

CESAR ALESSANDRO OLIVEIRA DE ARRUDA

**ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO INFLUENCIADOS PELA
APLICAÇÃO DE DEJETOS SUÍNOS EM LAVOURA SOB PLANTIO DIRETO**

LAGES - SC

2007

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS
MESTRADO EM CIÊNCIA DO SOLO

CESAR ALESSANDRO OLIVEIRA DE ARRUDA

**ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO INFLUENCIADOS PELA
APLICAÇÃO DE DEJETOS SUÍNOS EM LAVOURA SOB PLANTIO DIRETO**

**Dissertação apresentada como requisito
parcial para obtenção do título de mestre no
Curso de Pós-Graduação em Ciência do
Solo da Universidade do Estado de Santa
Catarina – UDESC.**

**Orientador: Prof. Dr. Álvaro Luiz Mafra
Co-orientador: Prof. Dr. Paulo Cezar Cassol**

LAGES - SC

2007

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Renata Weingärtner Rosa – CRB 228/14ª Região
(Biblioteca Setorial do CAV/UDESC)

Arruda, Cesar Alessandro Oliveira de
Atributos químicos e físicos do solo influenciados pela
aplicação de dejetos suínos em lavoura sob plantio direto /
Cesar Alessandro Oliveira de Arruda – Lages, 2007.
48 p.

Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências
Agroveterinárias / UDESC.

1. Suíno – Esterco .2. Adubação orgânica.
I. Título.

CDD – 631.81

CESAR ALESSANDRO OLIVEIRA DE ARRUDA

Graduado em Agronomia – CAV/UDESC – Lages - SC

**ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO INFLUENCIADOS PELA
APLICAÇÃO DE DEJETOS SUÍNOS EM LAVOURA SOB PLANTIO DIRETO**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, para obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo.

Aprovado em: 13/06/2007
Pela banca examinadora

Homologado em:
Por:

Prof. Dr. Álvaro Luiz Mafra
CAV/UDESC – Orientador

Prof. Dr. Osmar Klauberg Filho
Coordenador Técnico do Curso
de Mestrado em Ciência do
Solo e Coordenador do
Programa de Mestrado em
Agronomia UDESC/Lages, SC

Prof. Dr. Paulo Cezar Cassol
CAV/UDESC – Co-orientador

Dr. Eloi Erhard Scherer
CEPAF/EPAGRI – Chapecó

Prof. Dr. Adil Knackfuss Vaz
Diretor Geral do Centro de
Ciências Agroveterinárias -
UDESC/Lages, SC

Lages, Santa Catarina

**Aos meus pais, Antônio Cesar Alves de Arruda e
Joaquina Oliveira de Arruda,
Dedico.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Nossa Senhora dos Prazeres, a minha padroeira.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Álvaro Luiz Mafra, pela orientação, amizade, compreensão e paciência.

Ao Prof. Dr. Paulo Cezar Cassol, pela área experimental e pela amizade.

Ao agricultor Celso Rettore pela área que disponibilizou para o experimento.

Aos funcionários do Departamento de Solos.

Aos colegas de mestrado, Maurício, Jerusa, Tatiana, e Henrique pela amizade e companheirismo.

Ao amigo Leonardo Biffi, pela grande amizade e pelo georeferenciamento da área experimental.

À UDESC pela minha formação profissional.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À minha noiva Rafaela M. Boscato, pelo amor, carinho e paciência nos momentos mais difíceis, deste mestrado.

À minha irmã Alessandra Oliveira Arruda, que sempre dividiu comigo as minhas aflições.

E em especial aos meus pais, Joaquina Oliveira Arruda e Antônio Cesar Alves Arruda, por ter me abençoado com todo o amor do mundo. Obrigado pela formação do meu caráter.

RESUMO

O aumento na produção de suínos confinados tem gerado grande volume de dejetos, sendo em geral descartados no solo como fertilizante. Sendo assim, adubações em excesso e, ou, continuadas com esse resíduo poderão ocasionar impactos ambientais indesejáveis, destacando-se os desequilíbrios químicos, físicos e biológicos no solo, poluição das águas, perdas de produtividade e de qualidade de produtos agropecuários. O objetivo do trabalho foi estimar o efeito da aplicação de doses crescentes de dejetos suíno, em atributos químicos e físicos do solo em sistema de semeadura direta, servindo como referencial para o aproveitamento agrícola deste resíduo, sem comprometer a qualidade e a capacidade produtiva do solo. Este experimento está localizado, no município de Campos Novos, SC, e vem sendo conduzido desde novembro de 2001, sobre um Latossolo Vermelho Distroférico. Os tratamentos são: 1) Testemunha; 2) Adubação mineral conforme a recomendação para o local e cultivos, segundo a Comissão de Fertilidade do Solo; 3) Metade da dose com adubação mineral e metade com dejetos suíno; 4) 25 m³ ha⁻¹ de dejetos suíno; 5) 50 m³ ha⁻¹ de dejetos suíno; 6) 100 m³ ha⁻¹ de dejetos suíno; 7) 200 m³ ha⁻¹ de dejetos suíno; 8) Mata nativa. O delineamento experimental adotado foi o de blocos completamente casualizados, com sub-parcelas e quatro repetições. Os resultados foram submetidos ao teste de F para análise de variância, e comparações das médias pelo teste t. O sistema de cultivo adotado é a sucessão de milho (*Zea mays*) e aveia preta (*Avena strigosa*), sob o sistema de semeadura direta. A amostragem do solo para as análises químicas foi realizada em janeiro de 2006, nas camadas de 0 – 5 ; 5 – 10; 10 – 20 cm de profundidade. Foram determinados os atributos químicos, pH água, teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, carbono orgânico. Já os atributos físicos analisados foram o diâmetro médio geométrico, densidade do solo, macroporos, microporos e porosidade total do solo. Para as condições de condução do experimento, observa-se aumento substancial na disponibilidade de fósforo e de potássio no solo. Não foi constatado efeito das doses de dejetos de suíno sobre acidez do solo, alumínio, cálcio e magnésio no solo. Para os atributos físicos do solo analisados não se verificou efeito das doses de dejetos suíno.

Palavras – Chave: Esterco suíno, adubação orgânica, adubação mineral, descarte de dejetos.

ABSTRACT

The increase in the confined swine production has generated great volume of slurries, being in general applied on the soil as fertilizers. Thus, fertilizations in excess and, or, continued with this residue will be able to cause environmental impacts undesirable, being distinguished the soil chemical, physical and biological disequilibria, pollution of waters, losses in yield and quality of farming products. The objective of the work was evaluated the effect of the application of increasing doses of slurry swine, in soil chemical and physical attributes in a no tillage system being as referential for the agricultural exploitation of this residue, without reducing the quality and the productive capacity of the soil. This experiment is located, at Campos Novos, SC, and has been carried out since November of 2001, on a Red Distroferric Latosol. The treatments were: 1) Control; 2) Mineral fertilization as the recommendation for the soil and crop requirements, according to Commission of Fertility; 3) Half of the dose with mineral fertilization and half with slurry swine; 4) 25 m³ ha⁻¹ of liquid slurry swine; 5) 50 m³ ha⁻¹ of liquid slurry swine; 6) 100 m³ ha⁻¹ of liquid slurry swine; 7) 200 m³ ha⁻¹ of liquid slurry swine; 8) Native forest. The experimental design was of completely random blocks, with split-plots and four replications. The results were submitted to the F test for analysis of variance, and comparisons of the means by t test. The crop system was the succession of maize (*Zea mays*) and black oat (*Avena strigosa*), under the no tillage system. The soil sampling for the chemical analyses was carried during January of 2006, in the layers of 0 - 5; 5 - 10; 10 - 20 cm depth. The chemical attributes, water pH, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, organic carbon contents were determined. The analyzed soil physical attributes were the geometric average diameter, density, macroporosity, microporosity and total porosity. For these experimental conditions, substantial increase in the soil phosphorus and potassium availability was observed. There were no effects of the swine slurry doses on soil acidity, aluminum, calcium and magnesium levels. For the analyzed soil physical attributes was not verified effects of the swine slurry applications.

KEY – WORDS: mineral fertilization, pig slurry, soil disposal, swine manure.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Produção média diária de dejetos nas diferentes fases produtivas dos suínos..... 17
- Tabela 2.** Teores de matéria seca e nutrientes (base seca) e valor do pH observados do dejetos suíno gerado de pocilgas de terminação e mantido em estrumeira aberta pelo período de aproximadamente quarenta dias. Safra 2005/2006..... 24
- Tabela 3.** Produtividade de grãos de milho (*Zea mays*), cultivado sob plantio direto em Latossolo Vermelho distroférico após cinco aplicações anuais dos tratamentos: testemunha (**0**), Adubação mineral (**AM**); Metade da dose com adubação mineral e metade com dejetos suíno (**OM**); **25 m³ ha⁻¹** de dejetos suíno; **50 m³ ha⁻¹** de dejetos suíno; **100 m³ ha⁻¹** de dejetos suíno; **200 m³ ha⁻¹** de dejetos suíno, safras 2003/04, 2004/05, 2005/06..... 26
- Tabela 4.** Resumo da análise da variância e do teste de normalidade dos atributos químico do solo após utilização de crescentes doses de dejetos de suínos, em um Latossolo Vermelho distroférico..... 27
- Tabela 5.** Resumo da análise da variância e do teste de normalidade dos atributos químico do solo após utilização de crescentes doses de dejetos de suínos, em um Latossolo Vermelho distroférico..... 27
- Tabela 6.** Concentração de Ca e Mg trocável na camada de 0 – 20 cm de um Latossolo Vermelho distroférico cultivado sob plantio direto, quatro meses após a última aplicação de dejetos nos tratamentos..... 31
- Tabela 7.** Resumo da análise da variância e do teste de normalidade dos atributos físicos do solo após utilização de dejetos de suínos, em um Latossolo Vermelho distroférico..... 37

Tabela 8. Resumo da análise de da variância e do teste de normalidade dos atributos físicos do solo após utilização de crescentes doses de dejetos líquido de suínos, em um Latossolo Vermelho distroférico..... 37

Tabela 9. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférico, com crescentes doses de dejetos de suíno..... 39

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. a)** pH em água em Latossolo Vermelho distroférico, com diferentes adubações e na condição natural de mata. Letras maiúsculas comparam adubações e letras minúsculas comparam média das profundidades. Testemunha (0); Adubação mineral (AM); Adubação organomineral, $12,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos (OM); Dejetos suíno $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (D50). A barra vertical na Mata indica intervalo de confiança com 5% de probabilidade **b)** Média dos tratamentos 0, 25, 50, 100, $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Letras maiúsculas comparam média das doses de dejetos..... 28
- Figura 2. a)** pH SMP em Latossolo Vermelho distroférico, com diferentes adubações e na condição natural de mata. Letras maiúsculas comparam adubações e letras minúsculas comparam médias das profundidades. Testemunha (0); Adubação mineral (AM); Adubação organomineral, $12,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos (OM); Dejetos suíno $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (D50). A barra vertical na Mata indica intervalo de confiança com 5% de probabilidade **b)** Média dos tratamentos 0, 25, 50, 100, $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Letras maiúsculas comparam média das doses de dejetos..... 28
- Figura 3. a)** pH CaCl_2 em Latossolo Vermelho distroférico, com diferentes adubações e na condição natural de mata. Letras maiúsculas comparam adubações e letras minúsculas comparam média das profundidades. Testemunha (0); Adubação mineral (AM); Adubação organomineral, $12,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos (OM); Dejetos suíno $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (D50). A barra vertical na Mata indica intervalo de confiança com 5% de probabilidade **b)** Média dos tratamentos 0, 25, 50, 100, $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Letras maiúsculas comparam média das doses de dejetos..... 29
- Figura 4.** Alumínio em Latossolo Vermelho distroférico, com diferentes adubações e na condição natural de mata. Letras maiúsculas comparam adubações. Testemunha (0); Adubação mineral (AM); Adubação organomineral, $12,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos (OM); Dejetos suíno $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (D50). A barra vertical na Mata indica intervalo de confiança com 5% de probabilidade..... 30

