

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS - CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MESTRADO EM CIÊNCIA DO SOLO

DANIELLE CRISTINE PURKOT RIBEIRO DA SILVA

RENDIMENTO DE MILHO E ATRIBUTOS QUÍMICOS EM
LATOSSOLO VERMELHO FERTILIZADO COM ADUBO SOLÚVEL E
DEJETO SUÍNO.

Dissertação apresentada a Universidade do Estado de Santa Catarina como requisito para obtenção do Título de Mestre em Ciências do Solo.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Cezar Cassol.

LAGES, SC

2009

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

Silva, Danielle Cristine Purkot Ribeiro da
Rendimento de milho e atributos químicos em
latossolo vermelho fertilizado com adubo solúvel e
dejeito suíno. / Danielle Cristine Purkot Ribeiro da
Silva – Lages, 2009.
69p.

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

1. Esterco. 2. Resíduos de animais. 3. Nutrientes.
4. Poluição agrícola. I. Título.

CDD – 633.15

DANIELLE CRISTINE PURKOT RIBEIRO DA SILVA

Engenheira Agrônoma

**RENDIMENTO DE MILHO E ATRIBUTOS QUÍMICOS EM
LATOSSOLO VERMELHO FERTILIZADO COM ADUBO SOLÚVEL E
DEJETO SUÍNO.**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de mestre no curso de mestrado em Manejo do Solo na Universidade do Estado de Santa Catarina.

Banca examinadora:

Presidente: _____

Dr. Paulo Cezar Cassol
Orientador
UDESC

Dr. Paulo Cezar Cassol
Coordenador Técnico do Curso de
mestrado em Ciências do Solo e
Coordenador do Programa de Pós
Graduação em Ciências Agrárias
UDESC

Membro: _____

Dr. Luciano Colpo Gatiboni
UDESC

Membro: _____

Dr. Jackson Adriano Albuquerque
UDESC

Adil Knackfuss Vaz
Diretor Geral do Centro de Ciências
Agroveterinárias - UDESC

Membro: _____

Dr^a. Carla Maria Pandolfo
EPAGRI/ EECN- Campos Novos

Lages, SC, 30 de janeiro de 2009.

À Deus primeiramente e principalmente que me sustentou nesta trajetória; ao meu amado esposo que esteve comigo nas alegrias e nas lágrimas e minha família que contribuiu cada um a seu modo para que esta etapa se concretizasse.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por tudo, por ter me permitido chegar até aqui, e principalmente ao seu imenso amor;

Ao meu esposo, que por muitas vezes me ajudou, não só com incentivos mas também, no laboratório e a campo;

À minha família; sem ela eu não seria quem sou;

Ao professor Paulo Cezar Cassol, pela orientação, amizade, generosidade em compartilhar conhecimentos, pelas inúmeras correções e “re-correções” e sobretudo pela paciência e afeição demonstrados;

À todos os professores que de alguma maneira contribuíram para a minha formação;

Aos bolsistas de Química e Fertilidade do Solo pela ajuda na execução do experimento, e os voluntários que auxiliaram muito nas atividades a campo;

Aos colegas James Marrioto, Franciane Rodrigues da Silva e Sueli Mafra pelo auxílio com as análises laboratoriais e principalmente pela amizade e aos demais pelo apoio e companheirismo;

Ao produtor rural Celso Retore, pela cessão da área experimental e pelo apoio na condução do experimento;

À UDESC, pela estrutura e ensino de qualidade e aos funcionários e a todos que contribuíram de alguma forma.

*...Bem aventurado o homem que acha
sabedoria e que adquire conhecimento...*

Provérbios 3:13

RESUMO

A produção de suínos gera volume expressivo de dejetos com alta carga poluente que exigem tratamento e disposição final controlada, o que pode ser conseguido com o seu aproveitamento como fertilizante agrícola. Com objetivo de propor orientação para este uso foi avaliado um experimento a campo nos anos de 2007 e 2008, para estudar o efeito de aplicações anuais sucessivas de doses de dejetos suíno (0, 25, 50, 100 e 200 m³ ha⁻¹), adubação solúvel e combinação de adubo solúvel e dejetos suíno, em atributos do solo e no estado nutricional e rendimento de milho. O experimento foi implantado em novembro de 2001 sobre um Latossolo Vermelho distroférrico localizado no município de Campos Novos, SC. Foram cultivados milho (*Zea mays*) e aveia (*Avena sativa*) no sistema de plantio direto. O dejetos elevou os teores de Corg, Ntot, K, P, Ca, Mg, Cu e Zn no solo, porém, em geral, isto somente ocorreu nas camadas até 6 cm de profundidade e nas doses de dejetos a partir de 100 m³ ha⁻¹. Nos tratamentos que receberam adubação, os teores de N e P nas folhas de milho foram semelhantes e superiores ao tratamento testemunha e os teores de K, Ca, Mg Cu, Zn, Fe e Mn foram semelhantes para todos os tratamentos. O rendimento de milho aumentou com a dose de dejetos suíno. O dejetos suíno combinado ao adubo solúvel proporcionou rendimento de milho semelhante ao obtido com este adubo isolado, indicando que este tratamento possibilita o aproveitamento do resíduo com redução de gastos com adubos comerciais e sem os riscos de poluição associados às doses elevadas.

Palavras-chave: Esterco. Resíduo. Disponibilidade de nutrientes. Poluição. Atributos químicos.

ABSTRACT

The swine production in confined systems produces high volume of waste. Utilization of this waste is recommended in order to minimize the pollution risk. Evaluations of this use were lead in a field trial where the effects of swine slurry doses, mineral fertilizer and mineral combination of swine slurry and mineral fertilizer were evaluated in the years of 2007 and 2008, after successive annual applications, in soil chemical characteristics and nutritional state and yields of crops. The experiment is located at Campos Novos, SC, in a south Brazilian Oxisol cultivated with successive crops of corn (*Zea mays*) and oat (*Avena strigosa*) in no tillage system. Swine slurry made increase in soil organic C and total N, exchangeable Ca and Mg, and available P, K (Mehlich), Cu and Zn (HCl 0,1M), but, in general this occurred only into the six cm superficial layer of the soil and with the highest doses (100 and 200 m³ ha⁻¹). N and P concentration in leaves of crops were approximately the same on all plots fertilized that were highest than the control plots, but had not affected K, Ca, Mg, Cu, Zn e Fe concentration in these tissues. The corn grain raised with the rate of slurry application and the combination of this waste with soluble fertilizer had the same production of this fertilizer alone.

Keywords: Manure. Waste. Nutrient availability. Organic fertilizer. Soil characteristics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 01 - Teores de C orgânico (A) e N total (B) em Latossolo Vermelho Distroférico submetido a aplicações anuais de doses de dejetos suíno, fertilizantes solúveis e combinação de adubo solúvel com dejetos, em cultivos de sucessão aveia-milho em sistema plantio direto. Campos Novos, 2007. 25
- Figura 02 - Valores de pH em água (A) e Al^{+3} (B) em Latossolo Vermelho Distroférico submetido a aplicações anuais de doses de dejetos suíno, fertilizantes solúveis e combinação de adubo solúvel com dejetos, em cultivos de sucessão aveia-milho em sistema plantio direto. Campos Novos, 2007. DMS Tukey $p > 0,05$ 27
- Figura 03 - Teores de Ca (A) e Mg (B) em Latossolo Vermelho Distroférico submetido a aplicações anuais de doses de dejetos suíno, fertilizantes solúveis e combinação de adubo solúvel com dejetos, em cultivos de sucessão aveia-milho em sistema plantio direto. Campos Novos, 2007. DMS Tukey $p > 0,05$ 29
- Figura 04 - Teores de P (A) e K (B) em Latossolo Vermelho Distroférico submetido a aplicações anuais de doses de dejetos suíno, fertilizantes solúveis e combinação de adubo solúvel com dejetos, em cultivos de sucessão aveia-milho em sistema plantio direto. Campos Novos, 2007. 31
- Figura 05 - Teores de Zn (A) e Cu (B) em Latossolo Vermelho Distroférico submetido a aplicações anuais de doses de dejetos suíno, fertilizantes solúveis e combinação de adubo solúvel com dejetos, em cultivos de sucessão aveia-milho em sistema plantio direto. Campos Novos, 2007. 33
- Figura 06 - Rendimento de grãos de milho em milho em Latossolo Vermelho Distroférico, após aplicações anuais de dejetos suíno, fertilizantes solúveis e combinação de adubo solúvel com dejetos em cultivo em sucessão de aveia-milho em sistema plantio direto. Campos Novos, safra 2006/2007. 47

Figura 07 - Rendimento de grãos de milho em milho (*Zea mays*) em Latossolo Vermelho Distroférrico, após aplicações anuais de dejetos suíno, fertilizantes solúveis e combinação de adubo solúvel com dejetos em cultivo em sucessão de aveia-milho em sistema plantio direto. Campos Novos, safra 2007/2008..... 48

LISTA DE TABELAS

- Tabela 01 - Tratamentos empregados em sete aplicações anuais em experimento conduzido a campo num Latossolo Vermelho Distroférico em Campos Novos, SC..... 20
- Tabela 02 - Características de dejetos suíno aplicado anualmente em experimento a campo no período de 2001 a 2007. Dejetos gerados por animais em fase de terminação e acumulados durante 4 meses em esterqueira a céu aberto. Campos Novos, SC. .. 21
- Tabela 03 - Atributos químicos da camada de 0 a 20 cm de um Latossolo Vermelho Distroférico utilizado para implantação do experimento a campo. Médias de quatro amostras compostas de 10 sub-amostras. Campos Novos, SC, 2001..... 23
- Tabela 04 - Tratamentos empregados em sete aplicações anuais em experimento conduzido a campo num Latossolo Vermelho Distroférico em Campos Novos, SC..... 40
- Tabela 05 - Valor de pH, teores de matéria seca e teores totais de nutrientes em dejetos líquido de suíno de animais em fase de terminação e aplicados nos anos de 2001 a 2007 em experimento a campo, situado em Campos Novos, SC..... 42
- Tabela 06 - Teores de N, P, K, em folhas de milho em Latossolo Vermelho Distroférico submetido a aplicações anuais de doses de dejetos suíno, fertilizantes solúveis e combinação de adubo solúvel com dejetos, em cultivos de sucessão aveia-milho em sistema plantio direto. Campos Novos, safras 2007 e 2008..... 44
- Tabela 07 - Teores de Ca, Mg e S, em folhas de milho em Latossolo Vermelho Distroférico submetido a aplicações anuais de doses de dejetos suíno, fertilizantes solúveis e

combinação de adubo solúvel com dejetos, em cultivos de sucessão aveia-milho em sistema plantio direto. Campos Novos, safras 2007e 2008..... 45

Tabela 08 - Teores de Cu, Zn, Fe e Mn, em folhas de milho em Latossolo Vermelho Distroférrico submetido a aplicações anuais de doses de dejetos suíno, fertilizantes solúveis e combinação de adubo solúvel com dejetos, em cultivos de sucessão aveia-milho em sistema plantio direto. Campos Novos, safras 2007e 2008 46

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	14
1 ATRIBUTOS QUÍMICOS EM LATOSSOLO VERMELHO CULTIVADO COM AVEIA E MILHO SOB ADUBAÇÃO ANUAL COM DOSES DE DEJETO SUÍNO, FERTILIZANTE SOLÚVEL E COMBINAÇÃO DESTES COM O DEJETO.....	16
1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
2 ESTADO NUTRICIONAL E RENDIMENTO DE MILHO EM LATOSSOLO VERMELHO APÓS APLICAÇÕES ANUAIS DE ADUBO SOLÚVEL E DOSES DE DEJETO SUÍNO.....	34
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	34
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	40
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
2.3.1 Teores de nutrientes nas folhas de milho	43
2.3.2 Rendimento de grãos da cultura do milho	46

CONCLUSÕES..... 50

REFERÊNCIAS..... 51

ANEXOS 58

INTRODUÇÃO

A suinocultura tem grande destaque na agricultura brasileira com um rebanho que alcança 35 milhões de cabeças. Globalmente, a concentração territorial é baixa (4,1 suínos km^{-2}), porém quase 70% da produção suína brasileira se concentra na região Sul e só Santa Catarina, o maior produtor, apresenta 5,5 milhões de cabeças, com média de 55 suínos km^{-2} .

A produção de suínos no Brasil ocorre predominantemente em sistemas confinados, gerando mais de 40.000 $\text{m}^3 \text{ dia}^{-1}$ de dejetos, volume expressivo, que muitas vezes tem sido aplicado em áreas pequenas e sem monitoramento adequado. Sempre que o descarte desse dejetos não for controlado e a dose aplicada for maior do que a capacidade de suporte do solo ou de diluição no ecossistema pode haver poluição ambiental. Para minimizar estes riscos, buscam-se formas de descarte mais seguros, o que pode ser conseguido com o aproveitamento do dejetos de forma racional, como fertilizante agrícola e condicionador do solo. No entanto, ainda hoje parte deste resíduo acaba atingindo os rios, destinação errônea que em alguns locais, já provoca contaminações em reservas de água em Santa Catarina.

Os resíduos orgânicos da produção suína contêm, em diferentes proporções, todos os nutrientes essenciais às plantas e sua aplicação no solo é uma forma de ciclar e disponibilizar estes nutrientes, podendo substituir em parte ou totalmente os adubos solúveis e contribuir para o aumento da produtividade das culturas e na redução dos custos de produção.

A baixa concentração de nutrientes limita o aproveitamento do dejetos líquido de suíno líquido como fertilizante, pois aumentam os custos de armazenamento, transporte e aplicação por unidade de nutriente, restringindo sua utilização econômica às áreas próximas à sua geração. Para os produtores, a utilização dos dejetos além de aumentar a produtividade nas lavouras, pode diminuir os custos de produção devido à adubação e conseqüentemente, aumentar os lucros da atividade.

A aplicação do dejetos no solo reduz o efeito poluidor desses resíduos, se realizado com prudência. Com o dejetos incorpora-se matéria orgânica, o que pode aumentar a capacidade de troca catiônica do solo, proporcionar melhoria na estrutura e diminuir a

densidade aparente, com conseqüente aumento da porosidade e da taxa de infiltração de água. Além disso, geralmente promove aumento na capacidade de armazenamento de água e diminuição dos riscos de encrostamento superficial. No entanto, só há efeitos benéficos no solo se houver uma adequação da dose evitando-se aplicação acima da capacidade de assimilação do solo e dos microrganismos presente neste.

Este trabalho teve por objetivos, avaliar os efeitos de aplicações anuais de doses crescentes de dejetos líquido de suíno, adubação com fertilizantes solúveis e com estes combinados ao dejetos, em atributos químicos e na disponibilidade de nutrientes de um Latossolo Vermelho Distroférrico e estimar a resposta da cultura de milho a estes tratamentos.

1 ATRIBUTOS QUÍMICOS EM LATOSSOLO VERMELHO CULTIVADO COM AVEIA E MILHO SOB ADUBAÇÃO ANUAL COM DOSES DE DEJETO SUÍNO, FERTILIZANTE SOLÚVEL E COMBINAÇÃO DESTE COM O DEJETO.

1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O dejetos suíno é uma importante fonte de degradação da qualidade do ar, águas e solo em Santa Catarina, exigindo alternativas de tratamento e disposição final, com parâmetros rigorosos de controle para melhorar a qualidade de vida nas regiões suínícolas. Este resíduo contém um conjunto de contaminantes, que podem afetar negativamente os corpos de água superficiais e subterrâneos, podendo também afetar plantas, animais e comprometer a qualidade do ar (Seganfredo, 2000). Contudo, quando aplicado em nível apropriado, as plantas se beneficiam da liberação de nutrientes contidos no material, dispensando ou reduzindo a necessidade de fertilizantes comerciais solúveis (Moreira, 2004). Além disso, características físicas do solo, como porosidade, capacidade de infiltração e retenção de água e a resistência do solo à erosão podem ser melhoradas substancialmente pela incorporação da matéria orgânica presente nos dejetos animais (Pagliai *et al.*, 1983, Oliveira, 1993; Seiffert & Perdomo, 1998).

Entretanto, o uso dos dejetos como adubo do solo, apesar de parecer a maneira mais fácil de resolver o problema, não representa, pôr si, a solução ideal para dispor este resíduo. A maneira indiscriminada como vem sendo feita a adubação com os dejetos de suínos, provoca poluição do ambiente, principalmente porque são utilizadas doses excessivas e, assim, as plantas conseguem retirar apenas uma parte dos nutrientes aplicados no solo (Seganfredo, 2000). Assim, a aplicação de dejetos suíno não deve ser vista como uma mera aplicação de nutrientes ao solo, pois se trata de uma prática que requer uma combinação harmoniosa dos princípios da ciência do solo, saúde pública, hidrologia e economia. (Durigon *et al.*, 2002).

