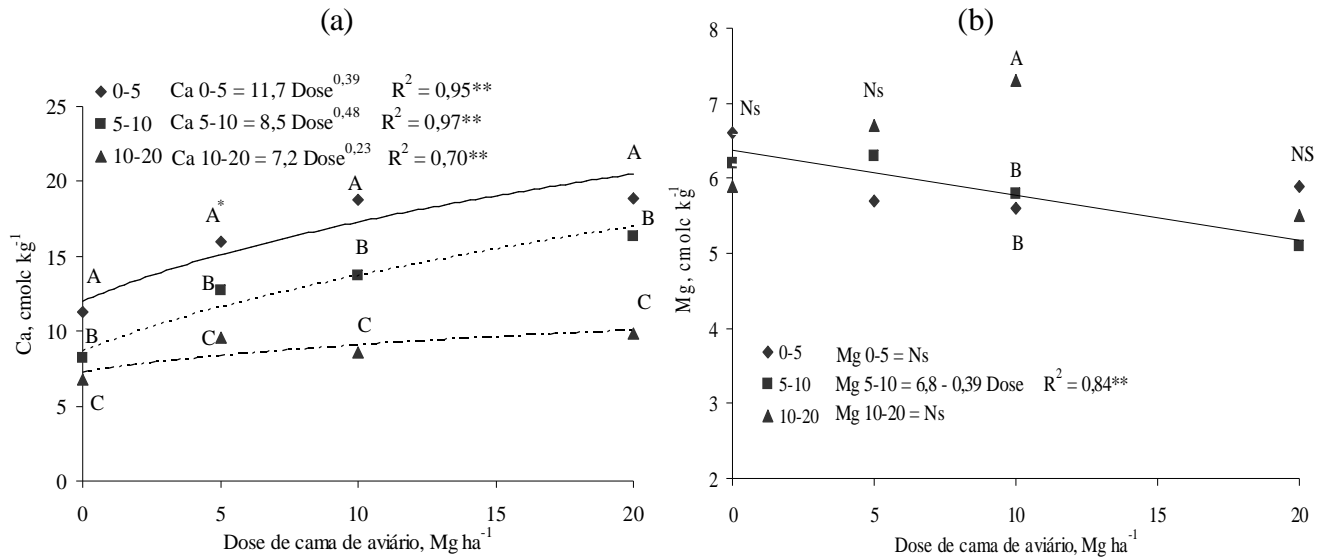


Figura 1 - Teores de cálcio (a) e magnésio (b) trocáveis em diferentes camadas do Neossolo Litólico, em pomar de macieira, na média de dois manejos de plantas espontâneas em função de doses de cama de aviário e camadas amostradas. São Joaquim, SC, 2002.

*Letras maiúsculas comparam camadas em cada dose (DMS 5%). n = 8. ** = significativo a 1%.