Figura 5. a) Fósforo extraível na camada de 0–5, 5–10, 10–20 cm, em um Latossolo Vermelho distroférico, com diferentes adubações e na condição de natural de mata. Letras maiúsculas comparam adubações e letras minúsculas comparam profundidades. Testemunha (0); Adubação mineral (AM); Adubação organomineral, 12,5 m³ ha⁻¹ de dejetos (OM); Dejetos suíno 50 m³ ha⁻¹ (D50). A barra vertical na Mata indica intervalo de confiança com 5% de probabilidade. **b)** Efeito das doses crescentes de dejetos suíno 0, 25, 50, 100, 200 m³ ha⁻¹..... 32

Figura 6. a) Potássio disponível na camada de 0–5, 5–10, 10–20 cm, em um Latossolo Vermelho distroférico, com diferentes adubações e na condição de natural de mata. Letras maiúsculas comparam tratamentos e letras minúsculas comparam camadas. Testemunha (0); Adubação mineral (AM); Adubação organomineral, 12,5 m³ ha⁻¹ de dejetos (OM); Dejetos suíno 50 m³ ha⁻¹ (D50). A barra vertical na Mata indica intervalo de confiança com 5% de probabilidade. **b)** Efeito das doses crescentes de dejetos suíno 0, 25, 50, 100, 200 m³ ha⁻¹..... 34

Figura 7. a) Carbono orgânico em Latossolo Vermelho distroférico. Letras maiúsculas comparam média das adubações, nas camadas de 0–5, 5–10, 10–20 cm para os tratamentos, Testemunha (0); Adubação mineral (AM); Adubação organomineral, 12,5 m³ ha⁻¹ de dejetos (OM); Dejetos suíno 50 m³ ha⁻¹ (D50). **b)** Média das doses de dejetos 0, 25, 50, 100, 200 m³ ha⁻¹. Letras maiúsculas comparam média das doses..... 35

Figura 8. DMG (Diâmetro médio geométrico) em Latossolo Vermelho distroférico, com diferentes adubações e na condição natural de mata. Letras maiúsculas comparam adubações e letras minúsculas comparam média das profundidades. Testemunha (0); Adubação mineral (AM); Adubação organomineral, 12,5 m³ ha⁻¹ de dejetos (OM); Dejetos suíno 50 m³ ha⁻¹ (D50). A barra vertical na Mata indica intervalo de confiança com 5% de probabilidade..... 38

Figura 9. Microporosidade média das profundidades em Latossolo Vermelho distroférico, nos tratamentos 0, 25, 50, 100, 200 m³ ha⁻¹. Letras maiúsculas comparam média das profundidades..... 38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 IMPORTÂNCIA DA ATIVIDADE SUINÍCOLA.....	14
2.2 CARACTERÍSTICAS DOS DEJETOS SUÍNOS E SUA PRODUÇÃO.....	15
2.3 IMPACTOS DO USO DE DEJETOS DE SUÍNOS NO AMBIENTE.....	17
2.4 POTENCIAL FERTILIZANTE DOS DEJETOS SUÍNO E ATRIBUTOS DO SOLO.....	20
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1 PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE MILHO.....	26
4.2 ATRIBUTOS QUÍMICOS DE SOLO.....	27
4.3 ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO.....	36
5. CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS	42

1. INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico na produção de suínos despertou interesse crescente em confinar animais em todas as fases do ciclo produtivo, culminando com elevados índices de produtividade por unidade de área e de tempo. Essa concentração de grande número de animais em pequenas áreas trouxe como consequência, a produção de apreciáveis volumes de dejetos no mesmo lugar. Assim, problemas de ordem técnica, sanitária, econômica, decorrentes do confinamento, têm constituído um desafio para criadores, técnicos e pesquisadores.

Por outro lado, deve-se considerar o potencial fertilizante e a viabilidade econômica do uso desses resíduos em substituição à adubação mineral, no todo ou em parte, para diversas culturas e regiões do Brasil. Ao contrário dos fertilizantes de origem industrial, que podem ser formulados para as condições específicas de cada solo e cultura, estes resíduos apresentam vários nutrientes em quantidades muitas vezes desproporcionais em relação à necessidade das plantas. Sendo assim as adubações com dejetos suínos em excesso ou continuadas podem ocasionar impacto ambiental indesejável, como alterações em atributos químicos, físicos e biológicos no solo, poluição das águas, perdas de produtividade e de qualidade de produtos agropecuários e redução da diversidade de plantas e organismos do solo.

O uso de dejetos pode ter efeito positivo na semeadura direta, pois pode resultar na diminuição nas perdas de água e nutrientes por escoamento superficial, à medida que proporciona incrementos na produção de matéria seca das culturas, aumentando a proteção física que a palha exerce sobre o solo. Contudo, o uso de dejetos deve ser feito com cautela, pois o mesmo contém elementos fertilizantes com potencial poluente.

As informações recentes, para as condições locais, sobre as quantidades e componentes físico-químicos dos dejetos produzidos pelos sistemas criatórios de suínos, ainda não permitiram o adequado dimensionamento das estruturas de

manejo e armazenamento. Em consequência disso, observa-se o hábito de escoar os dejetos diretamente em córregos, riachos, lagoas e rios, causando sérios problemas de degradação do meio ambiente, além da perda de importante fonte de nutrientes. Entretanto, as crescentes altas dos custos dos fertilizantes de origem industrial, vêm induzindo os produtores, técnicos e pesquisadores a um esforço no sentido de usar todos os recursos disponíveis para minimizar os custos de produção dos alimentos destinados à criação. Por sua vez, com investimentos em novos componentes tecnológicos, e o aproveitamento integral e racional, de todos os recursos disponíveis dentro da propriedade rural, aumenta a estabilidade do sistema de produção. Portanto, vem maximizar a eficiência do sistema de produção, reduzindo custos e melhorando a produtividade.

Diante deste contexto elaborou-se a seguinte hipótese: a fertilização crescente com dejetos líquido de suínos em solos agrícolas manejados sob semeadura direta, promove melhoria em atributos físicos e químicos do solo, e interfere na produtividade da cultura do milho.

O objetivo do trabalho foi estimar o efeito da aplicação de doses crescentes de dejetos suínos, em atributos químicos e físicos do solo em sistema de semeadura direta, servindo como referencial para o aproveitamento agrícola deste resíduo, sem comprometer a qualidade e a capacidade produtiva do solo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. IMPORTÂNCIA DA ATIVIDADE SUINÍCOLA

A suinocultura brasileira a cada ano que passa bate recordes de produtividade e exportação. Com aumento na demanda de carnes no mundo o Brasil torna-se um dos países mais promissores para o crescimento, isto porque possui grande extensão de terra, vastos recursos naturais, genética animal apurada e mão-de-obra disponível (BERWANGER, 2006). Portanto, o Brasil detém o quarto plantel mundial de suínos (IBGE, 2006) e no cenário nacional, o estado de Santa Catarina, com aproximadamente 5,5 milhões, é o maior produtor regional de suínos da América Latina. E é na região oeste catarinense que se concentra o maior número de criadores e de frigoríficos. O número de produtores de suínos no Estado, em 2003, segundo o Levantamento Agropecuário Catarinense (LAC), foi de 54.711. Ao se comparar com o Censo Agropecuário de 1995-96, (130.819 criadores) observa-se que esse número apresentou significativo decréscimo (SANTA CATARINA, 2003). Apesar disso, o efetivo do rebanho suíno em 2003 cresceu 25% em relação aos dados apresentados em 1995-96. Isto se deveu a concentração da produção, com aumento da quantidade de animais criados em cada granja. Essa concentração além de excluir economicamente significativa parcela de produtores, potencializa o problema de poluição ambiental por dejetos, uma vez que os produtores também estão espacialmente concentrados em determinados pontos, o que dificulta a absorção dos dejetos.

A suinocultura no Brasil é uma atividade predominante de pequenas propriedades rurais destacando-se pela relevância social, econômica e, especialmente, como instrumento de fixação do homem no campo, tendo na suinocultura e na produção de grãos, suas principais fontes de renda. Essa atividade se encontra presente em 47% das 5,5 milhões de propriedades existentes no estado de Santa Catarina, empregando mão-de-obra tipicamente familiar, gerando emprego

e renda para cerca de 2 milhões de propriedades rurais, sendo que o setor fatura mais de R\$ 12 bilhões por ano (SANTA CATARINA, 2003).

Resultados de pesquisa de Scherer et al. (1996) indicam que o dejetos suíno, quando utilizado de forma equilibrada, constitui um fertilizante capaz de substituir com vantagem parcialmente ou totalmente a adubação mineral das culturas. Considerando-se a excreção média de 32,7 g diárias de nitrogênio por animal adulto, para uma granja de 170 animais, esta teria uma disponibilidade anual de aproximadamente 2.040 kg de nitrogênio proveniente dos dejetos. Para reciclar este nutriente seria necessária uma área mínima de 15 ha de terras aptas. Com isso, e desconsiderando-se o risco de excesso de micronutrientes, a área mínima por propriedade suinícola não poderia ser menor do que 47 ha, pois, apenas a terça parte das terras da região produtora é classificada como apta para a agricultura. Entretanto, 94% das propriedades rurais do oeste de Santa Catarina possuem área inferior a 50 ha e 70% delas possuem menos do que 20 ha (IBGE, 2006).

Assim, a suinocultura associada a esta estrutura fundiária demanda alternativas de disposição dos dejetos que minimizam seus efeitos poluentes (SEGANFREDO, 2000). Por outro lado, a preocupação com a poluição do ambiente é uma das maiores ameaças à sobrevivência e expansão da suinocultura nos grandes centros produtores, a exemplo da região Sul, que detém 47 % (16,5 milhões de suínos) do rebanho nacional e responde por mais de 80 % (1,2 milhões de toneladas de carne) da produção nacional (PERDOMO et al., 2003).

2.2. CARACTERÍSTICAS DOS DEJETOS SUÍNOS E SUA PRODUÇÃO.

O esterco líquido de suínos, também chamado de dejetos líquido, liquame ou chorume, oriundo dos sistemas de confinamento é composto por fezes, urina, resíduos de ração, do desperdício da água dos bebedouros e higienização, dentre outros componentes decorrentes do processo criatório (KONZEN et al., 1997). O termo mais adequado para designar as dejeções dos animais seria o termo estrume, que compreende dejeções misturadas a restos de alimentos e palhas (CASSOL, 1999). Entretanto, sem entrar no mérito da literatura brasileira o termo “dejetos” tem sido mais utilizado pelos pesquisadores.

A composição físico-química dos dejetos animais está associada ao sistema de manejo adotado. Os dejetos podem apresentar grandes variações na concentração de seus componentes, dependendo da diluição e da modalidade como são manuseados e armazenados. Para Scherer et al. (1995) e Medri (1997), as diferenças encontradas na composição físico-química do esterco provêm das variações dos seguintes itens: idade dos animais, manejo, alimentação e tipo de estocagem. A perda de água nos bebedouros aumenta o volume e a diluição do efluente, agravando o problema e elevando os custos de armazenamento, tratamentos, transporte e distribuição dos dejetos (PERDOMO, 1997).

A quantidade total de esterco produzido por um suíno em determinada fase do seu desenvolvimento é fundamental no planejamento das instalações (SCHMIDTT, 1995). Para um suíno que consome em média 2,4 kg de ração e 5 litros de água por dia, foi constatado que apenas 30% dos alimentos (ração e água) ingeridos são convertidos pelo organismo em forma de crescimento e ganho de peso, sendo os 70% restantes eliminados pelas fezes e urina (KONZEN et al., 1997). No caso do fósforo, Barnett (1994) encontrou que 77% do fósforo ingerido foi excretado no dejetos. Nesse sentido pode-se inferir que a quantidade total de dejetos produzida por um animal depende essencialmente da sua alimentação, da água desperdiçada nos bebedouros, volume de água utilizado na higienização das instalações e dos animais, desempenho dos animais, ganho de peso e da eficiência de transformação dos nutrientes (OLIVEIRA, 1994).

