

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR NORTE - RS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA -
AGRICULTURA E AMBIENTE**

**DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS E MANEJOS DE SOLO
NA SUCESSÃO AVEIA/MILHO/TRIGO DUPLO
PROPÓSITO/SOJA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Cristiano Fabbris

Frederico Westphalen, RS, Brasil.

2013

**DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS E MANEJOS DE SOLO NA
SUCESSÃO AVEIA/MILHO/TRIGO DUPLO
PROPÓSITO/SOJA**

Cristiano Fabbris

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito Parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia.**

Orientador: Dr. Claudir José Basso

Frederico Westphalen, RS, Brasil.

2013

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Fabbris, Cristiano

Dejeto líquido de suínos e manejos de solo na sucessão aveia/milho/trigo duplo propósito/soja / Cristiano Fabbris.-2013.

59 p.; 30cm

Orientador: Claudir José Basso

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, CESNORS-FW, Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Agricultura e Ambiente, RS, 2013

1. Produtividade de grãos 2. Produtividade de biomassa 3. Acúmulo de nutrientes I. Basso, Claudir José II. Título.

© 2013

Todos os direitos autorais reservados a Cristiano Fabbris. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: cristianofabbris@yahoo.com.br

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Educação Superior Norte - RS
Programa de Pós-Graduação em Agronomia -
Agricultura e Ambiente**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS E MANEJOS DE SOLO NA
SUCESSÃO AVEIA/MILHO/TRIGO DUPLO PROPÓSITO/SOJA**

elaborada por
Cristiano Fabbris

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Claudir José Basso, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Rodrigo Ferreira da Silva, Dr. (UFSM)

Eduardo Giroto, Dr. (IFRS)

Frederico Westphalen, 07 de junho de 2013.

Dedico este trabalho a meus pais Alcides e Loreni; a meu irmão Eduardo; e a minha namorada Caroline Fontana.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre iluminar meu caminho.

A meus pais Alcides e Loreni, por terem me apoiado em todos os momentos sem exceção, e ao meu irmão Eduardo e a todos os demais familiares que de uma forma ou outra contribuíram a esta conquista.

A minha namorada Caroline, por ser minha companheira para todas as horas, e por se abster de várias vontades para me auxiliar durante esta caminhada.

Ao Professor orientador Claudir Basso, pela grandiosa orientação, companheirismo e amizade, que certamente ficará para toda a vida.

Ao grupo de pesquisa, começando pelos colegas de mestrado Lucindo e Gustavo e aos graduandos Arthur, Breno, Diego, Dionei, Edivan, Elizandro, Guilherme, Gustavo, Jonas, Marlo, Natan, Ricardo, Rossano e Thiarles pela parceria e amizade.

Aos colegas da primeira turma de mestrado, pelas trocas de informações e experiências.

Aos grandes amigos, Mauricio Cherubin, Sidinei Weirich, Matheus Tonini, Renes Pinheiro e Lucindo Somavilla pelos ótimos momentos vividos em conjunto, pelo apoio e pelos ensinamentos.

A Universidade Federal de Santa Maria, por possibilitar ensino público, gratuito e de qualidade.

A Capes, pela concessão da bolsa de mestrado.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Muito obrigado!

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes.”

(Marthin Luther King)

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente
Universidade Federal de Santa Maria

DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS E MANEJOS DE SOLO NA SUCESSÃO AVEIA/MILHO/TRIGO DUPLO PROPÓSITO/SOJA

AUTOR: CRISTIANO FABBRIS
ORIENTADOR: CLAUDIR JOSÉ BASSO
Frederico Westphalen, 07 de junho de 2013.

A produção de suínos no Sul do Brasil concentra-se em pequenas propriedades rurais, que buscam o aproveitamento dos resíduos como fonte de nutrientes as culturas agrícolas de interesse econômico. Aplicação de dejetos líquidos de suínos e manejos de solo diferenciados é comum em pequenas propriedades rurais, no entanto são escassas informações sob as repostas das principais culturas agrícolas frente a esta condição. Nesse sentido, o trabalho teve por objetivo avaliar a influência do uso de dejetos líquidos de suínos, associado a manejos de solo na sucessão aveia/milho e trigo duplo propósito/soja. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial, com quatro repetições. Os tratamentos constaram da interação de doses de dejetos líquidos de suínos (sem dejetos, 20, 40, 80 m³ ha⁻¹), e adubação mineral, em três diferentes manejos de solo: plantio direto, escarificado e escarificação + gradagem. A aplicação do dejetos líquidos de suínos foi realizada antes da semeadura das culturas aveia, milho e trigo, os manejos de solo realizados antes do estabelecimento das culturas de inverno. A aplicação de dejetos líquidos de suínos na sucessão aveia/milho promoveu incrementos na produção de matéria seca, no acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio, e na produtividade de grãos. Quanto aos manejos de solo, o plantio direto favoreceu a produção de matéria seca da aveia e a produtividade de grãos de soja. Já para o milho, a interação entre maiores doses de dejetos líquidos de suínos e manejos com revolvimento do solo promove incrementos na produtividade de grãos. A aplicação do dejetos líquidos de suínos antes da semeadura do trigo duplo propósito promove incrementos na produção de matéria seca e na produtividade de grãos. O efeito residual de cinco aplicações de dejetos líquidos de suínos não altera a produtividade de grãos de soja.

Palavras-chave: Produtividade de grãos. Produtividade de matéria seca. Acúmulo de nutrientes.

ABSTRACT

Master Dissertation
Post-Graduate Program in Agronomy: Agriculture and Environment
Federal University of Santa Maria

PIG SLURRY AND SOIL MANagements IN SUCCESSION OF OAT/CORN AND DUAL PURPOSE WHEAT/SOYBEAN

AUTHOR: CRISTIANO FABBRIS
ADVISER: CLAUDIR JOSÉ BASSO
Frederico Westphalen, RS, June, 7, 2013.

Swine production in southern Brazil is concentrated on small farms, seeking the recovery of waste as a source of nutrients crops of economic interest. The interaction between applications of pig slurry and soil management is common on small farms, however scarce information was found about the main responses of agricultural crops under this condition. Thus, the present work aimed to evaluate the use of pig slurry, associated with soil management in succession oat / maize and double purpose wheat / soybean. The experimental design was a factorial in a randomized complete block design, with four replications. The treatments consisted of doses of pig slurry (without manure, 20, 40, 80 m³ ha⁻¹), and mineral fertilizer in three different soil management: no tillage, chiseling and chiseling + disking. The application of pig slurry was held before oat/maize and wheat crops sowing, and the soil management employed only before the establishment of winter crops. The application of pig slurry in succession oat / maize showed increases in dry matter yield, and in the accumulation of nitrogen, phosphorus and potassium, and in the grain yield. As for soil management, no-tillage favored the production of oat dry matter yield and soybean grain yield. However, the dual-purpose wheat proved to be low responsive to soil management employed. As for maize, the interaction between higher doses of pig slurry and with tillage managements promotes increases in grain yield. The application of pig slurry before the dual purpose wheat sowing promoted increases in dry matter production and grain yield. The residual effect of five applications of pig slurry does not alter the soybean grain yield.

Key words: Grain yield. Dry matter yield. Nutrients accumulation.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

- Tabela 1 - Características químicas do dejetos líquido de suínos e quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio aplicados nas diferentes doses utilizadas de dejetos líquido de suínos¹.21
- Tabela 2 - Produção de matéria seca da aveia branca (2009/10) e aveia preta (2010/11), e da parte aérea do milho em dois anos agrícolas, sob diferentes manejos de solo. Taquaruçu do Sul, RS, 2011.....25
- Tabela 3 - Produtividade média de grãos de milho dos anos agrícola 2009/10 e 2010/11 em resposta a doses de dejetos líquido de suínos (DLS) e adubação mineral, em diferentes manejos de solo. Taquaruçu do Sul, RS, 2011.31

ARTIGO 2

- Tabela 1 - Características químicas do dejetos líquido de suínos e quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio aplicados nas diferentes doses utilizadas..40
- Tabela 2 - Produção de matéria seca (MS), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos de trigo duplo propósito para os diferentes manejos de solo utilizados. Taquaruçu do Sul, RS, 2012.44
- Tabela 3 - Produtividade de grãos de soja cultivada em diferentes manejos de solo. Taquaruçu do Sul, RS, 2012.47

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

- Figura 1 – Aplicação manual de dejetos líquidos de suínos, realização dos manejos de solo e a aveia branca estabelecida no experimento. Taquaruçu do Sul, RS, 2011.22
- Figura 2 - Precipitação pluviométrica diária ocorrida durante o desenvolvimento do milho, nos anos agrícolas 2009/10 e 2010/11. Dados de precipitação obtidos na Estação Meteorológica de Frederico Westphalen, RS.....24
- Figura 3 - Produção de matéria seca de aveia branca (2009/10) e aveia preta (2010/11), sob doses de dejetos líquidos de suínos (DLS). Taquaruçu do Sul, RS, 2011.26
- Figura 4 - Acúmulo de nitrogênio (A), fósforo (B) e potássio (C) na parte aérea de plantas de aveia branca do ano agrícola 2009/10 + aveia preta do ano agrícola 2010/11, sob diferentes doses de dejetos líquidos de suínos (DLS). Taquaruçu do Sul, RS, 2011.27
- Figura 5 - Produção de matéria seca de milho nos anos agrícolas 2009/10 e 2010/11 sob doses de dejetos líquidos de suínos (DLS) e adubação mineral. ** Diferença significativa entre a adubação mineral com a respectiva dose de DLS e ^{ns} não significativa, por contraste Dunnett ($p < 0,05$). Taquaruçu do Sul, RS, 2011.29
- Figura 6 - Acúmulo de nitrogênio (A), fósforo (B) e potássio (C) na parte aérea de milho cultivado nos anos agrícolas 2009/10 e 2010/11, sob doses de dejetos líquidos de suínos (DLS) e adubação mineral. ** Diferença significativa entre a adubação mineral com a respectiva dose de DLS e ^{ns} não significativa, por contraste Dunnett ($p < 0,05$). Taquaruçu do Sul, RS, 2011.30
- Figura 7 - Produtividade média de milho sob doses de dejetos líquidos de suínos (DLS) e adubação mineral, nos anos agrícolas 2009/10 e 2010/11. ** Diferença significativa entre a adubação mineral com a respectiva dose de DLS e ^{ns} não significativa, por contraste Dunnett ($p < 0,05$). Taquaruçu do Sul, RS, 2011.32

ARTIGO 2

- Figura 1 - Precipitação pluviométrica diária ocorrida durante o desenvolvimento do trigo duplo propósito e da soja, no ano agrícola 2011/12. Dados de precipitação obtidos na Estação Meteorológica de Frederico Westphalen, (CPTEC/INPE). UFSM, Campus de Frederico Westphalen, RS.42
- Figura 2 - Produção de matéria seca de trigo duplo propósito sob doses de dejetos líquidos de suínos (DLS) e adubação mineral. ** Diferença significativa entre a adubação mineral com a respectiva dose de DLS, por contraste Dunnett ($p < 0,05$). Taquaruçu do Sul, RS, 2012.43
- Figura 3 - Produtividade de grãos de trigo duplo propósito sob doses de dejetos líquidos de suínos (DLS) e adubação mineral. ** Diferença significativa entre a adubação mineral com a respectiva dose de DLS, por contraste Dunnett ($p < 0,05$). Taquaruçu do Sul, RS, 2012.45
- Figura 4 - Altura da inserção do primeiro legume em plantas de soja cultivada com adubação mineral e sob efeito residual de doses de dejetos líquidos de suínos (DLS). ** Diferença significativa entre a adubação mineral com a respectiva dose de DLS, por contraste Dunnett ($p < 0,05$). Taquaruçu do Sul, RS, 2012.46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	13
2	ARTIGO 1: DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS NA SUCESSÃO AVEIA/MILHO SOB DIFERENTES MANEJOS DE SOLO	17
2.1	Resumo	17
2.2	Introdução	19
2.3	Material e Métodos	20
2.4	Resultados e Discussão	24
2.5	Conclusões	33
2.6	Referências Bibliográficas	33
3	ARTIGO 2 - DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS E MANEJOS DE SOLO NA SUCESSÃO TRIGO DUPLO PROPÓSITO/SOJA	36
3.1	Resumo	36
3.2	Introdução	38
3.3	Material e Métodos	39
3.4	Resultados e Discussão	42
3.5	Conclusão	48
3.6	Referências Bibliográficas	48
4	DISCUSSÃO	52
5	CONCLUSÕES FINAIS	54
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1 INTRODUÇÃO GERAL

O constante aumento na população mundial aliado ao incremento no consumo de proteína animal tem levado ao aumento na demanda de carnes, forçando o crescimento do setor agropecuário. Desta forma, gerando aumento na produção de resíduos decorrente da atividade criatória. A suinocultura caracteriza-se como uma das principais atividades do agronegócio brasileiro, ocupando posição de destaque mundial, sendo o quarto maior produtor e exportador de carne suína (ABIPECS, 2013). Dentre os principais polos produtores, destaca-se a região Sul do Brasil, onde os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná representam 48,6% do rebanho suíno brasileiro (MAPA, 2013).

Na região Sul do Brasil a suinocultura é uma atividade desenvolvida em pequenas propriedades, onde o Dejeito Líquido de Suínos (DLS) gerado é utilizado como fertilizante em áreas cultivadas com culturas anuais de grãos e/ou pastagens (BASSO et al., 2012; CERETTA et al., 2010; GIROTTO et al., 2010; GUARDINI et al., 2012; SCHERER et al., 2010). Isto é desejável, pois os nutrientes contidos nesse resíduo são reutilizados na própria unidade de produção (BASSO et al., 2012; GIROTTO et al., 2010; GUARDINI et al., 2012), podendo-se substituir, em parte ou totalmente, os adubos comerciais, mantendo-se a produtividade das culturas com redução nos custos de produção (CASSOL et al., 2011; 2012; SEIDEL et al., 2010). Porém, a dificuldade encontrada, é que a criação de suínos no sistema de confinamento é cada vez mais intensiva dentro de uma mesma unidade de produção, tendo como resultado a produção de grande quantidade de DLS, em propriedades geralmente caracterizadas como minifúndios.