Nutrientes e sedimentos transportados pela água da chuva, oriundos de áreas que recebem dejetos animais em grandes quantidades, principalmente quando repetidas ao longo do tempo, podem causar poluição de águas superficiais. Isto ocorre em maior intensidade quando não é feita a incorporação ao solo, ou quando a aplicação ocorre em solos declivosos,

suscetíveis à erosão, onde medidas de controle eficazes são essenciais quando estas áreas recebam adubações com dejetos animais (Moreira, 2004; Ceretta *et al.*, 2005 a).

O plantio direto constitui um sistema eficiente no controle de erosão porque o solo normalmente é mantido com cobertura e apresenta melhor estado, principalmente na sua camada superficial, com melhor estrutura, maiores teores de matéria orgânica e maior atividade microbiana. (Amado *et al.*, 2001; Scherer *et al.*, 2007; Pandolfo *et al.*, 2008). O teor de matéria orgânica geralmente aumenta no solo sob plantio direto (Muzilli, 1983; Bayer & Bertol, 1999) e, com isto, pode aumentar a CTC (Rheinheimer *et al.*, 1998; Falleiro *et al.*, 2003) e diminuir os efeitos nocivos do Al trocável (Ciotta *et al.*, 2002; Salet, 1998).

O uso de dejetos animais como adubo requer atenção especial para o fato de, nem sempre fornecem nutrientes em balanço adequado à necessidade das culturas, nos diferentes tipos de solos (CQFS-RS/SC, 2004). Assim, o entendimento das modificações nos atributos químicos do solo, decorrentes do aporte de resíduos orgânicos pela adubação, se torna necessário como subsídio para produção em bases sustentáveis sem comprometer o ambiente (Scherer *et al.*, 2007).

Aproximadamente, 1/3 da matéria seca dos dejetos animais é constituída por C orgânico (Cassol *et al.*, 1994), logo, o aporte destes resíduos pode aumentar o teor deste importante componente no solo. Porém, para que o incremento no teor de matéria orgânica do solo seja significativo, geralmente são necessárias doses altas de resíduos orgânicos (Vitosh, 1973 e Mugwira, 1979), já que, segundo Alexander (1977), de 60 a 80% do carbono de materiais orgânicos adicionados ao solo é perdido sob a forma de CO₂, devido à ação dos microrganismos decompositores. Por outro lado, mesmo quando se aplica dose alta, porém em uma única vez, os efeitos são temporários, com os valores tendendo ao original se não houver novas aplicações. Matos *et al.* (1997), avaliando efeitos de aplicação de dejetos suíno no solo, em doses de até 800 kg ha⁻¹ de N total, não observaram alterações significativas nas suas propriedades químicas e microbiológicas, o que pode ser explicado pelo fato de ter sido feita, uma única aplicação, quando a observação de efeitos permanentes de resíduos orgânicos no teor de matéria orgânica e em outras características do solo associadas a este componente, geralmente requer aplicações repetidas (Moreira, 2004; Ceretta *et al.*, 2003; Scherer *et al.*, 2007.).

A disponibilidade de N no solo aumenta logo após a aplicação de dejetos líquidos de suínos, pois, quando os dejetos forem armazenados em esterqueiras anaeróbias, a proporção

do N total que já se encontra na forma mineral pode chegar a 70% (Scherer *et al.*, 1996; Aita *et al.*, 2006). Deve-se destacar que este N mineral, fica sujeito a perdas por volatilização de amônia (Port *et al.*, 2003) ou, ainda, por lixiviação do nitrato, após ser oxidado pelas bactérias nitrificadoras. Segundo Ceretta *et al.*, (2005 b) num Argissolo Vermelho distófico arênico não é recomendado o uso repetido de doses elevadas de dejetos suíno, pois facilmente pode ocorrer a percolação de nitrato (NO_3^-) para além da zona explorada pelo sistema radicular das plantas.

Resíduos orgânicos em geral possuem potencial para elevação do pH do solo, entretanto, a magnitude do efeito é ínfima e temporária quando comparada ao calcário. A variação no pH do solo devido à aplicação de dejetos animais em doses pequenas a moderadas, menores que 10 t ha^{-1} , geralmente é insuficiente para mostrar efeito significativo, principalmente em solos com alto poder tampão (Cassol *et al.*, 2001). Segundo Mugwira (1979) e Lund & Doss (1980), com a aplicação de doses altas e repetidas de dejetos, acima de 10 t ha^{-1} em base seca, ocorre elevação do pH do solo, porém o principal efeito do resíduo se restringe aos primeiros meses após a aplicação (Epstein *et al.*, 1976).

Em experimento realizado por Scherer *et al.*, (2007) não foram constatados efeitos do dejetos líquido de suínos sobre componentes da acidez do solo, saturação de cátions básicos, CTC e teor de matéria orgânica do solo, embora maiores teores dos cátions K, Ca e Mg, tenham sido encontrados na camada do solo de 0 a 20 cm. Entretanto, Oliveira (1993) relatou que a aplicação de dejetos promove alterações substanciais em características químicas do solo, inclusive diminuição do pH devido a nitrificação do NH_4^+ presente no resíduo.

A eficiência dos dejetos animais como fonte de fósforo difere em relação aos fertilizantes solúveis e varia de acordo com a sua origem e com as proporções das diferentes frações químicas do P total contido (Cassol *et al.*, 2001). Já, a acumulação do fósforo aplicado em superfície, tanto o derivado de fertilizantes solúveis como o de resíduos orgânicos, geralmente se concentra nos primeiros centímetros superficiais do solo, próximo ao local de deposição conforme observado por Queiroz *et al.*, (2004), em solo Podzólico Vermelho-Amarelo, Scherer & Nesi (2004), em Latossolos e Cambissolos de Santa Catarina e por Gatiboni *et al.* (2008), em Argissolo Vermelho distrófico. O acúmulo de P derivado da aplicação de resíduos animais no solo geralmente ocorre na forma inorgânica (Gatiboni *et al.*, 2008), já que mais de 60% do P total contido em dejetos animais já se encontra nesta forma (Cassol *et al.*, 2001) e também porque os compostos fosfatados orgânicos presentes nos

resíduos geralmente são facilmente mineralizados pelos microorganismos do solo (Cassol *et al.*, 2001).

A capacidade de adsorção e a energia de ligação de fosfatos aos colóides minerais do solo geralmente diminuem com o incremento no teor de matéria orgânica (Scherer *et al.*, 2007). Contudo, após quatro aplicações anuais de $113 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos de suínos na superfície de um Latossolo Vermelho distroférico, sem incorporação, estes autores observaram que o efeito do resíduo ficou restrito às camadas superficiais, onde encontraram significativos aumentos nos teores de fósforo, somente até 10 cm de profundidade.

Aplicações superficiais repetidas de dejetos animais no solo aumentam o teor de P disponível, principalmente até 3 cm de profundidade, favorecendo o transporte do elemento, dissolvido ou retido nos colóides em suspensão, na enxurrada (Cerreia *et al.* 2003; Guadagnin *et al.*, 2005). Em consequência disso, aumentam os riscos de eutroficação dos mananciais, decorrente de seu enriquecimento em P biodisponível, que favorece o desenvolvimento exagerado de algas e outros microorganismos no meio aquático (Seganfredo, 2000; Gatiboni *et al.*, 2008), depreciando sua qualidade.

Os suplementos minerais incluídos na ração animal, destacando-se as altas concentrações de cobre e zinco, resultam no enriquecimento do dejetos nestes nutrientes, podendo atingir níveis tóxicos aos organismos, o que representa grave risco de contaminação do solo e dos mananciais com excesso destes elementos em áreas que recebem doses elevadas deste resíduo (Seganfredo, 2000).

Segundo a Comissão de Química e Fertilidade do Solo RS/SC (2004) a utilização de dejetos tem riscos de ocasionar queda de produtividade em algumas culturas quando cobre e zinco são acumulados no solo em concentrações maiores que $0,40 \text{ mg dm}^{-3}$ e $0,50 \text{ mg dm}^{-3}$, respectivamente. Quando este limite é ultrapassado, o seu uso como fertilizante fica comprometido, devido aos riscos de poluição e enriquecimento exagerado no solo com estes elementos.

Este trabalho teve por objetivos, avaliar os efeitos de aplicações anuais de doses crescentes de dejetos líquido de suíno, adubação com fertilizantes solúveis e com estes combinados ao dejetos, em atributos químicos e na disponibilidade de nutrientes de um Latossolo Vermelho Distroférico.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento a campo em área experimental localizada no município de Campos Novos, estado de Santa Catarina, em solo identificado como Latossolo Vermelho Distroférrico, onde foram avaliadas as variações em atributos químicos de seis camadas do solo, após seis aplicações anuais dos tratamentos: doses 25, 50, 100 e 200 m³ ha⁻¹ de dejetos líquido de suíno; adubação com fertilizante solúvel; adubação combinada de dejetos com fertilizante solúvel; e testemunha, sem qualquer adubação, conforme especificado na Tabela 01.

O experimento teve início em novembro de 2001, quando foi realizada a primeira aplicação dos tratamentos e a amostragem do solo foi realizada em agosto de 2007, dez meses após a última aplicação.

Tabela 01 - Tratamentos empregados em sete aplicações anuais em experimento conduzido a campo num Latossolo Vermelho Distroférrico em Campos Novos, SC.

Tratamento	Descrição
Testemunha	Sem nenhuma adubação
	Adubação com fertilizante solúvel
Adubo Solúvel ⁽¹⁾	N =130 kg ha ⁻¹ ; P ₂ O ₅ =100 kg ha ⁻¹ e K ₂ O =70 kg ha ⁻¹ .
Dejeto + Solúvel ⁽¹⁾	25 m ³ ha ⁻¹ de dejetos suíno ⁽²⁾ complementado com fertilizante solúvel
Dejeto 25 m ³	25 m ³ ha ⁻¹ de dejetos líquido de suíno
Dejeto 50 m ³	50 m ³ ha ⁻¹ de dejetos líquido de suíno
Dejeto 100 m ³	100 m ³ ha ⁻¹ de dejetos líquido de suíno
Dejeto 200 m ³	200 m ³ ha ⁻¹ de dejetos líquido de suíno

⁽¹⁾ Seguindo recomendações de CQFS-RS/SC (2004); ⁽²⁾ Exceto aplicação de novembro de 2006, quando se aplicou 12,5 m³ ha⁻¹ do dejetos.

No ano de 2006 (safra 2006/2007), o tratamento que recebeu a adubação combinada (Dejetos + Solúvel), teve a dose de dejetos líquido de suíno definida em 12,5 m³ ha⁻¹, devido à elevada concentração do material disponível para aquela aplicação, que chegou a 114 kg m⁻³

de matéria seca (Tabela 02), atingindo cerca de duas vezes a concentração observada nos demais anos.

Tabela 02 - Características de dejetos suíno aplicado anualmente em experimento a campo no período de 2001 a 2007. Dejetos gerados por animais em fase de terminação e acumulados durante 4 meses em esterqueira a céu aberto. Campos Novos, SC.

Aplicação	pH	MS	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	Mn
					kg m ⁻³				g m ⁻³			
10/2001	6,7	66	3,4	1,4	1,2	3,3	1,1	-	11,9	1,2	8,0	5,2
11/2002	7,1	26	2,6	1,0	1,2	1,8	0,7	-	-	-	-	-
10/2003	6,9	32	2,6	1,1	1,3	2,1	0,9	-	-	-	-	-
10/2004	7,3	43	3,7	1,4	1,5	2,8	1,2	-	-	-	-	-
10/2005	7,8	56	3,2	1,5	1,1	1,8	0,9	-	-	8,8	3,2	-
10/2006	7,0	114	4,6	2,8	1,7	1,7	0,9	0,8	9,0	3,4	4,6	12,8
10/2007	7,3	55	2,7	1,8	1,1	1,5	0,8	0,5	7,8	2,7	4,1	9,6

Para cada tratamento foram utilizadas quatro repetições, totalizando 28 parcelas, com área total de 75,6 m² (12m x 6,3m) cada uma. As bordaduras das parcelas foram de 0,9 m nas cabeceiras e 0,70 m nas laterais, correspondendo a 50,0 m² de área útil.

O dejetos e os demais fertilizantes foram aplicados a lanço na superfície do solo com cinco dias de antecedência da semeadura do milho. O dejetos foi espalhado uniformemente na área total das parcelas utilizado-se um distribuidor de esterco líquido com controle do volume aplicado pela vazão do dejetos em determinado tempo.

O tratamento adubo solúvel foi constituído das doses equivalentes a 130, 100 e 70, kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, e o dejetos combinado com adubo solúvel, pela dose do dejetos (25m³ ha⁻¹) complementada com as quantidades de N, P₂O₅ e K₂O nas doses de 75, 16 e 15 kg ha⁻¹ respectivamente, necessárias para integralizar, aproximadamente, as doses do tratamento anterior, considerando-se, os teores dos nutrientes estimados com base na densidade do material, segundo previsto pela CQFS-RS/SC (2004). No tratamento adubo solúvel, o nitrogênio (N) foi aplicado em parcelas, sendo 20% na base e o restante em

cobertura, realizado seis semanas após a germinação do milho. Já no tratamento Dejeito + Solúvel, o N da fonte solúvel foi totalmente aplicado em cobertura na mesma época acima. Os fertilizantes solúveis empregados como fontes de N, P e K foram uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. O dejeito líquido de suíno foi gerado por animais em terminação e permaneceu na esterqueira por cerca de 120 dias antes da aplicação em 2006 e 90 dias nos demais anos.

Anualmente cultivou-se como cultura estival o milho (*Zea mays*), e como cultura hiberna a aveia preta (*Avena strigosa*), em sucessão, no sistema de plantio direto, empregando-se a última como cobertura de solo, que foi submetida a dessecação química com glifosato na fase de florescimento. Utilizou-se uma cultivar de híbrido simples de milho de ciclo precoce (30F53, da PIONEER), em densidade de aproximadamente 7 plantas por m².

Foi realizada a caracterização do dejeito líquido de suíno aplicado no experimento, retirando-se uma amostra representativa, que foi fracionada em duas repetições para determinação da matéria seca, realizada em estufa de circulação a 65° C. A determinação de pH foi feita mediante leitura direta no dejeito, e as análises dos nutrientes foram feitas após a secagem em estufa e moagem. A caracterização do dejeito líquido de suíno utilizado nas diversas aplicações foi realizada no experimento conforme descrito por Tedesco *et al.*, (1995) e está apresentada na Tabela 02.

Foram avaliados os seguintes atributos químicos do solo: pH em H₂O e teores de C orgânico (Walkley-Black) e N total (Kjeldahl), de Al, Ca e Mg trocáveis (KCl 1 mol l⁻¹) e de P e K (Mehlich), Zn e Cu extraíveis (HCl 0,1M). As determinações foram feitas em amostras tomadas em cinco camadas do solo, delimitadas pelas seguintes profundidades: 0 a 2 cm (camada 1), 4 a 6 (camada 5) cm, 9 a 11 (camada 10) cm, 19 a 21 cm (camada 20), 29 a 31cm (camada 30) e 39 a 41 cm (camada 40) de profundidade. As amostras foram compostas de 7 subamostras, coletadas em 7 pontos aleatórios por parcela, com trado tipo fatiador para as amostras até 11 cm e trado tipo holandês para as inferiores. No dia seguinte à coleta, o solo foi colocado a secar em estufa com circulação de ar a 65° C e, posteriormente, foi moído para atingir diâmetro de partículas inferior a 2,0 mm e acondicionado em frascos de polietileno com tampa. Os procedimentos de análise foram feitos conforme descrito por Tedesco *et al.*, (1995).

Na implantação do experimento, o solo da área experimental apresentava as características constantes na Tabela 03.

Tabela 03 - Atributos químicos da camada de 0 a 20 cm de um Latossolo Vermelho Distroférico utilizado para implantação do experimento a campo. Médias de quatro amostras compostas de 10 sub-amostras. Campos Novos, SC, 2001.

Atributo	Valor
pH ⁽¹⁾	6,1
SMP ⁽¹⁾	6,0
Matéria Orgânica ⁽¹⁾	43 g kg ⁻¹
P ⁽²⁾	6,4 mg kg ⁻¹
K ⁽³⁾	67 mg kg ⁻¹
Ca ⁽³⁾	8,2 cmol _c .dm ⁻³
Mg ⁽³⁾	4,6 cmol _c .dm ⁻³
Al ⁽³⁾	<0,01 cmol _c .dm ⁻³

⁽¹⁾ determinado segundo Tedesco et al. (1995); ⁽²⁾extrator Mehlich 1 ⁽³⁾ extrator KCl 1 M

O delineamento experimental adotado foi o de blocos completamente casualizados, com quatro repetições e estrutura de parcela sub-dividida referentes às camadas do solo. Realizou-se a análise de variância pelo teste F e comparações de médias pelo teste de Tukey.

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de C orgânico do solo (figura 01 A) na camada 01 variou de 40,5 g dm⁻³ no tratamento testemunha, até 57,5 g dm⁻³ com 200 m³ de dejetos (Anexo B). Considerando-se estes mesmos tratamentos, os valores deste atributo na camada 40 variaram de 16,8 g dm⁻³ até 22,7 g dm⁻³, respectivamente.