Em termos gerais, cada litro de água ingerida por suínos resulta em 0,6 litros de dejetos e quantidade de dejetos líquido produzida por suíno variam de 7 a 9 litros dia^{-1} para animais nas fases de crescimento e terminação. A produção de esterco de suínos na fase de crescimento/terminação (25 a 100kg) é de 2,3 kg dia^{-1} correspondendo a 7 litros dia^{-1} de dejetos líquido. O mais agravante ocorre em matrizes em lactação que produzem 6,4 kg dia^{-1} de esterco, mas o total de dejetos líquidos produzidos é de 27 litros $\text{matriz}^{-1} \text{dia}^{-1}$ (Tabela 1) (OLIVEIRA, 1993).

Em um estudo realizado por Scherer et al. (1995) com 118 amostras de dejetos coletados em oito dos principais municípios produtores de suínos de Santa Catarina, constataram que o maior problema foi o desperdício de água na criação e outros problemas de construção civil, onde a água do telhado entrava diretamente nas canaletas de coleta dos dejetos, e com isso diluindo ainda mais os dejetos, sendo 76% das esterqueiras amostradas não continham telhado, resultando que

50% das amostras analisadas continham menos de 2% de matéria seca, sendo que a média final de matéria seca foi de 3%. Além disso, os teores e formas de nutrientes variaram conforme a forma de estocagem e, no caso de esterqueiras, aproximadamente dois terços do fósforo estava em forma não solúveis em água, fazendo parte das estruturas orgânicas.

Tabela 1. Produção média diária de dejetos nas diferentes fases produtivas dos suínos.

Categoria	Esterco	Esterco + Urina	Dejeto Líquido
	kg dia ⁻¹	kg dia ⁻¹	Litros dia ⁻¹
Suínos 25 a 100 kg	2,30	4,90	7,00
Porcas em gestação	3,60	11,00	16,00
Porcas lactação + Leitões	6,40	18,00	27,00
Cachaço	3,00	6,00	9,00
Leitões	0,35	0,95	1,40
Média	2,35	5,8	8,60

Fonte: Oliveira (1993).

Devido a isso e outros fatores, existe grande variação nos teores de nutrientes encontrados nos dejetos e esta variação pode ser até mesmo dentro da própria granja. Portanto, é difícil a caracterização dos dejetos de suínos uma vez que as diferentes formas sólida, líquida ou pastosa, podem variar consideravelmente, conforme o grau de diluição (PERDOMO et al., 2001).

2.3. IMPACTOS DO USO DE DEJETOS DE SUÍNOS NO AMBIENTE.

Os sistemas de produção de suínos caracterizam-se pelo confinamento, que ocasiona acúmulo de grande volume de dejetos e que muitas vezes são distribuídos em pequenas áreas, causando problemas ambientais, com reflexos negativos para a economia.

A atividade é considerada pelos órgãos ambientais uma "atividade potencialmente causadora de degradação ambiental", sendo enquadrada como de grande potencial poluidor. Pela Legislação Ambiental (Lei 9.605/98 - Lei de Crimes

Ambientais), o produtor pode ser responsabilizado criminalmente por eventuais danos causados ao meio ambiente e à saúde dos homens e animais.

Os dejetos suínos, até a década de 1970, não constituíam fator preocupante, pois a concentração de animais era pequena e o solo das propriedades tinha capacidade para absorvê-los ou eram utilizados como adubo orgânico. Porém o desenvolvimento da suinocultura com a produção de grandes quantidades de dejetos, sem tratamento adequado, se transformou na maior fonte poluidora dos mananciais de água.

Um dos destinos desses resíduos consiste na adição ao solo como fertilizante o que traz benefícios às culturas pela adição de nutrientes e incorporação de matéria orgânica (ERNANI, 1984; KONZEN et al., 1997). Tem-se preocupação do ponto de vista físico, químico e biológico, com doses elevadas e aplicações periódicas, o que implicaria em altas cargas de N, P, Cu e Zn, além da contaminação de mananciais por organismos de risco para humanos e animais, através da lixiviação e escoamento superficial. Esses elementos poderiam ser acumulados em níveis acima da capacidade de suporte do solo, causando problemas ambientais (SEGANFREDO, 2000).

Outro problema relacionado aos dejetos de suínos é a poluição das águas pela matéria orgânica em suspensão que eleva a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e pelas altas concentrações de nitrogênio e fósforo (OLIVEIRA, 1993). O excesso de nitrato pode contaminar o lençol freático (KAO, 1993; ERNANI et al., 2001).

A contaminação da água pode ocorrer através do escoamento superficial após aplicação do dejetos no campo, pela lixiviação de nutrientes em função do uso sistemático de dejetos, ou problemas no próprio tanque de armazenamento. A lixiviação de nitrato ($N-NO_3^-$) é um dos principais problemas de contaminação das águas de subsuperfície em regiões com intensa criação de animais. Além disso, sucessivas aplicações de dejetos na mesma área podem aumentar os teores de fósforo (P) no solo e, com o tempo, diminuir a capacidade de sua adsorção podendo incrementar as perdas no fluxo lateral e vertical de água, perdas por erosão podem causar eutroficação das águas de rios e lagos (KAO, 1993). Por isso, o monitoramento das perdas de $N-NO_3^-$ e P por percolação é importante para a utilização racional desse resíduo visando minimizar a contaminação das águas. (MOREIRA et al., 2004).

A capacidade poluente dos dejetos suínos, em termos comparativos, é muito superior a de outras espécies. Utilizando-se o conceito de equivalente populacional um suíno, em média, equivale a 3,5 pessoas. (DIESEL et al., 2002). Em outras palavras, uma granja com 600 animais possui um poder poluente, segundo esse critério, semelhante ao de um núcleo populacional de aproximadamente 2.100 pessoas.

A produção de suínos acarreta, também, poluição associada ao odor desagradável dos dejetos. Isto ocorre devido a evaporação dos compostos voláteis, que causam efeitos prejudiciais ao bem estar humano e animal. Os contaminantes do ar mais comuns nos dejetos são: amônia, metano, ácidos graxos voláteis, H₂S, N₂O, etanol, propanol, dimetil sulfidro e carbono sulfidro. A emissão de gases pode causar graves prejuízos nas vias respiratórias do homem e animais, bem com, a formação de chuva ácida através de descargas de amônia na atmosfera, além de contribuírem para o aquecimento global da terra (PERDOMO, 1999; LUCAS et al., 1999).

Em trabalho realizado por Menezes et al. (2002), no estado de Goiás, onde monitorava os teores de metais pesados, como o cobre e o zinco no solo até uma profundidade de 1,20 m, para a cultura do milho, adubado com dejetos líquidos de suínos, nas doses de 50 e 200 m³ ha⁻¹ e adubação mineral. Os resultados mostraram que o cobre na dose 50 m³ ha⁻¹ de dejetos ficou em 364 mg dm⁻³ e para dose de dejetos 200 m³ ha⁻¹ ficou em 358 mg dm⁻³, já os valores de zinco para dose de 50 m³ ha⁻¹ ficou em 325 mg dm⁻³ e para dose de 200 m³ ha⁻¹ ficou em 242 mg dm⁻³, em quanto que as doses de cobre e zinco para a adubação mineral ficaram em 356 mg dm⁻³ e 354 mg dm⁻³ respectivamente. Concluiu-se que a dose de 50 m³ ha⁻¹ de dejetos líquidos de suíno, não continha os teores de cobre e zinco acima dos teores máximos permitidos para a utilização na agricultura, e que os teores de cobre e zinco no solo estavam inferiores aos teores considerados críticos.

Contudo não se sabe qual é a quantidade de dejetos que se pode adicionar a um determinado tipo de solo, e por quanto tempo, sem que se tenha perda da qualidade do solo. Parte dessa dúvida em relação ao descarte desses dejetos no solo é decorrente da variação na sua composição química que está associada ao sistema de manejo adotado.

2.4. POTENCIAL FERTILIZANTE DOS DEJETOS SUÍNOS E ATRIBUTOS DO SOLO

O uso dos dejetos suínos como adubo traz benefícios e também pode trazer problemas que serão mais ou menos graves, dependendo dos tipos de dejetos, das quantidades e do número de aplicações, além do tipo de solo e de planta. O aumento de produtividade com o uso de adubos orgânicos está relacionado com melhorias nas condições químicas, físicas e biológicas do solo. A aplicação de dejetos no solo é justificável em virtude dos efeitos proporcionados na matéria orgânica (KIEHL, 1985). Para esse autor e esses efeitos podem ser divididos em efeitos físicos, químicos e biológicos.

As mudanças nos atributos físicos do solo provocados pela aplicação de dejetos suínos têm sido estudadas em alguns solos (OLIVEIRA, 1993). As principais propriedades alteradas normalmente são a estrutura do solo, a densidade, a porosidade, a condutividade hidráulica, a resistência do solo a erosão superficial e a estabilidade de agregados, aumento da capacidade de retenção de água e pela manutenção de temperaturas mais amenas. Mais recentemente tem se avaliado as implicações do uso de dejetos suínos sobre aspectos edáficos como compactação e resistência mecânica do solo (ROSA et al., 2004), estabilidade de agregados, perdas de solo e infiltração de água no solo (CASTRO FILHO et al., 2003). Já a permeabilidade do solo é importante para a aeração, para a infiltração e o armazenamento de água no solo. Ela depende, dentre outros fatores, da quantidade, da continuidade e do tamanho dos poros. Segundo Beutler et al., (2001), a compactação e a descontinuidade de poros são responsáveis pela redução significativa da permeabilidade do solo à água. Esses aspectos físicos e hídricos variam conforme o solo e atuam conjuntamente com atributos biológicos e químicos na determinação dos impactos dos dejetos no ambiente.

Os efeitos químicos estão associados principalmente ao valor fertilizante dos nutrientes presentes, notadamente N, P e K (ERNANI, 1981; CASSOL, 1999). No entanto, outros benefícios podem ocorrer com aplicação de dejetos suínos, como a elevação no pH, e diminuição do Al (GIANELLO & ERNANI, 1983) e aumento no teor de matéria orgânica, influenciando a densidade e a porosidade, e capacidade de troca de cátions do solo (CASSOL, 1999), aumento do poder tampão, formação de compostos orgânicos como quelatos e evidentemente, como fonte de nutrientes.

A adição de dejetos suínos em sistemas agrícolas pode influenciar a biologia do solo, principalmente pelo fornecimento de alimento para os organismos (FRASER, 1994). O maior efeito estaria na intensificação da atividade microbiana e enzimática do solo. Baretta et al. (2003) afirmam que as alterações biológicas no solo ainda são pouco conhecidas. A intensidade dos efeitos depende principalmente, da quantidade aplicada e da concentração e forma das partículas sólidas do esterco (SCHMITT, 1995).

Os dejetos podem ser aplicados em cobertura total ou em sulcos, na linha de plantio, para os diferentes sistemas de plantio, não se deve considerar os dejetos apenas como fontes de nitrogênio, mas também como fonte de fósforo, potássio e outros nutrientes. A utilização dos dejetos deve ser feita com cautela, pois devido ao desbalanço entre a proporção de nutrientes presentes nos dejetos, com a quantidade de nutrientes absorvidos pelas plantas, pode ocorrer acúmulo de nutrientes no solo (CERETTA et al., 2003).

Para que os dejetos possam ser aplicados em quantidades maiores, é preciso diminuir o seu potencial poluidor. Uma alternativa para isso pode ser o uso de rações que diminuam a quantidade de nutrientes perdidos nos dejetos, ou a seleção de suínos com maior capacidade de aproveitar os nutrientes das rações. Tratamentos para remoção dos nutrientes dos dejetos, também diminuem o seu poder de poluição, porém em geral só são indicados quando as outras maneiras não são capazes de resolver o problema (SEGANFREDO, 2000). Os tratamentos convencionais de digestão anaeróbia e destinação de áreas amplas e apresentam ainda custos elevados, além de produzir grande quantidade de efluente, sedimentos de dejetos e problemas de odor (KAO, 1993).