Neste sentido, as alterações em atributos do solo provocadas a partir das sucessivas e intensivas aplicações de DLS vêm sendo uma importante temática de pesquisa na Ciência do Solo: Acúmulo de metais no solo (BASSO et al., 2012; GIROTTO et al., 2013); Disponibilidade de nutrientes no solo (BRUNETTO et al., 2012; CASSOL et al., 2011; 2012; CERETTA et al., 2010; GUARDINI et al., 2012; LOURENZI et al., 2013; SCHERER et al., 2010; VEIGA et al., 2012).

Resultados de pesquisas tem demonstrado que sucessivas aplicações de DLS em superfície, sob áreas de plantio direto voltadas a produção de grãos e áreas de

pastagens, promovem aumento nos teores dos nutrientes: nitrogênio (N); fósforo (P); potássio (K); cálcio (Ca); magnésio (Mg); zinco (Zn); e cobre (Cu) nas camadas superficiais do solo, especialmente daqueles elementos com menor mobilidade (CASSOL et al. 2012; CERETTA et al., 2010; GUARDINI et al., 2012; LOURENZI et al., 2013; SCHERER e NESI, 2009; SCHERER et al., 2010; VEIGA et al., 2012). Esses incrementos na fertilidade do solo podem refletir em maiores produtividades de grãos, especialmente gramíneas (CASSOL et al. 2012; SEIDEL et al., 2010) e de pastagens (CAMARGO et al., 2011; SCHEFFER-BASSO et al., 2008).

As aplicações de DLS tem pouco ou nenhum efeito sobre os teores de carbono no solo (BRUNETTO et al., 2012; SCHERER et al., 2010), e atributos de acidez do solo (BRUNETTO et al., 2012; CASSOL et al., 2011; 2012; SCHERER et al., 2010;), porém, pode reduzir a quantidade de Al trocável (BRUNETTO et al., 2012; CASSOL et al. 2012).

No entanto, a aplicação de DLS também têm gerado preocupações sob o ponto de vista ambiental, onde excessivas quantidades de DLS aplicado pode exceder a capacidade de suporte dos solos como local de descarte. Diversos trabalhos tem demonstrado os riscos de contaminação dos solos pela acumulação de metais pesados, especialmente Cu e Zn (BASSO et al., 2012; GIROTTO et al., 2010; LEGROS et al., 2013; LUCAS et al., 2013; VEIGA et al., 2012) e contaminação das águas (subterrâneas e superficiais) devido à lixiviação e/ou escoamento superficial de elementos potencialmente poluidores (GIROTTO et al., 2013; GUARDINI et al., 2012).

Nesse sentido, um dos principais fatores que contribuem para o potencial poluente do DLS, está em sua composição química variável. Diferentemente do que ocorre nos fertilizantes minerais, a alimentação, idade do animal e manejo da água empregados nos criatórios de suínos, influenciam diretamente na sua composição final. Enquanto os fertilizantes minerais são formulados para as condições específicas de cada cultura e solo, o DLS apresenta, simultaneamente, vários nutrientes que se encontram em quantidades desproporcionais em relação à capacidade de extração das plantas. Com isso, as adubações contínuas com DLS poderão ocasionar desequilíbrios químicos, físicos e biológicos no solo, cuja gravidade dependerá da composição desses resíduos, da quantidade aplicada, da capacidade de extração das plantas, do tipo de solo e do tempo de utilização do DLS.

No caso do N, a falta de sincronismo entre a disponibilidade de N proveniente do DLS e a demanda da cultura é um problema que preocupa, isso porque, 50% do N total do DLS já está na forma mineral prontamente disponível. Aliado a isso, como geralmente a aplicação do DLS ocorre antes da semeadura das culturas, se ocorrerem intensas precipitações após sua aplicação, pode haver a movimentação vertical de nitrato no perfil de solo já que a demanda por N ainda é pequena. Bem como aplicações de DLS na superfície do solo podem levar a ocorrência de volatilização de amônia, atingindo perdas de até 40 kg ha^{-1} , variando de acordo com a forma de aplicação (superficial e incorporado) e época de aplicação (BASSO et al., 2004).

O K está no DLS prontamente disponível, e assim seu efeito residual é muito curto. Plantas com alta taxa de absorção de K diminuem suas perdas potenciais no sistema (CERETTA et al., 2003). Já com relação ao P, a movimentação vertical no solo é menor quando comparada ao nitrato, e as perdas por esse caminho em solos agricultáveis praticamente nulas. Por isso que, estudos nessa área tem recebido pouca atenção (HEATHWAITE et al., 2000). Porém, a perda de componentes do DLS por escoamento superficial, tem sido apontada com um importante fator para a contaminação de águas superficiais. O potencial contaminante por esse caminho de perda do solo está relacionado à dose aplicada somada a relevos acidentados ou mesmo, pela ocorrência de precipitações pluviais em solos com pouca cobertura vegetal e baixa permeabilidade (BASSO et al., 2005).

Dentro das alternativas de manejo do solo no sistema produtivo de grãos brasileiro, o plantio direto passou a ser adotado em maior escala pelos agricultores a partir do início da década de 90 (JANTALIA et al., 2003). Visando reduzir os impactos negativos da movimentação do solo, e afetando positivamente as características químicas, físicas e biológicas do solo, interferindo por sua vez na distribuição das raízes, com reflexos no crescimento da parte aérea, interagindo consequentemente, no rendimento de grãos da espécie em cultivo (SANTOS, LHAMBY e SPERA, 2006). Ressalta-se que este sistema de manejo do solo é uma das práticas mais eficientes para conservação do solo (FIORIN, 2007).

Na tentativa de diminuir perdas de nutrientes por volatilização e escoamento superficial, alguns estudos estão sendo realizados com aplicação de DLS incorporado ao solo (CASTAMANN, 2005; GIACOMINI e AITA, 2008). Nesse mesmo contexto, poucas são as informações referentes à dinâmica do DLS em diferentes

sistemas de manejo de solo, fato que ganha importância pela realidade enfrentada na maioria das unidades produtoras de suínos, onde é comum o revolvimento do solo para implantação de culturas invernais. Ainda são raras as informações sobre a resposta de culturas sob aplicações de resíduos orgânicos, associados a diferentes manejos de solo. Acredita-se que os manejos de solo podem alterar a condição ideal para o desenvolvimento radicular, bem como a capacidade de infiltração do solo. Nesse sentido, o intuito deste trabalho foi avaliar possíveis respostas de algumas das principais culturas agrícolas a utilização de doses de DLS associado a manejos de solo muitas vezes realizados por produtores na região do Médio Alto Uruguai.

2 ARTIGO 1: DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS NA SUCESSÃO AVEIA/MILHO SOB DIFERENTES MANEJOS DE SOLO

2.1 Resumo

A produção de suínos no Sul do Brasil concentra-se em pequenas propriedades rurais, que buscam o aproveitamento dos resíduos como fonte de nutrientes as culturas agrícolas de interesse econômico. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o uso de dejetos líquidos de suínos, associado a manejos de solo na sucessão aveia/milho. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial, com quatro repetições. Os tratamentos constaram da interação de doses de dejetos líquidos de suínos (sem dejetos, 20, 40, 80 m³ ha⁻¹), e adubação química, em três diferentes manejos de solo: plantio direto, escarificado e escarificação + gradagem. A aplicação do dejetos líquidos de suínos foi realizada antes da semeadura da aveia e do milho, sendo os manejos de solo realizados somente antes do estabelecimento da aveia como cultura de inverno. A aplicação de dejetos líquidos de suínos na sucessão aveia/milho promoveu incrementos na produção de matéria seca, no acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio, e na produtividade de grãos. A dose de 80 m³ ha⁻¹ de dejetos líquidos de suínos proporcionou resposta similar à adubação mineral recomendada para o milho. Quanto aos manejos de solo, o plantio direto favoreceu a produção de matéria seca da aveia. Para o milho, a interação entre maiores doses de dejetos líquidos de suínos e manejos com revolvimento do solo promoveu incrementos na produtividade de grãos.

Palavras-chaves: Produção de matéria seca. Acúmulo de nutrientes. Rendimento de grãos.

Pig slurry in succession of oat/corn under different managements of soil

Abstract

Swine production in southern Brazil focuses on small farms, seeking the utilization of waste as a source of nutrients to crops of economic interest. This study aimed to evaluate the use of swine slurry associated with different tillage systems on the succession oat/corn. The experimental design was randomized blocks in factorial scheme with four replications. The treatments consisted of the interaction of four doses of swine slurry (no swine slurry, 20, 40, 80 m³ ha⁻¹), and chemical fertilization in three different tillage systems, no-tillage, chiseled and chiseling + disking. The application of swine slurry was held before the sowing of oat and of corn, and the tillage systems performed only before the establishment of oat as a winter crop. The application of swine slurry in the succession oat/corn promotes increases in dry matter production, accumulation of nitrogen, phosphorus and potassium, and grain yield. The dose of 80 m³ ha⁻¹ provides a similar response to the recommended chemical fertilization for corn. As to tillage systems, conservation tillage favors the production of dry matter of oat. As for maize, the interaction between higher doses of swine slurry and tillage's with incorporation into the soil can result grain yield in increased.

Key-words: Production dry matter. Accumulation of nutrientes. Grain yield.

2.2 Introdução

A produção brasileira de carne suína vem crescendo anualmente, buscando suprir a demanda interna e principalmente do mercado externo, cada vez mais exigente com relação a qualidade da matéria prima e do cuidado com a questão ambiental, onde estão inseridas essas unidades de produções. Essa produção, concentrada na pequena propriedade rural, tem como consequência a geração e concentração de um grande volume de dejetos. Isso representa um risco sob o ponto de vista ambiental e traz a necessidade de buscar uma utilização que minimize o impacto deste resíduo sobre o ambiente. Por isso, a utilização do dejetos líquido de suínos (DLS) como fonte de nutrientes em áreas com lavoura e pastagem é uma alternativa de utilização e descarte desse resíduo (CERETTA et al., 2005; ASSMANN et al., 2009; SEIDEL et al., 2010).

O N é o principal nutriente encontrado no DLS (SÁNCHEZ e GONZÁLEZ, 2005), sendo a proporção de N orgânico e mineral presente no DLS muito dependente das condições de armazenamento, sistema criatório, lavagem das instalações, etc. Na maioria das unidades de produção, os dejetos são armazenados na forma líquida em condições de anaerobiose, caracterizando-se como um resíduo com baixo teor de matéria seca e alto teor de N na forma amoniacal (40 a 70% do N total) segundo Sánchez e González (2005).

Trabalhando por quatro anos com produção de forragem em pastagem natural, Durigon et al. (2002), concluíram que a aplicação de $20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS em intervalos de 45 à 60 dias foi mais eficiente para o suprimento de nutrientes às plantas da pastagem, comparado aos demais tratamentos (ausência de DLS e $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$). Na cultura do milho, Seidel et al. (2010) mostraram que a aplicação de DLS em doses de até $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ como adubação de base foi estatisticamente igual a adubação química (NPK). Trabalhando com a sucessão aveia preta/milho/nabo forrageiro, Ceretta et al. (2005), observaram que a utilização de DLS incrementou a produção de matéria seca em todas as culturas da sucessão nos dois anos de condução do experimento, porém, os autores, ressaltaram que a maior eficiência técnica para a produtividade de grãos de milho e para produção de MS de aveia preta, ocorreu com doses muito altas de DLS, aproximadamente $85 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$,

evidenciando que na tomada de decisão sobre doses de DLS devem ser levados em consideração também aspectos operacionais, econômicos e ambientais.

No sistema de semeadura direta, a volatilização de amônia tem sido apontada como um importante caminho de perda de N do DLS (BASSO et al., 2004; PORT et al., 2003; ROCHETTE et al., 2001). Contudo, alguns trabalhos demonstram que a incorporação do DLS ao solo reduz consideravelmente essas perdas de N por volatilização de amônia (CASTAMANN, 2005, GIACOMINI e AITA, 2008). Nesse sentido, os sistemas de manejo de solo também podem influenciar a dinâmica dos nutrientes adicionados via DLS, o que deve ser destacado principalmente em propriedades que realizam o preparo do solo para estabelecimento das culturas invernais.

O presente trabalho avaliou a influência de DLS, associado aos manejos de solo plantio direto, escarificado e escarificado+gradagem sobre a produção de biomassa, acúmulo de nutrientes e produtividade de grãos da sucessão aveia/milho.

2.3 Material e Métodos

O experimento foi conduzido nos anos agrícolas 2009/10 e 2010/11 no município de Taquaruçu do Sul, RS, situado na região do Médio Alto Uruguai. As coordenadas geográficas são: latitude 27°28' (S), longitude 53°26' (O) e altitude média de 480m. O clima do local é o subtropical úmido, Cfa, conforme classificação de Köppen (MORENO, 1961). O solo deriva da decomposição de rochas basálticas, sendo classificado como Latossolo Vermelho aluminoférrico típico (EMBRAPA, 2006).

Antes da implantação do experimento, a camada de 0-10 cm do solo foi amostrada, apresentando as seguintes características químicas: pH em água(1:1) 5,7; índice SMP 6,2; argila 450 g kg⁻¹; matéria orgânica 24 g kg⁻¹; potássio 0,17 cmolc dm⁻³; cálcio 10,1 cmolc dm⁻³; magnésio 3,0 cmolc dm⁻³; alumínio 0 cmolc dm⁻³; fósforo (Mehlich) 2,2 mg dm⁻³; enxofre 12,0 mg dm⁻³; manganês 27,0 mg dm⁻³.