Em todos os tratamentos, os teores de C orgânico foram maiores na camada mais superficial e decresceram com a profundidade, observando-se que, em geral, a taxa deste decréscimo foi maior entre as camadas 01 e 10 do que nas camadas inferiores. O acúmulo de carbono em camadas superficiais é explicado pela ausência de revolvimento do solo, já que em todo o período de condução do experimento as culturas foram cultivadas no sistema plantio direto. Neste sistema, ocorre uma maior deposição de resíduos culturais e uma maior densidade de raízes ocorre nas camadas superficiais, o que faz com que a acumulação de C orgânico se concentre nesta zona do perfil do solo (Bayer & Bertol, 1999). De outro lado, o C orgânico proveniente do dejetos aplicado em superfície também tende a se acumular na zona mais superficial do perfil, também observado por Ceretta *et al.*, (2003). Alguma incorporação do carbono depositado na superfície do solo pode ocorrer pela atividade da fauna edáfica

(Alves, 2007) e também pela ação do disco, ou haste sulcadora da semeadora (Ciotta *et al.*, 2002). Considerando-se que foram realizadas duas semeaduras anuais, possivelmente estas operações também contribuíram para a movimentação de matéria orgânica até aproximadamente 5 cm de profundidade.

Quando o dejetos líquido de suíno foi aplicado a partir de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, o teor de C orgânico aumentou significativamente em relação ao tratamento testemunha, porém este efeito se limitou às camadas 1 e 5. Já na camada 10, não houve diferença significativa entre tratamentos no teor de C bem como nas camadas 20 e 40, havendo diferenças somente na 30; resultado consoante com o observado em outros trabalhos (Ceretta *et al.*, 2003; Scherer *et al.*, 2007).

O teor e N total do solo (Figura 01 B) na camada 1 variou de $2,8 \text{ g dm}^{-3}$ no tratamento testemunha, até $3,5 \text{ g dm}^{-3}$ no 200 m^3 de dejetos e também diminuiu com a profundidade, variando de $1,2 \text{ g dm}^{-3}$ até $1,3 \text{ g dm}^{-3}$ na camada 40 cm nos mesmos tratamentos respectivamente (Anexo C).

A variação do teor de N total para o conjunto de tratamentos também mostrou decréscimo com a profundidade do solo, evidenciando comportamento semelhante ao C orgânico. Este resultado se mostra consoante com a observação de que a acumulação de N no solo ocorre na forma de compostos orgânicos nitrogenados integrantes da matéria orgânica do solo (Ernani, 2008). De outro lado, também é reconhecido que a matéria orgânica dos solos em geral apresenta uma relação C:N de aproximadamente 10:1, que é praticamente constante (Alexander, 1977). No experimento, se observou incremento no teor de N total decorrente da aplicação de doses de dejetos igual a $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ e restrito às camadas 1 e 5. Na camada 1, 5 e 10, o teor de N total no tratamento adubo solúvel foi menor do que nas doses 100 e $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ do dejetos. Contudo, entende-se que este resultado não seja causa relacionada aos tratamentos, mas seja decorrente de efeito não controlado, como amostragem coincidente com ponto(s) onde anteriormente possa ter ocorrido pela ação da fauna edáfica que movimenta o solo. Em outros trabalhos semelhantes a este, que avaliaram efeito de dejetos suíno no teor de N total do solo, também foi observado que o incremento neste atributo somente ocorre quando se aplicam doses altas do resíduo e que este efeito se restringe às camadas mais superficiais do solo, até 2,5 cm de profundidade (Ceretta, *et al.*, 2003).

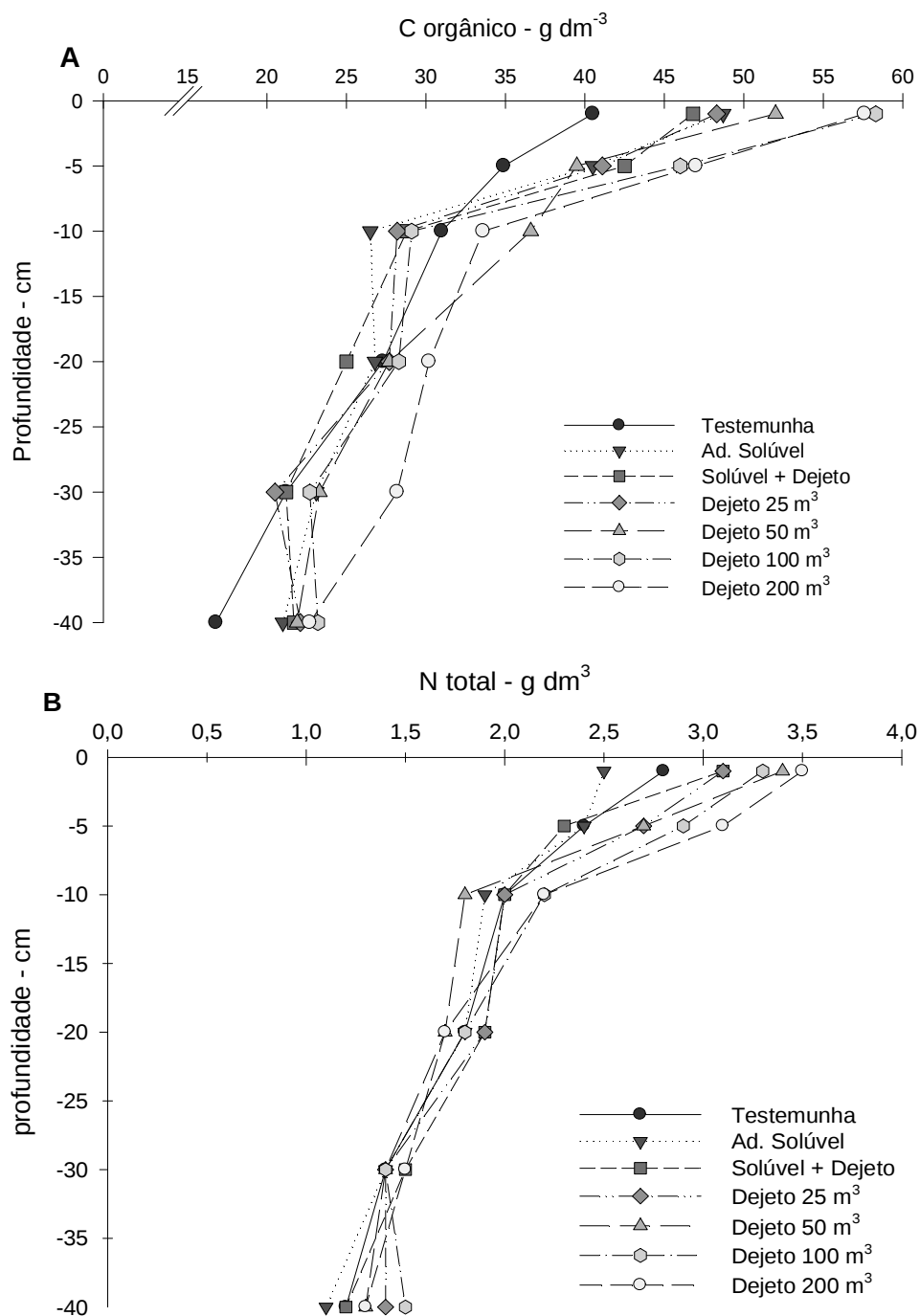


Figura 01 - Teores de C orgânico (A) e N total (B) em Latossolo Vermelho Distroférico submetido a aplicações anuais de doses de dejeito suíno, fertilizantes solúveis e combinação de adubo solúvel com dejeito, em cultivos de sucessão aveia-milho em sistema plantio direto. Campos Novos, 2007.

A constatação que a aplicação de dejetos não resulta em incrementos nos teores de C orgânico e N total nas camadas inferiores a 5 cm de profundidade deve-se, provavelmente, à falta de mobilidade da matéria orgânica humificada do solo que contém, aproximadamente, a totalidade destes elementos acumulados no solo.

O pH em água do solo (Figura 02 A) na camada 1 apresentou o valor mínimo 4,93 no tratamento com Adubo Solúvel e o máximo 5,6 com 200 m³ de dejetos e também mostrou uma tendência de redução com a profundidade, chegando na camada 40 a 4,5 e 4,9 nos mesmos tratamentos, respectivamente. Porém, somente foram constatadas diferenças significativas para o pH nos tratamentos Adubo Solúvel e Dejetos + Solúvel, que apresentaram valores menores do que os demais na camada 01 (Anexo D). Na camada 05 ainda se observou que o pH do solo do tratamento Adubo Solúvel foi menor do que nas doses de 200 m³ ha⁻¹ e abaixo desta camada, não houve efeito de tratamento neste atributo do solo.

Estes resultados sugerem que a adubação solúvel acidificou o solo até 6 cm de profundidade, o que provavelmente se deve à nitrificação de nitrogênio amoniacal proveniente da hidrólise da uréia empregada como fonte de N (Ciotta *et al.*, 2002; Ernani, 2008).

O aumento do pH do solo decorrente da aplicação de dejetos foi observado por Mugwira (1976) e Lund & Doss (1980) com a utilização de dejetos por três anos consecutivos. Porém, diversos autores, como Ernani & Gianello (1983), Nuernberg (1983), Ceretta *et al.*, (2003) e Scherer *et al.*, (2007), não observaram efeito de dejetos no pH do solo. Estas diferenças podem ser explicadas pelas reações dos resíduos nos diferentes tipos de solo, que são influenciados pelas características e dose do material aplicado (Cassol *et al.*, 2005).

Os teores de Al trocável nas diversas camadas do solo (Figura 02 B), não mostraram diferença significativa entre tratamentos, independente da camada analisada (Anexo E). Constatou-se que os teores de Al trocável nas camadas de 01 a 20 situaram-se próximo a zero, aumentando com a profundidade a partir desta camada. Este comportamento pode ser explicado porque quando o pH do solo encontra-se acima de 5,5 o Al se mantém na forma de hidróxido, como precipitado inativo (Ernani & Gianello, 1983; Ernani, 2008) o que, exceto para tratamento adubo solúvel, foi observado nas camadas até 20 cm de profundidade. Já, as camadas 30 e 40 ainda refletiram a acidez existente na condição original do solo.

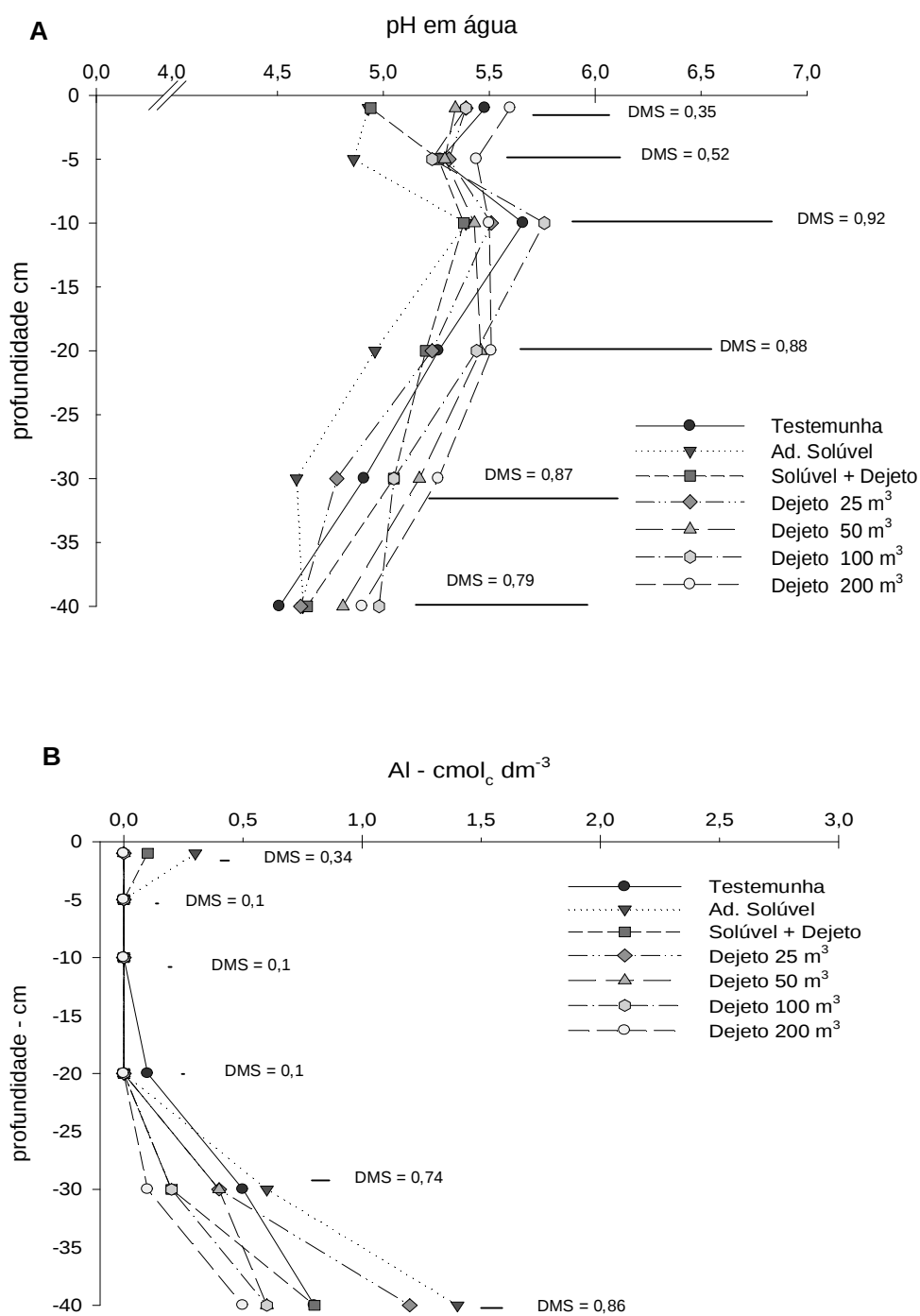


Figura 02 - Valores de pH em água (A) e Al⁺³ (B) em Latossolo Vermelho Distroférico submetido a aplicações anuais de doses de dejeito suíno, fertilizantes solúveis e combinação de adubo solúvel com dejeito, em cultivos de sucessão aveia-milho em sistema plantio direto. Campos Novos, 2007. DMS Tukey $p < 0,05$.

Anteriormente à implantação do experimento, o solo recebeu calagem para atingir pH 6,0 na camada arável (0 a 20 cm) e, assim, estes resultados são consoantes com o efeito daquela prática, que geralmente é restrito à camada de sua incorporação mecânica (Ernani, 2008). No tratamento com adubo solúvel, onde ocorreu pequena acidificação do solo nas camadas superficiais (camadas 01 e 05) o teor de Al trocável chegou a $0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, entretanto este valor não foi suficiente para refletir diferença significativa em relação aos demais tratamentos.

Ernani & Gianello (1983) e Cassol *et al.*, (2005) observaram diminuição do Al trocável no solo pela aplicação de resíduos orgânicos, o que foi devido ao aumento do pH do solo e a formação de complexos de Al com a matéria orgânica do material, ou com subprodutos da sua degradação no solo. O solo utilizado neste estudo não apresentava Al em quantidade expressiva na camada arável, conforme refletido pelos valores deste atributo no tratamento testemunha e isto pode ter impedido a manifestação de possível efeito do resíduo na redução do Al trocável.

Os teores de Ca e Mg nas diversas camadas do solo são apresentados na Figura 03 - A e B, respectivamente. De modo geral, os teores de Ca e Mg do solo foram maiores na camada superficial e decresceram com a profundidade concordando com o que normalmente acontece quando da aplicação superficial de esterco animal, conforme observado por Ceretta *et al.*, (2003) Durigon (2000) e Durigon *et al.* (2002). em Argissolo Vermelho distrófico, utilizando 0, 20 e $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos líquidos de suínos, aplicado em intervalos de 45 a 60 dias. Estes autores também verificaram que a aplicação do esterco proporcionou aumento nos teores de Ca e Mg do solo nas camadas superficiais e não teve efeito em camadas abaixo de 20 cm. A dose de 200 m^3 de dejetos aumentou o teor de Ca do solo, comparado aos tratamentos com adubação solúvel e a testemunha na camada 01. Na camada 05, a dose de 200 m^3 de dejetos também apresentou teor de Ca maior do que o adubo solúvel, entretanto, o valor encontrado neste último foi inesperadamente baixo, inclusive em relação à testemunha, o que pode ser devido à variabilidade decorrente de fator não controlada pela metodologia utilizada. Não houve diferença significativa entre os tratamentos de 10 a 40 para Ca e 10, 30 e 40 para Mg, o que se explica pelos altos teores destes elementos originalmente existentes no solo, reflexo da calagem anterior com calcário dolomítico, sendo que as quantidades adicionadas com as doses até $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ foram insuficientes para alterar significativamente o valor destes atributos.