Um outro sistema que pode diminuir o poder poluente dos dejetos são as lagoas de estabilização para tratar a parte líquida do dejetos suíno. Neste sistema, a fase sólida é separada da líquida através de um decantador e esta passa às lagoas de estabilização, integradas por lagoas anaeróbias e lagoas facultativas (DARTORA et al., 1998). Este sistema exige uma área ampla e apropriada para formação das lagoas. Para tratar a fração sólida do dejetos, pode-se utilizar a compostagem que reduz o volume e aumenta seu valor como fertilizante, elimina odores e gera um produto final de fácil manipulação e uso.

Alguns trabalhos realizados no oeste Catarinense mostraram que adubação com 3,5 t/ha de esterco de suínos em base seca supriu a cultura do milho em

macronutrientes, proporcionando rendimentos equivalentes aos obtidos com adubação mineral (SCHERER et al. 1984). Segundo estes autores, não havendo limitação de disponibilidade de esterco na propriedade, seu emprego justifica-se economicamente para doses até 4,2 t/ha em base seca. Esta dose pode ser suficiente para manter uma produtividade relativa de milho entre 90 e 95% do teto máximo.

As pesquisas procuram encontrar alternativas para utilização destes dejetos em pastagens degradadas na região dos Cerrados, visando a sua recuperação e procurando minimizar os impactos causados pelos mesmos no meio ambiente. Independente da maneira como são considerados os dejetos, apresentam alto poder poluente, especialmente para os recursos hídricos, em termos de demanda bioquímica de oxigênio (KONZEN, 2001).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento está localizado em uma área de lavoura, com coordenadas 51°21'48"W e 27°23'33"S altitude média de 908 metros, no município de Campos Novos, SC, em clima mesotérmico úmido com verões amenos, Cfb, segundo Köppen. O solo é um Latossolo Vermelho distroférico formado a partir de basalto (EMBRAPA, 2004).

Os tratamentos foram: 1) Testemunha, sem adição de dejetos suínos e sem adubação mineral (**0**); 2) Adubação mineral conforme a recomendação para o local e cultivos, segundo a Comissão de Fertilidade do Solo – NRS/SBCS (**AM**); 3) **12,5 m³ ha⁻¹** de dejetos suínos e complementado a dose com adubação mineral (**OM**); 4) **25 m³ ha⁻¹** de dejetos suínos; 5) **50 m³ ha⁻¹** de dejetos suínos; 6) **100 m³ ha⁻¹** de dejetos suínos; 7) **200 m³ ha⁻¹** de dejetos suínos; 8) Mata nativa (**Mata**). Para cada tratamento foram utilizadas quatro repetições, em parcelas de 12 m x 6,3 m. As bordaduras das parcelas foram de um metro nas cabeceiras e uma fileira de plantas nas laterais.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos completamente casualizados, com quatro repetições, com arranjo em parcelas sub-divididas, sendo tratamento como parcela e profundidade como sub-parcela.

O sistema de cultivo adotado foi a sucessão de milho (*Zea mays*) e aveia preta (*Avena strigosa*), sob o sistema de semeadura direta, o mesmo foi implantado em novembro de 2001.

O dejetos de suíno proveio de pocilgas que continham animais em fase de terminação, de uma granja que adota o sistema de confinamento, com limpeza intermitente das instalações. O dejetos permaneceu armazenado por aproximadamente 40 dias antes da aplicação, e foi distribuído a lanço, no dia da semeadura que foi realizada em 8 de outubro de 2005 com espaçamento de 0,90 cm entre linha. A aplicação do dejetos é realizada uma vez ao ano, no dia da semeadura

do milho, com mangueira conectada a um distribuidor de lançamento de esterco líquido. Os demais tratamentos também foram aplicados a lanço.

A coleta de amostra do dejetos para determinação química foi feita no dia da aplicação nas parcelas. Para a determinação da matéria seca e demais análises, a secagem do dejetos foi feita após a desidratação inicial por evaporação em casa de vegetação e posterior secagem em estufa a 65° C. A determinação do pH foi feita inserindo-se o eletrodo diretamente no dejetos. Os teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio trocável, e carbono orgânico foram determinados segundo Tedesco et al. (1995), sendo os resultados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Teores de matéria seca e nutrientes (base seca) e valor do pH observados do dejetos suíno gerado de pocilgas de terminação e mantido em estrumeira aberta pelo período de aproximadamente quarenta dias. Safra 2005/2006.

Atributo	pH	Mat. Seca	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu
Unidade		%	_____		g kg ⁻¹	_____		_____ mg kg ⁻¹ _____	
Valor	7,8	5,6	32	27	20	18	0,9	32	8,8

O tratamento AM caracterizou-se pelas doses de 140 kg ha⁻¹ de nitrogênio, sendo 40 kg ha⁻¹ aplicados na base e 100 kg ha⁻¹ em cobertura; 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 kg ha⁻¹ de K₂O. No tratamento OM, a complementação da dose de potássio com adubo mineral foi feita utilizando-se cloreto de potássio na dose de 70 kg ha⁻¹ de K₂O. O nitrogênio foi complementado aplicando-se uréia em cobertura na dose de 45 kg ha⁻¹ de N.

As amostras de solo foram coletadas em 30 de janeiro de 2006, nas profundidades de 0–5, 5–10 e 10–20 cm. Sendo retirado o solo em volta da amostra do anel volumétrico. Para os atributos físicos do solo avaliados foram; densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade total, e estabilidade de agregados.

A densidade do solo foi analisada pelo método do anel volumétrico e a densidade de partículas foi avaliada pelo método do balão volumétrico (EMBRAPA, 1997). A microporosidade foi determinada em mesa de tensão de areia, com sucção de 6 kPa e a porosidade total foi calculada pela relação entre as densidades do solo e de partículas. A macroporosidade foi calculada por diferença entre porosidade total e microporosidade (EMBRAPA, 1997). A estabilidade de agregados foi determinada

pelo método de peneiramento úmido em amostras destorroadas e tamisadas entre 4,76 e 8,35 mm, conforme método descrito por Kemper & Chepil (1965).

Os resultados foram submetidos ao teste de F para análise de variância, com comparações das médias dos tratamentos qualitativos (tipos de adubações) pelo teste t (LSD $P < 0,05$), e análise de regressão para os tratamentos quantitativos (doses de dejetos). Para os resultados obtidos na mata foram calculados os intervalos de confiança pelo teste t.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE MILHO

A produtividade de grãos de milho mostrou variações entre as safras e entre os tratamentos. Na safra 2005/2006, quando da coleta de amostras de solo, a cultura teve desempenho comprometido pela seca, ficando aquém do observado nas demais safras. (Tabela 3).

Tabela 3. Produtividade de grãos de milho (*Zea mays*), cultivado sob plantio direto em Latossolo Vermelho distroférico após cinco aplicações anuais dos tratamentos: testemunha (**0**), Adubação mineral (**AM**); Metade da dose com adubação mineral e metade com dejetos suíno (**OM**); **25 m³ ha⁻¹** de dejetos suíno; **50 m³ ha⁻¹** de dejetos suíno; **100 m³ ha⁻¹** de dejetos suíno; **200 m³ ha⁻¹** de dejetos suíno, safras 2003/04, 2004/05, 2005/06.

Tratamentos	Produtividade de Grãos em kg ha ⁻¹		
	2003/04	2004/05	2005/06
0	3037	3011	322
AM	4827	7240	396
OM	5456	8090	348
25 m ³ ha ⁻¹	4110	6950	399
50 m ³ ha ⁻¹	4954	8250	425
100 m ³ ha ⁻¹	5706	7340	656
200 m ³ ha ⁻¹	5752	6240	818

A produtividade de grãos do milho observada em anos com boa distribuição de chuvas reflete o potencial produtivo desta cultura, chegou a 8.000 kg ha⁻¹. Certamente, a produtividade na safra 2005/2006 foi severamente limitada pela insuficiência de água, decorrente da longa estiagem observada durante o ciclo de cultivo. Em trabalho realizado por Ernani (1984), onde comparava a produtividade de grãos de milho em tratamentos com resíduos orgânicos (dejetos suíno e cama de

aves) e adubação mineral, os resultados mostraram que em doses altas os resíduos orgânicos proporcionaram maior produtividade de grãos de milho que os fertilizantes minerais, acreditando-se que essa maior eficiência deveu-se principalmente ao nitrogênio fornecido pelos resíduos, pois, naquele trabalho, não houve resposta a adição de fósforo, potássio e calcário, e a quantidade de uréia aplicada mostrou-se insuficiente para a cultura.

4.2. ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

Entre os atributos químicos do solo houve efeito dos tratamentos para o pH do solo e disponibilidade de nutrientes, com variações entre as adubações e doses de dejetos suíno (Tabelas 4 e 5).

Tabela 4. Resumo da análise da variância e do teste de normalidade dos atributos químico do solo após utilização de crescentes doses de dejetos de suínos, em um Latossolo Vermelho distroférico.

	Variáveis								
	pH água	pH SMP	pH CaCl ₂	P	K	Al	Ca	Mg	C
Adubo	< 0,01	< 0,01	< 0,01	<0,01	< 0,01	<0,01	0,08	0,22	0,78
Prof	< 0,01	< 0,01	< 0,01	<0,01	< 0,01	0,02	0,20	0,31	< 0,01
Blocos	0,04	0,07	< 0,01	0,58	0,78	0,12	<0,01	< 0,01	0,02
Adubo *Prof	0,98	0,93	0,99	0,12	0,03	0,28	0,62	0,62	0,05
CV(%)	7	4	8	47	25	60	15	21	13
W:normal	0,97	0,97	0,96	0,79	0,94	0,87	0,90	0,92	0,96

Tabela 5. Resumo da análise da variância e do teste de normalidade dos atributos químico do solo após utilização de crescentes doses de dejetos de suínos, em um Latossolo Vermelho distroférico.

	Variáveis								
	pH água	pH SMP	pH CaCl ₂	P	K	Al	Ca	Mg	C
Dose	0,11	0,20	0,29	<0,01	< 0,01	0,28	0,36	0,80	0,35
Prof	< 0,01	< 0,01	< 0,01	<0,01	< 0,01	0,21	0,06	0,49	< 0,01
Dose*Prof	0,99	0,98	0,99	<0,01	0,03	0,97	0,90	0,88	0,11
Blocos	0,18	0,03	0,05	0,77	0,58	0,73	<0,01	<0,01	0,01
CV(%)	9	5	8	122	21	87	20	22	14

As adubações com dejetos suíno não influenciaram o pH em água, pH SMP e o pH CaCl₂ do solo, porém, o tratamento AM, teve menor pH em água, pH SMP e o pH CaCl₂ em relação aos demais tratamentos (Figura 1a, 2a, 3a), respectivamente. Na média das doses de dejetos (0 a 200 m³ ha⁻¹), a camada de 0 – 5 cm apresentou menor valor de pH, em relação às demais camadas do solo analisadas (Figura 1b, 2b, 3b).

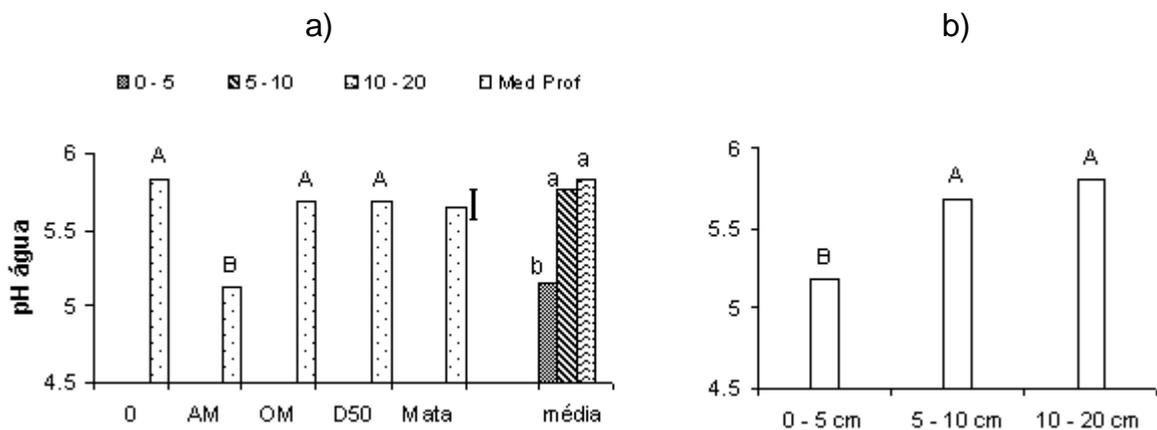


Figura 1. **a)** pH em água em Latossolo Vermelho distroférrico, com diferentes adubações e na condição natural de mata. Letras maiúsculas comparam adubações e letras minúsculas comparam média das profundidades. Testemunha (0); Adubação mineral (AM); Adubação organomineral, 12,5 m³ ha⁻¹ de dejetos (OM); Dejetos suíno 50 m³ ha⁻¹ (D50). A barra vertical na Mata indica intervalo de confiança com 5% de probabilidade **b)** Média dos tratamentos 0, 25, 50, 100, 200 m³ ha⁻¹. Letras maiúsculas comparam média das doses de dejetos.