O delineamento experimental foi em arranjo fatorial em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos constaram de quatro doses de DLS (sem DLS, 20, 40 e 80 m³ ha⁻¹) e de um tratamento com adubação mineral, seguindo a

recomendação da CQFS RS/SC (2004) e três diferentes manejos de solo: plantio direto, escarificado (profundidade 28 cm) e escarificado + gradagem, realizado somente antes da semeadura da aveia branca e aveia preta, sendo posteriormente a semeadura de milho realizada diretamente sobre a palhada de aveia.

O DLS foi proveniente de uma propriedade com armazenagem em lagoa de estabilização, próxima ao local do experimento. A composição química do DLS, assim como as quantidades de nutrientes adicionadas em cada dose aplicada (média das quatro aplicações), é apresentada na tabela 1.

Tabela 1 - Características químicas do dejetto líquido de suínos e quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio aplicados nas diferentes doses utilizadas de dejetto líquido de suínos¹.

Doses	Matéria seca	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	pH
	----- g kg ⁻¹ -----				
	13,40	3,51	0,37	0,45	7,81
m ³ ha ⁻¹	----- kg ha ⁻¹ adicionado -----				
20	267,6	70,2	7,4	8,9	
40	535,3	140,4	14,8	17,8	
80	1070,5	280,8	29,6	35,6	

¹ Médias das quatro aplicações realizadas.

A aplicação do DLS foi realizada de forma manual com a utilização de regadores, estas aplicações foram realizadas em dois momentos em cada ano agrícola, antes da implantação da cultura de inverno (aveia) e antes da semeadura da cultura de verão (milho). A adubação mineral foi realizada apenas na cultura do milho seguindo a recomendação da CQFS RS/SC (2004). A seguir na figura 1 é possível visualizar a realização dos tratamentos e a cultura da aveia implantada.

Em julho de 2009, foi realizada dessecação da área e, posteriormente, a demarcação da área experimental. As dimensões das parcelas foram de 5,0 x 4,3 m, resultando em uma área de 21,5 m². A semeadura da aveia branca foi realizada a lanço no dia 25/07/2009, com densidade de 110 kg de sementes ha⁻¹. No ano de 2010, foi utilizada a aveia preta e a semeadura a lanço realizada no dia 05/05/2010 com densidade de 100 kg de sementes ha⁻¹. Por ocasião do florescimento das

plantas de aveia branca e aveia preta, foi amostrada uma área de 0,25 m² para determinação da matéria seca e do acúmulo de N, P e K na parte aérea. Posteriormente, realizou-se a dessecação da área para implantação da cultura do milho.



Figura 1 – Aplicação manual de dejetos líquidos de suínos, realização dos manejos de solo e a aveia branca estabelecida no experimento. Taquaruçu do Sul, RS, 2011.

A semeadura do milho no ano 2009/10 foi realizada no dia 05 de outubro com o híbrido Pioneer 30B39Y[®], utilizado como duplo propósito (produção de silagem ou grãos). A semeadura mecânica foi realizada com espaçamento de 0,45 m entre linhas e densidade de 70.000 plantas ha⁻¹. Para o tratamento com adubação mineral, foram aplicados 363 kg ha⁻¹ da formulação N-P₂O₅-K₂O 09-33-12 no momento da semeadura, e em cobertura 175 kg ha⁻¹ de N (fonte ureia – 450 g kg⁻¹ de N), quando as plantas se encontravam com 5 folhas expandidas. No ano agrícola 2010/11, o híbrido de milho utilizado foi o 2A250[®]HX da Dow AgroSciences, com semeadura mecânica realizada no dia 10 de outubro, no espaçamento de 0,45 m entre linhas e densidade de 60.000 plantas ha⁻¹. No tratamento com adubação mineral, foi utilizada a formulação 09-33-12, na dose de 340 kg ha⁻¹ e ainda 175 kg ha⁻¹ de N em

cobertura (fonte ureia), quando as plantas de milho apresentavam 5 folhas expandidas.

No pleno florescimento da cultura do milho, foram coletadas cinco plantas por parcela para a determinação de matéria seca e acúmulo de N, P e K na parte aérea. Porém, por problemas durante a secagem das amostras de plantas da parte aérea do milho, no primeiro ano de cultivo uma nova amostragem de plantas foi feita por ocasião da maturação fisiológica. As amostras foram secas em estufa a 65 °C, até atingirem peso constante. Após a pesagem para determinação da matéria seca, as amostras foram moídas inicialmente em um triturador de forragens, seguida de uma subamostragem e nova moagem em moinho Willey (peneira com malha de 0,33 mm), para posterior determinação laboratorial dos teores de N, P e K seguindo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). O mesmo procedimento de preparo das amostras e análise laboratorial foi utilizado na aveia.

Na maturação fisiológica do milho foram feitas avaliações de altura de planta e altura de inserção da espiga. Essas avaliações não destrutivas de plantas foram efetuadas nas quatro linhas centrais da parcela, desconsiderando-se 0,5 m de cada lado da parcela, sendo essa mesma área de 7,2 m² utilizada para avaliação da produtividade de grãos. A colheita foi realizada de forma manual e a trilha com auxílio de batedor tratorizado. Após a trilha, foi avaliada a umidade de cada amostra e o rendimento de grãos corrigido para 13% de umidade.

A precipitação pluvial diária durante o desenvolvimento do milho está demonstrada na Figura 2.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F ($p < 0,05$), Nos casos de F significativo foi realizada a comparação de médias através do teste Tukey e Dunnett ($p < 0,05$). Para valores quantitativos foi realizada análise de regressão polinomial, utilizando-se o programa computacional *Statistical Analysis Systems* - SAS (SAS INSTITUTE, 1999). As variáveis em que as interações foram significativas efetuou-se o desmembramento dos efeitos simples e para as demais variáveis com significância entre fatores isolados, procedeu-se análise separada para cada fator.

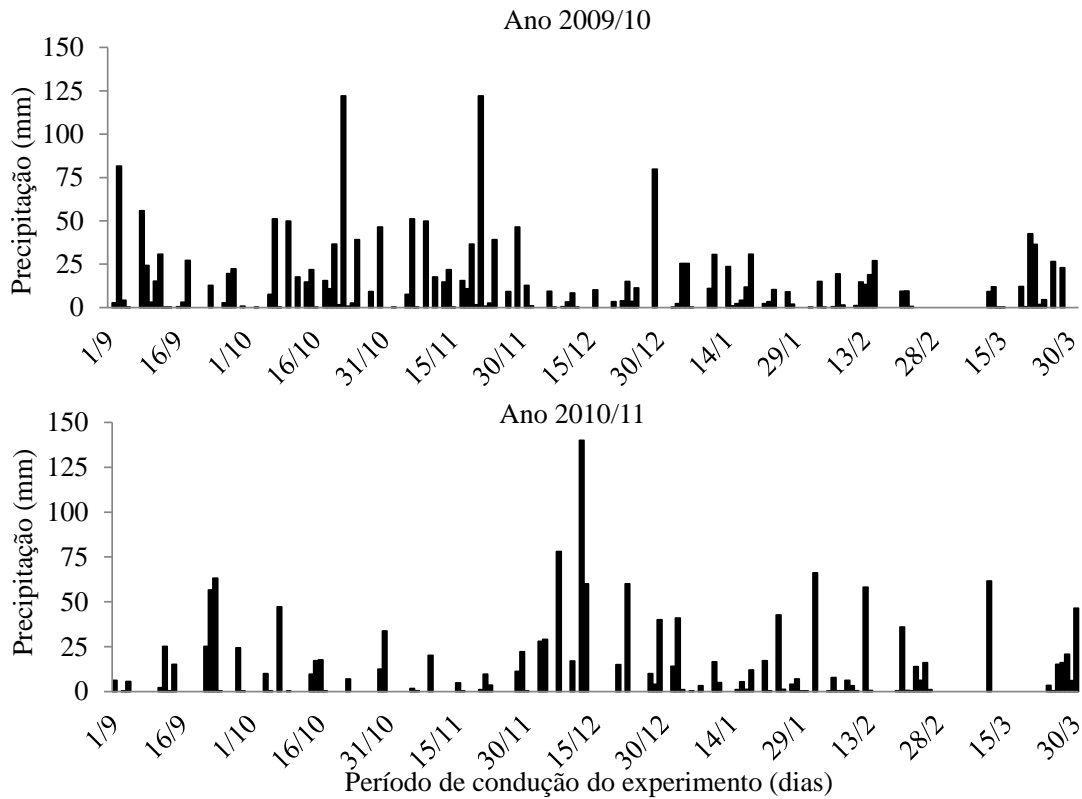


Figura 2 - Precipitação pluviométrica diária ocorrida durante o desenvolvimento do milho, nos anos agrícolas 2009/10 e 2010/11. Dados de precipitação obtidos na Estação Meteorológica de Frederico Westphalen, RS.

2.4 Resultados e Discussão

Em geral, observaram-se diferenças para as variáveis estudadas entre doses de DLS e manejos de solo. Comparando a produção de matéria seca da aveia branca e da aveia preta entre os sistemas de manejo do solo, se observa que para a aveia branca não houve diferenças significativa entre os manejos de solo, embora os dados mostrem uma tendência maior de produção de matéria seca no sistema de plantio direto (Tabela 2). Já para a aveia preta, a maior produção de matéria seca foi observada no sistema de plantio direto (5.400 kg ha^{-1}), ou seja, um incremento médio de 14% em relação à média dos outros dois manejos de solo. A falta de interação entre manejo de solo e doses de DLS pode indicar que a maior produção de matéria seca da cobertura de inverno sob plantio direto deve estar associada à permanência dos resíduos vegetais na superfície do solo, trazendo benefícios a

conservação do solo e da água como apontado por alguns autores (FALLEIRO et al., 2003; TORMENA et al., 2002).

Tabela 2 - Produção de matéria seca da aveia branca (2009/10) e aveia preta (2010/11), e da parte aérea do milho em dois anos agrícolas, sob diferentes manejos de solo. Taquaruçu do Sul, RS, 2011.

Cobertura/cultura comercial	Manejo do solo		
	Escarificado+gradagem	Escarificado	Plantio direto
Cobertura inverno	----- kg ha ⁻¹ -----		
Aveia branca	1.366,5 A ¹	1.353,5 A	1.537,3 A
Aveia preta	4.727,6 B	4.744,4 B	5.400,6 A
Parte aérea milho	----- kg ha ⁻¹ -----		
2009/10	9.816,3 A	9.961,5 A	10.371,0 A
2010/11	8.944,4 A	7.943,2 B	7.135,5 C

¹ Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Para a produção de matéria seca do milho no ano agrícola 2009/10, não houve diferença significativa entre os manejos de solo (Tabela 2). Este resultado corrobora com os obtidos por Borghi et al. (2007), que não verificaram diferenças na produção de matéria seca de milho em função do manejo do solo (cultivo convencional, cultivo mínimo e plantio direto). Já para o ano agrícola 2010/11, observou-se menor produção de matéria seca na parte aérea do milho sob plantio direto, o que pode estar associado à resposta diferenciada dos híbridos utilizados, bem como as maiores perdas de N com aplicação do DLS na superfície do solo sem revolvimento, como observado por outros autores (BASSO et al., 2004, PORT et al., 2003). Trabalho desenvolvido por Rochette et al. (2001) contribui com a hipótese ressaltada, onde os autores verificaram menores perdas de volatilização de amônia com adição de DLS e o revolvimento do solo.

As doses de DLS afetaram de forma linear a produção de matéria seca da aveia branca e da aveia preta, nos dois anos avaliados (Figura 3). Os incrementos na produção de matéria seca para o ano 2009/10 foram de 76, 101 e 185%, para as doses de 20, 40, e 80 m³ ha⁻¹, respectivamente, em relação ao tratamento sem DLS.

Para cada m^3 de DLS aplicado os incrementos foram de 31, 21 e 19 kg ha^{-1} , para as doses de 20, 40, e 80 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$, respectivamente. No segundo ano, os incrementos em relação ao tratamento sem DLS atingiram valores maiores, com 62, 122, e 248% para as doses de 20, 40, e 80 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$, respectivamente. Resultados semelhantes foram observados por Aita et al. (2006), que verificaram o elevado potencial fertilizante do DLS na produção de aveia preta e ervilhaca. O atraso na semeadura da aveia branca no ano 2009/10, justifica a baixa produção de matéria seca comparado a aveia preta (Figura 2), que foi semeada mais precocemente, tendo portanto maior tempo de desenvolvimento vegetativo no campo. Soma-se a isso também um possível efeito residual das duas aplicações do DLS realizadas antes do estabelecimento da aveia preta, como observado por Durigon et al. (2002) e também por Cela et al. (2011), em trabalho de 6 anos na produção de trigo.

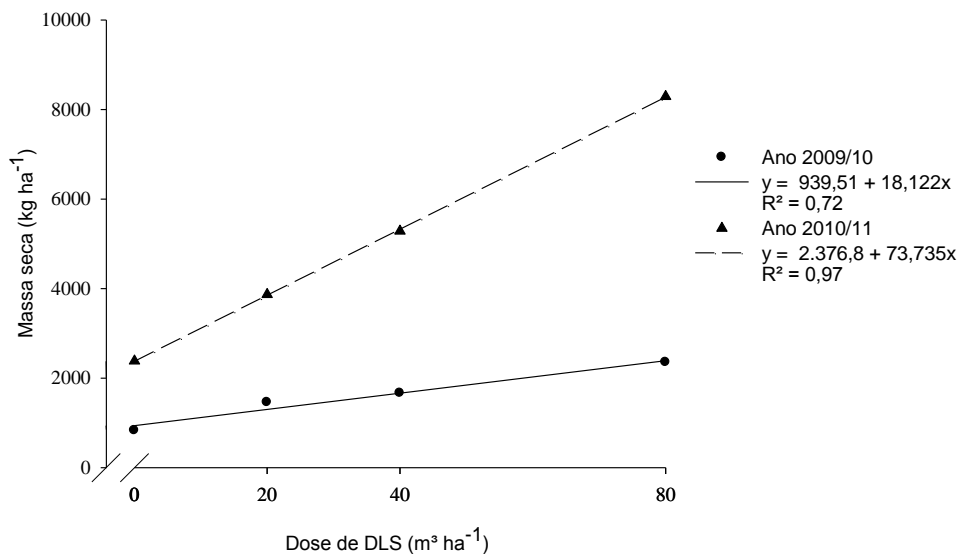


Figura 3 - Produção de matéria seca de aveia branca (2009/10) e aveia preta (2010/11), sob doses de dejetos líquidos de suínos (DLS). Taquaruçu do Sul, RS, 2011.