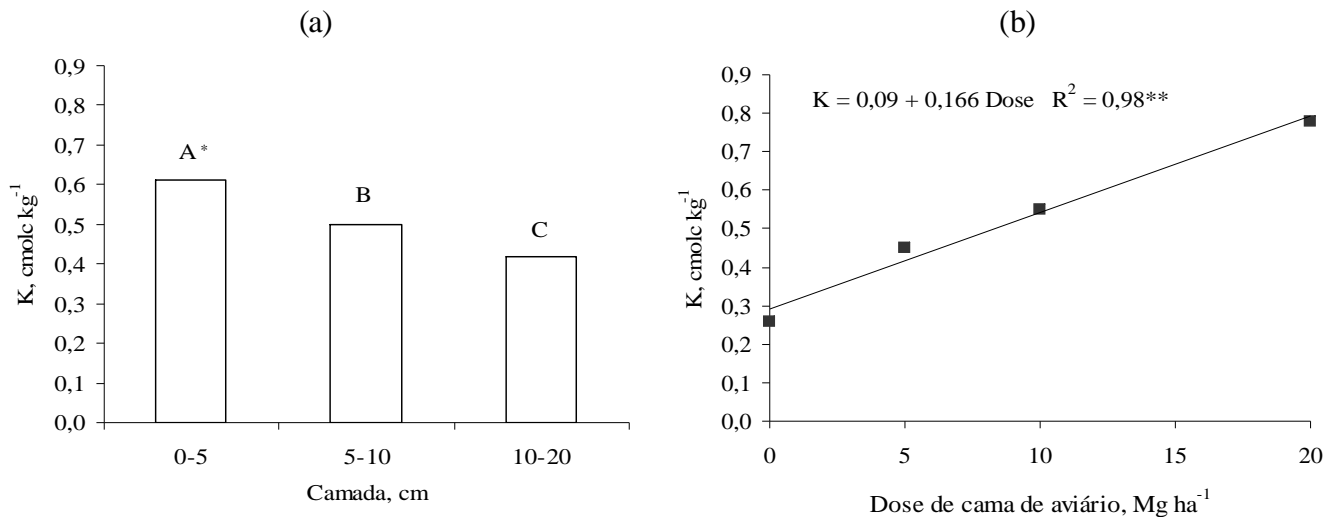


Figura 2 - Teores de potássio trocável do Neossolo Litólico no pomar de macieira: na média dos manejos de plantas espontâneas, mostrando o efeito das camadas (a; n = 32) e doses de cama de aviário (b; n = 24). São Joaquim, SC, 2002.

*Letras maiúsculas comparam camadas (DMS 5%). ** = significativo a 1%.

benghalensis e *Melampodium perfoliatum*.

Os teores de sódio no solo foram alterados pelos fatores dose, camada e todas as interações (Tabela 2), variando de 0,14 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, sem uso de cama de aviário e no manejo com herbicida, até 0,34 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, na dose de 20 Mg ha^{-1} de cama de aviário e manejo mecânico com roçadas. Seus teores aumentaram especialmente na camada superficial com o aumento das doses de cama de aviário (Figura 3a e 3b).

A soma de bases e a CTC efetiva tiveram o mesmo padrão de variação entre os fatores, pois o teor de Al diferiu muito pouco entre os tratamentos. A soma de bases aumentou de 12,6 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, no manejo com herbicida e dose zero de cama de aves, para 22,7 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ no manejo com herbicida e dose 20 Mg ha^{-1} (Tabela 4). A CTC efetiva aumentou de 13,1 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, no manejo com herbicida e dose zero, para 23,0 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, no manejo com herbicida e dose 20 Mg ha^{-1} . Tanto a soma de bases, quanto a CTC efetiva foram maiores na dose zero do manejo de plantas com roçadas comparado com o herbicida, possivelmente, relacionado ao maior crescimento de plantas e a manutenção dos resíduos sobre o solo. No manejo de plantas espontâneas com herbicida, tais atributos químicos aumentaram com a aplicação de cama de aviário. Em todas as camadas, a soma de bases e a CTC efetiva aumentaram com as doses de cama de aviário, com maiores efeitos nas maiores doses e na camada de 0 a 5 cm.

Os teores de Al^{3+} trocável no solo estiveram abaixo de 0,5 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, e a saturação por alumínio inferior a 6%, e não tiveram efeito dos fatores testados. Estes valores são considerados baixos (COMISSÃO, 2004), sendo recomendados para sistemas de produção de maçãs muito exigentes em nutrientes e corretivos. Ernani e Gianello (1983) em Neossolo Litólico, observaram redução do alumínio trocável com a aplicação de cama de aviário, estando relacionado ao aumento do pH em água, possivelmente devido à amônia liberada na decomposição de resíduos orgânicos e às reações de complexação, além da concorrência direta por sítios de ligação, ocorrendo liberação do Al trocável para a solução do solo e sua complexação.

Os fatores camada e a interação manejo das plantas espontâneas x dose de cama de aviário,

influenciaram o pH em água do solo. Com as adições de cama de aviário e de calcário na superfície, durante as práticas de correção e adubação, o pH foi de 6,8, na camada de 0 a 5 cm, diminuindo para 6,2, na camada de 10 a 20 cm (Figura 4a). No tratamento sem cama de aviário o pH do solo foi maior no sistema roçado em relação ao controle com herbicidas. Neste caso, observou-se resposta quadrática positiva às doses de adubos orgânicos (Figura 4b).