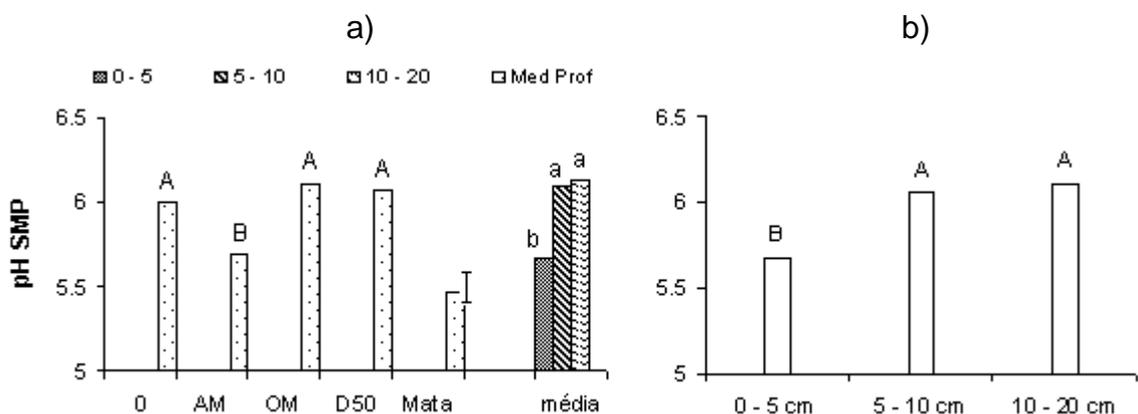


Figura 2. **a)** pH SMP em Latossolo Vermelho distroférrico, com diferentes adubações e na condição natural de mata. Letras maiúsculas comparam adubações e letras minúsculas comparam médias das profundidades. Testemunha (0); Adubação mineral (AM); Adubação organomineral, 12,5 m³ ha⁻¹ de dejetos (OM); Dejetos suíno 50 m³ ha⁻¹ (D50). A barra vertical na Mata indica intervalo de confiança com 5% de probabilidade **b)** Média dos tratamentos 0, 25, 50, 100, 200 m³ ha⁻¹. Letras maiúsculas comparam média das doses de dejetos.

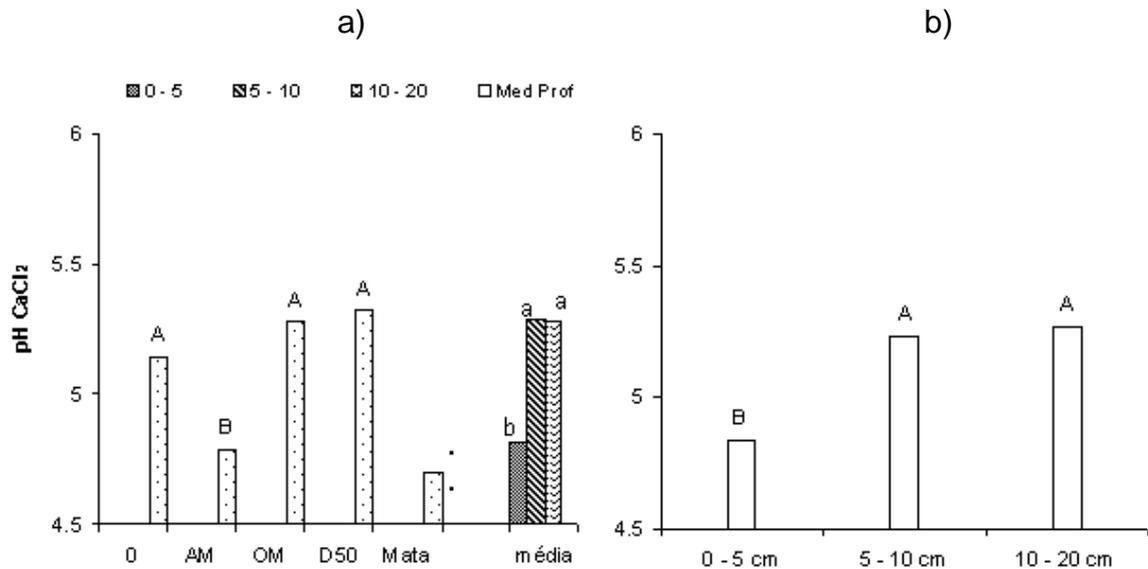


Figura 3. **a)** pH CaCl₂ em Latossolo Vermelho distroférico, com diferentes adubações e na condição natural de mata. Letras maiúsculas comparam adubações e letras minúsculas comparam média das profundidades. Testemunha (0); Adubação mineral (AM); Adubação organomineral, 12,5 m³ ha⁻¹ de dejetos (OM); Dejetos suínos 50 m³ ha⁻¹ (D50). A barra vertical na Mata indica intervalo de confiança com 5% de probabilidade **b)** Média dos tratamentos 0, 25, 50, 100, 200 m³ ha⁻¹. Letras maiúsculas comparam média das doses de dejetos.

A diminuição do pH pode estar relacionada à utilização de uréia, ligado ao processo de nitrificação do NH₄ e isso faz com que ocorra um abaixamento do valor de pH. Oliveira (1994) mostrou que o emprego de dejetos suínos promoveu alterações substanciais em algumas características químicas do solo, quando comparadas as suas condições originais. Um outro fator que pode ter contribuído para que os tratamentos estejam apresentando valores de pH próximos de 5,5 e até mesmo inferior a pH 5,5 é o fato de que a última calagem foi feita no ano de 2000.

Os resíduos orgânicos em geral, possuem certo potencial para elevação do pH do solo, entretanto, a magnitude do efeito é pequena, relativamente ao calcário, e temporária (CASSOL et al. 2001b), sendo insuficiente para provocar efeito significativo, principalmente em solos com alto poder tampão. Scherer et al. (1996) e Ceretta et al. (2003), também afirmam que a possibilidade de alteração do pH no solo com a aplicação de esterco líquido de suínos é mínima, principalmente tratando-se de solos altamente tamponados, ainda que os teores de alumínio possam ser diminuídos, especialmente pelo incremento de compostos orgânicos de baixo peso molecular. Por outro lado, Mugwira (1979) observou elevação significativa no pH do solo, com a utilização de esterco bovino por três anos

consecutivos. Estas diferenças de comportamento dos resíduos orgânicos podem ser atribuídas ao tipo de solo, a seu poder tampão e também a fonte e dose do material orgânico aplicado.

O teor de alumínio foi menor no tratamento com $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, de dejetos em relação à testemunha e à adubação organomineral (Figura 4). Esta diminuição no teor de alumínio foi observada por Scherer et al. (1996), que avaliaram a qualidade do esterco líquido de suínos da região oeste catarinense para fins de utilização como fertilizante. O solo não corrigido correspondente à condição de mata teve maiores teores de alumínio que as áreas agrícolas.

Os tratamentos não influenciaram a concentração de cálcio e de magnésio no solo, na média das três camadas do solo (Tabela 6). Isso se explica pela alta concentração desses nutrientes no solo e pela baixa concentração desses elementos no dejetos. Os adubos orgânicos apresentam concentrações e taxas de liberação de nutrientes no solo variáveis, afetando a disponibilidade para as plantas. Em trabalho realizado por Scherer et al. (2007), em um Latossolo Vermelho distroférico, em Chapecó e Guatambu na região oeste de Santa Catarina, com doses do esterco suíno ($0, 40, 115 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), não se encontrou efeito da adubação com dejetos suíno sobre o teor destes nutrientes concordando com o resultado encontrado.

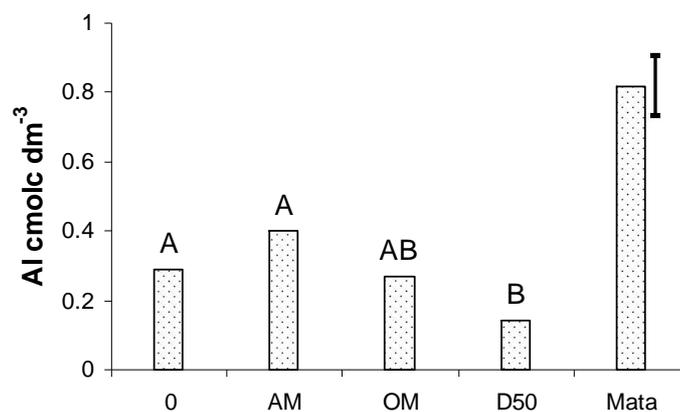


Figura 4. Alumínio em Latossolo Vermelho distroférico, com diferentes adubações e na condição natural de mata. Letras maiúsculas comparam adubações. Testemunha (0); Adubação mineral (AM); Adubação organomineral, $12,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos (OM); Dejetos suíno $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (D50). A barra vertical na Mata indica intervalo de confiança com 5% de probabilidade.

Tabela 6. Concentração de Ca e Mg trocável na camada de 0 – 20 cm de um Latossolo Vermelho distroférico cultivado sob plantio direto, quatro meses após a última aplicação de dejetos nos tratamentos.

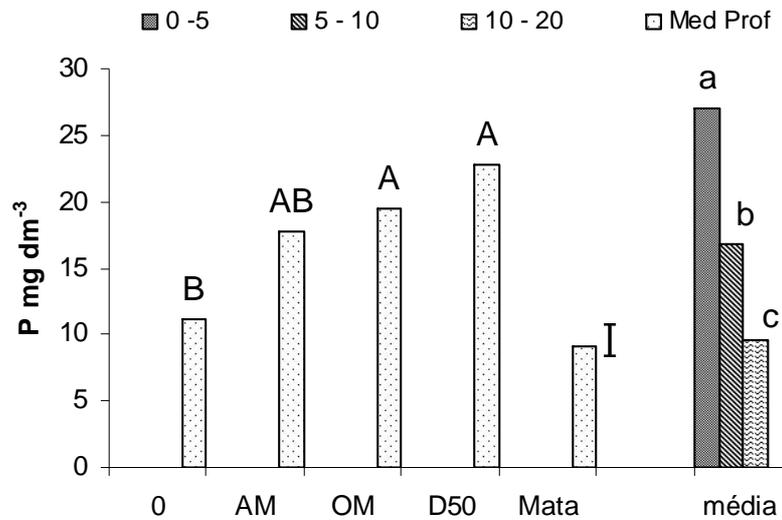
Tratamentos	Ca	Mg
	cmol _c dm ⁻³	
0	6,69	3,09
AM	6,24	2,59
OM	7,03	3,03
Mata	6,90	2,98
25 m ³ ha ⁻¹	5,97	2,82
50 m ³ ha ⁻¹	6,07	2,94
100 m ³ ha ⁻¹	6,86	3,11
200 m ³ ha ⁻¹	6,56	3,08

O efeito das doses de esterco nos teores de fósforo na superfície do solo, resultou em um gradiente a partir da superfície do solo, sendo a média das três profundidades analisadas, diferentes significativamente, apresentando um acúmulo na superfície do solo. Além disso, os tratamentos AM, OM e D50, houve diferença significativa em relação à testemunha (0) (Figura 5a).

Os resultados referentes a fósforo, indicam que altas doses do dejetos aumentaram substancialmente a disponibilidade de fósforo no solo, o que ocorreu de forma mais evidente na camada superficial de 0–5 cm, onde se teve o maior incremento de fósforo. Isso se deve muito as quantidades aplicadas nos últimos anos e também ao sistema de cultivo com aplicação do dejetos de suíno superficial. (Figura 5b).

