

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**PRODUÇÃO DE GRÃOS, MATÉRIA SECA E
ACÚMULO DE NUTRIENTES EM CULTURAS
SUBMETIDAS À ADUBAÇÃO ORGÂNICA E
MINERAL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Nathalia Haydee Riveros Ciancio

Santa Maria, RS, Brasil

2010

PRODUÇÃO DE GRÃOS, MATÉRIA SECA E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM CULTURAS SUBMETIDAS À ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL

por

Nathalia Haydee Riveros Ciancio

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Área de Concentração Processos Químicos e Ciclagem de Elementos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência do Solo.**

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Ceretta

Santa Maria, RS, Brasil

2010

Ciancio, Nathalia Haydee Riveros, 1983-

Produção de grãos, matéria seca e acúmulo de nutrientes em culturas submetidas à adubação orgânica e mineral / Nathalia Haydee Riveros Ciancio. – Santa Maria, 2010.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, 2010.

“Orientador Carlos Alberto Ceretta”.

1. Ciência do Solo 2. Dejetos de suínos 3. Esterco de peru 4. Aproveitamento do N 5. Efeito residual 6. Produtividade. Fertilidade do Solo I. Ceretta, Carlos Alberto II. Título

Ficha catalográfica elaborada por
Patrícia da Rosa Corrêa – CRB
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

© 2010

Todos os direitos autorais reservados a Nathalia Haydee Riveros Ciancio. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho será permitida somente com a citação autoral.

Endereço: Departamento de Solos, UFSM, Prédio 42, sala 3314, telefone: 32208108
CEP. 97105-900, Santa Maria, RS. E-mail: natriversoc@gmail.com

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo**

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

**PRODUÇÃO DE GRÃOS, MATÉRIA SECA E
ACÚMULO DE NUTRIENTES EM CULTURAS
SUBMETIDAS À ADUBAÇÃO ORGÂNICA E
MINERAL**

elaborada por
Nathalia Haydee Riveros Ciancio

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência do Solo

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Carlos Alberto Ceretta, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Prof. Gustavo Brunetto, Dr. (UFSC)

Prof. Claudir José Basso, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 29 de abril de 2010.

Dedico

Aos meus pais, Ramon Riveros e Lourdes Ciancio, os quais são meu porto seguro e inspiração para busca dos meus ideais. Meu reconhecimento e gratidão pela paciência, compreensão e apoio constante nesta jornada da vida.

Ao meu irmão Carlos Vicente Riveros, exemplo e referência ao longo de toda a minha existência.

AGRADECIMENTOS

A Deus por iluminar meu caminho e pelas conquistas concedidas, tornando-me confiante a cada etapa superada.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo (PPGCS) pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado em uma instituição gratuita e de qualidade.

Ao Professor Dr. Carlos Alberto Ceretta pela valiosa orientação, importantes ensinamentos científicos, amizade e apoio nas horas difíceis. Agradeço a oportunidade que me foi dada.

Aos Professores: Dr. Gustavo Brunetto, Dr. Claudir José Basso e Dr. Gustavo Trentin, membros da comissão examinadora, que aceitaram colaborar nesta obra.

Ao corpo docente do PPGCS, que sem dúvida alguma, colaboraram muito em meu crescimento profissional.

Ao agricultor Sr. Edegar e seus familiares pela hospitalidade e presteza para a execução do trabalho a campo.

Aos colegas do Laboratório de Química e Fertilidade de Solos: Gustavo Trentin, Cledimar Lourenzi, Felipe Lorensini, Lessandro Deconti, Tadeu Tiecher, Mateus, Eduardo Giroto, Alcione Miotto e Gláucia pela amizade, fundamental ajuda, sugestões e apoio durante todo esta caminhada. Sem vocês não seria possível concluir este trabalho. "Muito Obrigada".

A Luiz Franco Finamor pela sua paciência e valiosos conselhos em todos os momentos que necessitei de sua ajuda.