O ânion nitrato (NO_3^-), que representa a principal forma do nitrogênio mineral existente em solos aerados, foi influenciado pelo fator camada amostrada e pela interação entre manejo das plantas espontâneas e dose de cama de aviário. Os teores médios de nitrato variaram de 2 a 7 mg dm^{-3} (Figura 5), considerados baixos sob os aspectos agrônomico e ambiental (EPA, 1999). Como os íons nitrogenados são muito dinâmicos no solo, grandes variações na sua concentração podem ser observadas, especialmente em decorrência das adubações ou em função das condições de manejo adotadas (MEURER, 2000). A maior concentração de nitrato foi encontrada na camada de 10 a 20 cm em relação às camadas superficiais (Figura 5a), em função de sua mobilidade no solo. No manejo com roçadas foi observada resposta quadrática negativa às doses de cama de aviário (Figura 5b).

Os teores de amônio não foram influenciados pelos tratamentos e foram caracterizados como baixos, sempre inferiores a 6,6 mg kg^{-1} . O amônio presente no solo ou proveniente do adubo orgânico pode sofrer rapidamente nitrificação, além de poder, também, ser perdido por volatilização. Para reduzir a perda de nitrogênio por volatilização de amônia a partir da cama de aviário, recomenda-se a aplicação de compostos tais como o gesso agrícola, sulfato de alumínio e outros aditivos (OLIVEIRA et al., 2003).

O teor de carbono orgânico do solo variou de 47 g kg^{-1} , na camada de 10-20 cm, a 52 g kg^{-1} , na camada de 0-5 cm. Entre os manejos de plantas espontâneas, variou de 46 g kg^{-1} , no manejo com herbicida, a 53 g kg^{-1} no manejo mecânico das plantas, o que reflete variações na quantidade de fitomassa produzida e de resíduos adicionados ao solo pelas plantas espontâneas. As doses de cama de aviário não influenciaram o teor de carbono orgânico, provavelmente, pela maior atividade microbiana nas

Tabela 4 - Soma de bases (S) e capacidade efetiva de troca de cátions (CTC) do Neossolo Litólico, no pomar de macieira submetido a dois manejos de plantas espontâneas e quatro doses de cama de aviário, com desdobramento das interações, manejo de plantas espontâneas x dose, e dose x camada. São Joaquim, SC, 2002.

Dose	S		CTC	
	Herbicida	Roçadas	Herbicida	Roçadas
Mg ha ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹			
0	B 12,6 b ⁽¹⁾	A 18,2 a	B 13,1 b	A 18,3 a
5	NS 19,2 a	20,1 a	NS 19,4 a	20,3 a
10	NS 19,1 a	22,3 a	NS 19,4 a	22,5 a
20	NS 22,7 a	20,4 a	NS 23,0 a	20,7 a

Dose	Camada	S		CTC	
		cmol _c kg ⁻¹			
Mg ha ⁻¹	cm				
0	0-5	B 18,4 a			C 18,7 a
	5-10	C 14,8 b			C 15,1 b
	10-20	B 13,1 b			B 13,4 b
5	0-5	A 22,4 a			B 22,6 a
	5-10	B 19,7 b			B 19,8 b
	10-20	A 16,8 c			A 17,0 c
10	0-5	A 25,5 a			A 25,7 a
	5-10	B 20,2 b			B 20,3 b
	10-20	AB 16,4 c			A 16,7 c
20	0-5	A 26,0 a			A 26,3 a
	5-10	A 22,3 b			A 22,7 b
	10-20	AB 16,3 c			A 16,5 c

¹Letras maiúsculas comparam efeito do manejo das ervas em cada dose, e da dose em cada camada; as letras minúsculas comparam efeito da dose em cada manejo das ervas, e da camada em cada dose de cama de aviário (DMS a 5%).