O acúmulo de N, P e K pela parte aérea das plantas de aveia branca e aveia preta, apresentaram respostas lineares às doses de DLS, com incrementos de 64, 133, e 227%, 57, 100, 218% e 75, 122, 255%, respectivamente, para as doses de

20, 40 e 80 m³ ha⁻¹ quando comparado ao tratamento sem DLS (Figura 4). Resultados semelhantes aos obtidos no presente trabalho também foram encontrados por Durigon et al. (2002), que observaram incrementos lineares para o acúmulo de N, P, K, Ca e Mg em pastagem natural sob aplicação de DLS. Para os mesmos nutrientes, Assmann et al. (2009) também observaram acúmulos lineares até a dose de 120 m³ ha⁻¹ trabalhando com o consórcio aveia+azevém.

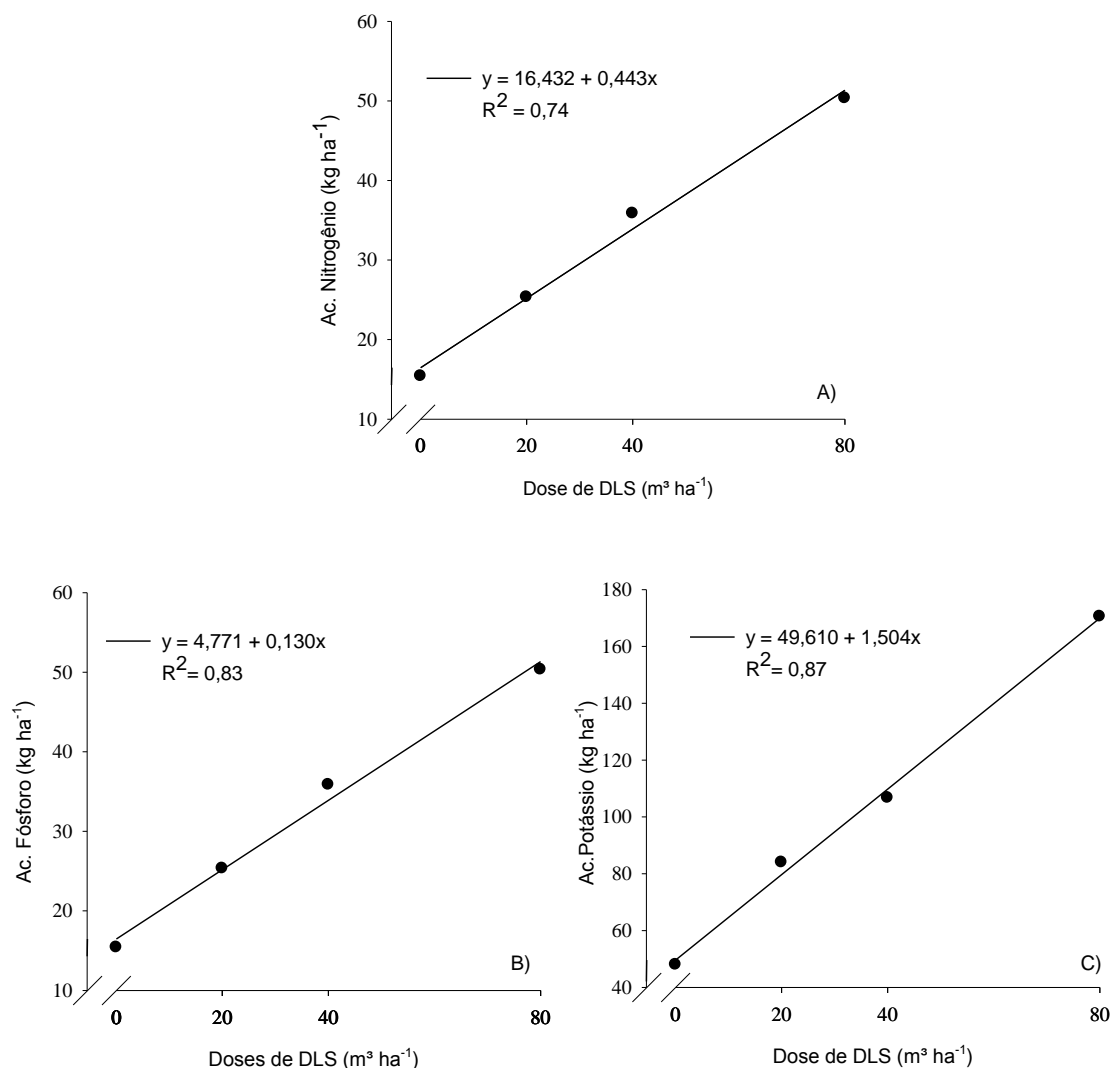


Figura 4 – Teor acumulado de nitrogênio (A), fósforo (B) e potássio (C) na massa seca da parte aérea de plantas de aveia branca do ano agrícola 2009/10 + aveia preta do ano agrícola 2010/11, sob diferentes doses de dejetos líquidos de suínos (DLS). Taquaruçu do Sul, RS, 2011.

A produção de matéria seca da parte aérea do milho aumentou de forma linear nos dois anos de estudo de acordo com o incremento nas doses de DLS (Figura 5). As respostas, porém, foram diferentes entre os anos, o que pode ser justificado pela característica do híbrido utilizado no primeiro ano ser de maior estatura (híbrido duplo propósito), destinado a produção de silagem ou grãos. Com aplicação do DLS, os incrementos na produção de matéria seca do milho no ano agrícola 2009/10 foram de 28, 35, e 61% e no ano agrícola 2010/11 de 53, 65, e 130% para as doses de 20, 40, e 80 m³ ha⁻¹, respectivamente, comparado ao tratamento sem DLS. Resposta positiva também foi observada por Ceretta et al. (2005) trabalhando com milho sob as mesmas doses de DLS do presente estudo. Levando-se em consideração a produção média de matéria seca dos dois anos cultivados com milho, para cada m³ de DLS aplicado o incremento foi de 119, 69, e 67 kg ha⁻¹ de matéria seca para as doses de 20, 40, e 80 m³ ha⁻¹, respectivamente, mostrando diminuição na taxa de produção de matéria seca conforme o aumento das doses.

A comparação entre as doses de DLS e adubação mineral, demonstra que a produção de matéria seca pelo milho nos tratamentos sem DLS, com 20 e 40 m³ ha⁻¹ foram inferiores estatisticamente a adubação química, diferentemente da dose de 80 m³ ha⁻¹, onde a produção de matéria seca foi igual à obtida com adubação mineral (Figura 5).

Os incrementos em relação ao tratamento sem DLS para o acúmulo médio de P e K foram de 22, 73, e 181% e 47, 128, e 193%, para as doses de 20, 40, e 80 m³ ha⁻¹, respectivamente (Figura 6). Quanto à comparação entre as doses de DLS e adubação mineral, observou-se comportamento semelhante ao verificado para a produção de matéria seca do milho, com acúmulos de N, P e K na parte aérea do milho significativamente iguais entre a dose de 80 m³ ha⁻¹ de DLS e a adubação mineral.

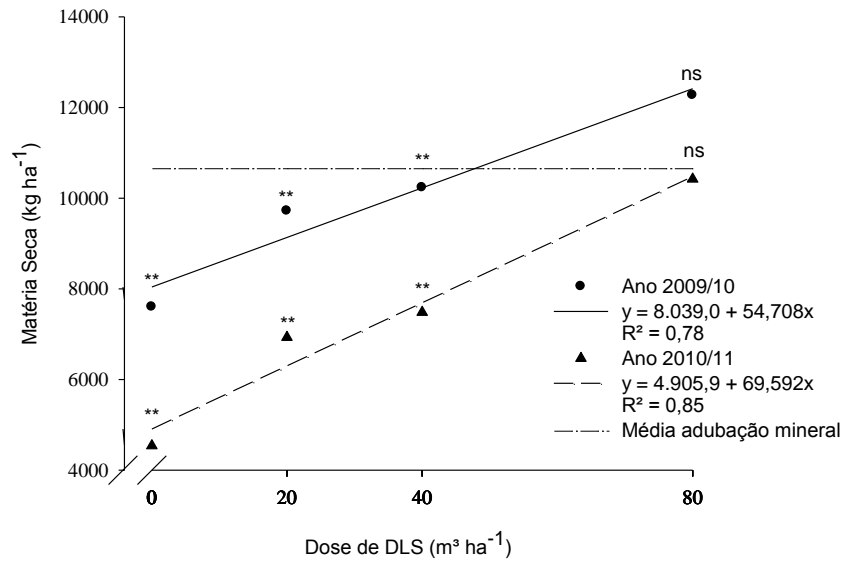


Figura 5 - Produção de matéria seca de milho nos anos agrícolas 2009/10 e 2010/11 sob doses de dejetos líquidos de suínos (DLS) e adubação mineral. ** Diferença significativa entre a adubação mineral com a respectiva dose de DLS e ns não significativa, por contraste Dunnett ($p < 0,05$). Taquaruçu do Sul, RS, 2011.

A produtividade de grãos de milho foi afetada significativamente pelos manejos de solo em função das doses de DLS e da adubação mineral (Tabela 3). Para o tratamento sem DLS e com aplicação de $20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, não houve diferenças significativas entre os manejos de solo, o que pode estar associado ao fato do solo da área experimental apresentar teores baixos e muito baixos de matéria orgânica e P, respectivamente, sendo estes fatores limitantes para a produção de grãos em ambos os manejos de solo. Enquanto que nas doses de 40 e $80 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS e adubação mineral, nas quais foram adicionados maiores quantidades de nutrientes, a produtividade de milho no manejo de solo com escarificação foi, em geral, superior aos demais manejos. Isso pode ser atribuído a uma possível compactação do solo da área do experimento, e a escarificação mecânica pode ter rompido esta camada compactada, permitindo melhor desenvolvimento do sistema radicular do milho, e aproveitamento dos nutrientes aplicados ao solo via DLS e adubação mineral.

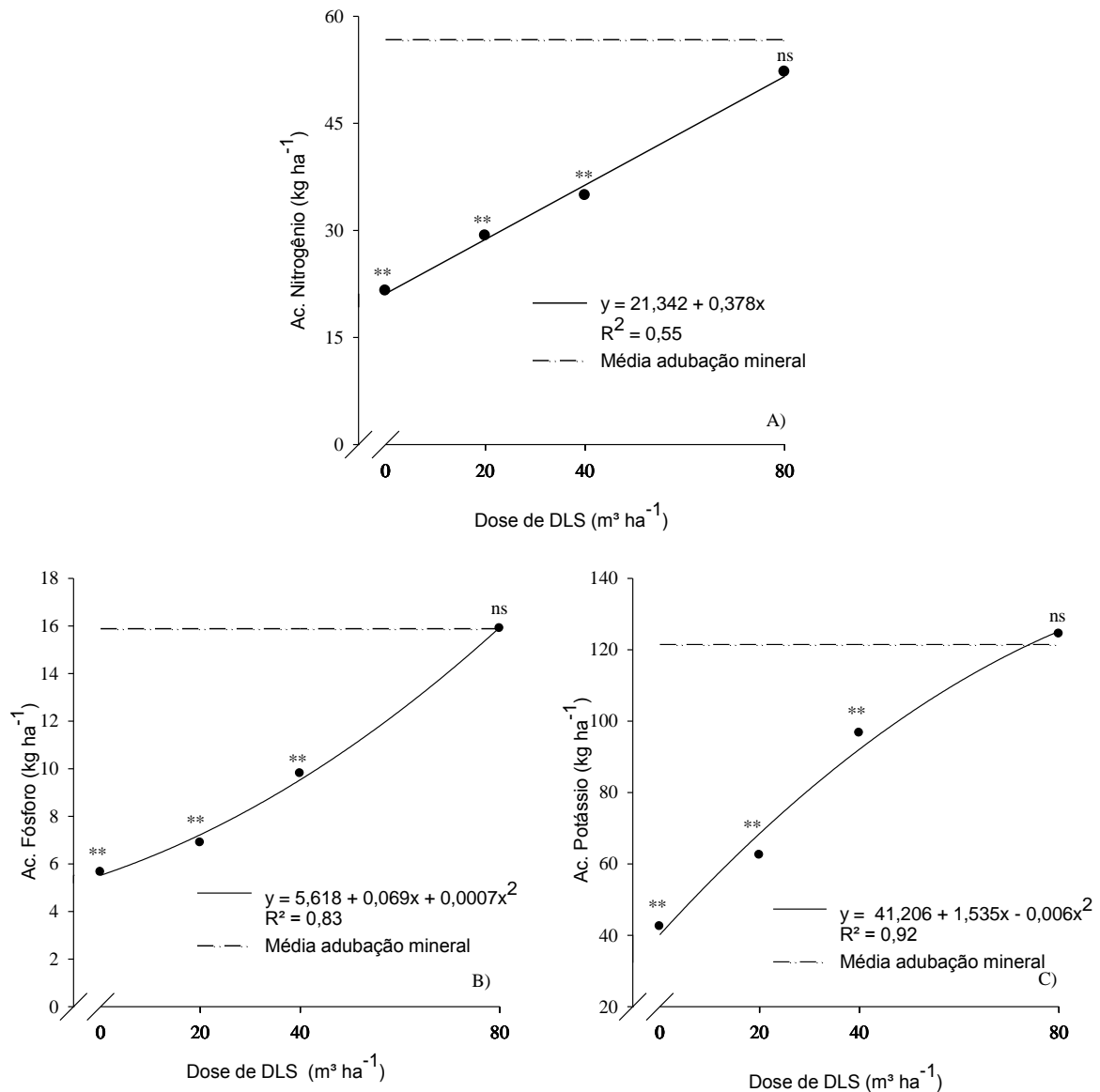


Figura 6 - Acúmulo de nitrogênio (A), fósforo (B) e potássio (C) na massa seca parte aérea de milho cultivado nos anos agrícolas 2009/10 e 2010/11, sob doses de dejetos líquidos de suíno (DLS) e adubação mineral. ** Diferença significativa entre a adubação mineral com a respectiva dose de DLS e ^{ns} não significativa, por contraste Dunnett ($p < 0,05$). Taquaruçu do Sul, RS, 2011.