Ao Tarcísio, secretário do PPGCS, pela presteza em todos os momentos.

Aos colegas da Pós-Graduação pela convivência, troca de idéias, discussão científica e amizade.

Ao Professor Edgardo Medeiros e família, pela hospitalidade e companheirismo sempre que necessitei de sua ajuda.

À Professora Maria Del Pilar Galeano pela amizade e pelo apoio constante nesta caminhada.

A Fábio Pacheco Menezes, pois foram as tuas mãos que encontrei estendidas quando realmente precisei de ajuda. Tuas palavras me orientaram mostrando o caminho correto; teu sorriso consolou-me, tua força interior foi tudo que precisava. Graças a sua presença foi mais fácil transpor os dias de desânimo e cansaço! "Mesmo que a expressão "muito obrigada" signifique muito, não expressará por inteiro o quanto seu gesto atencioso e delicado foi importante para mim".

Aos meus colegas e amigos: Fabiane Obregon, Fernanda Stüker, Deisy Morales, Gerusa Steffen, Juliana Lorensi, Marta Rocha, Marta Eliane, Paola Milanesi, Marta Drescher, Marcelo Sulzbacher, Enrique Benitez, Ramiro Samaniego, Roberto Miranda, Ricardo Steffen, Marcos Ferreira, Enrique Hans, Diego Fatecha, Jardes Bragagnolo e Vitor Girardello, por compartilhar momentos inesquecíveis cheios de experiências positivas que me auxiliaram a crescer e fortalecer como pessoa.

À Família Pacheco Menezes pelo carinho e apoio constante.

À minha adorável família, por todo o apoio, carinho, incentivo e força em todos os momentos ao longo desta caminhada.

A todas as pessoas que de alguma forma ou de outra colaboraram no desenvolvimento desta Dissertação e para a conclusão do Curso de Mestrado.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo
Universidade Federal de Santa Maria

PRODUÇÃO DE GRÃOS, MATÉRIA SECA E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM CULTURAS SUBMETIDAS À ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL

Autor: Nathalia Haydee Riveros Ciancio
Orientador: Carlos Alberto Ceretta
Santa Maria, 29 de abril de 2010.

No Brasil, uma das principais atividades nas pequenas propriedades rurais é a criação de animais de pequeno porte. Os resíduos produzidos nesta atividade podem ser utilizados como uma alternativa de adubação por conter uma série de elementos químicos prontamente disponíveis ou que após o processo de mineralização podem ser absorvidos pelas plantas. Entretanto, a composição desbalanceada dos adubos orgânicos devido ao tipo de alimentação e idade dos animais, além do manejo dado aos dejetos dificulta a recomendação e padronização de doses a serem aplicadas. Com o objetivo de avaliar diferentes doses crescentes de adubos orgânicos complementados com adubação mineral em cobertura avaliou-se a produtividade de grãos, produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) nas culturas do feijão, milho, sorgo e aveia preta. O estudo foi conduzido em duas áreas experimentais. No período de 2005 a 2008 utilizou-se a área experimental do Departamento de Solos da UFSM/RS. Já no período de 2008 a 2009 foi realizado em uma propriedade rural localizada no distrito de Boca do Monte, município de Santa Maria (RS). Os solos destas duas áreas foram classificados como Argissolo Vermelho Distrófico segundo Embrapa (2006). Os tratamentos consistiram nas doses de 10, 20 e 30 m³ha⁻¹ de dejetos líquidos de suíno e 1 e 2 t ha⁻¹ de esterco de peru sem e com complementação de N mineral em cobertura. Além desses tratamentos, foi avaliada a recomendação mineral (NPK) segundo a CQFS-RS/SC (2004). Os dados de produtividade de grãos de feijão e milho, produção de matéria seca (MS) e acúmulo de nutrientes foram submetidos à análise estatística por contraste. Os resultados mostraram que doses de 30 m³ha⁻¹ de dejetos líquidos de suínos e 2 t ha⁻¹ de esterco de peru complementados com N mineral em cobertura favoreceram a produtividade de grãos, produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes. A taxa de aproveitamento de N, P e K pelas plantas incrementaram até doses intermediárias de 10 m³ha⁻¹ sem e com N mineral em cobertura, apontando que doses acima de 30 m³ha⁻¹ de dejetos líquidos de suínos, além de serem menos eficientes à nutrição de plantas, potencializam os riscos de contaminação do solo e da água.