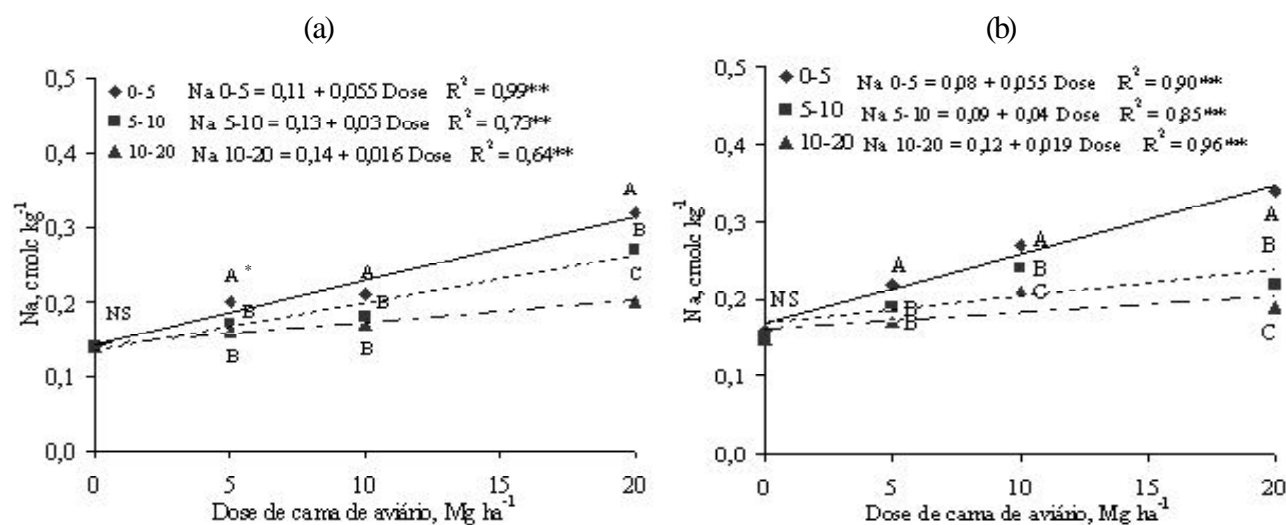


Figura 3- Teores de sódio sob manejo das plantas espontâneas: mecânico com roçadas (a; n = 4) e com herbicidas (b; n = 4), em função da aplicação de doses de cama de aviário nas das camadas avaliadas, no Neossolo Litólico. São Joaquim, SC, 2002.

*Letras maiúsculas comparam camadas em cada dose e manejo das plantas espontâneas (DMS 5%). NS = não significativo; * = significativos a 1%; ** = significativos a 5%.