Em trabalho realizado por Girotto et al. (2006), em um Argissolo Vermelho Distrófico arênico, com 14 aplicações de dejetos líquido suínos, com doses do dejetos de 0, 20, 40, e 80 m³ ha⁻¹, e aplicados em superfície, a dose de 80 m³ ha⁻¹ aumentou a concentração de P nas camadas 0–2,5; 2,5–5; 5–10; 10–20; 20–40 e 40–60 cm de profundidade. Contudo, principalmente na camada superficial, o incremento foi mais pronunciado, onde se teve aumento de 31 vezes no teor de fósforo disponível comparando-se à dose de 80 m³ ha⁻¹ com o tratamento sem aplicação de dejetos. Isso se deve muito as quantidades aplicadas de nutrientes, mas também ao sistema de cultivo com aplicação de dejetos superficial.

a)



b)

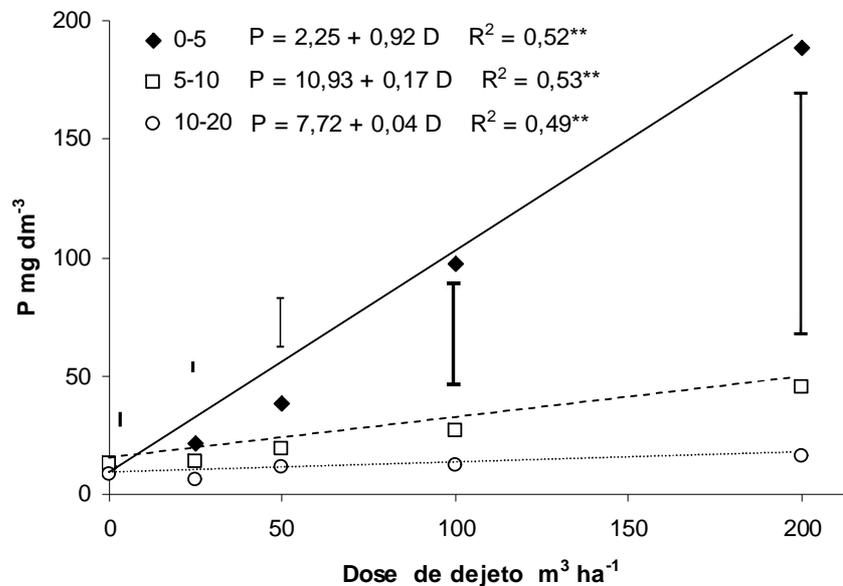


Figura 5. **a)** Fósforo extraível na camada de 0–5, 5–10, 10–20 cm, em um Latossolo Vermelho distroférico, com diferentes adubações e na condição de natural de mata. Letras maiúsculas comparam adubações e letras minúsculas comparam profundidades. Testemunha (0); Adubação mineral (AM); Adubação organomineral, 12,5 m³ ha⁻¹ de dejetos (OM); Dejetos suínos 50 m³ ha⁻¹ (D50). A barra vertical na Mata indica intervalo de confiança com 5% de probabilidade. **b)** Efeito das doses crescentes de dejetos suínos 0, 25, 50, 100, 200 m³ ha⁻¹.

Os dejetos suínos possuem eficiência como fonte de fósforo diferente dos adubos minerais, o que varia conforme a origem do dejetos suínos, e com as proporções das diferentes frações químicas do fósforo total contido (CASSOL et al., 2001a). Na adubação orgânica a eficiência deve ser considerada para assegurar o fornecimento da quantidade indicada para os cultivos, sendo os estados de Santa

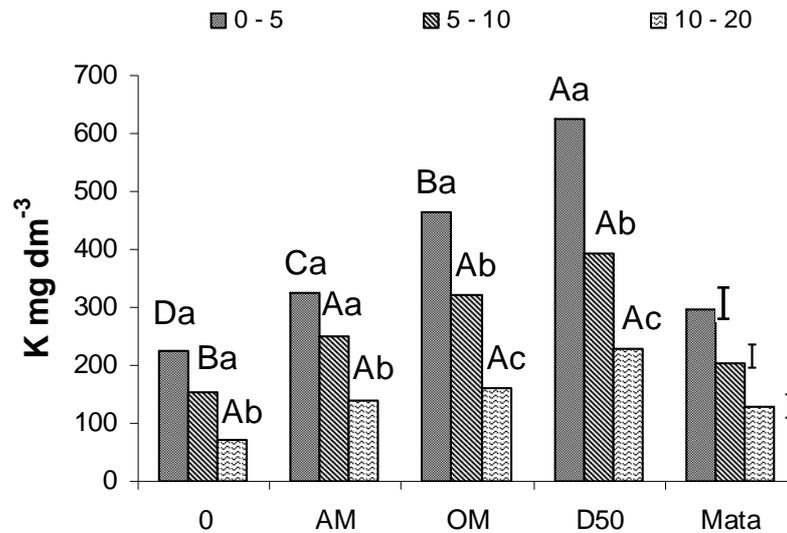
Catarina e Rio Grande do Sul, com um índice de eficiência de 90% para o primeiro cultivo imediatamente a sua aplicação, e de 10 % para o segundo cultivo (SOCIEDADE, 2004).

Trabalho realizado por Scherer et al. (2007), em um Latossolo Vermelho distroférico, no oeste de Santa Catarina, com doses de 0, 40, 115 m³ ha⁻¹, de esterco suíno, sem incorporação no sistema de plantio direto, resultou na formação de gradientes a partir da superfície do solo. Em Guatambu a magnitude dos gradientes foi influenciada pelas doses de esterco aplicadas nas duas camadas mais superficiais 0–5 e 5–10 cm. Enquanto que, em Chapecó, as diferenças não foram significativas, e isto possivelmente ocorreu pelo fato de o solo apresentar altos teores do nutriente e porque a exportação pelo milho foi maior do que a quantidade do nutriente adicionada pelo esterco. Scherer (1996) mostrou elevada eficiência na absorção de fósforo pelas plantas nos tratamentos em que o dejetos suíno foi aplicado de forma localizada, indicando que os produtos da decomposição dos resíduos orgânicos tenham prevenido ou retardado a adsorção do fosfato ao solo. Portanto, a mistura de resíduo orgânico com o adubo solúvel pode reduzir o contato direto do fósforo com as partículas do solo e retardar a adsorção dos íons fosfatados pelos colóides do solo. Há indícios de que os compostos orgânicos, resultantes da mineralização dos resíduos orgânicos do solo, podem formar superfícies protetoras em torno dos óxidos de ferro e de alumínio, diminuindo a adsorção e a imobilização dos fosfatos nesses minerais.

Em Trabalho realizado por Oliveira (1994), conclui que o uso sistemático de fertilizantes fosfatados associado ao emprego de chorume proporcionou um acréscimo no teor de fósforo extraível do solo.

Para o potássio no solo houve interação entre tratamentos e camadas. As maiores diferenças entre as formas de adubação foram encontradas na camada de 0–5 cm e 5–10 cm, aumentando os teores de K nos tratamentos adubados em relação à testemunha (Figura 6a). Já na camada 10–20 cm não houve diferença significativa entre tratamentos. Os resultados referentes a potássio indicam que altas doses do dejetos aumentam substancialmente a disponibilidade de potássio no solo, com efeito linear em todas as camadas (Figura 6b).

a)



b)

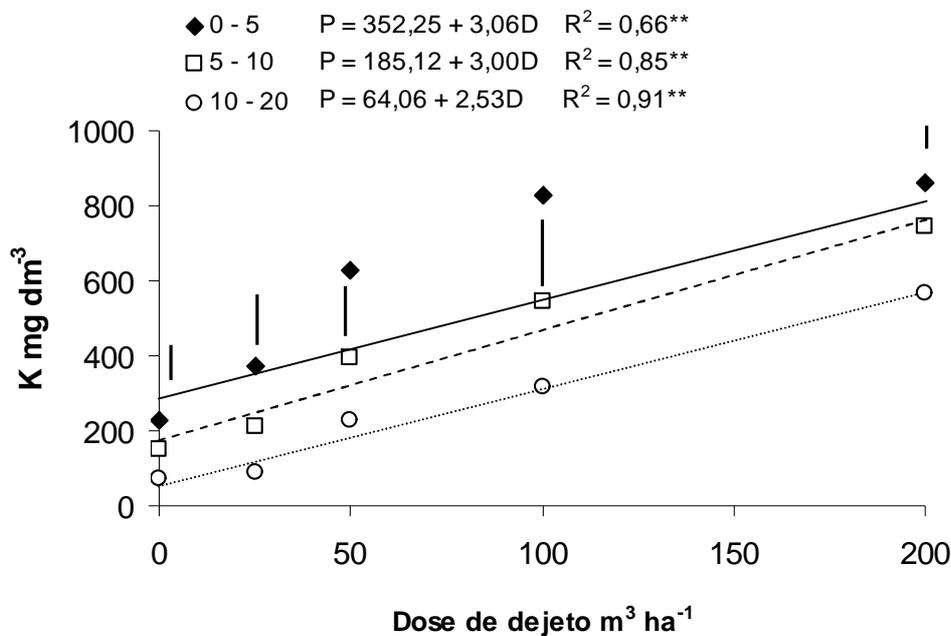


Figura 6. **a)** Potássio disponível na camada de 0–5, 5–10, 10–20 cm, em um Latossolo Vermelho distroférico, com diferentes adubações e na condição de natural de mata. Letras maiúsculas comparam tratamentos e letras minúsculas comparam camadas. Testemunha (0); Adubação mineral (AM); Adubação organomineral, 12,5 m³ ha⁻¹ de dejetos (OM); Dejetos suíno 50 m³ ha⁻¹ (D50). A barra vertical na Mata indica intervalo de confiança com 5% de probabilidade. **b)** Efeito das doses crescentes de dejetos suíno 0, 25, 50, 100, 200 m³ ha⁻¹.

Trabalho realizado por Ceretta et al. (2003) em um Alissolo Crômico Órtico típico, onde as doses foram de 0, 20 e 40 m³ ha⁻¹, de dejetos suíno, durante quatro anos, em pastagem natural, sendo 28 aplicações ao longo do tempo, o teor K

disponível no solo diminuiu com a aplicação do esterco até a profundidade de 10-20 cm. Até a profundidade de 5-10 cm, a diminuição do teor de K no solo variou de 47% a 56% com a aplicação de $20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ e de 33% a 44%, com o uso de $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, demonstrando que a quantidade de K exportada na matéria seca da pastagem natural foi mais relevante quando se aplicou a menor dose de esterco. Contudo, podem ocorrer perdas expressivas de K por escoamento superficial, pois a quase totalidade do K presente no esterco de suínos está na forma solúvel, especialmente quando as aplicações do dejetos são feitas na superfície do solo, como no caso do sistema de semeadura direta.

Os teores de carbono orgânico no solo variaram em profundidade, sem efeito dos tratamentos, apresentando maior valor, de 30 g kg^{-1} , para a profundidade de 0–5 cm onde houve um incremento maior de C no solo, o que não ocorreu para as demais profundidades (Figura 7a). O mesmo comportamento ocorre na (Figura 7b) onde temos a média das profundidades dos tratamentos 0, 25, 50, 100, $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, sendo a camada de 0–5 cm diferente significativamente das demais camadas analisadas.