Palavras-chave: adubação, fertilizante orgânico, nitrogênio, resíduos animais.

ABSTRACT

Master Dissertation
Graduate Program in Soil Science
Federal University of Santa Maria

PRODUCTION OF GRAIN, DRY MATTER AND NUTRIENT ACCUMULATION IN CROPS SUBMITTED TO ORGANIC AND MINERAL FERTILIZATION

Author: Nathalia Haydee Riveros Ciancio
Adviser: Carlos Alberto Ceretta
Santa Maria, April 29, 2010.

In Brazil, one of the main activities on small farms is the creation of small animals. The waste produced in this activity can be used as an alternative fertilizer because it contains a number of chemicals readily available or after the process of mineralization can be absorbed by plants. However, the imbalanced composition of the organic fertilizers because of the type of feed and age of animals, in addition to the waste managed data hinders the recommendation and standardization of doses to be applied. Aiming to evaluate different increasing doses of organic fertilizers supplemented with mineral fertilizer topdressing evaluated the yield, production of dry matter accumulation of nutrients (N, P, K, Ca and Mg) in crops of beans, corn, sorghum and oats. The study was conducted in two experimental areas. In the period 2005 to 2008 we used the experimental area of Department of Soil UFSM / RS. In the period 2008 to 2009 was performed on a rural property located in the district of Boca del Monte, Santa Maria (RS). The soils of these two areas were classified as sandy clay loam Ultisol second Embrapa (2006). The treatments at doses of 10, 20 and 30 m³ha⁻¹ of pig slurry and 1 and 2 t ha⁻¹ manure turkey without and with supplementation of mineral N in coverage. Apart from these treatments, we evaluated the recommendation minerals (NPK) according to CQFS-RS/SC (2004). The data on grain yield of beans and corn, dry matter (DM) and nutrient accumulation were subjected to statistical analysis by contrast. The results showed that doses of 30 m³ha⁻¹ of pig slurry and 2 t ha⁻¹ manure turkey complemented with mineral N in coverage favored the grain yield, dry matter production and accumulation of nutrients. The rate of utilization of N, P and K by plants boosted by intermediate doses of 10 m³ha⁻¹ with and without mineral N in coverage, noting that doses above 30 m³ha⁻¹ of pig slurry, in addition to being less efficient to plant nutrition, potentiate the risk of contamination of soil and water.

Keywords: fertilizer, organic fertilizer, nitrogen, animal wastes

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Localização da área de estudo do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (a); Área experimental na zona rural do distrito de Boca do Monte, município de Santa Maria (RS) (b).....	34
---	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Índice de eficiência dos nutrientes no solo de diferentes tipos de esterco e resíduos orgânicos em cultivos sucessivos (1° ou 2°). Extraído da CQFS-RS/SC (2004).....	31
TABELA 2 - Descrição dos tratamentos utilizados nos anos agrícolas de 2005 a 2009.....	35
TABELA 3 - Composição química e quantidades adicionadas de dejetos líquidos de suínos e de esterco de peru aplicados nos anos agrícolas de 2005 a 2009.....	36
TABELA 4 - Descrição e efeito dos contrastes definidos para os tratamentos da Tabela 2.....	40
TABELA 5 - Contrastes definidos na Tabela 4 para a produtividade de grãos, produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes para as culturas de feijão, milho e sorgo avaliadas nos anos agrícolas de 2005 a 2009 via aplicação orgânica e mineral.....	44
TABELA 6 - Média da aplicação da adubação orgânica e mineral na produtividade de grãos, produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes para as culturas do feijão, milho e sorgo avaliadas durante os anos agrícolas de 2005 a 2009.....	50
TABELA 7 - Aproveitamento de nitrogênio, fósforo e potássio pelas plantas de feijão, milho e sorgo aplicadas via adubação orgânica e mineral em quatro anos agrícolas (2005-2009).....	52
TABELA 8 - Contraste definidos na Tabela 4 para a cultura de aveia durante os anos agrícolas de 2006 a 2009 na eficiência da aplicação da adubação orgânica e mineral para a produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes.....	55
TABELA 9 - Valores médios da produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes para a cultura de aveia avaliada durante os anos agrícolas de 2006 a 2009.....	57