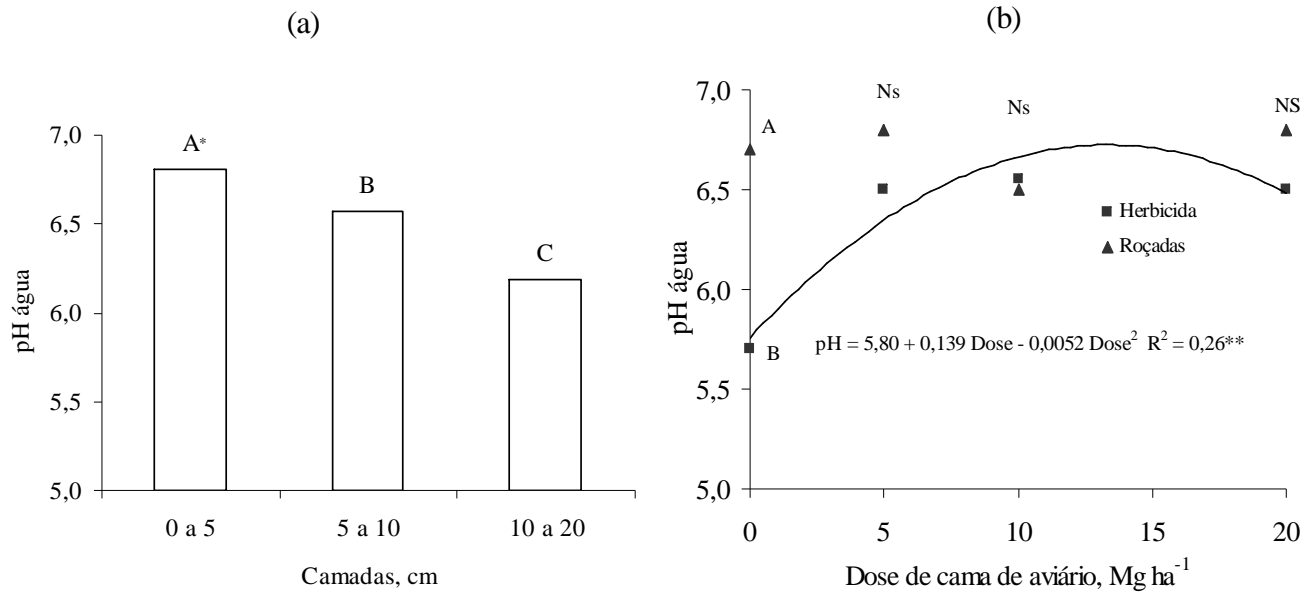


Figura 4- pH em água no Neossolo Litólico em pomar de macieira: efeito dos fatores camada amostrada (a; n = 32) e a interação manejo de plantas espontâneas x doses de cama de aviário (b; n = 12). São Joaquim, SC, 2002.

*Letras maiúsculas comparam o efeito das camadas amostradas (a) e os manejos de plantas espontâneas em cada dose de cama (b), DMS 5%, ** significativo a 1%.

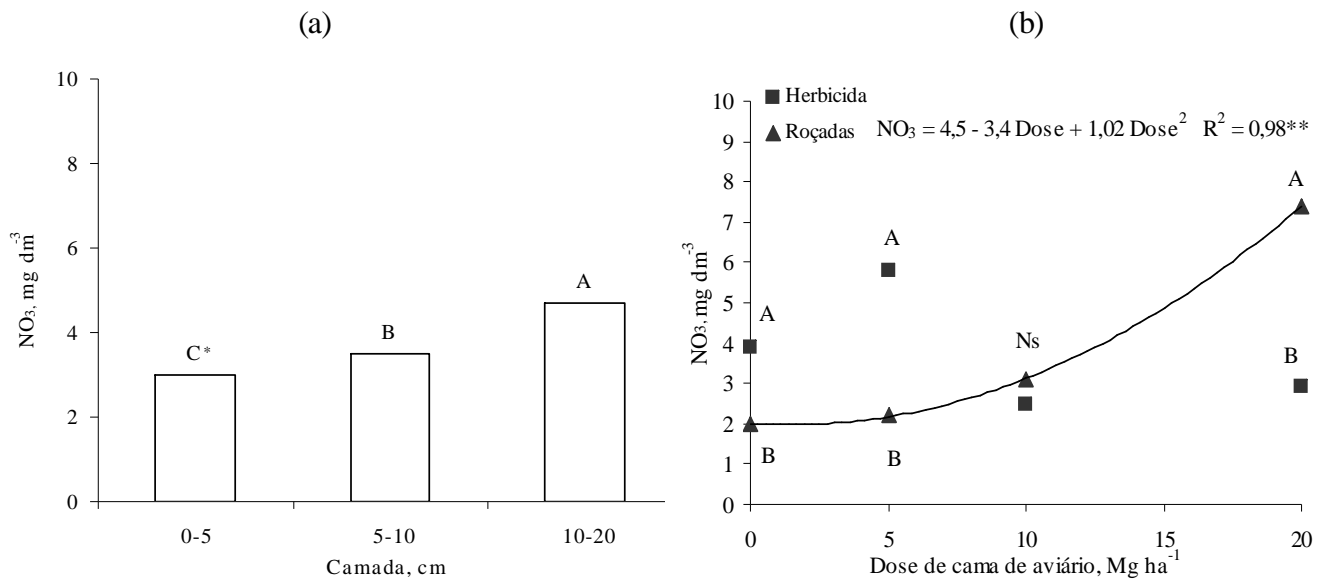


Figura 5- Teores de nitrato no Neossolo Litólico em pomar de macieira: efeito dos fatores camada amostrada (a; n = 32) e a interação manejo de plantas espontâneas x doses de cama de aviário (b; n = 12), em São Joaquim, SC.

* Letras maiúsculas comparam o efeito das camadas amostradas e os manejos de plantas espontâneas em cada dose de cama (DMS 5%). ** significativo a 1%.