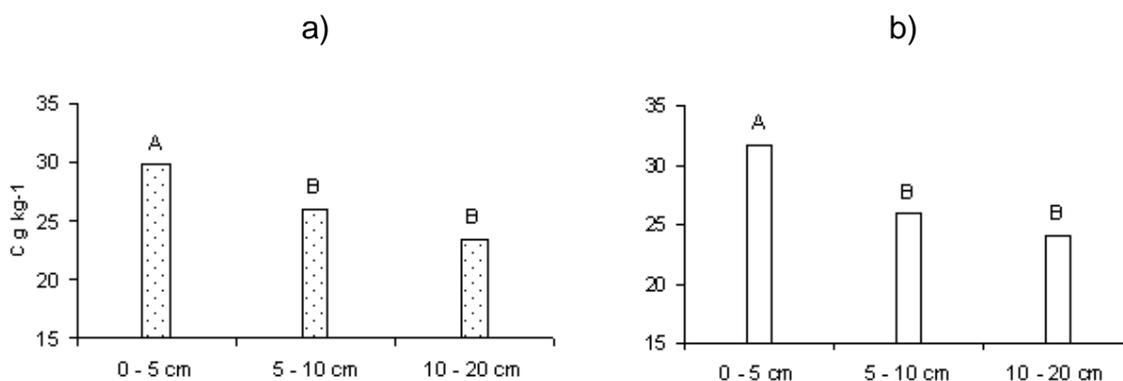


Figura 7. **a)** Carbono orgânico em Latossolo Vermelho distroférico. Letras maiúsculas comparam média das adubações, nas camadas de 0–5, 5–10, 10–20 cm para os tratamentos, Testemunha (0); Adubação mineral (AM); Adubação organomineral, $12,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos (OM); Dejetos suínos $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (D50). **b)** Média das doses de dejetos 0, 25, 50, 100, $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Letras maiúsculas comparam média das doses.

No mesmo trabalho realizado por Ceretta et al., (2003) em um Alissolo Crômico Órtico típico, onde doses utilizadas foram de 0, 20 e $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, de dejetos de suínos durante quatro anos em pastagem natural, ocorreu incremento nos teores de C orgânico, na camada 0-2,5 cm, embora na sua interpretação deva-se considerar a possibilidade de variação na amostragem do solo, já que resíduos

vegetais ou do esterco misturam-se com o solo nesta camada até 2,5 cm, dificultando sua separação. O fato de a aplicação de esterco não resultar em incrementos nos teores de C orgânico nas camadas mais profundas deve-se, provavelmente, ao aumento na atividade microbiana motivada pelo esterco aplicado (N'DAYEGAMIYE & CÔTÉ, 1989). Entretanto, Hati et al. (2006) em um vertisol, por três anos, estudaram o efeito combinado, utilizando adubação mineral e dejetos de curral, aplicando 10 Mg ha⁻¹ e observaram que o dejetos de suíno aumentou o carbono orgânico no solo na camada de 0–15 cm. Em outro estudo por 28 anos no mesmo vertisol, e na mesma profundidade, observaram aumento de 1,12 kg m⁻² no tratamento testemunha, para 1,72 kg m⁻² pela aplicação de 100% de adubação mineral NPK, mais dejetos de curral (HATI et al., 2007).

Segundo Alexander (1977), 60% a 80% do carbono do esterco são perdidos no solo sob a forma de CO₂ pela ação dos microorganismos do solo. Além do baixo teor de matéria seca que caracterizou o esterco utilizado, os compostos orgânicos presentes são de fácil mineralização, oxidando em poucos dias ou semanas. Porém, o fator que mais influencia a persistência da matéria orgânica no solo é a sua própria proteção física, originada pela interação com argilominerais e óxidos de Fe e Al (CERETTA, 1995).

4.3. ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO

Entre os atributos físicos do solo somente a estabilidade de agregados indicada pelo diâmetro médio geométrico foi influenciada pelos tratamentos (Tabelas 7 e 8).

O diâmetro médio geométrico (DMG) foi alto variando de 6,14 mm a 5,73 mm na média dos tratamentos o que se relaciona com os altos teores de argila, e ferro do solo encontrados neste latossolo. Não houve efeito das doses crescentes de dejetos, somente observando-se variação entre testemunha que apresentou um valor médio de 6,14 mm e a maior dose de 200 m³ ha⁻¹ que apresentou um valor médio de 5,89 mm. Mas, houve diferença significativa para tratamentos, sendo o tratamento D50 apresentando um menor valor 5,73 mm o que indica que a adubação com dejetos suíno diminuiu o DMG (Figura 7).

Tabela 7. Resumo da análise da variância e do teste de normalidade dos atributos físicos do solo após utilização de dejetos de suínos, em um Latossolo Vermelho distroférico.

	Variável				
	DMG	Ds	Ma	Mi	PT
Trat	<0,01	0,66	0,81	0,22	0,41
Prof	0,45	0,54	0,58	0,28	0,59
Blocos	0,65	0,21	0,82	0,23	0,22
Tra*Prof	0,22	0,30	0,94	0,65	0,40
CV(%)	5	5	28	8	7
W:normal	0,94	0,95	0,95	0,97	0,97

DMG: Diâmetro métrico geométrico; Ds: Densidade do solo; Ma: Macroporosidade; Mi: Microporosidade; PT: Porosidade total.

Tabela 8. Resumo da análise da variância e do teste de normalidade dos atributos físicos do solo após utilização de crescentes doses de dejetos de suínos, em um Latossolo Vermelho distroférico.

	Variável				
	DMG	Ds	Ma	Mi	PT
Dose	0,06	0,47	0,51	0,31	0,14
Prof	0,13	0,53	0,06	<0,01	0,67
Dose*Prof	0,77	0,36	0,31	0,59	0,27
Blocos	0,04	0,32	0,16	0,14	0,47
CV(%)	7	6	27	8	8

DMG: Diâmetro métrico geométrico; Ds: Densidade do solo; Ma: Macroporosidade; Mi: Microporosidade; PT: Porosidade total.

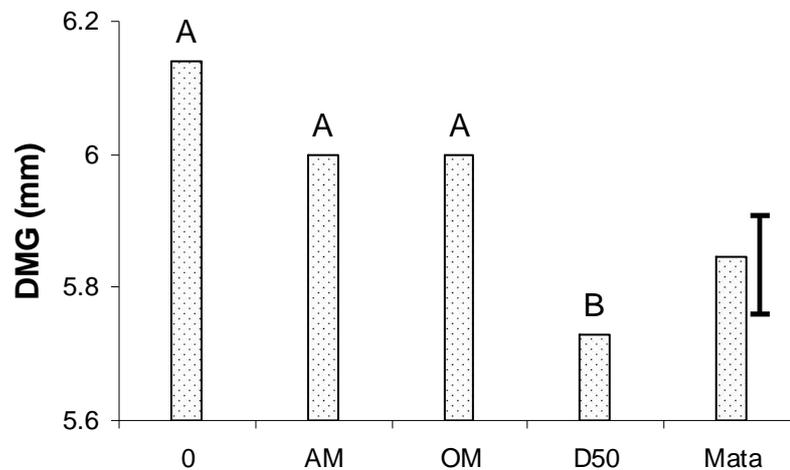


Figura 8. DMG (Diâmetro médio geométrico) em Latossolo Vermelho distroférico, com diferentes adubações e na condição natural de mata. Letras maiúsculas comparam adubações e letras minúsculas comparam média das profundidades. Testemunha (0); Adubação mineral (AM); Adubação organomineral, $12,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos (OM); Dejetos suínos $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (D50). A barra vertical na Mata indica intervalo de confiança com 5% de probabilidade.

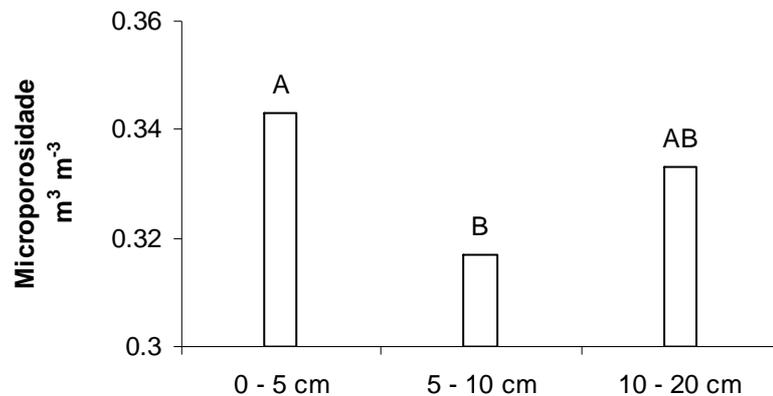


Figura 9. Microporosidade média das profundidades em Latossolo Vermelho distroférico, nos tratamentos 0, 25, 50, 100, $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Letras maiúsculas comparam média das profundidades.

A microporosidade variou apenas em profundidade com valores de $0,31$ a $0,34 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, sendo a camada de $5\text{--}10 \text{ cm}$ menor que a camada $0\text{--}5 \text{ cm}$ (Figura 9). Hati et al. (2007) observaram em um vertisol, por 28 anos aumento da microporosidade do solo, variando de $0,38 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ na testemunha, para $0,45 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ com adubação mineral NPK, mais dejetos de curral.

A densidade do solo apresentou valores entre $1,13$ e $1,45 \text{ Mg m}^{-3}$, sem efeito de tratamento e camada (Tabela 9). Barzegar et al. (2002) trabalhando com doses

de dejetos de curral de 0 a 15 Mg ha⁻¹ verificaram diminuição na densidade do solo, e aumento na porosidade total do solo. Hati et al. (2006) em um vertisol, por três anos, estudaram o efeito combinado, utilizando adubação mineral e dejetos de curral. Observaram que o dejetos influenciou a densidade do solo, na camada de 0–7,5 cm, que passou de 1,30 Mg m⁻³ no tratamento testemunha, para 1,18 Mg m⁻³ com aplicação de dejetos e adubação mineral. Em outro estudo por 28 anos em um vertisol, na Índia também demonstraram diminuição da densidade do solo quando se aplicou a maior dose de dejetos de curral mais adubação mineral (HATI et al., 2007). Esta diminuição na densidade do solo pode ser devido ao maior teor de matéria orgânica no solo que recebeu resíduos orgânicos (TIARKS et al., 1974).

Tabela 9. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférico, com crescentes doses de dejetos de suíno.

Prof (cm)	Test	AM	OM	25 m ³ ha ⁻¹	50 m ³ ha ⁻¹	100 m ³ ha ⁻¹	200 m ³ ha ⁻¹	Mata	Média
Densidade do solo (Mg m⁻³)									
0–5	1,38	1,42	1,49	1,37	1,43	1,45	1,40	1,13	1,39
5–10	1,47	1,45	1,46	1,34	1,44	1,44	1,48	1,11	1,39
10–20	1,39	1,42	1,39	1,39	1,42	1,33	1,43	1,15	1,36
Média	1,41	1,43	1,45	1,37	1,43	1,41	1,43	1,13	
Macroporosidade (m³ m⁻³)									
0–5	0,14	0,14	0,12	0,13	0,12	0,11	0,10	0,14	0,13
5–10	0,13	0,13	0,12	0,19	0,15	0,13	0,13	0,16	0,13
10–20	0,13	0,15	0,14	0,12	0,15	0,15	0,12	0,12	0,14
Média	0,14	0,14	0,13	0,15	0,14	0,13	0,12	0,14	
Porosidade total (m³ m⁻³)									
0–5	0,49	0,46	0,44	0,48	0,46	0,44	0,44	0,56	0,47
5–10	0,46	0,45	0,44	0,50	0,45	0,45	0,43	0,57	0,47
10–20	0,48	0,46	0,48	0,47	0,46	0,50	0,44	0,56	0,48
Média	0,47	0,46	0,45	0,48	0,46	0,47	0,44	0,56	

Para os macroporos, não houve diferença significativa para os tratamentos e nem para as profundidades analisadas (Tabela 9). Os valores de macroporos

variaram entre 0,12 e 0,15 m³ m⁻³ na média dos tratamentos. Considerando que os macroporos são a rota primária para o movimento da água no solo e as trocas gasosas do solo, observa-se que os valores encontrados estão acima do nível crítico de 0,10 m³ m⁻³, considerado restritivo para o desenvolvimento das culturas, assim como em termos de funcionamento hídrico e de aeração do solo (VOMOCIL e FLOCKER 1966).

A porosidade total teve o mesmo comportamento da macroporosidade, sem diferença significativa para os tratamentos e profundidades analisadas (Tabela 9). Os valores da porosidade total variaram de 0,44 a 0,48 m³ m⁻³ na média dos tratamentos. Hati et al. (2006) observaram aumento da porosidade total, quando aplicada adubação mineral mais dejetos de curral.