TABELA 10 - Aproveitamento residual de nitrogênio, fósforo e potássio aplicado via adubação orgânica e mineral em quatros anos agrícolas para a cultura da aveia.....	60
TABELA 11 - Contraste definidos na tabela 4 das culturas avaliadas durante quatro anos agrícolas da para a produtividade de grãos, produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes.....	62
TABELA 12 - Média da produtividade de grãos, produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes das diferentes culturas avaliadas submetidos à adubação orgânica e mineral.....	64

LISTA DE ANEXOS

Anexo A - Retirada de amostras de dejetos líquidos de suínos (a); amostras secas de dejetos líquidos de suínos utilizados no experimento para determinação da matéria seca (b).....	79
Anexo B - Aplicação do dejetos líquidos de suínos nas parcelas correspondente a cada tratamento na área experimental do distrito Boca do Monte (a); Gradagem após semeadura e aplicação dos adubos orgânicos e minerais (b).....	80
Anexo C - Aplicação de uréia aos 45 dias na cultura do sorgo em cobertura na área experimental do distrito Boca do Monte (a); Aplicação de herbicida na cultura do sorgo na área experimental do distrito Boca do Monte (b).....	81
ANEXO D - Avaliação periódica das plantas de sorgo da área experimental do distrito Boca do Monte (a); Semeadura da aveia preta (b).....	82
ANEXO E - Colheita da aveia preta (a); Plantas de sorgo coletadas em estado de florescimento (b).....	83
ANEXO F - Plantas de sorgo secas em casa de vegetação para posterior moagem e análises de acúmulo de nutrientes (a); Moinho Willey utilizado para moer as plantas de aveia, feijão, milho e sorgo (b).....	84
ANEXO G: Contrastes utilizados para a análise estatística.....	85

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1 Adubação orgânica.....	18
2.2 Adubação mineral.....	23
2.3 Adubação organomineral.....	27
2.4 Efeito residual da adubação orgânica e mineral.....	29
3 HIPÓTESE.....	33
3.1 Hipótese	33
4 OBJETIVO.....	33
4.1 Objetivo geral.....	33
4.2 Objetivos específicos.....	33
5 MATERIAL E MÉTODOS	34
5.1 Caracterização da área experimental.....	34
5.2 Tratamentos e delineamento experimental.....	35
5.3 Caracterização do dejetto líquido de suínos e do esterco de peru	36
5.4 Manejo do experimento.....	37
5.4.1 Fase de campo.....	37
5.4.1.2 Aplicação das fontes orgânicas.....	37
5.4.1.3 Implantação das culturas.....	37
5.5 Avaliações e análises.....	39
5.6 Cálculos e análise estatística.....	40

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
6.1 Eficiência da aplicação da adubação orgânica e mineral sobre a produtividade de grãos, produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) em culturas de feijão, milho e sorgo.....	41
6.1.1 Aproveitamento de nitrogênio, fósforo e potássio pelas plantas de feijão, milho e sorgo submetidos a adubação orgânica e mineral.....	51
6.2 Efeito residual da adubação orgânica e mineral aplicadas durante quatro anos agrícolas na sucessão das culturas de feijão-aveia preta/milho-aveia preta/milho-aveia preta/sorgo-aveia preta.....	54
6.3 Combinação da aplicação de adubos orgânicos e minerais envolvendo a média da sucessão das culturas de feijão-aveia preta/milho-aveia preta/milho-aveia preta/sorgo-aveia preta.....	61
7 CONCLUSÕES.....	65
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
ANEXOS.....	78