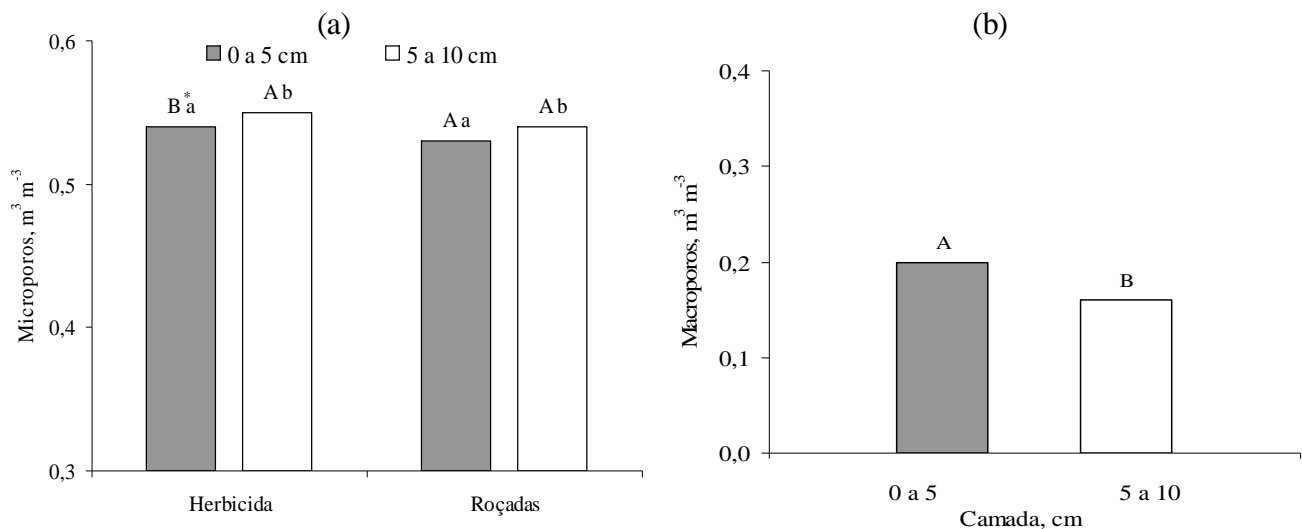


Figura 6- Microporosidade no Neossolo Litólico em pomar de macieira com interação controle de plantas espontâneas e camada (a) e macroporosidade evidenciando o fator camada (b), em São Joaquim, SC.

* Letras maiúsculas comparam o efeito das camadas e minúsculas o efeito do manejo de plantas em cada camada (DMS 5%).

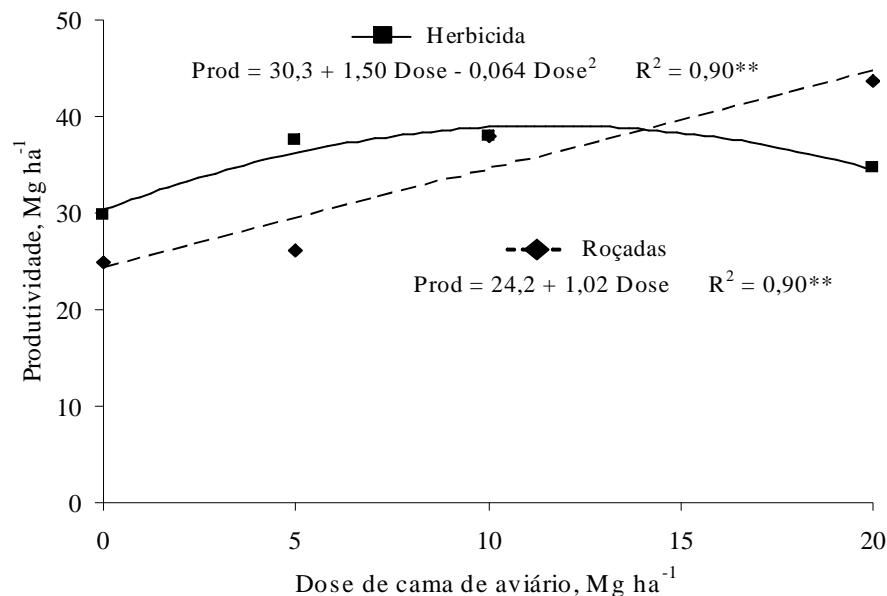


Figura 7- Produtividade de frutos no pomar de macieira na safra de 2003, sob dois manejos de plantas espontâneas, com herbicida e roçadas, e quatro doses de cama de aviário, no Neossolo Litólico. São Joaquim, SC. ** significativo a 1%.