Aumentos de produtividade de milho com escarificação do solo também foram observados por Camara e Klein (2005), sendo que a escarificação reduziu a densidade, aumentou a rugosidade superficial, a condutividade hidráulica e a taxa de infiltração de água no solo. Desta forma, a escarificação pode trazer resultados benéficos principalmente em anos com déficit hídrico, pelo maior armazenamento de

água no solo, e por favorecer melhor desenvolvimento do sistema radicular (KLEIN e CAMARA 2007), podendo incrementar a produtividade de grãos.

Tabela 3 - Produtividade média de grãos de milho nos anos agrícola de 2009/10 e 2010/11 em resposta a doses de dejetos líquidos de suínos (DLS) e adubação mineral, em diferentes manejos de solo. Taquaruçu do Sul, RS, 2011.

Tratamentos ¹	Manejo do Solo		
	Escarificado+gradagem	Escarificado	Plantio Direto
	----- kg ha ⁻¹ -----		
Sem DLS	1.481,3 A ¹	2.119,6 A	1.808,4 A
20 m ³ ha ⁻¹	3.093,0 A	2.674,9 A	2.840,3 A
40 m ³ ha ⁻¹	3.973,7 B	4.883,8 A	4.481,8 AB
80 m ³ ha ⁻¹	6.097,0 AB	6.655,6 A	5.750,6 B
Adubação mineral	7.493,3 A	7.141,0 A	6.146,8 B

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Com relação às doses de DLS e seu efeito na produtividade de grãos de milho, houve incremento até a maior dose utilizada, com comportamento diferente entre os anos (Figura 7). No ano agrícola 2009/10, o aumento na produtividade de grãos foi linear, com incrementos de 62, 134, e 268% em relação ao tratamento sem aplicação do DLS, para as doses de 20, 40, e 80 m³ ha⁻¹, respectivamente. Para o ano agrícola 2010/11, a equação da produtividade foi de segundo grau, apresentando tendência de estabilização a medida que se aumentou a dose de DLS. Os incrementos para o segundo ano foram de 57, 151, e 229%, para as doses 20, 40, e 80 m³ ha⁻¹, respectivamente, em relação aos tratamentos sem DLS. Quanto a produtividade de grãos de milho por m³ de DLS verifica-se estabilização e redução nos incrementos conforme o aumento das doses para os dois anos agrícolas, sendo esses valores de 37, 40, e 40 kg ha⁻¹ para o primeiro ano e de 70, 91, e 69 kg ha⁻¹ para o segundo ano, para os tratamentos com 20, 40, e 80 m³ ha⁻¹, respectivamente.

Os resultados encontrados no presente trabalho com relação à produtividade de grãos de milho assemelham-se com os obtidos em estudo realizado por Ceretta

et al. (2005), onde a produtividade de grãos de milho aumentou nos dois anos de cultivo com o uso de DLS, sendo a máxima eficiência técnica encontrada pelos autores com aplicação de $85 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS no primeiro ano do trabalho. No entanto, cabe-se ressaltar que este valor deve variar em função da composição do DLS, que é variável de acordo com cada sistema de produção (JUNIOR et al., 2008).

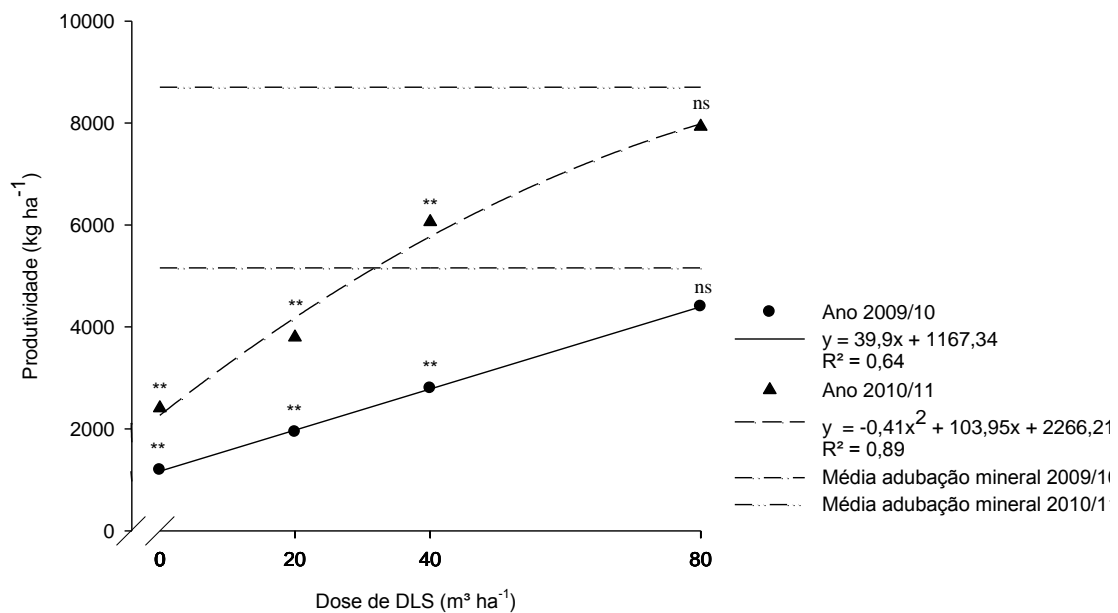


Figura 7 - Produtividade média de milho sob doses de dejetos líquidos de suínos (DLS) e adubação mineral, nos anos agrícolas 2009/10 e 2010/11. ** Diferença significativa entre a adubação mineral com a respectiva dose de DLS e ^{ns} não significativa, por contraste Dunnett ($p < 0,05$). Taquaruçu do Sul, RS, 2011.

A comparação entre as doses de DLS com a adubação mineral para produção de grãos de milho permite verificar que nos dois anos do trabalho, a dose de $80 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS foi estatisticamente igual à adubação mineral. Estes resultados corroboram os obtidos por Seidel et al. (2010), que utilizaram doses entre 20 e $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS combinadas ou não com adubação mineral, verificando que a aplicação de DLS como adubação de base foi estatisticamente igual a adubação mineral na produção de grãos de milho, demonstrando a importância do DLS como fonte de nutrientes ao milho.

2.5 Conclusões

A aplicação de dejetos líquidos de suínos promove incremento na produção de matéria seca e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio na sucessão aveia/milho e na produtividade de grãos de milho. A resposta do milho a dose de $80 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ é igual à adubação mineral recomendada para a cultura.

O plantio direto favorece a produção de matéria seca de aveia preta. Maiores doses de dejetos líquidos de suínos e manejos com revolvimento do solo promovem incrementos na produtividade de grãos de milho.

2.6 Referências Bibliográficas

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**, v. 30, n.5, p. 901-910, 2006.

ASSMANN, J.M.; BRAIDA, J.F.; CASSOL, L.C.; MAGIERO, E.C.; MANTELI, C.; GRIZ, E. Produção de matéria seca de forragem e acúmulo de nutrientes em pastagem anual de inverno tratada com esterco líquido de suínos. **Ciência Rural** v.39, p.2408-2416, 2009.

BASSO, C.J.; CERETTA, C.A.; PAVINATO, P.S.; SILVEIRA, M.J. Perdas de nitrogênio de dejetos líquidos de suínos por volatilização de amônia. **Ciência Rural**, v.34, p.1773-1778, 2004.

BORGHI, E. MELLO, L.M.M.; BERGAMASCHINE, A.F.; CRUSCIOL, C.A.C. Produtividade e qualidade de forragem de milho em função da população de plantas, do sistema de preparo do solo e da adubação. **Revista Brasileira de Agrociência**. v.13, p.465-471, 2007.

CAMARA, R.K.; KLEIN, R.K. Escarificação em plantio direto como técnica de conservação do solo e da água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.29, p.789-796, 2005.

CASTAMANN, A. **Aplicação de dejetos líquidos de suínos na superfície e no sulco em solo cultivado com trigo**. 2005. 132p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

CELA, S.; SANTIVERI, F.; LLOVERAS, J. Residual effects of pig slurry and mineral nitrogen fertilizer on irrigated wheat. **European Journal of Agronomy**, v.34, p.257-262, 2011.

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

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DE SOLO (CQFS RS/SC) (2004). **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 400p.

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 de Ciência do Solo**, v.26, p.983-992, 2002.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**, 2ed, 412p, 2006.

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

GIACOMINI, S.J.; AITA, C. Cama sobreposta e dejetos líquidos de suínos como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, 32: 195-205, 2008.

JÚNIOR, A.C.G.; LINDINO, C.A.; ROSA, M.F.; BARICATTI, R.; DIVINO, G. Remoção de metais pesados tóxicos cádmio, chumbo e cromo em biofertilizante suíno utilizando macrófita aquática (*Eichornia crassipes*) como bioindicador. **Acta Scientiarum Technology**, v.30, p.9-14, 2008.

KLEIN, V.A.; CAMARA, R.K. Rendimento da soja e intervalo hídrico ótimo em Latossolo Vermelho sob plantio direto escarificado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.221-227, 2007.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, Secção de Geografia, 38p, 1961.

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

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**, v.38, p.857-865, 2003.

ROCHETTE, P.; CHANTIGNY, M.H.; ANGERS, D.A.; BERTRAND, N.; CÔTÉ, D. Ammonia volatilization and soil nitrogen dynamics following fall application of pig slurry on canola crop residues. **Canadian Journal of Soil Science**, v.81, p.515-523, 2001.

SÁNCHEZ, M.; GONZÁLEZ, J.L. The fertilizer value of pig slurry. I. Values depending on the type of operation. **Bioresource Technology**, v.96, p.1117-1123, 2005.

SAS INSTITUTE - Statistical Analysis System. **SAS/STAT User's Guide 8.0**. North Caroline, NC: SAS Institute Inc., 1999.

SEIDEL, E.P.; JÚNIOR, A.C.G.; VANIN, J.P.; STREY, L.; SCHWANTES, D.; NACKER, H. Aplicação de dejetos de suínos na cultura do milho cultivado em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Technology**, v.32, p.113-117, 2010.

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

TORMENA, C.A.; BARBOSA, M.C.; COSTA, A.C.S.; GONÇALVES, C.A.G. Densidade, porosidade e resistência à penetração em latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agrícola**, v.59, p.795-801, 2002.

3 ARTIGO 2 - DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS E MANEJOS DE SOLO NA SUCESSÃO TRIGO DUPLO PROPÓSITO/SOJA

3.1 Resumo

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a produção de biomassa e a produtividade de grãos do trigo duplo propósito sob doses de dejetos líquidos de suínos em três manejos de solo e o efeito residual desses tratamentos na cultura da soja em sucessão. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial, com quatro repetições. Os tratamentos constaram da interação de doses de dejetos líquidos de suínos (sem dejetos, 20, 40, 80 m³ ha⁻¹), e adubação mineral, em três diferentes manejos de solo: plantio direto, escarificado e escarificação + gradagem. A aplicação do dejetos líquidos de suínos e os manejos de solo foram realizados unicamente antes da semeadura do trigo duplo propósito, sendo a soja implantada com semeadura direta na palha, e apenas um tratamento com adubação mineral, seguindo as recomendações da CQFS RS/SC (2004). A aplicação do dejetos líquidos de suínos antes da semeadura do trigo duplo propósito promove incrementos na produção de matéria seca do trigo duplo propósito, porém, sem efeito sobre a produtividade de grãos. O efeito residual de cinco aplicações de dejetos líquidos de suínos não altera a produtividade de grãos de soja. Com relação à soja, o plantio direto nas condições do trabalho proporciona maior produtividade de grãos, quando comparado ao sistema escarificado e escarificado+gradagem.

Palavras-chave: Produtividade de grãos. Produção de matéria seca. Parâmetros de planta.

Pig slurry and soil managements succession in dual purpose wheat / soybean

Abstract

This study aimed to evaluate the dual purpose wheat production under different doses of pig slurry in three soil management and residual effect of these treatments on seed yield of soybean plants and some parameters. The experimental design was a randomized block design in a factorial design with four replications. Treatments consisted of the interaction of doses of pig slurry (without manure, 20, 40, 80 m³ ha⁻¹), and chemical fertilization, in three different soil management: tillage, chiseled and chiseling + disking. The application of pig slurry and soil management were performed only before sowing the dual purpose wheat, soybeans being deployed with direct seeding in the straw, and a single treatment with chemical fertilizer, following the recommendations of CQFS RS/SC (2004). The application of pig slurry prior to wheat sowing dual purpose promotes increases in dry matter production and grain yield. The residual effect of five applications of pig slurry at doses up to 80 m³ ha⁻¹ does not alter the productivity of soybeans. Among soil management, wheat dual purpose proves to be somewhat responsive. Regarding soybeans, no-till conditions of work provides greater grain yield compared to minimum tillage and chisel plow.

Key-words: Grain yield. Production dry matter. Plant parameters.