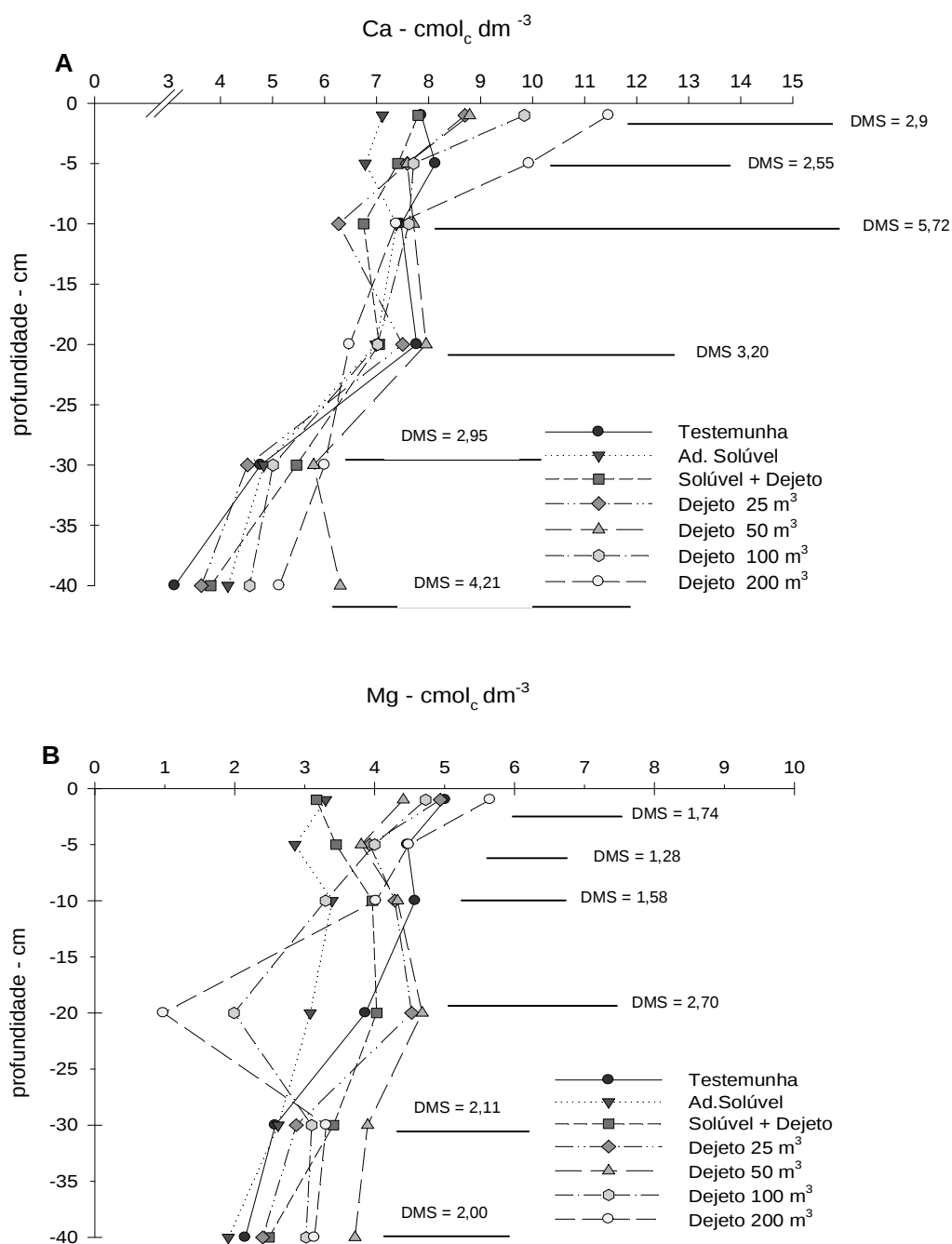


Figura 03 - Teores de Ca (A) e Mg (B) em Latossolo Vermelho Distroférrico submetido a aplicações anuais de doses de dejeito suíno, fertilizantes solúveis e combinação de adubo solúvel com dejeito, em cultivos de sucessão aveia-milho em sistema plantio direto. Campos Novos, 2007. DMS Tukey $p < 0,05$.

Comportamento semelhantemente ocorreu com o Mg, entretanto, para este nutriente o tratamento testemunha também apresentou valor alto, não se diferenciando do tratamento com 200 m³ de dejetos, resultado que também se atribui a causa de variação não controlada pela metodologia. Também não houve diferença significativa entre tratamentos a partir da camada 10, entretanto, outros autores encontraram efeito de dejetos no teor de Mg em camadas até 20 cm de profundidade (Ceretta *et al.*, 2003; Scherer *et al.*, 2007). em Argissolo Vermelho distrófico, utilizando 0, 20 e 40 m³ ha⁻¹ de dejetos líquidos de suínos, aplicado em intervalos de 45 a 60 dias e Latossolo Vermelho distroférico típico tratamentos com dejetos de suínos (0, 40 e 115 m³ ha⁻¹) em aplicações anuais respectivamente. Explicam-se, em parte, estas diferenças pelo tipo de solo empregado nos experimentos, sendo que o solo deste trabalho possivelmente contenha maior capacidade de retenção destes cátions nas camadas superficiais, dificultando sua migração em profundidade. Observou-se, do mesmo modo que Scherer *et al.*, (2007) verificou-se uma diminuição dos teores de Mg em profundidade, em geral, menor do que a do Ca, indicando maior mobilidade deste nutriente por lixiviação em relação ao Ca. Essa maior mobilidade do Mg no perfil do solo está de acordo com a série liotrófica, pois, sendo um íon de maior diâmetro em relação ao Ca, é menos retido no complexo de troca do solo (Ernani, 2008).

Com relação ao fósforo (Figura 04 – A), (Anexo H) o dejetos promoveu aumento no teor de P extraível do solo em relação à testemunha quando aplicado em doses a partir de 50 m³ ha⁻¹. Porém, este efeito e a conseqüente acumulação de P proveniente do dejetos, concentrou-se nas camadas até 6 cm de profundidade, concordando com estudos semelhantes a este (Gatiboni *et al.*, 2008; Scherer *et al.*, 2007; Oloya & Logan, 1980 e Guertal *et al.*, (1991). Este comportamento pode ser explicado pela alta capacidade de adsorção de fósforo do Latossolo Vermelho Distroférico, pois este solo é predominantemente constituído de minerais de argila e, principalmente, de óxidos de Fe e Al, que possuem número elevado de sítios de adsorção de fosfato (Ernani, 2008).

Entretanto, Ceretta *et al.* (2003) observaram que houve migração de P às camadas mais profundas do solo, com o uso de doses altas de dejetos que não foi observado em neste trabalho. Esta diferença que pode ser devida ao tipo de solo empregado no estudo daqueles autores (Argissolo Vermelho distrófico) que possui camada superficial de textura arenosa e, conseqüentemente, menos capacidade de retenção de P, possibilitando que parte do que foi adicionado pelo dejetos migrasse para camadas inferiores.

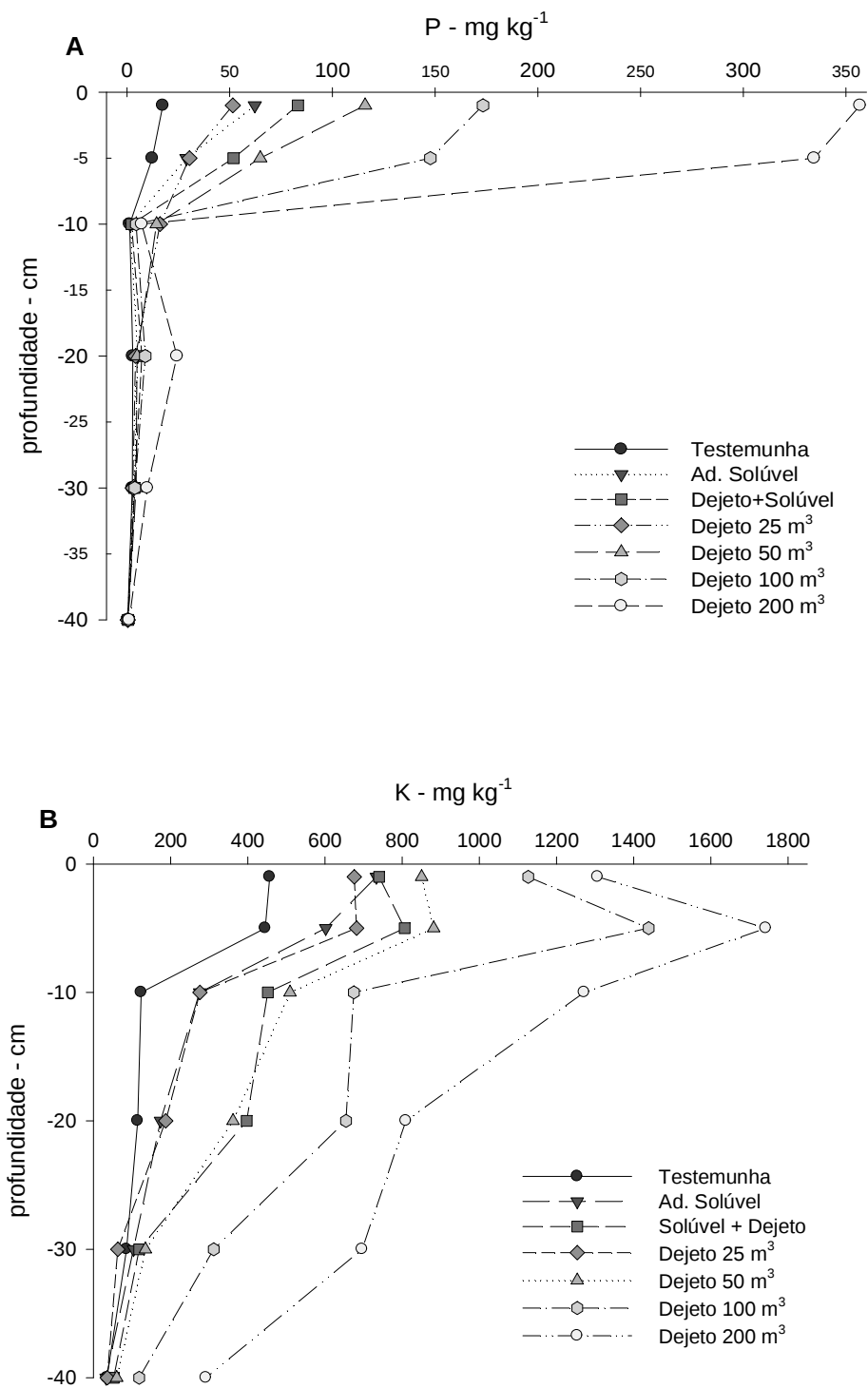


Figura 04 - Teores de P (A) e K (B) em Latossolo Vermelho Distroférico submetido a aplicações anuais de doses de dejeito suíno, fertilizantes solúveis e combinação de adubo solúvel com dejeito, em cultivos de sucessão aveia-milho em sistema plantio direto. Campos Novos, 2007.

Scherer & Castilhos (1994) também observou que a aplicação de dejetos de suínos como fonte de fósforo aumentou a disponibilidade do fósforo na camada superficial do solo no primeiro cultivo, quando comparado aos teores originais.

O teor de K extraível (Figura 04 – B) aumentou com a aplicação do dejetos em doses maiores que $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, em todas as camadas até 20cm e no caso da dose maior, este efeito chegou até a camada 40. Os resultados mostraram que houve deslocamento do K adicionado nas doses mais altas para profundidades maiores do que observado para Ca e Mg, concordando com resultados anteriores (Ceretta *et al.* 2003 ; Klepker & Anghinoni, 1995).

Os teores de Zn, independentemente dos tratamentos e os teores de Cu para os tratamentos que receberam adubação solúvel foram mais elevados nas camadas de 6 cm superficiais do solo e decresceram com a profundidade, (Figura 05-A e B), evidenciando acumulação nos primeiros 10 cm .

O dejetos aumentou nos teores de Zn e Cu em relação ao tratamento testemunha, sendo com mais intensidade nas doses maiores. Na camada 01, o aumento nos teores desses metais foi significativo para todos os tratamentos que incluíram aplicação do dejetos e na camada 10 as doses a partir de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ mantiveram este efeito. Na camada 05, somente a dose $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ provocou aumento no teor de Cu, enquanto o de Zn foi aumentado também pela dose $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ e abaixo desta camada não ocorreu mais aumento do Cu. Entretanto para o Zn, a maior dose do dejetos aumentou a concentração até a camada 40, indicando que taxas de aplicação elevadas incorrem em enriquecimento deste elemento em camadas inferiores do solo, conforme relatado por Segnanfredo (2000).

Os teores de Zn e Cu extraíveis do solo situaram-se em faixa maior do que os níveis considerados críticos (CQFS-RS/SC, 2004), principalmente nas doses maiores que $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, seguindo tendência já relatada por Moreira (2004). Esses resultados são evidências da acumulação destes elementos em formas biodisponíveis, principalmente nos primeiros 6 cm superficiais no solo, o que também reflete a capacidade para estabelecerem interações com a superfície dos colóides de argila e matéria orgânica, onde ficam retidos. A alta concentração desses elementos no solo implica em potencial de toxidez para organismos do solo e plantas e também às pessoas que consomem alimentos produzidos em áreas que recebem doses excessivas de dejetos suíno.

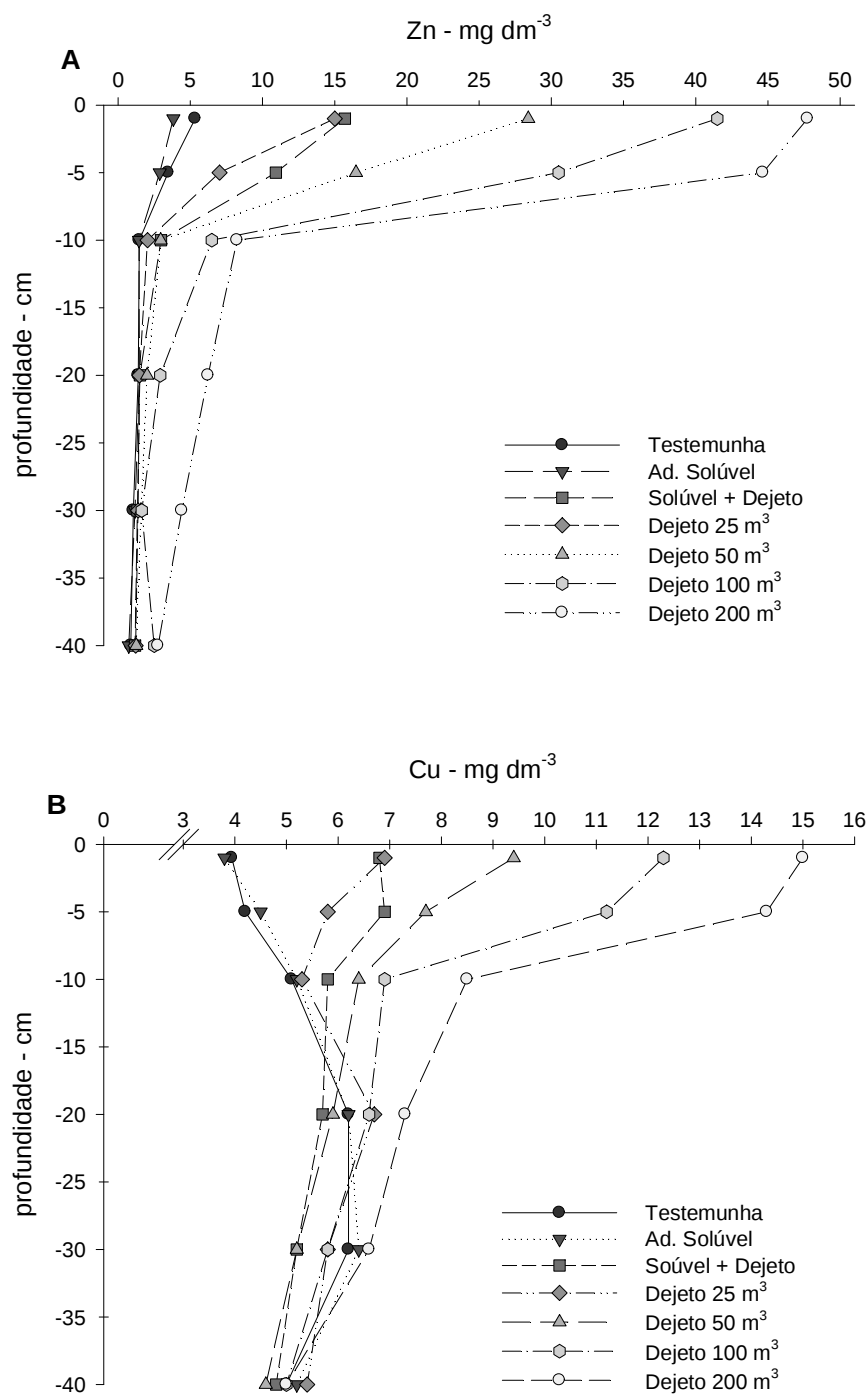


Figura 05 - Teores de Zn (A) e Cu (B) em Latossolo Vermelho Distroférrico submetido a aplicações anuais de doses de dejetos suíno, fertilizantes solúveis e combinação de adubo solúvel com dejetos, em cultivos de sucessão aveia-milho em sistema plantio direto. Campos Novos, 2007.