maiores doses, estimulada pelo aumento de pH e adição de cátions trocáveis e outros elementos químicos com a cama de aviário.

A estabilidade de agregados do solo expressa pelo diâmetro médio geométrico, diferiu entre as camadas avaliadas, sendo maior na camada de 0 a 5 cm (1,8 mm), e menor na camada de 10 a 20 cm

(1,4 mm), o que pode estar relacionado ao acúmulo de carbono orgânico e à influência direta das raízes na camada superficial. O efeito positivo da matéria orgânica sobre a estabilidade dos agregados é uma das relações normalmente observadas em solos agrícolas sob diferentes sistemas de manejo (REICHERT et al., 1993). Deve-se ressaltar que os

Tabela 5- Produção de frutos em pomar de macieira, na safra de 2003, num Neossolo Litólico, submetido a manejos de plantas espontâneas e doses de cama de aviário. São Joaquim, SC.

Manejo plantas	Dose cama Mg ha ⁻¹	Número frutos/planta	Massa média fruto kg
Herbicida	0	606	0,128
	5	752	0,129
	10	718	0,138
	20	650	0,139
Roçadas	0	498	0,129
	5	546	0,124
	10	714	0,139
	20	832	0,137

agregados maiores que 1 mm, podem caracterizar solos com adequada qualidade estrutural para o desenvolvimento das culturas (ÂNGULO et al., 1984).

A microporosidade aumentou de 0,53 m³m⁻³ na camada de 0 a 5 cm, para 0,55 m³ m⁻³, na camada de 5 a 10 cm (Figura 6a), enquanto a macroporosidade diminuiu, concomitantemente, de 0,20 para 0,16 m³ m⁻³ (Figura 6b). Houve variações na microporosidade quando se avaliou a interação manejo de plantas e camadas; entretanto, as diferenças foram de apenas 0,01 m³ m⁻³. Essas variações na porosidade do solo podem ser relacionadas às modificações estruturais provocadas pelo crescimento das raízes, tanto das macieiras, quanto das plantas espontâneas. Outro fator que pode interferir neste sentido são os ciclos de umedecimento e secagem associados à extração de água pelas raízes, que influenciam na aproximação e distanciamento das partículas do solo, principalmente na camada superficial. A porosidade total e a densidade do solo não foram influenciadas pelos tratamentos, com variação de 0,55 a 0,60 m³ m⁻³, e de 1,06 a 1,15 Mg m⁻³, respectivamente (resultados não apresentados).

A resposta das macieiras à adubação e ao manejo do solo, em termos de produtividade de frutos, evidenciou efeito dos tratamentos (NUERNBERG et al., 2000). Na avaliação da safra de 2003, a produtividade de frutos, foi afetada pelas doses de cama de forma diferentemente em função do manejo de plantas. No manejo das plantas espontâneas com herbicida a resposta foi quadrática positiva, com ponto de máxima produtividade de frutos em 11,7 Mg ha⁻¹

de cama de aviário (Figura 7). No tratamento roçado a resposta foi linear e positiva às doses de cama, supostamente pela maior competição das plantas espontâneas que cobrem o solo durante todo o ano com as macieiras. A produtividade variou de 24,9 a 43,7 Mg ha⁻¹ valores esses acima da média nacional que é de 24,2 Mg ha⁻¹ (ASSOCIAÇÃO, 2007). O aumento na produtividade esteve relacionado com o número de frutos por planta. No manejo com roçadas, passou de 498 frutos por planta, na dose zero, para 832 frutos por planta, na dose de 20 Mg ha⁻¹ (Tabela 5).