Pagliari et al. (1983) observaram que a aplicação de dejetos suíno na dose de 300 m³ ha⁻¹ aumentou a porosidade total principalmente pela participação de poros maiores que 30 µm, na camada superficial de um solo argilo-siltoso, de 10% para 31%. Os mesmos autores observaram que a forma dos poros também foi alterada. A incorporação do esterco diminuiu a formação de poros maiores que 500 µm de formato alongado e aumentou os de formato redondo ou irregular. Trabalho realizado por Seganfredo (1998), mostrou que doses de dejetos suíno calculados para suprir entre 100 e 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio diminuíram a microporosidade e densidade do solo, porém aumentaram a macroporosidade e porosidade total do solo. O mesmo autor também constatou que somente após o terceiro ano de aplicação de dejetos líquidos de suínos que os efeitos apresentaram uma tendência mais definida sobre as características físicas do solo.

5. CONCLUSÃO

Para as condições de condução do experimento, observa-se aumento substancial na disponibilidade de fósforo e de potássio no solo na camada de 0–5 cm pela aplicação de doses crescentes de dejetos suínos. Para que o fósforo não se torne um potencial poluente ao ambiente, deve-se evitar a aplicação de altas doses de esterco em pequenas áreas.

Não foi constatado efeito das doses de dejetos de suíno sobre acidez do solo, alumínio, cálcio e magnésio.

Para os atributos físicos do solo analisados não se verificou efeito das doses de dejetos suíno.

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, M. **Introducion to soil microbiology**. 2 ed. New York, J. Willey, 1977. 467p.

BARETTA, D. **Atributos biológicos do solo em diferentes agroecossistemas na região sul do Brasil**. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina. Lages, SC, 2003.

BARNETT, G.M. Phosphorus forms in animal manure. **Bioresource Technology**, v.49, p.139-147, 1994.

BARZEGAR, A.R.; YOUSEFIL, A.; DARYASHENAS, A. The effect of addition of different amounts and types of organic materials on soil physical properties and yield of wheat. **Plant and Soil**, v.247, p.295-301, 2002.

BERWANGER. A.L. **Alterações e transferências de fósforo do solo para o meio aquático com o uso de dejetos líquidos de suínos**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria. RS. 2006. 105p.

BEUTLER, A.N.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M.; CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. Resistência à penetração de Latossolo Vermelho Distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.167-177, 2001.

CASSOL, P. C. **Eficiência fertilizante de estrumes de bovinos de leite e frangos de corte como fonte de fósforo às plantas** 1999. Tese (Doutorado em Ciência do

Solo). Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1999. 162p.

CASSOL, P.C.; GIANELLO, C.; COSTA, V.E.U. Frações de fósforo em estrumes e sua eficiência como adubo fosfatado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.635-644, 2001a.

CASSOL, P.C.; SARTOR, J.E.; SANTOS, A.S. dos. Efeito corretivo de estrumes em parâmetros da acidez do solo. In: JORNADA ACADÊMICA DA UDESC, 7, 2001, Joinville. **Resumos...** Joinville, UDESC, 2001b.

CASTRO FILHO, C.; COSTA, M.A.T.; CAVIGLIONE, J.H. Potencial fertilizante e alterações físicas nos solos decorrentes da utilização do chorume suíno. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, XXIX.; **Resumos...**, Ribeirão Preto: SBCS, UNESP, 2003. 3p CD-ROM.

CERETTA, C.A. **Fracionamento de N orgânico, substâncias húmicas e caracterização de ácidos húmicos de solo em sistemas de cultura sob plantio direto**. 1995. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995. 127p.

CERETTA, C.A. et al. Características químicas de solo sob aplicação de dejetos líquido de suínos em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 729-735, 2003.

DARTORA, V.; PERDOMO, C.C.; TUMELERO, I.L. **Manejo de dejetos suínos**. Boletim informativo de Pesquisa – Embrapa Suínos e Aves e Extensão – EMATER/RS, Março, 1998. (EMATER – BIPERS n. 11)

DIESEL, R.; MIRANDA, C.R.; PERDOMO, C.C. **Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos**. Boletim Informativo de Pesquisa – Embrapa Suínos e Aves e Extensão – EMATER/RS, Agosto, 2002. (EMATER – BIPERS n. 14)

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Brasília: Embrapa Produção de informações; Rio de Janeiro: Embrapa Solo, 1997. 212 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 726p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 46)

ERNANI, P.R. **Utilização de materiais orgânicos e adubos minerais na fertilização do solo**. 1981. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1981. 82p.

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

ERNANI, P.R.; BITTENCOURT, F.; VALMORBIDA, 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.

FRASER, P.M. The impact of soil and crop management practices on soil macrofauna. In: PANKHURST, C. E., DOUBE, B. M., GUPTA, V. V. S. R. (eds.) **Soil biota: management in sustainable farming system**. East Melbourne, CSIRO, p.125-132, 1994.

GIANELLO, C.; ERNANI, P.R. Rendimento de matéria seca de milho e alteração de na composição química do solo pela incorporação de quantidades crescentes de cama de frango, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.7, p.285-290,1983.

GIROTTI, E.; CERETTA, C. A.; TRENTIN, E. E.; LORENZI, C. R.; BRUNETTO, G.; BERWANGER, A. L.; Alterações em propriedades químicas no solo após sucessivas aplicações de dejetos líquidos de suínos. UFSM, Departamento de Solos. Santa Maria, RS. **Resumo....**(Fertibio 2006).

HATI, K.M.; MANDAL, K.G.; MISRA, A.K.; GHOSH, P.K.; BANDYOPADHYAY, K.K. Effect of inorganic fertilizer and farmyard manure on soil physical properties, root

distribution, and water-use efficiency of soybean in Vertisols of central India. **Bioresource Technology**, v.97, p.2182-2188, 2006.

HATI, K.M.; SWARUP, A.; DWIVEDI, A.K.; MISRA, A.K.; BANDYOPADHYAY, K.K. Changes in soil physical properties and organic carbon status at the topsoil horizon of a vertisol of central India after 28 years of continuous cropping, fertilization and manuring. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.119, p.127-134, 2007.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE – Estatística da Produção Pecuária** – dezembro de 2006. Rio de Janeiro: 2006. 24p.

KAO, M.M. The evaluation of sawdust swine waste composto in the soil ecosystem, pollution and vegetable production. **Water Science and Technology**, v.27, p.123-131, 1993.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 482p.

KEMPER, W.D.; CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. In Black, C.A.; EVANS, D.D.; WHITE, J.L. et al. (Eds.) **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p.499-510. (Agronomy, Monogr.; 9)

KONZEN, E.A. Manejo e utilização de dejetos: solução para o produtor de suínos. In: RODADA GOIANA DE TECNOLOGIA EM MANEJO DE SUÍNOS, 3 Goiânia, 2001. **Anais**, Goiânia: AGS, 2001. p.27-38.

KONZEN, E.A.; PEREIRA FILHO, I.A.; BAHIA FILHO, A.F.C.; PEREIRA, F.A. **Manejo do esterco líquido de suínos e sua utilização na adubação do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1997.

LUCAS, J.; SANTOS, T.M.B.; OLIVEIRA, R.A.; Possibilidade de uso de dejetos no meio rural. In: Workshop: **Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira**, 1, 1999, Campinas. Memória. Embrapa Meio Ambiente, 1999. 42p.

MEDRI, W. **Modelagem e otimização de sistemas de lagoas de estabilização para tratamento de dejetos suínos**. 1997. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 1997.

MENEZES, J.F.S.; ANDRADE, C.L.T. ; ALVARENGA, R.C.; KONZEN, E.; PIMENTA, F.F. **Utilização de resíduos orgânicos na agricultura**. In: Palestra apresentada na Agrishow em Ribeirão Preto, SP, (03/05/2002).

MOREIRA, I.L.; CERETTA C.A.; GIROTTO, E.; TRENTIN, E.E.; POCOJESKI E.; PANDOLFO, C.M. Avaliação de perdas de nitrogênio e fósforo por lixiviação sob aplicação de dejetos de suíno em sucessões de culturas, durante três anos. XV Reunião Brasileira de Manejo e conservação do solo e da água, 15., **Resumo....** Santa Maria: SBCS, UFSM, 2004. CD-ROM.

MUGWIRA, L. M. Residual effects of dairy cattle manure on millet and rye forage and soil properties. **Journal of Enviromental Quality**, v.8, p.251-255, 1979.

N'DAYEGAMIYE, A.; CÔTÉ, D. Effect of long term pig slurry and solid cattle manure application on soil chemical and biological properties. **Canadian Journal of Soil Science**, v.69, p.39-47, 1989.

OLIVEIRA, P.A.V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA – CNAPSA, 1993. 188p. (Documento 27)

OLIVEIRA, P.A.V. **Impacto ambiental causado pelo dejetos de suíno**. In: Simpósio Latino-Americano de Nutrição de Suínos. 1994. p.27-40.

PAGLIAI, M.; BISDOM, E.B.A.; LEDIN, S. Chances in surface structure (crusting) after application of sewage sludge and pig slurry to cultivated agricultural soils. In Northern Italy. **Geoderma**, v.30, p.35-53, 1983.

PERDOMO, C.C. Água na suinocultura. In: ciclo de palestras sobre dejetos de suínos – manejo e utilização. Rio Verde. **Anais...** Rio Verde: ESUCARV, 1997. p69-80.

PERDOMO, C.C. **Sugestões para o manejo, tratamento e utilização de dejetos suínos. Instrução técnica para o suinocultor.** EMBRAPA – CNPSA. Concórdia – SC, 1999. Artigo eletrônico, Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br>>. Acesso em: 07 jul. 2005.

PERDOMO, C.C.; LIMA, G.J.M.M.D.; NONES, K. Produção de suínos e meio ambiente. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA SUINOCULTURA, 2001, Gramado. **Anais**, Gramado: 2001. 17p.

PERDOMO, C.C.; OLIVEIRA, P.A.V.; KUNZ, A. **Sistemas de tratamento de dejetos suínos: inventário tecnológico.** Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2003. 83p. (Documento, 85)

ROSA, B.; NAVES, M.A.T.; RAMOS, C.S.; LEANDRO, W.M.; MELO, A.V.; SANTOS, J.L.S. Resistência a penetração do solo cultivado com capim braquiário (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) em função da aplicação de dejetos líquidos de suínos em Goiânia, GO. XV Reunião Brasileira de Manejo e conservação do solo e da água, 15., **Resumo.....**, Santa Maria: SBCS, UFSM, 2004. 3p CD-ROM.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural. **Levantamento Agropecuário de Santa Catarina.** Florianópolis, 2003. 256p

SCHERER, E.E.; BALDISSERA, I.T.; NESI, C. N. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.123-131,2007.

SCHERER, E.E.; AITA, C.; BALDISSERA, I.T. **Avaliação da qualidade do esterco líquido de suínos da região Oeste Catarinense para fins de utilização como fertilizante.** Florianópolis: EPAGRI. 1996. 46p. (EPAGRI. Boletim Técnico, 79)

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

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. (EMPASC. Boletim Técnico, 24)

SCHMITT, D.R. **Avaliação técnica e econômica da distribuição de esterco líquido de suínos**. 1995. Dissertação de Mestrado, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 1995.

SEGANFREDO, M.A. **Efeito de dejetos líquidos de suínos sobre algumas características físicas do solo**. In: II Reunião Sul-Brasileira de Ciência do Solo, Santa Maria – RS, 1998.

SEGANFREDO, M.A. **Análise dos riscos de poluição do ambiente, quanto, quanto se usa dejetos de suínos como adubo do solo**. Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2000. (Circular técnica, 260)

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os estados do RS e SC**. Comissão de Química e fertilidade do solo. 10. ed. Porto Alegre: 2004.

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

TIARKS, A.E.; MAZURAK, A.P.; CHESNIN, L. Physical and chemical properties of soil associated with heavy applications of manure from cattle feedlots. **Soil Science Society of America Proceedings**, v.38, p.826-830. 1974.

VOMOCIL, J.A.; FLOCKER, W.J. Effect of soil compaction on storage and movement of soil, air and water. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, v.4, p.242-246, 1966.