2 ESTADO NUTRICIONAL E RENDIMENTO DE MILHO EM LATOSSOLO VERMELHO APÓS APLICAÇÕES ANUAIS DE ADUBO SOLÚVEL E DOSES DE DEJETO SUÍNO

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A suinocultura tem grande importância social e econômica no Brasil onde a produção de carne suína em janeiro de 2008 foi estimada em 2.769 mil toneladas (IBGE, 2008). Entretanto, os dejetos gerados por esta atividade representam potenciais contaminantes do ambiente, mais do que uma opção à nutrição de plantas (Basso, *et al.* 2005).

A produção suína em Santa Catarina se concentra no oeste do estado, região onde se concentra cerca de 76% do total efetivo de suínos do estado, com geração diária de grande quantidade de dejetos por unidade de área, o que impede um adequado aproveitamento destes resíduos, ocasionando sérios problemas de poluição dos recursos naturais (Oliveira, 2002), agravando o problema ambiental. Esta região caracteriza-se pelo predomínio de pequenas propriedades rurais de produção familiar, que têm entre suas principais fontes de renda a suinocultura e a produção de milho sendo que alguns produtores não possuem atividade agrícola conjunta à criação, não tendo áreas para destinar o dejetos como adubo. Esta é uma situação relativamente comum no oeste catarinense, onde predomina a concentração de animais em pequenas propriedades sem áreas aptas a cultivos ou para destinação de grandes quantidades de dejetos (Cassol. *et al.*, 2008).

No sistema mais utilizado de produção de suínos, o armazenamento dos dejetos é feito na forma líquida e, por isso, o processo mais importante para estabilização do chorume (esterco líquido), é a fermentação anaeróbia (Oliveira, 2002). Para armazenamento e estabilização do material, são normalmente usadas esterqueiras convencionais, também chamadas “bioesterqueiras” de câmara única, com alimentação e descarga contínua, e lagoas de estabilização. Outro sistema de manejo dos dejetos é a utilização de cama nas pocilgas e a sua compostagem no próprio local de produção. Nesse caso o processo de fermentação ocorre

na presença de oxigênio, sendo aeróbico (Scherer, 2000), porém o sistema tem limitações à alta incidência de linfodenite e alto custo da cama.

Os trabalhos de pesquisa desenvolvidos na área de manejo de efluentes da suinocultura indicam que os atuais tratamentos de dejetos em uso no Brasil, não são capazes de tratar o resíduo final a ponto de que este possa ser lançado diretamente nos cursos d'água. Isto se agrava com o aumento do efetivo de suínos em pequenas áreas, e conseqüente aumento do volume de dejetos líquidos produzidos, pois a exigência de áreas de lavoura aumenta proporcionalmente ao número de animais em produção (Oliveira, 1993).

Um dos principais problemas do manejo dos dejetos na maioria das propriedades catarinenses é o excesso de água que resulta do grande desperdício na criação, e da entrada de água da chuva no sistema, acumulando-se no depósito de armazenamento e propiciando uma grande diluição do dejetos armazenado (Oliveira, 2002). Segundo este autor, o excesso de água aumenta o volume de dejetos produzidos, e diminui a concentração de MS, dificultando ainda mais a destinação eficiente deste resíduo com aumento do custo final da adubação, em decorrência de maiores custos de armazenamento, transporte e aplicação por unidade de nutriente.

Um dos principais desafios da suinocultura moderna é a gestão ambiental da produção. A adequação das edificações, controle de desperdícios em bebedouros e comedouros e outros aspectos devem ser controlados, para que se possa tornar a atividade compatível e adequada ao meio ambiente e, ainda, ter os dejetos como insumo melhorador do solo na forma de fertilizante (Bley, 2001).

A utilização de grandes quantidades de dejetos suínos por área, ou o armazenamento em sistemas sem impermeabilização durante muitos anos, poderá sobrecarregar a capacidade de filtração e retenção de nutrientes do solo. Nestas condições, alguns nutrientes podem atingir as águas subterrâneas ou superficiais, contaminando-as. Os principais constituintes do esterco que podem contaminar a água superficial são: matéria orgânica, nutrientes, bactérias fecais e sedimentos (Scherer, 2000). Os resíduos e efluentes, gerados pelas instalações de confinamento de suínos que atingem a rede de drenagem, incrementam a demanda biológica de O_2 e o nível de sólidos suspensos afetam a coloração da água, seja pelo resíduo sólido em si, seja pelo estímulo à produção de algas. O impacto que estes contaminantes têm sobre o ecossistema aquático está relacionado à quantidade e tipo de cada poluente que é introduzido e às características do sistema aquático receptor (Oliveira, 2002).

Os dejetos podem ocasionar poluição do ar e ainda conterem patógenos, que podem transmitir doenças aos animais e seres humanos (Kao, 1993). Estudos realizados pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina (EPAGRI), constataram que cerca de 85% das fontes de água do meio rural das regiões produtoras de suínos estão contaminadas por coliformes fecais originados de dejetos suínos (Oliveira, 1993).

Diversas características físicas e químicas do solo afetam a movimentação de bactérias fecais no solo e restringem o seu deslocamento para o lençol de água, podendo ser mencionadas a filtração e a adsorção, que podem remover até 90% do total de bactérias aplicadas através de resíduos e efluentes, nos primeiros dois cm do solo. Entretanto, a ocorrência de chuvas intensas após a aplicação superficial do esterco em lavouras e o conseqüente transporte de sedimentos e partículas orgânicas; a lavagem da periferia de estábulos, instalações de confinamento e depósitos de resíduos orgânicos através das chuvas e do escoamento superficial da água, são os principais fatores que causam o transporte de organismos fecais para a rede de drenagem (Seiffert & Perdomo, 1998).

O dejetos suíno, rico em nutrientes, quando mal manejado leva à fertilização da água resultando no processo de eutrofização, gerando crescimento indesejável de algas e ervas aquáticas e falta de oxigênio causado pela decomposição destes organismos. Isto causa impalatabilidade da água, formação de carcinógeno durante sua cloração, e pode ainda promover deterioração das conexões neurais nos seres humanos (Shigaki, *et al.* 2006).

O nitrogênio, que é o elemento exigido em maior quantidade pelas plantas e é um dos principais constituintes do dejetos suíno, onde cerca de 30% do N está na forma mineral (Cassol *et al.* 1994), que ao ser aplicado fica disponível à absorção pelas plantas. Porém, parte do N aplicado na forma de dejetos líquido de suínos pode tornar-se um poluente, uma vez que apresenta alta mobilidade no solo. Estando na forma mineral, principalmente após convertido à forma de nitrato, podem ocorrer perdas por lixiviação, variando conforme tipo de solo (textura e mineralogia), intensidade das chuvas e absorção pela cultura (Gatiboni, 2003).

O potássio se encontra no dejetos totalmente na forma solúvel e se torna disponível às plantas logo após a sua aplicação. Entretanto é excretado pelos animais quase em sua totalidade na urina e na forma mineral, solúvel, podendo ser perdido por lixiviação ou escoamento superficial (Moreira, 2004).

A aplicação de dejetos suíno representa um aporte de fósforo no solo. Aproximadamente dois terços estão numa forma não-solúvel em água e combinados com compostos orgânicos de natureza variada (Durigon, 2002).

O emprego do dejetos suíno na adubação pode, aumentar a produtividade das lavouras, propiciar maior lucro aos agricultores e promover a melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo (Scherer & Castilhos, 1984). Entretanto, a aplicação de doses altas é capaz de ocasionar problemas na germinação de sementes e promover acumulação de elementos, como P, Cu e Zn em níveis excessivos no solo (Seganfredo, 2000).

Estima-se que a produção média diária de dejetos por suínos com peso entre 25 a 100 kg seja de 2,3 kg de fezes sólidas e 4,9 kg de urina, totalizando 7,0 litros de dejetos por animal/diário (Oliveira, 1993). Considerando-se os nutrientes contidos na quantidade produzida de dejetos de frangos e suínos no Brasil, estima-se que são suficientes para atender praticamente todas as exigências nutricionais das plantas. Estimativas apontam que o fósforo produzido nos esterco é 2,6 vezes maior que o aplicado por fertilizantes na região Sul do Brasil (Shigaki *et al.*, 2006). Segundo Vale (1995), entre 75 a 80% dos elementos minerais e 40% do carbono orgânico ingeridos pelos suínos são excretado nas fezes e urina.

Os dejetos têm efeitos diretos e indiretos na produção de culturas. O efeito direto depende da quantidade de nutrientes contidos nos dejetos e da quantidade de fertilizantes minerais que podem ser substituídos pelo mesmo. O efeito indireto dos dejetos decorre da ação benéfica nas propriedades físicas e químicas do solo e na intensificação da atividade microbiana e enzimática (Moreira, 2004).

Para que as plantas possam utilizar parte dos nutrientes contidos nos dejetos, é necessário que a fração orgânica dos mesmos passe para a forma mineral, ou seja, é necessário que ocorra a mineralização. Esse processo pode ser mais rápido ou mais lento, dependendo da qualidade do dejetos, do nutriente em questão e das condições do solo que afetam a atividade microbiana. Ernani (1984) relata que alguns nutrientes contidos nos materiais orgânicos se tornam disponíveis mais rapidamente que outros, pois as frações orgânicas oferecem diferentes resistências à decomposição.

Para cada tonelada de dejetos não aproveitada, são desperdiçados cerca de 10 kg de nutrientes, principalmente N, P e K. Por outro lado, poucos são os estudos no Brasil a respeito do impacto ambiental e sobre as culturas da aplicação de dejetos suíno no solo, o que poderia subsidiar os produtores quanto ao uso racional dos mesmos (Perdomo, 1996).

Trabalhos realizados no Oeste Catarinense mostraram que a adubação com 3,5 t ha⁻¹ de dejetos suíno (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 dejetos na propriedade, seu emprego justifica-se economicamente para doses até 4,2 t ha⁻¹ (base seca), que pode ser suficiente para manter uma produtividade de milho entre 90 e 95% do teto máximo. Esses autores observaram que a produção da cultura de milho após quatro safras mostrou o bom desempenho do dejetos suíno como adubo e também que não há grandes diferenças em eficiência entre as fontes de adubo avaliadas, obtendo uma produção maior as áreas adubadas com o dejetos suíno, comparadas à com fertilizantes solúveis.

A agricultura moderna exige o uso de corretivos e fertilizantes em quantidades adequadas, para reposição do que fora retirado pelas culturas, de forma a atender critérios racionais, que permitam conciliar o resultado econômico com a preservação dos recursos naturais do solo e do meio ambiente. Assim, a adubação não deve exceder as necessidades requeridas pelas culturas, evitando-se o acúmulo de nutrientes no solo que poderá, no decorrer do tempo, provocar contaminação e deterioração do solo e águas superficiais e subsuperficiais (Gatiboni, 2003).

Os fertilizantes solúveis têm sua composição química definida, ao contrário dos orgânicos, cuja composição varia em função da categoria e manejo dos animais. Com isso, muitas vezes o adubo orgânico contém nutrientes em quantidades desproporcionais aos requerimentos e a capacidade de extração da plantas, que também depende da disponibilidade no solo. Devido a esta desproporcionalidade nos fertilizantes orgânicos, quando utilizados para suprir toda demanda nutricional, estes ocasionam um excesso de alguns nutrientes no solo. Neste caso, recomenda-se utilizar o nutriente cuja exigência seja satisfeita com a menor quantidade de adubo orgânico, procedendo-se a complementação com fertilizante solúvel (CQFS-RS/SC, 2004). Assim, para uma adubação satisfatória, devem-se levar em consideração as exigências nutricionais da cultura, a composição do dejetos, a concentração do material utilizado e eficiência de liberação dos nutrientes.

O índice de eficiência de liberação dos nutrientes estima o aproveitamento em proporção dos nutrientes totais nos adubos orgânicos, relativamente aos adubos solúveis (Cassol *et al.* 2001). Contribuem para este índice, as formas orgânicas que se transpõem para forma mineral com decorrência do tempo. A fração inorgânica comporta-se semelhantemente

aos nutrientes oriundos de adubos solúveis fazendo parte das reações do solo, bem como se tornando vulneráveis a lixiviações, complexações e outros processos de perda ou imobilização no solo.

Em aplicações anuais de $60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos suíno em cultura de trigo sob um Latossolo Roxo Eutrófico, foi constatado que houve excessivo acamamento após o terceiro ano, mas houve aumento significativo no rendimento (Oliveira, 1994). Semelhantemente, foi realizado por McCormick *et al.*, (1983) um estudo em Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico e Latossolo Vermelho Escuro Distrófico com aplicações 45, 90, 135 e $180 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, tendo o autor observado que no primeiro solo houve um aumento de produtividade de 50 a 119% e no segundo solo o aumento foi de 32 a 52%, ambos comparados à adubação solúvel. No entanto a produtividade máxima foi de 3490 kg ha^{-1} e 5426 kg ha^{-1} , respectivamente, mostrando que a quantidade de dejetos a ser aplicada varia de acordo com a capacidade de absorção e fertilidade natural de cada solo.

A aplicação de dejetos suíno promoveu acréscimo na produção de matéria seca em pastagem natural (Durigon, 2002). Este autor observou que aos 8,3 meses, o incremento na produção acumulada de matéria seca foi de 44 e 70 % com o uso das doses de 20 e $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos, respectivamente. Com o passar do tempo, o efeito residual foi assumindo maior contribuição à produção de matéria seca, tendo os percentuais de acréscimo atingido 109 e 155 % com as doses de 20 e $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, respectivamente, ao final de 48 meses. Em análise das características químicas do solo, Durigon (2000) observou que os teores de fósforo, cálcio e magnésio foram incrementados ao longo de quatro anos.

Ernani (1984), comparando rendimento de grão de milho com adição de dejetos suíno e cama de aves com a adubação mineral, demonstrou que altas doses de resíduos aumentaram a produtividade. Observou-se que neste trabalho não houve resposta a adubação química, sendo que a quantidade de uréia aplicada não foi suficiente para manutenção da cultura e que houve eficiência da adubação orgânica.

Em outro experimento a utilização de $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos líquidos de suínos proporcionou incremento médio de 22 sacas de milho ha^{-1} , sendo equivalente a uma aplicação de 40 kg ha^{-1} de N mineral na forma de uréia (Scherer *et al.*, 1996).

Segundo Durigon (2000), o cálcio acumulado na matéria seca, após 48 meses de aplicação do dejetos suíno, foi de 424 e 509 kg ha^{-1} nas doses de 20 e $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, respectivamente, representando um aproveitamento de 43 e 29 % do total de cálcio contido no

dejeito aplicado. Por outro lado, os incrementos de cálcio no solo foram observados até a profundidade de 5 cm em percentual médio de 43 %, com pouca influência da dose. O magnésio acumulado na matéria seca após 48 meses de aplicação do dejeito foi de 495 e 661 kg ha⁻¹ nas doses de 20 e 40 m³ ha⁻¹, respectivamente, representando um aproveitamento de 70 e 50 % do total do magnésio contido no dejeito aplicado. Mesmo com estes altos percentuais de absorção, os acréscimos nos teores de magnésio no solo chegaram a atingir, em média, 265 % na camada de 5,0 a 20,0 cm, demonstrando a maior mobilidade do magnésio no solo.

Este trabalho teve por objetivos avaliar o rendimento de milho em lavoura sob plantio direto após aplicações anuais de dejeito suíno em doses crescentes, adubação com fertilizantes solúveis (comerciais) e adubação combinada destes com dejeito.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento a campo, localizado no município de Campos Novos, Santa Catarina, sobre um Latossolo Vermelho Distroférico. O experimento teve início em novembro de 2001 e as avaliações foram feitas nas safras 2006/2007 e 2007/2008. Os tratamentos foram aplicados uma vez ao ano conforme especificados na tabela 04:

Tabela 04 - Tratamentos empregados em sete aplicações anuais em experimento conduzido a campo num Latossolo Vermelho Distroférico em Campos Novos, SC.