CONCLUSÕES

1. O manejo mecânico das plantas espontâneas aumenta os teores de magnésio, carbono orgânico e o pH em água e reduz a saturação por alumínio em comparação ao método com herbicida.
2. A adição de cama de aviário, devido a sua composição química, aumenta os teores de cálcio, sódio e potássio, com conseqüências na soma e saturação por bases, reduz a acidez, mas não altera as propriedades físicas do Neossolo.
3. O manejo mecânico de plantas espontâneas com roçadas, e a aplicação de cama de aviário são alternativas viáveis em sistema de produção de maçã em solos ácidos e com deficiência de nutrientes, para aumentar a produtividade de pomares de macieira, especialmente em sistemas de produção agroecológicos.

AGRADECIMENTOS

À UDESC, a EPAGRI, ao CNPq e ao Sr. Sebastião Fukoshima, os nossos agradecimentos pela oportunidade e apoio para a realização deste trabalho. Aos revisores pelas importantes contribuições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGULO, R.J.; ROLOFF, G.; SOUZA, M.L.P. Correlação entre diferentes formas de determinação e representação da estabilidade e resistência dos agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, p. 7-12, 1984.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE MAÇÃ. ABPM. Disponível em: <<http://www.abpm.org.br>>. Acesso em: 15 jan. 2007.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, p.105-112, 1997.
- BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A. (ed). **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p.363-375.
- BURTON, C.H. **Manure management**: treatment and strategies for sustainable agriculture. Wrest Park: Silsoe Research Institute, 1996. 181p.
- CERETTA, C.A.; DURIGON, R.; BASSO, C.J. et al. Características químicas do solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, p. 729-735, 2003.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **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 - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 745p. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 46.
- ENVIRONMENTAL PROTECT AGENCY. EPA. Disponível em: <<http://www.epa.gov>>. Acesso em: 15 jun. 2004.
- EPSTEIN, E.; TAYLOR, J.M.; CHANEY, R.L. Effects of sewage sludge and sludge compost applied to soil physical and chemical properties. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.5, p. 422-426, 1976.
- ERNANI, P.R.; GIANELLO, C. Diminuição do alumínio trocável do solo pela incorporação de esterco de bovinos e cama de aviário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, p. 161-165, 1983.
- FÁVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L.M. et al. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p. 171-177, 2000.
- KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ceres, 1985. 492p.
- KEMPER, W.D.; CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. In: KLUTE, A. (ed). **Methods of soil analysis**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p.635-662.
- MEURER, E.J. **Fundamentos da química do solo**. Porto Alegre: Gênese, 2000. 174p.
- NUERNBERG, N.J. Resposta da macieira cv. Fuji à cama de aviário. In: REUNIÃO SUL BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 3., 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p.358-362.
- OLIVEIRA, M.C.; ALMEIDA, C.V.; ANDRADE, D.O. et al. Teor de matéria seca, pH e amônia volatilizada de cama de frango tratada ou não com diferentes aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, p. 951-954, 2003.
- REICHERT, J.M.; VEIGA, M.; CABEDA, M.S.V. Índices de estabilidade de agregados e suas relações com as características e parâmetros do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, p. 283-290, 1993.
- SEGANFREDO, M.A. **A questão ambiental na utilização de dejetos suínos como fertilizante do solo**. Concórdia: EMBRAPA, 2000. 35p.
- SCHERER, E.E.; CASTILHOS, E.G.; JUCKSCH, I. et al. **Efeito da adubação de esterco suíno, nitrogênio e fósforo**. Florianópolis: EMPASC, 1984, 26p. Boletim Técnico, 24.
- SCHERER, E.E.; NADAL, R.; CASTILHOS, E.G. **Utilização de esterco de aves e adubo fosfatado**

na cultura do milho. Florianópolis: EMPASC, 1986, 36p. Boletim Técnico, 35.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BATISTELA, O.; BALBINOT JUNIOR, A.A. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: I- Perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p. 427-436, 2000.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995, 174p. Boletim Técnico de Solos, 5.

TISDALL, J.; OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **Journal of Soil Science**, Oxford, v.33, p. 141-163, 1982.