3.2 Introdução

A utilização do dejetos líquido de suínos (DLS) como fonte de nutrientes às plantas, tem se tornado uma alternativa de utilização para este resíduo, acumulado pela criação intensiva nas unidades produtoras. Estas unidades, de forma geral, caracterizam-se pela pequena extensão de área e adoção ao sistema de integração lavoura-pecuária, na qual a produção de forrageiras e culturas de dupla aptidão apresentam importante função no sistema produtivo (HASTENPFLUG et al., 2011).

Nesse contexto, o trigo duplo propósito tem se tornado uma importante opção aos produtores de leite, por suas características morfológicas como capacidade de perfilhamento e renovação da área foliar (SCHEFFER-BASSO et al., 2001), possibilitando a produção de forragem e grãos (EMBRAPA, 2004). No entanto, a utilização desta cultura ainda é recente, necessitando estudos sobre seu manejo, bem como a utilização do DLS como fonte de nutrientes a essa cultura.

Desta forma, são escassas informações na literatura sobre o cultivo do trigo duplo propósito submetido a doses de DLS. No entanto, em trabalho realizado com trigo visando à produção de grãos, a utilização de DLS nas doses de 0, 15, 30, 45 e 60 m³ ha⁻¹, propiciaram incrementos lineares na produtividade (SARTOR et al., 2012). Com outras espécies para produção de forragem, a utilização do DLS também promoveu incrementos na produtividade de biomassa. Durigon et al. (2002), observaram que aplicações de 20 m³ ha⁻¹ em intervalos de 45 e 60 dias, foi eficaz no suprimento de nutrientes a pastagem natural, promovendo resultados semelhantes ao tratamento com 40 m³ ha⁻¹. Assmann et al. (2009), trabalhando com pastagem anual de inverno aveia+azevém, observaram incrementos lineares na produção de matéria seca até a dose de 120 m³ ha⁻¹.

Da mesma forma que faltam estudos sobre aplicações de resíduos orgânicos para o trigo duplo propósito, também não há informações na literatura relacionando aplicações de DLS em interação com diferentes manejos de solo, sendo uma prática corriqueira em propriedades com a integração lavoura-pecuária. Em trabalho realizado avaliando a produtividade de grãos de trigo em diferentes manejos de solo, Santos et al. (2000) e Santos et al. (2007) verificaram superioridade estatística em trigo cultivado sob plantio direto e em cultivo mínimo comparado ao preparo

convencional do solo com arado de discos e de aivecas. Tais diferenças foram atribuídas pelos autores a possíveis deficiências hídricas em alguma fase crítica de desenvolvimento da cultura no decorrer dos cultivos.

No entanto, sucessivas aplicações de DLS em propriedades com alta produção deste resíduo, podem afetar as características químicas do solo, devido ao efeito residual, como observado por Ceretta et al. (2003), Durigon et al. (2002) e Gatiboni et al. (2008). Nesse sentido, alguns trabalhos avaliaram o efeito residual de sucessivas aplicações de DLS nas culturas sucessoras: Cella et al. (2011) observaram o efeito residual do N de aplicações de DLS por cinco anos em milho sobre o trigo na sucessão e, concluíram, que é possível reduzir a adubação mineral nitrogenada em 30 kg ha^{-1} , em função da mineralização do N ligado a compostos orgânicos aplicado via DLS. Todavia, quando se observa o poder residual do P, trabalhos de caracterização química do solo após sucessivas aplicações de DLS apontam não haver aumento significativo da fração orgânica do P (GATIBONI et al., 2008), embora sejam verificados aumentos da fração lábil (CERETTA et al., 2003; GATIBONI et al., 2008).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a produção de biomassa e a produtividade de grãos do trigo duplo propósito sob aplicação de DLS em três manejos de solo e o efeito residual desses tratamentos no cultivo de soja em sucessão.

3.3 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2011/12 no município de Taquaruçu do Sul, RS, na região do Médio Alto Uruguai, cujas coordenadas geográficas são: latitude $27^{\circ}28'$ (S), longitude $53^{\circ}26'$ (O) e altitude média de 480m. O clima característico do local é o subtropical úmido, Cfa, conforme classificação de Köppen (MORENO, 1961). O solo é classificado como Latossolo Vermelho aluminoférrico típico (EMBRAPA, 2006).

A camada de 0-10 cm do solo amostrada antes da implantação dos tratamentos apresentava as seguintes características químicas: pH em água(1:1)

5,7; índice SMP 6,2; argila 450 g kg⁻¹; matéria orgânica 24 g kg⁻¹; potássio 0,17 cmol_c dm⁻³; cálcio 10,1 cmol_c dm⁻³; magnésio 3,0 cmol_c dm⁻³; alumínio 0 cmol_c dm⁻³; fósforo (Mehlich) 2,2 mg dm⁻³; enxofre 12,0 mg dm⁻³; manganês 27,0 mg dm⁻³.

O delineamento experimental foi em arranjo fatorial, distribuído em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos constaram da interação de quatro doses de DLS (sem DLS, 20, 40 e 80 m³ ha⁻¹) e de um tratamento com adubação mineral, seguindo a recomendação da CQFS RS/SC (2004) e três diferentes manejos de solo: plantio direto, escarificado (profundidade 28 cm) e escarificado + uma gradagem. Os manejos de solo e a aplicação do DLS foram efetuados somente antes da semeadura do trigo duplo propósito, sendo posteriormente a semeadura da soja sob plantio direto e com fertilizante apenas para o tratamento com adubação mineral. A aplicação do DLS foi realizada manualmente, com auxílio de regadores, dois dias antes da realização dos manejos de solo.

O DLS foi proveniente de uma propriedade com armazenagem em lagoa de estabilização, próxima ao local do trabalho. A composição química do DLS, assim como as quantidades de nutrientes adicionadas em cada dose aplicada, estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 - Características químicas do dejetos líquido de suínos e quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio aplicados nas diferentes doses utilizadas.

Doses	Matéria seca	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	pH
	-----g kg ⁻¹ -----				
m ³ ha ⁻¹	13,40	3,51	0,37	0,45	7,81
	-----kg ha ⁻¹ -----				
20	267,6	70,2	7,4	8,9	
40	535,3	140,4	14,8	17,8	
80	1070,5	280,8	29,6	35,6	

As dimensões das parcelas foram de 5,0 x 4,3 m, resultando em uma área de 21,5 m². A variedade de trigo duplo propósito, BRS Tarumã, foi semeada a lanço no dia 10/06/2011, com densidade de 185 kg de sementes ha⁻¹. Para o tratamento com adubação mineral foi utilizado 300 kg ha⁻¹ do formulado 09-33-12 + 100 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia no perfilhamento da cultura. Quando as plantas de trigo estavam

com aproximadamente 30 cm de altura, foram coletados 0,25 m² de cada parcela, levadas a estufa a 65°C até peso constante, para determinação da matéria seca. Em seguida realizou-se o pastejo com animais da pecuária leiteira da propriedade em toda área experimental que foram retirados após o pastejo raso do trigo duplo propósito (5 cm de altura). Por ocasião da maturação fisiológica do trigo, foram coletadas dez plantas aleatoriamente por parcela para determinação da altura de plantas e do número de grãos por espiga. Posteriormente realizou-se a colheita manual de 1 m² de cada parcela, com trilha e separação dos grãos utilizando-se de um batedor tratorizado. Após a trilha, foi avaliada a umidade dos grãos, determinado a massa de mil grãos e produtividade final, corrigidos para 13% de umidade.

A semeadura da soja foi realizada no dia 19/11/2011, com a variedade BMX Força, com espaçamento entre linhas de 0,45 m e com semeadora regulada para densidade de 400.000 sementes ha⁻¹, e um total de 375.000 plantas ha⁻¹ avaliado na colheita. Para o tratamento com adubação mineral foi utilizado 300 kg ha⁻¹ do formulado 02-18-18. Quando as plantas de soja se encontravam no estágio de pleno florescimento foi coletado uma área de 1,35 m² em cada unidade experimental, levadas a estufa a 65°C até peso constante, para determinação da matéria seca. Por ocasião da maturação fisiológica foram coletadas 10 plantas aleatórias por unidade experimental para determinação dos seguintes parâmetros: altura de planta, altura da inserção do primeiro legume, números de nós totais, número de nós viáveis, número de legumes com grão e número de grãos totais. A colheita foi realizada manualmente nas unidades experimentais em uma área de 5,4 m² e a trilha com auxílio de batedor tratorizado. Após a trilha, foi avaliada a umidade de cada amostra e a determinação da massa de mil grãos e da produtividade final de grãos corrigida para 13% de umidade.

Os dados referentes a precipitação pluviométrica durante o cultivo do trigo duplo propósito e da soja, estão apresentados na figura 1.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F ($p < 0,05$). Sendo realizada comparação de médias por teste Tukey e Dunnett ($p < 0,05$), e para valores quantitativos foi realizada análise regressão polinomial, utilizando-se do programa computacional *Statistical Analysis Systems* - SAS (SAS INSTITUTE, 1999). As variáveis que apresentaram interação significativa entre os fatores avaliados foram desmembradas em efeitos simples, para diferença significativa entre fatores isolados, procedeu-se análise individual das variáveis.

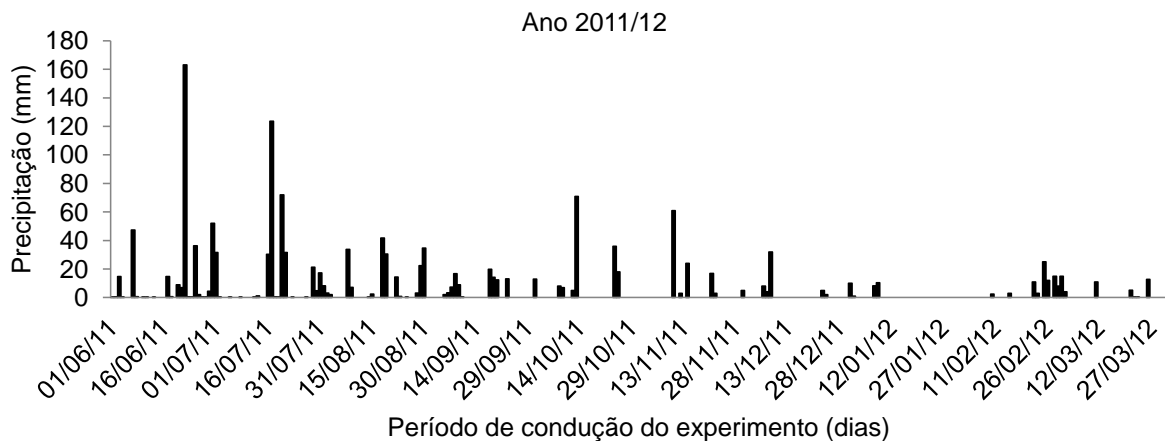


Figura 1 - Precipitação pluviométrica diária ocorrida durante o desenvolvimento do trigo duplo propósito e da soja, no ano agrícola 2011/12. Dados de precipitação obtidos na Estação Meteorológica de Frederico Westphalen, (CPTEC/INPE). UFSM, Campus de Frederico Westphalen, RS.

3.4 Resultados e Discussão

A produção de matéria seca do trigo duplo propósito, respondeu significativamente as doses de DLS utilizadas (Figura 2). Os incrementos foram de 101, 166 e 223% em relação ao tratamento sem dejetos (790 kg ha^{-1}), nas doses de 20 (1586 kg ha^{-1}), 40 (2104 kg ha^{-1}) e $80 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (2552 kg ha^{-1}), respectivamente. De forma similar, Durigon et al. (2002), em trabalho realizado em pastagem natural, observaram que a aplicação de DLS nas doses de 20 e $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, promoveu acréscimo na produção de matéria seca, e após as aplicações os incrementos em relação à testemunha aumentaram, devido ao possível efeito residual do DLS. Corroborando ainda com estes resultados, Assmann et al. (2009), trabalhando com aveia+azevém, verificaram respostas lineares em relação a produção de matéria seca e acúmulo de N, P, K, Ca e Mg para doses de até $120 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

Os resultados obtidos no presente estudo para matéria seca do trigo duplo propósito, revelam ainda que a dose de $20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS foi superior estatisticamente a adubação mineral (Figura 2). Esta resposta pode ser atribuída a maior quantidade de N fornecida pelo DLS ($70,2 \text{ kg ha}^{-1}$) no início do desenvolvimento da cultura, permitindo maior desenvolvimento até o ponto de pastejo, período em que foi coletada a matéria seca do trigo (início de alongamento).

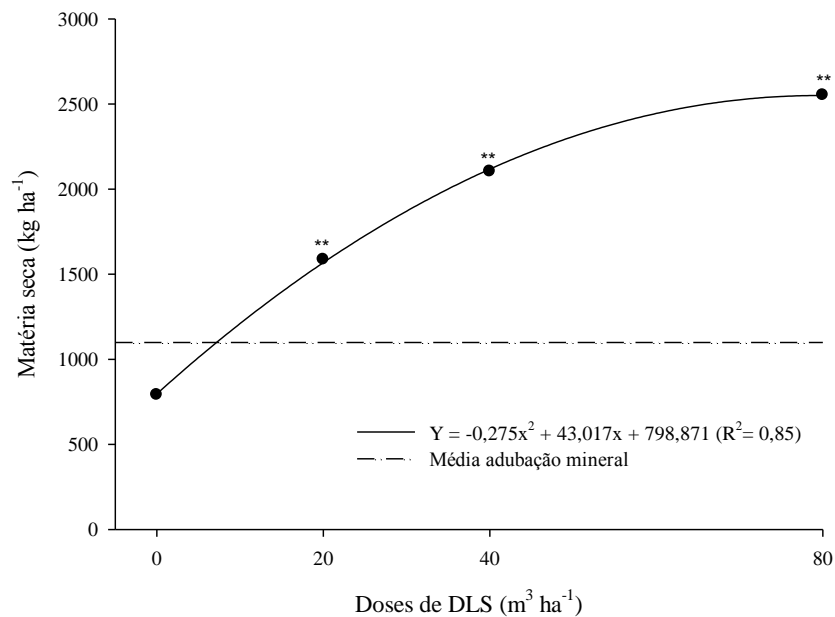


Figura 2 - Produção de matéria seca de trigo duplo propósito sob doses de dejetos líquidos de suínos (DLS) e adubação mineral. ** Diferença significativa entre a adubação mineral com a respectiva dose de DLS, por contraste Dunnett ($p < 0,05$). Taquaruçu do Sul, RS, 2012.