Tratamento	Descrição
Testemunha	Sem nenhuma adubação
	Adubação com fertilizante solúvel
Adubo Solúvel ⁽¹⁾	N =130 kg ha ⁻¹ ; P ₂ O ₅ =100 kg ha ⁻¹ e K ₂ O =70 kg ha ⁻¹ .
Dejeito + Solúvel ⁽¹⁾	25 m ³ ha ⁻¹ de dejeito suíno ⁽²⁾ complementado com fertilizante solúvel
Dejeito 25 m ³	25 m ³ ha ⁻¹ de dejeito líquido de suíno
Dejeito 50 m ³	50 m ³ ha ⁻¹ de dejeito líquido de suíno
Dejeito 100 m ³	100 m ³ ha ⁻¹ de dejeito líquido de suíno
Dejeito 200 m ³	200 m ³ ha ⁻¹ de dejeito líquido de suíno

⁽¹⁾ Seguindo recomendações de CQFS-RS/SC (2004); ⁽²⁾ Exceto aplicação de novembro de 2006, quando se aplicou 12,5 m³ ha⁻¹ do dejeito.

No ano de 2006 (safra 2006/2007), o tratamento que recebeu a adubação combinada do dejetos com adubos solúveis, teve a dose do resíduo definida em $12,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, devido à elevada concentração do material disponível no momento da aplicação, que chegou a 114 kg m^{-3} de matéria seca (Tabela 03), atingindo aproximadamente o dobro da concentração observada nos demais anos de aplicação.

Para cada tratamento foram utilizadas quatro repetições, totalizando 28 parcelas, com área total de $75,6 \text{ m}^2$ ($12\text{m} \times 6,3\text{m}$) cada uma. As bordaduras das parcelas foram de 0,9 m nas cabeceiras e 0,70 m nas laterais, resultando em 50 m^2 de área útil.

A aplicação do dejetos e a adubação de base foram realizadas a lanço e na superfície do solo com cinco dias de antecedência à semeadura do milho, utilizando-se um distribuidor de esterco líquido, controlando-se o volume aplicado pela vazão do dejetos em determinado tempo. O tratamento Adubo Solúvel foi aplicado em dose equivalente a 130, 100 e 70, kg ha^{-1} de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente. Já o dejetos combinado com adubo solúvel se constituem nas doses conjuntas de $25\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos (em 2006 a dose foi $12,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) mais 75 kg ha^{-1} , 16 kg ha^{-1} e 15 kg ha^{-1} de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente. Os dois últimos tratamentos foram definidos com base em recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo - NRS/SBCS (2004) para produtividade máxima. No tratamento Adubo Solúvel, o N foi aplicado 20% na base e o restante em cobertura, realizado seis semanas após a germinação. No tratamento Dejetos + Solúvel, o N da fonte solúvel foi totalmente aplicado em cobertura na mesma época acima. Os fertilizantes solúveis empregados como fontes de N, P e K foram uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. O dejetos líquido de suíno foi gerado por animais em terminação e permaneceu na esterqueira por cerca de 120 dias antes da aplicação em 2006 e 90 dias nos demais anos.

Anualmente cultivou-se como cultura estival o milho (*Zea mays*), e como cultura hiberna a aveia preta (*Avena strigosa*), em sucessão, no sistema de plantio direto, empregando-se a última como cobertura de solo, que foi submetida a dessecação química com glifosato na fase de florescimento. Utilizou-se uma cultivar de híbrido simples de milho de ciclo precoce (30F53, da PIONEER), em densidade de aproximadamente 7 plantas por m^2 .

A amostragem das folhas de milho foi realizada na época de florescimento através da coleta do terço médio da folha de inserção da espiga. As amostras foram secadas em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de 65°C e, em seguida, moídas em moinho de facas para alcançar tamanho de partículas menor que dois mm de diâmetro. As amostras

foram digeridas com ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio a temperatura de aproximadamente 350° C. A análise do nitrogênio (nitrogênio mineral e total) foi realizada por destilação de vapor pelo método Kjeldahl. O fósforo foi determinado por espectrofotometria UV-Visível e o potássio foi determinado por fotometria de emissão de chama. Já os elementos cálcio, magnésio, manganês, cobre, zinco e ferro foram determinados em absorção atômica. As análises foliares foram realizadas conforme metodologias descritas por Tedesco *et al.*,(1995).

Foi realizada a caracterização do dejetos líquido de suíno aplicado no experimento, retirando-se uma amostra representativa, que foi fracionada em duas repetições para determinação da matéria seca, realizada em estufa de circulação a 65° C. A determinação de pH foi feita mediante leitura direta no dejetos e as análises dos nutrientes, foram feitas após a secagem em estufa e moagem. A caracterização do dejetos líquido de suíno utilizado nas aplicações realizadas foram conforme descrito por Tedesco *et al.*, (1995), e está apresentada na tabela 05.

Tabela 05 - Valor de pH, teores de matéria seca e teores totais de nutrientes em dejetos líquido de suíno de animais em fase de terminação e aplicados nos anos de 2001 a 2007 em experimento a campo, situado em Campos Novos, SC.

Aplicação	pH	MS	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	Mn
					kg m ⁻³				g m ⁻³			
10/2001	6,7	66	3,4	1,4	1,2	3,3	1,1	-	11,9	1,2	8,0	5,2
11/2002	7,1	26	2,6	1,0	1,2	1,8	0,7	-	-	-	-	-
10/2003	6,9	32	2,6	1,1	1,3	2,1	0,9	-	-	-	-	-
10/2004	7,3	43	3,7	1,4	1,5	2,8	1,2	-	-	-	-	-
10/2005	7,8	56	3,2	1,5	1,1	1,8	0,9	-	-	8,8	3,2	-
10/2006	7,0	114	4,6	2,8	1,7	1,7	0,9	0,8	9,0	3,4	4,6	12,8
10/2007	7,3	55	2,7	1,8	1,1	1,5	0,8	0,5	7,8	2,7	4,1	9,6

Determinados segundo Tedesco et al. (1995).

O rendimento de grãos de milho foi determinado através da colheita manual das espigas produzidas na área útil das parcelas e trilhadas em bateadeira mecânica de cereais.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos completamente casualizados, com sub-parcelas referentes aos ciclos de cultivos e quatro repetições. Foi realizada a análise de variância, pelo teste de Fischer, de regressão para efeito de doses e comparação de médias para verificação dos efeitos referentes à adubação solúvel e combinação do adubo solúvel com dejetos.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Teores de nutrientes nas folhas de milho

Na safra 2006/2007 os teores de N, P e K no tecido vegetal do milho (Tabela 06) referentes ao tratamento testemunha, foram inferiores aos demais, confirmando a carência destes nutrientes no solo, devido ao esgotamento das reservas disponíveis em decorrência de sucessivos cultivos, sem a reposição das quantidades removidas. O teor de N não diferiu significativamente entre os tratamentos que receberam fertilizante solúvel e/ou dejetos, sugerindo que, para o nível de produtividade alcançado no experimento, este elemento foi fornecido em quantidade que atendeu a necessidade da cultura. Para o P, observou-se que não houve acréscimo nos teores com a elevação das doses de dejetos, enquanto que para o K houve redução nos teores nas doses mais elevadas do resíduo, sugerindo que quantidades acima de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ podem desfavorecer a absorção deste elemento pelas plantas, provavelmente provocado pelo desbalanço nutricional.

Na safra de 2007/2008, os teores de N e P no tecido vegetal (Tabela 06), referentes ao tratamento testemunha também foram menores do que nos demais, mas não diferiram no tratamento Dejetos + Solúvel e Dejetos 25 m^3 . Tanto o teor de N, como o de P mostraram diferença nos tratamentos que receberam adubação de dejetos suíno superior a $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, quando comparados ao tratamento testemunha, confirmando a carência destes nutrientes no solo, devido ao depauperamento das reservas disponíveis com os consecutivos cultivos, sem que tenha havido reposição. Em relação ao K a ausência de diferença nos teores foliares provavelmente resultou da ocorrência de deficiência mais aguda de N e P, fazendo com que a

disponibilidade daquele nutriente fosse suficiente para a produtividade obtida mesmo no tratamento testemunha.

Tabela 06 - Teores de N, P, K, em folhas de milho em Latossolo Vermelho Distroférico submetido a aplicações anuais de doses de dejetos suíno, fertilizantes solúveis e combinação de adubo solúvel com dejetos, em cultivos de sucessão aveia-milho em sistema plantio direto. Campos Novos, safras 2007e 2008.

	2006/2007			2007/2008		
	N	P	K	N	P	K
	-----g kg ⁻¹ -----					
Testemunha	14,7 b	1,8 c	16,6 c	9,73 d	1,2 d	12,2 a
Ad. Solúvel	25,3 a	2,6 b	19,4 ab	20,7 abc	2,8 c	11,0 a
Dejeto + Solúvel	24,7 a	2,9 ab	18,8 ab	18,3 bcd	2,4 cd	11,9 a
Dejeto 25 m ³	24,6 a	2,6 ab	17,8 abc	15,8 cd	2,3 cd	10,9 a
Dejeto 50 m ³	27,0 a	2,7 ab	19,6 a	22,1 abc	3,1 bc	12,6 a
Dejeto 100 m ³	27,4 a	2,9 ab	17,4 bc	27,4 ab	3,7 ab	13,3 a
Dejeto 200 m ³	27,6 a	3,0 a	17,6 bc	28,2 a	3,9 ab	13,0 a

Médias seguidas de letras diferentes na vertical, diferem pelo teste de Tukey a 5%

Em 2006/2007 quanto aos teores de Ca e Mg (Tabela 07) não houve diferença entre tratamentos, indicando que a disponibilidade destes elementos foi satisfatória, mesmo no tratamento testemunha. Isto pode ser explicado pelo fato do solo ter sido previamente calcariado para corrigir a acidez, prática que fornece grande quantidade destes elementos. Entretanto, o incremento nos teores de cálcio em folhas de milho, decorrente do aumento nas doses de dejetos foi observado Durigon (2000), porém Moreira (2004) também não observou efeito de doses de dejetos no teor de cálcio em folhas de milho.

Quanto aos teores de Ca e Mg no tecido em 2007/2008, não se observou diferença entre tratamentos, indicando que a disponibilidade destes elementos foi satisfatória para o desenvolvimento da planta. O solo foi previamente calcariado para corrigir a acidez, o que forneceu grande quantidade de Ca e Mg em toda área experimental. O teor de S diferiu apenas nos tratamentos com as doses 100 e 200 m³ ha⁻¹ e somente quando comparado com a testemunha indicando que a disponibilidade do elemento não foi o fator mais limitante do desenvolvimento das plantas.

Tabela 07 - Teores de Ca, Mg e S, em folhas de milho em Latossolo Vermelho Distroférico submetido a aplicações anuais de doses de dejetos suíno, fertilizantes solúveis e combinação de adubo solúvel com dejetos, em cultivos de sucessão aveia-milho em sistema plantio direto. Campos Novos, safras 2007e 2008

	2006/2007		2007/2008		
	Ca	Mg	Ca	Mg	S
	-----g kg ⁻¹ -----				
Testemunha	2,6 a	2,8 b	3,2 a	3,6 a	2,4 b
Ad. Solúvel	2,8 a	2,7 b	3,5 a	3,7 a	3,3 ab
Dejeto + Solúvel	3,3 a	4,1 ab	3,6 a	3,6 a	3,0 ab
Dejeto 25 m ³	3,4 a	4,9 a	3,2 a	3,6 a	3,1 ab
Dejeto 50 m ³	2,3 ab	3,3 ab	3,7 a	4,2 a	3,6 ab
Dejeto 100 m ³	1,4 bc	2,6 b	3,4 a	3,6 a	3,7 a
Dejeto 200 m ³	0,9 c	2,7 b	3,0 a	2,9 a	4,1 a

Médias seguidas de letras diferentes na vertical, diferem pelo teste de Tukey a 5%

Em 2006/2007 os teores de Zn e Mn nas folhas (Tabela 08) aumentaram com a elevação das doses de dejetos, o que pode ser explicado pela presença destes elementos em teores expressivos no resíduo, elevando suas disponibilidades no solo, proporcionalmente à dose, exceto para a maior dose do dejetos na safra 2006/2007. Entretanto na safra 2007/008 o teor de Zn nas folhas não aumentou com a dose de dejetos da dose, não diferindo entre os tratamentos, inclusive em relação à testemunha. Os teores Fe não apresentaram diferença entre tratamentos, incluindo-se a testemunha, indicando que a disponibilidade destes elementos no solo da área experimental é naturalmente elevada, pois este elemento tem alta concentração em Latossolo Vermelho Distroféricos. Os teores de Cu, Mn mostraram apenas um incremento conforme aumento da dose de dejetos, confirmando que a disponibilidade destes elementos no solo da área experimental é naturalmente elevada.

Tabela 08 - Teores de Cu, Zn, Fe e Mn, em folhas de milho em Latossolo Vermelho Distroférico submetido a aplicações anuais de doses de dejetos suíno, fertilizantes solúveis e combinação de adubo solúvel com dejetos, em cultivos de sucessão aveia-milho em sistema plantio direto. Campos Novos, safras 2007e 2008

	2006/2007				2007/2008			
	Cu	Zn	Fe	Mn	Cu	Zn	Fe	Mn
	-----mg kg ⁻³ -----							
Testemunha	1,5 b	24,2 c	110 a	46 c	4,3 d	16,8 a	39,1 b	38,6 b
Ad. Solúvel	6,6 a	26,7 c	144 a	63 c	9,4 abc	22,7 a	57,7 ab	40,4 b
Dejeto + Solúvel	5,1 a	36,3 abc	138 a	87 cb	6,9 cd	29,3 a	55,9 ab	48,1 b
Dejeto 25 m ³	4,1 ab	29,8 bc	138 a	71 c	6,9 cd	27,6 a	44,4 b	40,4 b
Dejeto 50 m ³	6,1 a	37,2 abc	133 a	91 cb	9,4 abc	45,6 a	66,6 ab	49,0 b
Dejeto 100 m ³	6,6 a	41,5 ab	150 a	126 b	11,0 abc	39,9 a	63,0 ab	88,3 b
Dejeto 200 m ³	3,6 ab	47,8 a	115 a	202 a	12,1 a	48,2 a	85,2 a	173,5 a

Médias seguidas de letras diferentes na vertical, diferem pelo teste de Tukey a 5%

2.3.2 Rendimento de grãos da cultura do milho

Na safra 2006/2007 a adição do dejetos suíno aumentou o rendimento de grãos de milho, em relação à testemunha em todos os tratamentos (Figura 06). O rendimento do tratamento com Adubo Solúvel não diferiu estatisticamente dos tratamentos com doses de dejetos. Observou-se que a partir de 50 m³ ou ainda a combinação de adubos solúveis e dejetos suíno já foram suficientes para suprir as necessidades nutricionais, para a produtividade observada na cultura do milho 5458 kg ha⁻¹, que foi alta em relação à média estadual (IBGE).

Analisando-se somente a resposta as doses de dejetos, observou-se que o rendimento aumentou as doses do resíduo, ajustando-se ao modelo polinomial de segundo grau. O rendimento estimado pelo modelo do mínimo foi de 5559 kg ha⁻¹ para o valor máximo foi de 12161 kg ha⁻¹ que seria atingido com a dose 137 m³ ha⁻¹ do resíduo.

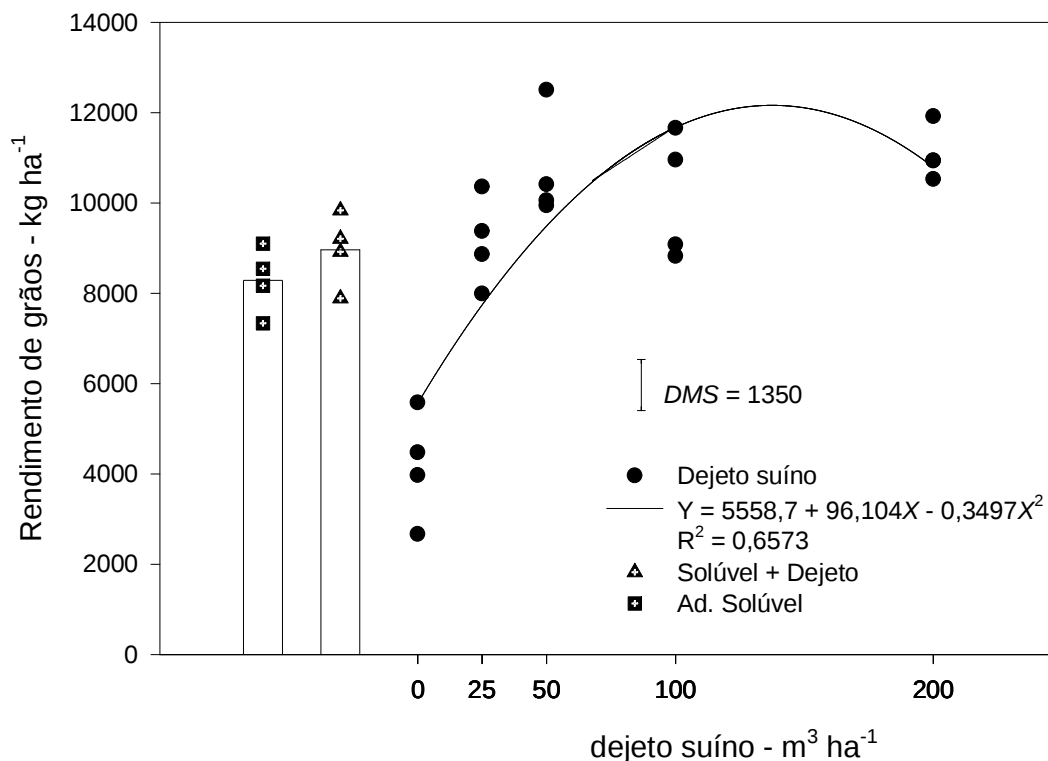


Figura 06 - Rendimento de grãos de milho em milho em Latossolo Vermelho Distroférico, após aplicações anuais de dejetos suínos, fertilizantes solúveis e combinação de adubo solúvel com dejetos em cultivo em sucessão de aveia-milho em sistema plantio direto. Campos Novos, safra 2006/2007.

O adubo solúvel combinado com a dose $12,5 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ de dejetos, aplicados em 10/2006 teve rendimento que não diferiu significativamente do obtido nas doses a partir de 50 m^3 , sugerindo que este tratamento também possibilitou o fornecimento das necessidades nutricionais da cultura em quantidades suficientes para expressão do seu potencial produtivo, nas condições climáticas em que foi realizado o experimento. Já no tratamento testemunha o rendimento médio atingiu valor menor do que 40% do máximo, o que indica a ocorrência do esgotamento da disponibilidade de nutrientes no solo, pois estas parcelas experimentais vinham sendo cultivadas há seis anos, sem qualquer adição de adubo.

O rendimento de grãos de milho da safra 2007/2008, aumentou com as doses de dejetos, ajustando-se ao modelo quadrático de resposta (Figura 07). O rendimento estimado pelo modelo variou entre 3214 kg ha^{-1} e 10600 kg ha^{-1} , com o máximo sendo atingido com a dose $155 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$. Ceretta *et al.*, (2005) em estudo semelhante, também observou a

necessidade de doses acima de $80 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos suíno para se alcançar a produção máxima de grãos de milho em Argissolo Vermelho distrófico arênico.

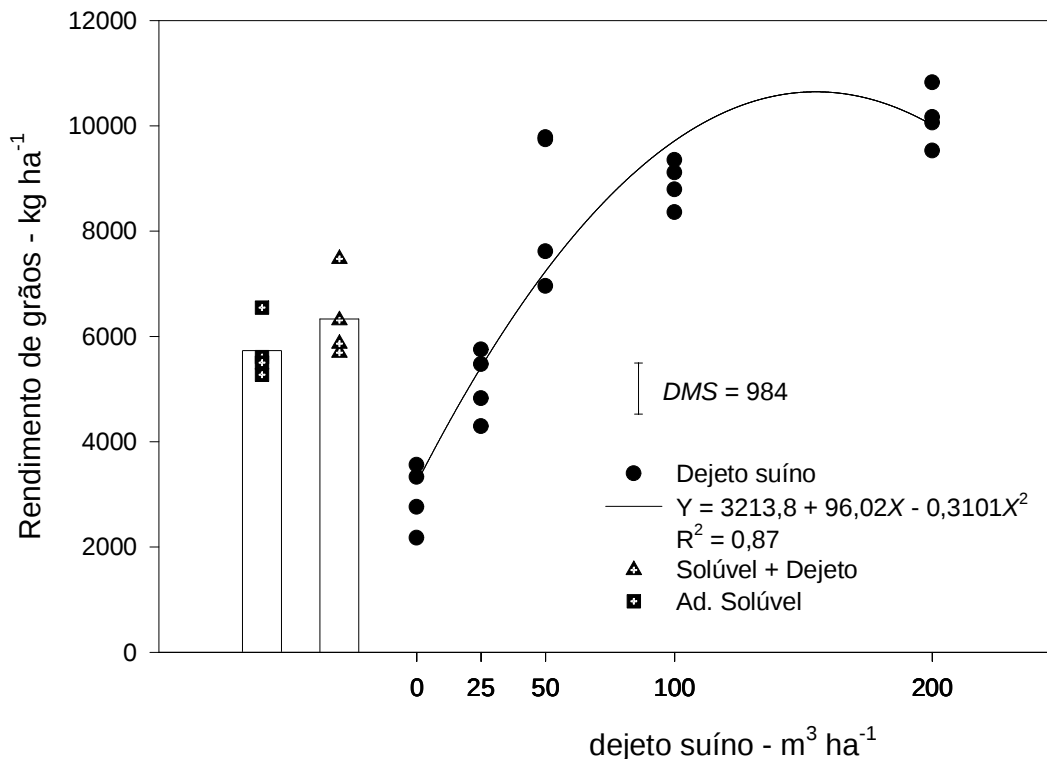


Figura 07 - Rendimento de grãos de milho em milho (*Zea mays*) em Latossolo Vermelho Distroférrico, após aplicações anuais de dejetos suíno, fertilizantes solúveis e combinação de adubo solúvel com dejetos em cultivo em sucessão de aveia-milho em sistema plantio direto. Campos Novos, safra 2007/2008.

No entanto, o rendimento de 9540 kg ha^{-1} , equivalente a máxima eficiência econômica (MEE), seria alcançado com a dose $95 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Este resultado mostra que não é vantajoso o emprego de dose de dejetos para atingir a máxima eficiência técnica (MET), pois para um incremento de apenas 10% nesta, seria necessário um incremento de 71% e 63% na dose do dejetos, nas safras 2006/2007 e 2007/2008, respectivamente. De outro lado, este incremento de dejetos aplicado no solo certamente agrava os riscos de excesso de elementos no solo que possuem riscos de poluição dos mananciais de água, como N, P, Zn e Cu.

Safra 2007/2008 o rendimento obtido com a aplicação de dejetos combinado a adubo solúvel teve média de 6332 kg ha^{-1} , equivalente a 60% do rendimento máximo estimado pela

função ajustada aos dados. Este rendimento foi inferior ao potencial de produtividade da cultura, entretanto, destaca-se que foi conseguido com a adição de $25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ do dejetos mais as doses de N, P_2O_5 e K_2O de fontes solúveis em montantes de, aproximadamente, 60%, 15% e 20%, respectivamente, em relação às doses destes nutrientes aplicadas na adubação convencional, com adubos comerciais. Observa-se que este tratamento gera economia para os agricultores no custo de manutenção da lavoura e o descarte do resíduo com redução substancial dos riscos de causar poluição, tornando-o mais sustentável. Já, o rendimento do tratamento em que foi utilizado somente adubo solúvel isolado teve a média de 5731 kg ha^{-1} , equivalente a 54% do máximo, o que indica que as doses de nutrientes foram insuficientes para a cultivar empregada, nas condições de solo e clima da área experimental, ficando aquém dos demais tratamentos que receberam adubos. Deste modo admite-se isto como contribuição para que o rendimento do tratamento com combinação de dejetos com adubo solúvel ficasse aquém do teto estimado.

A ausência de diferenças significativas entre os tratamentos onde foram aplicadas doses de dejetos suíno a partir de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, podem ser explicada porque com esta dose já se possibilitou nível de nutrição equivalente às doses maiores, em termos de exigências mínimas para obtenção de alta produtividade da cultura. De outro lado, o coeficiente de variação também foi alto, o que provoca necessidade de diferenças maiores para se confirmar a significância estatística. Outro aspecto que pode ter contribuído para semelhança entre os rendimentos destes tratamentos pode ter sido a ocorrência de perdas elevadas de nitrogênio por volatilização de amônia nas altas dosagens, já que com a aplicação superficial podem ser observadas perdas substanciais do elemento para a atmosfera, conforme observado em trabalhos com aplicações superficiais de esterco (Pratt *et al.*, 1973; Basso *et al.*, 2005). A lixiviação do nitrogênio, após nitrificado no solo, também tende a ser maior nas doses mais altas, e de potássio lixiviado, contribuindo para nivelar os tratamentos, em termos de disponibilidade deste elemento.

Comparando-se as respostas do milho as doses de dejetos nas safras em 2006/2007 e 2007/2008, constata-se que na primeira safra o incremento inicial, decorrente da dose de $25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ foi maior. Este resultado se explica pelo fato do dejetos aplicado naquela safra ter cerca do dobro da concentração de matéria seca e nutrientes em relação ao empregado na última safra (Tabela 03).

CONCLUSÕES

A aplicação anual de dejetos suínos em doses a partir de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ na superfície de um Latossolo Vermelho distroférico argiloso, cultivado com a sucessão aveia-milho, em sistema de plantio direto, aumenta os teores de C orgânico, N total, Ca e Mg trocáveis, P, K, Zn e Cu extraíveis em camadas até seis cm de profundidade.

Não houve efeito no pH do solo com aplicação de dejetos em relação à testemunha, houve somente acidificação do solo nos tratamentos que receberam adubação solúvel nos primeiros 6 cm de solo.

Na safra 2006/2007 o tratamento com dejetos suínos complementado com adubo solúvel teve rendimento de milho semelhante ao máximo atingido no experimento, porém isto não se confirmou na safra de 2007/2008.

Doses de dejetos suínos iguais ou maiores do que $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ são suficientes para um alto rendimento de milho e substituir a adubação com fertilizantes comerciais solúveis.

O dejetos combinado a adubo solúvel possibilita rendimento de milho semelhante ao obtido com o adubo solúvel isolado, permitindo o aproveitamento deste resíduo com economia na aquisição de fertilizantes comerciais.

Os teores de Ca e Mg nas folhas de milho os maiores valores em 2006/2007 predominaram nos tratamentos com adubo solúvel e até 50 m^3 de dejetos e não foram afetados pela adubação em 2007/2008, porém os teores de N, P, K e S aumentaram com a adubação, principalmente nas doses acima de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ do dejetos suínos.

Em 2006/2007 os teores de Fe não foram afetados, Zn e Mn aumentaram com o aumento da dose do dejetos e Cu os maiores valores ficam de 50 a 100 m^3 de dejetos. Já em 2007/2008 os teores de Cu e Fe nas folhas também aumentaram com o aumento da dose do dejetos, porém não houve efeito deste resíduo nos teores de Zn e Mn.

REFERÊNCIAS

AITA, C.; PORT, O.; GIACOMINI, S.J. Dinâmica do nitrogênio no solo e produção de fitomassa por plantas de cobertura no outono/inverno com o uso de dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa. v.30, p.901-910, 2006.

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

ALVES, M. V. **Fauna do solo influenciada pelo uso de fertilizantes minerais e dejetos suínos na sucessão aveia milho, sob semeadura direta**. Lages: Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade do Estado de Santa Catarina, 59 f. 2007.

AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; ELTZ, F. L. F.; BRUM, A. C. R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 189-197, 2001.

BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; DURIGON, R.; POLETO N.; GIROTTTO E. Dejeito líquido de suínos: II - perdas de nitrogênio e fósforo por percolação no solo sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, 35(6):1305-1312, 2005.

BLEY,Jr. C. Multi dejeito. **Revista Suinocultura Industrial**, n. 152. Jun/Jul 2001.

BAYER, C. & BERTOL, I. Características químicas de um Cambissolo húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, 23:687-694. 1999.

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

CASSOL, P. C.; MAFRA, A.; KLAUBERG FILHO, O.; SILVA, D. C. P. R.; PAGANI, T. B.; LUCRECIO, W.; **Rendimento de milho após sete anos de adubações anuais com doses de dejetos suíno e adubo solúvel, isolado ou combinado ao dejetos**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28., REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 12., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 7., Londrina, 2008. Anais. Londrina, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e Universidade do Estado de Santa Catarina, 2008.

CASSOL, P. C.; SARTOR, J. E.; SANTOS, A. S. **Valores de pH e alumínio trocável do solo em função de doses de calcário e de estrumes de bovino, frango e suíno**. In: XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2005, Recife. XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Recife : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. (Resumo expandido).

CASSOL, P.C.; VEZARO, M. A.; CASA, A. M. **Teores de matéria seca, C orgânico, nutrientes e pH em esterco bovinos, suínos e aves**. In: Reunião Sul brasileira de Fertilidade do Solo, 1, 1994. Pelotas. Resumos Expandidos. Pelotas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul. P 62-63,1994

CERETTA, C.A.; DURIGON, R.; BASSO, C.J.; BARCELLOS, L.A.R.; VIEIRA, F.C. B. Características químicas de solo sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.6, p.729-735, 2003.

CERETTA, C. A. ; BASSO, C.J.; VIEIRA, F. ; HERBES, M.G.; MOREIRA, I.C.L.; BERWANGER, A.L. Dejetos líquidos de suínos: I perdas de nitrogênio e fósforo na solução escoada na superfície do solo sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1296-1304, 2005a.

CERETTA, C. A.; BASSO, C.J.; PAVINATO, P.S.; TRENTIN, É.E.; GIROTTI, E. Produtividade de grãos de milho, produção de matéria seca e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio na sucessão aveia preta/milho/nabo forrageiro com aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1287-1295, 2005b.

CIOTTA, M.N.; BAYER, C.; ERNANI, P.R.; FONTOURA, S.M.V.; WOBETO, C. & ALBUQUERQUE, J.A. Manejo da calagem e os componentes da acidez de Latossolo Bruno em plantio direto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, 28:317-326, 2004.

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

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO CQFS-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, 400p. 2004.

DURIGON, R. **Esterco líquido de suínos em pastagem natural e características químicas do solo**. Santa Maria: (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal de Santa Maria. 46p. 2000.

DURIGON, R.; CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; BARCELLOS, L. A. R.; PAVINATO, P. S. Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 983-992. 2002.

ERNANI, P.R.; GIANELLO, C. Diminuição do alumínio trocável do solo pela incorporação de esterco de bovinos e camas de aviário. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, 7:161-165, 1983

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

ERNANI, P. R. **Química de solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages: Edição do autor. 230p. 2008.

EPSTEIN, E.; TAYLOR, J. M.; CHANEY, R. L. Effects of sewage sludge compost applied to acid soil on some soil physical and chemical properties. **Journal of Enviroment Quality**, 5 (4): 422-6,1976.

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

GUERTAL, E.A.; ECKERT, D.J.; TRAINA, S.J. & LOGAN, T.J. Differential phosphorus retention in soil profiles under no-till crop production. **Soil Science Society American Journal** 55:410-413. 1991.

GATIBONI, L. C.; BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D.S.; CERRETA, C. A. & BASSO C. J. Formas de fósforo no solo após sucessivas adições de dejetos líquido de suíno em pastagem natural. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, 32:1753-1761, 2008.

GATIBONI, L. C. **Disponibilidade de formas de fósforo no solo as plantas**. Santa Maria: Tese (Doutorado em Agronomia) Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria. 247p. 2003.

GUADAGNIN, J. C.; BERTOL, I.; CASSOL, P. C. AMARAL, A. J. Perdas de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, 29 (2): 277-286. 2005.

IBGE, **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**, Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 14 jul 2008.

KAO, M. M. The evaluation of sawdust swine waste compost on the soil ecosystem, pollution and vegetable production. **Wat. Sci. Tech.** v. 27, n. 1, p. 123-131. 1993.

KLEPKER, D. & ANGHINONI, I. Características físicas e químicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de adubação. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, 395-401. 1995.

LUND, Z.F. & DOSS, B.D., Residual effects of dairy cattle manure on plant growth and soil properties. **Agronomy Journal**. 72: 123–130.1980.

MATOS, A. T.; SEDIYAMA, M. A. N.; FREITAS, S. P.; VIDIGAL, S. M.; GARCIA, N. C. P. Características químicas e microbiológicas do solo influenciadas pela aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Revista Ceres**, 44(254): 399-410. 1997.

McCORNICK, R. A.; NELSON, D. W.; SUTTON, A. L.; HUBER, D. M. Effect of nitrapyrn on nitrogen transformations in soil treated with liquid swine manure. **Agronomy Journal Madison**, 75: 947-950, 1983.

MOREIRA, E. B. **Efeito fertilizante de dejetos suíno aplicado em lavoura sob plantio direto**. Lages: Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Universidade do Estado de Santa Catarina. 73p. 2004.

MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, 7:95-102. 1983.

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

NUERNBERG, N. J. **Efeito de sucessões de culturas e tipos de adubação no rendimento e características de um solo de encosta basáltica Sul- Riograndense**. Porto Alegre: (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 146 p. 1983.

OLIVEIRA, P. A. V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA CNPSA. Documentos, 27, 188 p.1993.

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

OLIVEIRA, P. A. **Produção e manejo de dejetos de suínos**. Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves. 2002

OLOYA, T.O. & LOGAN, T.J. Phosphorus desorption from soils and sediments with varying levels of extractable phosphate. **Journal Environmental Quality**. 9:526-531. 1980.

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

PANDOLFO, C. M.; CERETTA, C. A.; MASSIGNAM, A. M.; VEIGA, M.; MOREIRA, I. C. L. Análise ambiental do uso de fontes de nutrientes associados a sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, p. 512-519, 2008.