Quanto ao fator manejo de solo na produção de matéria seca do trigo duplo propósito, verifica-se que não houve diferenças significativas (Tabela 2). Entretanto, a variável massa de mil grãos foi superior no plantio direto comparado ao escarificado+gradagem, com incremento de 7%. Resposta não observada na variável produtividade de grãos, onde não ocorreram diferenças entre os manejos de solo estudados, embora o plantio direto tenha promovido incrementos de 151 e 164 kg ha⁻¹, em relação aos manejos escarificado e escarificado+gradagem, respectivamente. Essa tendência foi observada em trabalhos realizados por Santos et al. (2000) e Santos et al. (2007), porém com diferenças significativas favoráveis ao plantio direto em comparação ao cultivo mínimo e ao preparo convencional. Estes autores atribuíram tais resultados a uma provável deficiência hídrica em alguma fase crítica de desenvolvimento da cultura e ao acúmulo de nutrientes e de matéria orgânica na camada superficial do solo. Ressalta-se que estes trabalhos foram realizados por vários cultivos, visando apenas a produção de grãos, diferentemente do presente estudo, onde foi realizado um único cultivo com material de dupla

aptidão. No entanto, foram alcançadas boas produtividades, permitindo assim visualizar o potencial da cultura do trigo duplo propósito.

Tabela 2 - Produção de matéria seca (MS), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos de trigo duplo propósito para os diferentes manejos de solo utilizados. Taquaruçu do Sul, RS, 2012.

Manejos de solo	MS (kg ha ⁻¹)	MMG (g)	Produtividade - kg ha ⁻¹
Plantio direto	1666,6A	30,9A	2422,7A
Escarificado	1616,9A	29,4AB	2271,8A
Escarificado+gradagem	1507,2A	28,7B	2258,2A

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O rendimento de grãos do trigo duplo propósito apresentou reposta quadrática significativa às doses de DLS (Figura 3), sendo observado também diferença significativa para o contraste entre a adubação mineral e o tratamento sem DLS. Em trabalho realizado por Sartor et al. (2012) com trigo visando produção de grãos, os autores observaram aumento linear na produção de grãos de trigo com aplicação de DLS, que propiciaram incrementos por tonelada de DLS aplicada de 27,3, 15,0 e 19,6 kg ha⁻¹ na safra de 2003, 2005 e 2007, respectivamente. Para os mesmos autores, a aplicação de 30 m³ ha⁻¹, já excede os rendimentos obtidos com adubação mineral, realizada com 300 kg ha⁻¹ do formulado 04-30-10. Estas respostas observadas pelos autores foram atribuídas ao N disponibilizado pela aplicação do DLS, sendo este elemento um componente importante do DLS, dos quais cerca de 50% já está na forma mineral (CERETTA et al., 2003).

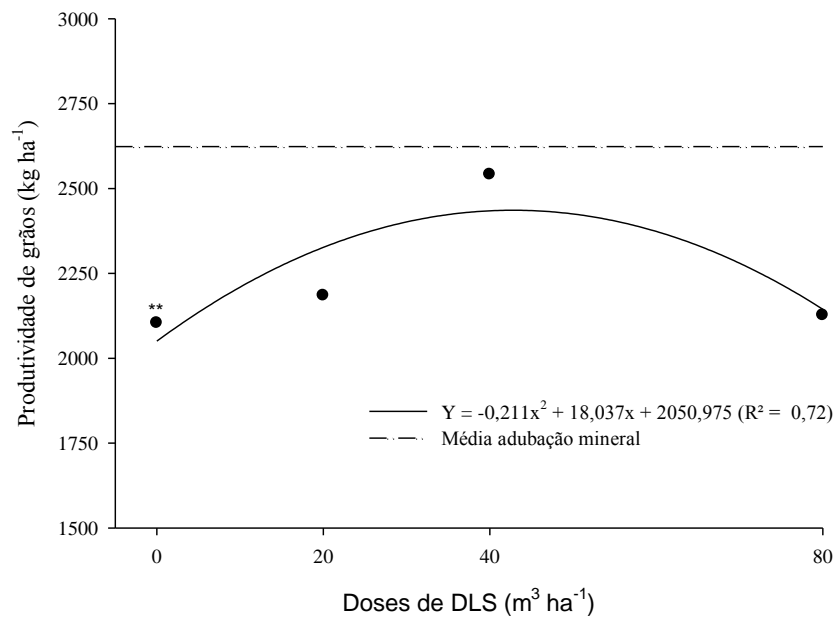


Figura 3 - Produtividade de grãos de trigo duplo propósito sob doses de dejetos líquidos de suínos (DLS) e adubação mineral. ** Diferença significativa entre a adubação mineral com a respectiva dose de DLS, por contraste Dunnett ($p < 0,05$). Taquaruçu do Sul, RS, 2012.

A falta de resposta linear encontrada para a produção de grãos do trigo duplo propósito no presente trabalho, pode estar relacionada ao manejo de aplicação do DLS, realizada unicamente antes da semeadura da cultura. Desta forma a realização do pastejo em área total, proporcionou exportação de nutrientes, principalmente de N, o qual representa a principal resposta a culturas da família *Poaceae*. Desta forma, os resultados de produtividade de grãos não mantiveram os incrementos observados na produção de matéria seca.

Com relação à cultura da soja, o efeito residual das aplicações de DLS promoveu aumento na altura de inserção do primeiro legume da soja (Figura 4), sendo esses incrementos na altura de inserção de 2, 4 e 19% para as doses de 20 (23,6 cm), 40 (24,1 cm) e 80 m³ ha⁻¹ (28,7 cm), respectivamente, em relação ao tratamento sem aplicação de DLS (23,2 cm). Levando-se em consideração a adubação mineral, verificou-se que a dose de 80 m³ ha⁻¹ promoveu maior altura de inserção do primeiro legume comparada a adubação mineral (24 cm) recomendada para a cultura da soja pela CQFS RS/SC (2004).

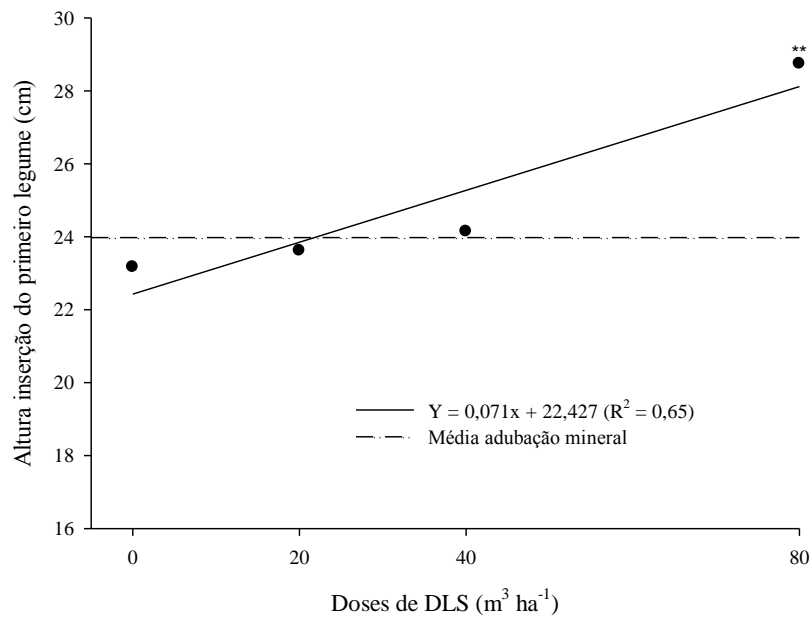


Figura 4 - Altura da inserção do primeiro legume em plantas de soja cultivada com adubação mineral e sob efeito residual de doses de dejetos líquidos de suínos (DLS). ** Diferença significativa entre a adubação mineral com a respectiva dose de DLS, por contraste Dunnett ($p < 0,05$). Taquaruçu do Sul, RS, 2012.

No entanto, para as demais variáveis de planta analisadas não foram observadas diferenças significativas. Estes resultados podem estar relacionados a menor resposta da soja à adição de N ao sistema, em função da fixação biológica deste elemento. No entanto, Sartor et al. (2012) observaram resultados que contrapõem o presente estudo, estes autores verificaram com a aplicação de $60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS, um incremento na produção de grãos médio de 25% em relação ao tratamento sem DLS. Porém, o uso de até $45 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS, não alterou a produtividade da soja. Comportamento que também foi atribuído à capacidade da soja em realizar a fixação biológica de N. Os autores ainda observaram que a produção média de grãos no tratamento com adubação mineral (300 kg ha^{-1} de NPK 04-30-10) foi equivalente à aplicação de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS.

Com relação aos teores de P e K presentes no DLS, que poderiam propiciar maiores respostas à cultura da soja, Gatiboni et al. (2008) em trabalho analisando as formas de P em solo submetido a aplicações de DLS por um período de 4 anos, não

observaram aumento nas formas orgânicas de P no solo, que poderiam ser disponibilizadas em cultivos sucessivos. Levando-se em consideração o K, este elemento está presente no DLS totalmente na forma mineral, solúvel e, por isso, seu efeito residual é muito curto (CERETTA et al., 2003).

Para a produtividade de grãos de soja entre os manejos de solo realizados antes da implantação da cultura do trigo duplo propósito, o plantio direto foi superior estatisticamente ao manejo escarificado e escarificado+gradagem, promovendo incrementos de 138,5 e 136,7 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 3). Resultados semelhantes foram observados por Santos et al. (2006), em que a produtividade de grãos de soja foi superior no plantio direto quando comparado a manejos com revolvimento do solo. Estes incrementos podem ser atribuídos aos benefícios do manejo conservacionista do solo, com relação às propriedades químicas e físicas do solo, ainda mais relevantes em anos com déficit hídrico (FALLEIRO et al., 2003; TORMENA et al., 2002).

Tabela 3 - Produtividade de grãos de soja cultivada em diferentes manejos de solo. Taquaruçu do Sul, RS, 2012.

Manejos de solo	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹) ¹
Plantio direto	1238,3a ²
Escarificado	1099,8b
Escarificado+gradagem	1101,5b

¹ Produtividade média para as diferentes doses de dejetos líquidos de suínos.

² Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Alguns trabalhos relatam uma melhora nas condições físicas do solo com uma escarificação esporádica, principalmente em condições de déficit hídrico (CAMARA e KLEIN, 2005 e KLEIN e CAMARA, 2007). Porém, vários trabalhos mostram que o efeito residual da escarificação é inferior a um ano (GIRARDELLO et al., 2011; NICOLOSO et al., 2008; REICHERT et al., 2009; SILVA et al., 2012). Esta condição pode explicar a falta de resposta da soja aos manejos de solo com escarificação nas condições do presente trabalho, pois, o revolvimento do solo foi realizado somente antes da implantação do trigo duplo propósito.

Com relação a baixa produtividade de grão de soja (média de 1146,5 kg ha⁻¹) encontradas no presente trabalho, atribui-se ao déficit hídrico enfrentado pela cultura (Figura 1). Nos meses de janeiro e fevereiro, período que coincide com florescimento e enchimento de grãos a precipitação acumulada foi de 98 mm, chegando a um total de 232 mm acumulados durante todo o ciclo de desenvolvimento da soja. .

3.5 Conclusão

A aplicação de dejetos líquidos de suínos em pré-semeadura do trigo duplo propósito promove incrementos na produção de matéria seca e produtividade de grãos.

O efeito residual de cinco aplicações de DLS não altera a produtividade de grãos de soja.

O plantio direto proporciona maior produtividade de grãos de soja, quando comparado ao escarificado e escarificado+gradagem.

3.6 Referências Bibliográficas

ASSMANN, J. M.; BRAIDA, J.F.; CASSOL, L.C.; MAGIERO, E.C.; MANTELI, C.; GRIZ, E. Produção de matéria seca de forragem e acúmulo de nutrientes em pastagem anual de inverno tratada com esterco líquido de suínos. **Ciência Rural**, v.39, n.8, 2009.

CAMARA, R. K.; KLEIN, V. A. Escarificação em plantio direto como técnica de conservação do solo e da água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.789-796, 2005.

CELA, S.; SANTIVERI, F.; LLOVERAS J. Residual effects of pig slurry and mineral nitrogen fertilizer on irrigated wheat. **European Journal of Agronomy**, v.34, p.257-262, 2011.

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

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFS RS/SC). **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

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 de Ciência do Solo**, v.26, p.983-992, 2002.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA . **Cultivares de trigo 2003**. Londrina: Embrapa Soja/Fundação Meridional, 2004. 44p. (Documentos 208).

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

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

GATIBONI, L. C.; BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D. S.; CERETTA, C. A.; BASSO, C. J. Formas de fósforo no solo após sucessivas adições de dejetos líquidos de suínos em pastagem natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p. 1753-1761, 2008.

GIRARDELLO, V.C.; AMADO, T. J. C.; NICOLOSO, R. S.; HORBE, A. N.; FERREIRA, A. O.; TABALDI, F. M.; LANZANOVA, M. E. Alterações nos atributos físicos de um Latossolo Vermelho sob plantio direto induzidas por diferentes tipos de escarificadores e o rendimento da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.2115-2126, 2011.

HASTENPFLUG, M.; BRAIDA, J. A.; MARTIN, T. N.; ZIECH, M. F.; SIMIONATTO, C. C.; CASTAGNINO, D. S. Cultivares de trigo duplo propósito submetidos ao manejo nitrogenado e a regimes de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.196-202, 2011

KLEIN, V. A.; CAMARA, R. K. Rendimento da soja e intervalo hídrico ótimo em Latossolo Vermelho sob plantio direto escarificado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.221-227, 2007.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, Secção de Geografia, 1961. 38p.