PERDOMO, C. C. **Uso racional dos dejetos de suínos**. São Paulo: Anais do 1º Seminário Internacional de Suinocultura. 1996.

PORT, O.; AITA, C.; GIACOMINI, S.J. Perda de nitrogênio por volatilização de amônia com o uso de dejetos de suínos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 7, 2003.

PRATT, P. F.; BROADBENT, F. E.; MARTIN, J.P. Using organic wastes as nitrogen fertilizers. **Calif. Agric.**, v. 27 p. 10-13, 1973.

QUEIROZ, F.M.; MATTOS, A.F.; PEREIRA, O.G. & OLIVEIRA, R.A. Características químicas de solo submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos e cultivado com gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**. 34:1487-1492. 2004.

RHEINHEIMER, D.S.; KAMINSKI, J.; LUPATINI, G.C. & SANTOS, E.J.S. Modificações em atributos químicos de solo arenoso sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, 22:713-721. 1998.

SALET, R.L. **Toxidez de alumínio no sistema plantio direto**. Porto Alegre: (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 117p. 1998.

SCHERER, E. E. **Aproveitamento do esterco de suínos como fertilizante**. Chapecó, SC: Cepaf/Epagri 2000.

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: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, 1996. 46p. (Boletim Técnico, 79)

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 Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31 p.123-131. 2007.

SCHERER, E.E., CASTILHOS, E.G. de Esterco de suínos de esterqueira e de biodigestor na produção de milho e soja consorciados. **Revista Agropecuária Catarinense**, 7(2): 19-22, 1994.

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

SCHERER, E.E. & NESI, C.N. **Alterações nas propriedades químicas dos solos em áreas intensivamente adubadas com dejetos suínos.** In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26., REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 10., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 5., Lages, 2004. Anais. Lages, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e Universidade do Estado de Santa Catarina, 2004.

SEGANFREDO, A. M. **Análise dos riscos de poluição do ambiente, quando se usa dejetos de suínos como adubo do solo.** Concórdia, SC: Comunicado Técnico. EMBRAPA - CNPSA. 2000.

SEIFFERT, N. F.; PERDOMO, C. C. **Aptidão de solos da bacia hidrográfica do rio do peixe para aporte de fertilizantes orgânicos.** Concórdia, SC: Comunicado Técnico. EMBRAPA - CNPSA. 1998.

SHIGAKI, F.; SHARPLEY, A.; PROCHONOW, L. I. Animal-based agriculture, phosphorus management and water quality in Brazil: options for the future. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, Braz. v. 63, n. 2, p. 194-209 Mar/Apr, 2006.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais.** 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 174p., 1995.

VALE, F. R.; GUEDES, G. A. de A.; GUILHERME, L. R. G. ; NETO, A. E. F. **Manejo da fertilidade do solo.** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1995.

VITOSH, M. L.; DAVIS, J.F.; KNEZEK, B.D. Long-term effects of manure, fertilizer, and plow depth on chemical properties of soils and nutrient movement in a monoculture corn system. **Journal Environmental Quality.** 2:296–299, 1973.

ANEXOS

ANEXO A – Precipitação média mensal na estação meteorológica de Campos Novos, SC no período de outubro de 2006 a maio de 2008. (Dados da estação experimental da EPAGRI-Campos Novos , 2008).

ANEXO B – Carbono orgânico no solo com representação de testes de comparação de média.

ANEXO C – Nitrogênio total do solo com representação de testes de comparação de média

ANEXO D – Valores de pH em água do solo com representação de testes de comparação de média.

ANEXO E – Alumínio trocável no solo com representação de testes de comparação de média.

ANEXO F – Cálcio no solo com representação de testes de comparação de média

ANEXO G – Magnésio no solo com representação de testes de comparação de média.

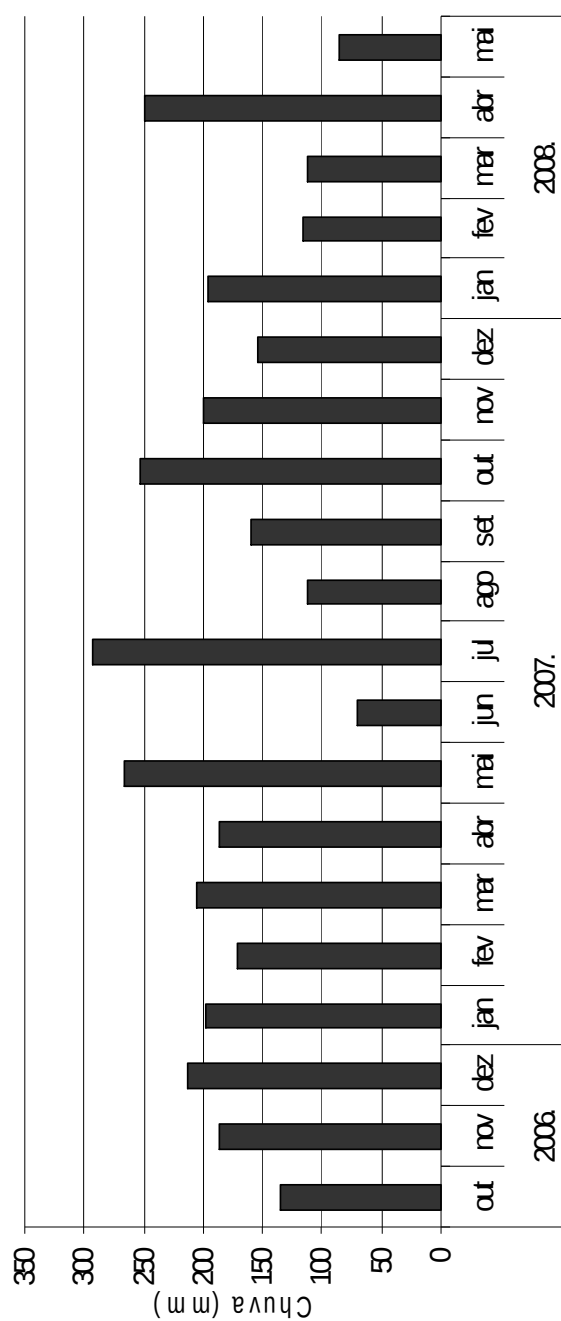
ANEXO H – Fósforo no solo com representação de testes de comparação de média

ANEXO I – Potássio no solo com representação de testes de comparação de média

ANEXO J – Cobre no solo com representação de testes de comparação de média.

ANEXO K – Zinco no solo com representação de testes de comparação de média

ANEXO A - Precipitação média mensal na estação meteriológica de Campos Novos, SC no período de outubro de 2006 a maio de 2008. (Dados da estação experimental da EPAGRI-Campos Novos , 2008).



ANEXO B – Carbono orgânico no solo com representação de testes de comparação de média.

Teor de C org no solo						
-----g dm ⁻³ -----						
camada	1	5	10	20	30	40
Testemunha	41 b	35 b	31 a	27 a	21 ab	17 a
Ad. Solúvel	49 ab	40 ab	27 a	27 a	23 ab	21 a
Dejeto+Solúvel	47 ab	42 ab	29 a	25 a	21 ab	22 a
Dejeto 25 m ³	48 ab	41 ab	28 a	28 a	20 a	22 a
Dejeto 50 m ³	52 ab	39 ab	37 a	27 a	23 ab	22 a
Dejeto 100 m ³	58 a	46 a	29 a	28 a	23 ab	23 a
Dejeto 200 m ³	58 a	47 a	34 a	30 a	28 a	23 a

Médias seguidas de letras diferentes na vertical, diferem pelo teste de Tukey a 5%

ANEXO C – Nitrogênio total do solo com representação de testes de comparação de média.

Teor de N tot no solo						
-----g dm ⁻³ -----						
camada	1	5	10	20	30	40
Testemunha	2,8 ab	2,4 b	2,0 ab	1,8 a	1,4 a	1,2 a
Ad. Solúvel	2,5 b	2,4 b	1,9 ab	1,8 a	1,4 a	1,1 a
Dejeto+Solúvel	3,1 ab	2,3 b	2,0 ab	1,9 a	1,5 a	1,2 a
Dejeto 25 m ³	3,1 ab	2,7 ab	2,0 ab	1,9 a	1,4 a	1,4 a
Dejeto 50 m ³	3,4 ab	2,7 ab	1,8 b	1,7 a	1,4 a	1,3 a
Dejeto 100 m ³	3,3 ab	2,9 ab	2,2 a	1,8 a	1,4 a	1,5 a
Dejeto 200 m ³	3,5 abc	3,1 a	2,2 a	1,7 a	1,5 a	1,3 a

Médias seguidas de letras diferentes na vertical, diferem pelo teste de Tukey a 5%

ANEXO D – Valores de pH em água do solo com representação de testes de comparação de média.

pH água no solo						
camada	1	5	10	20	30	40
Testemunha	5,5 a	5,3 ab	5,7 a	5,3 a	4,9 a	4,5 a
Ad. Solúvel	4,9 b	4,9 b	5,4 a	5,0 a	4,6 a	4,6 a
Dejeto+Solúvel	4,9 b	5,3 ab	5,4 a	5,2 a	5,1 a	4,6 a
Dejeto 25 m ³	5,4 a	5,3 ab	5,5 a	5,2 a	4,8 a	4,6 a
Dejeto 50 m ³	5,3 a	5,3 ab	5,4 a	5,5 a	5,2 a	4,8 a
Dejeto 100 m ³	5,4 a	5,2 ab	5,8 a	5,4 a	5,1 a	5,0 a
Dejeto 200 m ³	5,6 a	5,4 a	5,5 a	5,5 a	5,3 a	4,9 a

Médias seguidas de letras diferentes na vertical, diferem pelo teste de Tukey a 5%

ANEXO E – Alumínio trocável no solo com representação de testes de comparação de média.

Teor de Al no solo						
	-----cmol _c dm ⁻³ -----					
camada	1	5	10	20	30	40
Testemunha	0,0 a	0,1 a	0,0 a	0,1 a	0,5 a	0,8 a
Ad. Solúvel	0,3 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,6 a	1,4 a
Dejeto+Solúvel	0,1 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,2 a	0,8 a
Dejeto 25 m ³	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,4 a	1,2 a
Dejeto 50 m ³	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,4 a	0,6 a
Dejeto 100 m ³	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,2 a	0,6 a
Dejeto 200 m ³	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,1 a	0,5 a

Médias seguidas de letras diferentes na vertical, diferem pelo teste de Tukey a 5%

ANEXO F – Cálcio no solo com representação de testes de comparação de média.

Teor de Ca no solo						
-----cmol _c dm ⁻³ -----						
camada	1	5	10	20	30	40
Testemunha	7,9 b	8,1 ab	7,5 a	7,8 a	4,8 a	3,1 a
Ad. Solúvel	7,1 b	6,8 b	7,4 a	7,0 a	4,8 a	4,1 a
Dejeto+Solúvel	7,8 b	7,4 ab	6,8 a	7,1 a	5,5 a	3,8 a
Dejeto 25 m ³	8,7 ab	7,6 ab	6,3 a	7,5 a	4,5 a	3,6 a
Dejeto 50 m ³	8,8 ab	7,6 ab	7,7 a	8,0 a	5,8 a	6,3 a
Dejeto 100 m ³	9,8 ab	7,7 ab	7,6 a	7,0 a	5,0 a	4,6 a
Dejeto 200 m ³	11,5 ab	9,9 a	7,4 a	6,5 a	6,0 a	5,1 a

Médias seguidas de letras diferentes na vertical, diferem pelo teste de Tukey a 5%

ANEXO G – Magnésio no solo com representação de testes de comparação de média.

Teor de Mg no solo						
-----cmol _c dm ⁻³ -----						
camada	1	5	10	20	30	40
Testemunha	5,0 ab	4,5 a	4,6 a	3,9 a	2,6 a	2,1 a
Ad. Solúvel	3,3 bc	2,9 b	3,4 a	3,0 ab	2,6 a	1,9 a
Dejeto+Solúvel	3,2 c	3,5 ab	4,0 a	4,0 a	3,4 a	2,5 a
Dejeto 25 m ³	4,9 bc	3,9 ab	4,3 a	4,5 a	2,9 a	2,4 a
Dejeto 50 m ³	4,4 abc	3,8 ab	4,3 a	4,7 a	3,9 a	3,7 a
Dejeto 100 m ³	4,7 abc	4,0 ab	3,3 a	2,0 ab	3,1 a	3,0 a
Dejeto 200 m ³	5,7 a	4,5 a	4,0 a	1,0 b	3,3 a	3,1 a

Médias seguidas de letras diferentes na vertical, diferem pelo teste de Tukey a 5%

ANEXO H – Fósforo no solo com representação de testes de comparação de média.

Teor de P no solo						
	-----mg kg ⁻¹ -----					
camada	1	5	10	20	30	40
Testemunha	17,46 d	12,3 d	1,3 c	2,8 b	2,6 b	0,3 b
Ad. Solúvel	62,2 cd	28,9 cd	1,5 c	5,2 b	3,4 b	0,5 b
Dejeto+Solúvel	83,2 cd	51,9 cd	2,3 c	7,3 b	3,6 b	0,5 ab
Dejeto 25 m ³	51,5 cd	30,4 cd	16,1 a	4,2 b	2,8 b	0,4 b
Dejeto 50 m ³	115,9bc	64,9 c	14,4 ab	4,9 b	4,5 b	0,5 b
Dejeto 100 m ³	173,3 b	147,7 b	4,5 c	8,9 b	3,8 b	0,6 ab
Dejeto 200 m ³	356,9 a	334,5 a	7,2 bc	24,4 a	9,9 a	1,1 a

Médias seguidas de letras diferentes na vertical, diferem pelo teste de Tukey a 5%

ANEXO I – Potássio no solo com representação de testes de comparação de média.

Teor de K no solo						
	-----mg kg ⁻¹ -----					
camada	1	5	10	20	30	40
Testemunha	457,0 c	445,2c	124,0 e	115,0 d	86,0 c	35,0 b
Ad. Solúvel	733,3 c	602,2bc	275,5 de	174,0 d	104,1 c	32,8 b
Dejeto+Solúvel	740,3 c	806,6 bc	452,3 cd	397,0 c	118,8 c	52,8 b
Dejeto 25 m ³	676,0 c	682,2 bc	276,3 de	187,0 d	63,2 c	36,0 b
Dejeto 50 m ³	850,8 bc	881,7 b	509,8 bc	362,0 c	134,8 c	60,3 b
Dejeto 100 m ³	1127,0 ab	1439,0 a	675,0 b	654,0 b	312,0 b	118,5 b
Dejeto 200 m ³	1307,0 a	1742,5 a	1272,0 a	810,0 a	696,3 a	292,0 a

Médias seguidas de letras diferentes na vertical, diferem pelo teste de Tukey a 5%

ANEXO J – Cobre no solo com representação de testes de comparação de média.

Teor de Cu no solo						
-----mg dm ⁻³ -----						
camada	1	5	10	20	30	40
Testemunha	3,9 e	4,5 f	5,1 b	6,2 a	6,2 a	5,0 a
Ad. Solúvel	3,8 e	6,9 cde	5,2 b	6,2 a	6,4 a	5,2 a
Dejeto+Solúvel	6,8 d	5,8 def	5,8 b	5,7 a	5,2 a	4,8 a
Dejeto 25 m ³	6,9 d	7,7 cd	5,3 b	6,7 a	5,8 a	5,4 a
Dejeto 50 m ³	9,4 c	11,2 b	6,4 ab	5,9 a	5,2 a	4,6 a
Dejeto 100 m ³	12,3 b	14,3 a	6,9ab	6,6 a	5,8 a	5,0 a
Dejeto 200 m ³	15,0 a	4,2 f	8,5 a	7,3 a	6,6 a	5,0 a

Médias seguidas de letras diferentes na vertical, diferem pelo teste de Tukey a 5%

ANEXO K – Zinco no solo com representação de testes de comparação de média.

Teor de Zn no solo						
-----mg dm ⁻³ -----						
camada	1	5	10	20	30	40
Testemunha	5,3 d	3,5 de	1,5 b	1,4 b	1,1 b	0,8 b
Ad. Solúvel	3,8 d	2,9 e	1,5 b	1,5 b	1,2 b	0,7 b
Dejeto+Solúvel	15,7 c	10,9 cde	3,0 b	1,5 b	1,3 b	1,2 ab
Dejeto 25 m ³	15,0 c	7,0 de	2,0 b	1,5 b	1,4 b	1,2 ab
Dejeto 50 m ³	28,4 b	16,5 c	3,0 b	2,0 b	1,6 b	1,3 ab
Dejeto 100 m ³	41,5 a	30,5 b	6,5 a	2,9 b	1,6 b	2,5 ab
Dejeto 200 m ³	47,8 a	44,7 a	8,2 a	6,2 a	4,4 a	2,8 a

Médias seguidas de letras diferentes na vertical, diferem pelo teste de Tukey a 5%