NICOLOSO, R.S.; AMADO, T. J. C.; SCHNEIDER, S.; LANZANOVA, M. E.; GIRARDELLO, V. C.; BRAGAGNOLO, J. Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um Latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1723-1734, 2008.

REICHERT, J. M.; KAISER, D. R.; REINERT, D. J.; RIQUELME, U. F. B. Variação temporal de propriedades físicas do solo e crescimento radicular de feijoeiro em quatro sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.310-319, 2009.

SANTOS, H. P. dos.; LHAMBY, J. C. B.; PRESTES, A. M.; LIMA, M. R. Efeito de sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas de inverno no rendimento e doenças de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.12, p.2355-2361, 2000.

SANTOS, H. P.; LHAMBY, J. C. B.; SPERA, S. T. **Sistemas de manejo do solo e de rotação/sucessão sobre o rendimento e outras características agronômicas de trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 9p. (Embrapa Soja. Comunicado Técnico, 211).

SANTOS, H. P.; LHAMBY, J. C. B.; SPERA, S.T. Rendimento de grãos de soja em função de diferentes sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. **Ciência Rural**, v.36, n.1, 2006.

SARTOR, L. R.; ASSMANN, A. L.; ASSMANN, T. S.; BIGOLIN, P. E.; MIYAZAWA, M.; CARVALHO, P. C. F. Effect of Swine Residue Rates on Corn, Common Bean, Soybean and Wheat Yield. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.36, p.661-669, 2012.

SAS INSTITUTE - Statistical Analysis System. **SAS/STAT User's Guide 8.0**. North Caroline, NC: SAS Institute Inc., 1999.

SCHEFFER-BASSO, S.M.; FLOSS, E. L.; CECHETTI, D.; BARÉA, K.; BORTOLINE, F. Potencial de genótipos de aveia para duplo propósito. **Revista Brasileira Agropecuária**, v.7, p.22-28, 2001.

SILVA, S.G.C.; SILVA, Á. P.; GIAROLA, N. F. B.; TORMENA, C. A.; SÁ, J. C. M. Temporary effect of chiseling on the compaction of a Rhodic Hapludox under no-tillage. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.547-555, 2012.

TORMENA, C.A.; BARBOSA, M.C.; COSTA, A.C.S.; GONÇALVES, C.A.G. Densidade, porosidade e resistência à penetração em latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agricola**, v.59, p.795-801, 2002.

4 DISCUSSÃO

As doses de DLS afetaram de forma linear a produção de MS da aveia branca, aveia preta e do milho. Estas respostas foram acompanhadas por incrementos no acúmulo de N, P e K por estas culturas. Demonstrando o potencial do DLS utilizado como fertilizante orgânico.

A comparação entre as doses de DLS e adubação mineral, demonstra que a produção de matéria seca pelo milho nos tratamentos sem DLS, com 20 e 40 m³ ha⁻¹ foram inferiores estatisticamente a adubação química, diferentemente da dose de 80 m³ ha⁻¹, onde a produção de matéria seca foi igual à obtida com adubação mineral.

A comparação entre as doses de DLS com a adubação mineral para produção de grãos de milho permite verificar que nos dois anos do trabalho, a dose de 80 m³ ha⁻¹ de DLS foi estatisticamente igual à adubação mineral.

A produção de matéria seca da aveia preta foi superior no sistema de plantio direto, tendo um incremento médio de 14% em relação à média dos outros dois manejos de solo. A falta de interação entre manejo de solo e doses de DLS pode indicar que a maior produção de matéria seca da cobertura de inverno sob plantio direto deve estar associada à permanência dos resíduos vegetais na superfície do solo por maior período, proporcionando benefícios a conservação do solo e da água.

As respostas observadas pelo milho aos manejos de solo variaram de acordo com as doses de DLS aplicadas. Para as menores doses utilizadas, não houve diferenças significativas entre os manejos de solo, o que pode estar associado a fatores químicos do solo, como a baixa disponibilidade de P e baixo teor de matéria orgânica, limitando a produção de grãos. Já para as maiores doses de DLS e adubação mineral, onde foram adicionados maiores quantidades de nutrientes, a produtividade de milho no manejo de solo com escarificação foi em geral superior aos demais manejos. Isso pode ser atribuído a possível redução das perdas de N com aplicação de DLS com revolvimento posterior do solo. No entanto, vários trabalhos na literatura indicam melhorias em características físicas, químicas e biológicas do solo com a adoção do sistema plantio direto, desta forma a tomada de decisão deve ser embasada em critérios técnicos que abranjam condições específicas para cada área.

A resposta encontrada para a produção de grãos do trigo duplo propósito com adição de DLS, pode estar relacionada a forma de aplicação antes da semeadura da cultura, e ainda a realização do pastejo, com extração de nutrientes proporcional a sua produção de matéria seca.

A produtividade de grãos da soja não foi afetada pelas 5 aplicações de DLS realizadas na área experimental. Este resultado pode estar relacionado a baixa resposta da soja a adição de N ao sistema em função da fixação biológica deste elemento.

Com relação à produtividade de grãos de soja entre os manejos de solo realizados antes da implantação da cultura do trigo, o plantio direto foi superior ao manejo escarificado e escarificado+gradagem, demonstrando que os benefícios do manejo conservacionista ao solo resultam em melhores condições para o desenvolvimento da cultura, mesmo em ano apresentando déficit hídrico.

As repostas observadas para a sucessão aveia/milho/trigo duplo propósito/soja indicam de forma geral o potencial fertilizante do DLS, possibilitando incrementos positivos ao desenvolvimento destas culturas. No entanto, trabalhos futuros devem ainda comprovar a dinâmica dos nutrientes aplicados via DLS, com a utilização de diferentes manejos de solo. Serão necessários trabalhos de longa duração, que contenham avaliações de solo, perdas de nutrientes, sem deixar de lado a produção das culturas utilizadas, como forma de ciclagem de nutrientes e retorno econômico.

5 CONCLUSÕES FINAIS

A aplicação de dejetos líquidos de suínos promove incrementos na produtividade de grãos, produção de matéria seca e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio na sucessão aveia/milho.

A resposta do milho a dose de $80 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ é equivalente à adubação mineral recomendada para a cultura.

A interação entre maiores doses de dejetos líquidos de suínos e manejos com revolvimento do solo promove incrementos na produtividade de grãos de milho.

A aplicação de dejetos líquidos de suínos antecedendo à semeadura do trigo duplo propósito promove incrementos na produção de matéria seca, sem alterar a produtividade de grãos.

O efeito residual de cinco aplicações de dejetos líquidos de suínos não influencia a produtividade de grãos de soja.

Os manejos do solo nas condições do presente trabalho não alteraram o acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio pela sucessão aveia/milho.

O plantio direto nas condições do trabalho proporciona maior produtividade de grãos de soja, quando comparado ao manejo escarificado e escarificado+gradagem.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA – ABIPECS. **Estatísticas Mundiais - Produção e Exportação**. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br/pt/estatisticas/mundial.html>>. Acesso em: 29 mar. 2013.

BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; DURIGON, R.; POLETTO, N. GIROTTTO, E. Dejeito líquido de suínos: II – perdas de nitrogênio e fósforo por percolação no solo sob plantio direto. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1305-1312, 2005.

BASSO, C. J. ; CERETTA, C. A.; SILVEIRA, M. J. ; PAVINATO, P. S. Perdas de nitrogênio do esterco líquido de suínos por volatilização de amônia. **Ciência Rural**, v. 34, p. 1773-1778, 2004.

BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; MORAES, E. M.; GIROTTTO, E. Teores totais de metais pesados no solo após aplicação de dejeito líquido de suínos. **Ciência Rural**, v. 42, p. 653-659, 2012.

BRUNETTO, G.; COMIN, J. J.; SCHMITT, D. E.; GUARDINI, R.; MEZZARI, C. P.; OLIVEIRA, B. S.; MORAES, M. P.; GATIBONI, L. C.; LOVATO, P. E.; CERETTA, C. A. Changes in soil acidity and organic carbon in a sandy typic Hapludalf after medium-term pigslurry and deep-litter application. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 620-1628, 2012.

CAMARGO, S. C.; MESQUITA, E. E.; CASTAGNARA, D. D.; NERES, M. A.; OLIVEIRA, P. S. R. de. Efeito da aplicação de dejetos de suínos na concentração de minerais na parte aérea de capins Tifton 85. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 10, p. 51-62, 2011.

CASSOL, P. C.; COSTA, A. C.; CIPRANDI, O.; PANDOLFO, C. M.; ERNANI, P. R. Disponibilidade de macronutrientes e rendimento de milho em Latossolo fertilizado com dejeito suíno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1911-1923, 2012.

CASSOL, P. C.; SILVA, D. C. P. da; ERNANI, P. R.; KLAUBERG FILHO, O.; LUCRÉCIO, W. Atributos químicos em Latossolo Vermelho fertilizado com dejeito suíno e adubo solúvel. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 10, p. 103-112, 2011.

CASTAMANN, A. **Aplicação de dejetos líquidos de suínos na superfície e no sulco em solo cultivado com trigo**. 2005. 132p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

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**, v. 38, n. 6, p. 729-735, 2003.

CERETTA, C. A.; LORENSINI, F.; BRUNETTO, G.; GIROTTO, E.; GATIBONI, L. C.; LOURENZI, C. R.; TIECHER, T. L.; DE CONTI, L.; TRENTIN, G.; MIOTTO, A. Frações de fósforo no solo após sucessivas aplicações de dejetos de suínos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 593-602, 2010.

FIORIN, J. E. Rotação de culturas e as plantas de cobertura do solo. In: FIORIN, J. E. (Coord.) **Manejo e fertilidade do solo no sistema de plantio direto**. Cruz Alta: Fundacep, 2007.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C. Cama sobreposta e dejetos líquidos de suínos como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 32: 195-205, 2008.

GIROTTO, E.; CERETTA, C. A.; BRUNETTO, G.; RHEINHEIMER, D. S.; SILVA, L. S.; LOURENSINI, F.; LOURENZI, C. R.; VIEIRA, R. C. B.; SCHMATZ, R. Acúmulo e formas de cobre e zinco no solo após aplicação sucessivas de dejetos líquidos de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 955-965, 2010.

GIROTTO, E.; CERETTA, C. A.; LOURENZI, C. R. ; LORENSINI, F. ; TIECHER, T.L.; VIEIRA, R. C. B. ; TRENTIN, G. ;BASSO, C. J.; MIOTTO, A. ; BRUNETTO, G. Nutrient transfers by leaching in a no-tillage system through soil treated with repeated pig slurry applications. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 95, p. 115-131, 2013.

GUARDINI, R.; COMIN, J. J.; SCHMITT, D. E.; TIECHER, T. L.; BENDER, M. A.; SANTOS, D. R. DOS.; MEZZARI, C. P.; OLIVEIRA, B. S.; GATIBONI, L. C. BRUNETTO, G. Accumulation of phosphorus fractions in typical Hapludalf soil after long-term application of pig slurry and deep pig litter in a no-tillage system. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 93, p. 215-225, 2012.

HEATHWAITE, L. SHARPLEY, A.; GBUREK, A. A conceptual approach for integrating phosphorus and nitrogen management at watershed scales. **Journal Environmental Quality**, v. 29, n.1, p. 158-166, 2000.

JANTALIA, C. P.; SANTOS, H. P.; DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, B.; BODDEY, R.M. Influência de rotações de culturas no estoque de carbono e nitrogênio do solo sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 37,n. 2, p. 91-97, 2003.

LEGROS, S.; DOELSCH, E.; FEDER, F.; MOUSSARD, G.; SANSOULET, J.; GAUDET, J. P.; RIGAUD, S.; DOELSCH, I. B.; MACARY, H. S.; BOTTERO, J. Y. Fate and behaviour of Cu and Zn from pig slurry spreading in a tropical water-soil-plant system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 164, p. 70-79, 2013.

LOURENZI, C. R.; CERETTA, C. A.; SILVA, L. S.; GIROTTO, E.; LORENSINI, F.; TIECHER, T. L.; DE CONTI, L.; TRENTIN, G.; BRUNETTO, G. Nutrients in soil layers under no-tillage after successive pig slurry applications. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 157-167, 2013.

LUCAS, S. D. M.; SAMPAIO, S. C.; URIBE-OPAZO, M. A.; GOMES, S. D.; KESSLER, N. C. H.; PRADO, N. V. Long-term behavior of Cu and Zn in soil and leachate of an intensive no-tillage system under swine wastewater and mineral fertilization. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, p. 639-647, 2013.

MINISTÉRIO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Animal**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal>>. Acesso em: 30 mar. 2013.

SANTOS, H. P.; LHAMBY, J. C. B.; SPERA, S. T. Rendimento de grãos de soja em função de diferentes sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, 2006.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; SCHERER, C. V. ELLWANGER, M. F. Resposta de pastagens perenes à adubação com chorume suíno: pastagem natural. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 221-227, 2008.

SCHERER, E. E.; NESI, C. N. Características químicas de um Latossolo sob diferentes sistemas de preparo e adubação orgânica. **Bragantia**, v. 68, p. 715-721, 2009.

SCHERER, E. E.; NESI, C. N.; MASSOTTI, Z. Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1375-1383, 2010.

SEIDEL, E. P.; GONÇALVES JUNIOR, A. C.; VANIN, J. P.; STREY, L.; SCHWANTES, D.; NACKE, H. Aplicação de dejetos de suínos na cultura do milho cultivado em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 32, n. 2, p. 113-117, 2010.

VEIGA, M.; PANDOLFO, C. M.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; SPAGNOLLO, E. Chemical attributes of a Hapludox soil after nine years of pig slurry application. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 1766-1773, 2012.