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a utilização de adubos orgânicos oriundos de suínos e aves aumentou consideravelmente no estado do Rio Grande do Sul (RS), principalmente nas culturas de grãos de inverno e de verão. A suinocultura constitui uma das principais atividades de grande importância econômica e social para as pequenas e médias propriedades agrícolas (MIELE; MACHADO, 2006). O seu desenvolvimento trouxe grandes volumes de dejetos de suínos, sendo a principal via de descarte a utilização nas culturas sem tratamento conveniente, principalmente em pequenas propriedades rurais (FERREIRA, 1998). Sua expansão como atividade econômica deve atender as necessidades do mercado e também a legislação ambiental, visto que é considerada por órgãos ambientais uma atividade potencialmente causadora de degradação ambiental (CERETTA et al., 2003) devido o elevado risco de contaminação do solo e de cursos d'água (SENGANFREDO et al., 2004).

Já a produção de aves tem se destacado no Brasil, nos últimos anos, com destaque para a carne de peru. Por questões culturais e por apresentar custo elevado para o mercado brasileiro este mercado é maior no exterior. Porém, com a expansão de mercado tem crescido o número de granjas de peru e, conseqüentemente, tem aumentado a quantidade de resíduos orgânicos que necessitam destinação final adequada. O esterco de peru constitui-se no principal resíduo dessa atividade avícola e uma das formas de sua utilização é a sua disposição em solos como condicionador de suas características físicas e químicas (COSTA et al., 2008). No entanto, são escassas as pesquisas na literatura mundial com esta espécie. Poucos trabalhos tem destacado aspectos relacionados a nutrição, reprodução, manejo e destinação de resíduos. Desta forma, torna-se interessantes estudos que avaliem o potencial fertilizante do esterco de peru para a nutrição das plantas e aumento da produtividade (SILVA, 2005).

Os adubos orgânicos tem se destacado pelo seu potencial fertilizante devido ao seu elevado teor de matéria orgânica e a presença de nutrientes essenciais às plantas. Sua utilização tem sido vista como opção para redução dos custos de produção substituindo em parte ou totalmente os fertilizantes minerais (KONZEN, 2005; CERETTA et al., 2005) contribuindo para o aumento da produtividade agrícola, porém, muitas vezes são aplicados em doses elevadas. Neste sentido, pesquisas destacam que seu uso nas lavouras pode servir também como uma

alternativa de descarte ambiental racional destes dejetos (MELO; MARQUES, 2000), toda vez que utilizado dentro dos critérios técnicos estabelecidos (CQFS-RS/SC, 2004). A composição desbalanceada, devido às variações na alimentação, idade dos animais e no manejo dos dejetos acabam dificultando a recomendação e padronização de doses a serem aplicadas (BASSO, 2003). A aplicação de altas doses de dejetos tem revelado alto potencial poluente desta prática (CERETTA et al., 2005; BASSO et al., 2005). As doses de aplicação são calculadas em base no teor dos elementos requeridos em maiores quantidades. Associado a isto, as usuais aplicações sucessivas são realizadas numa mesma área, normalmente próximas à unidade de produção, devido à dificuldade e custo de transporte para locais mais distantes.

Esta prática provoca acúmulos de outros elementos e de metais pesados no solo e/ou planta podendo atingir níveis tóxicos, bem como, comprometer a qualidade dos produtos colhidos, assim como, ocasionarem contaminação ambiental das águas por precipitações pluviométricas que excedem a taxa de infiltração de água no solo. A preferência de aplicar menores quantidades de adubação orgânica diminui o risco de contaminação ambiental. Em contrapartida a carência de alguns nutrientes torna-se significativa, como é o caso do nitrogênio, necessitando a sua complementação. O dejetos é uma importante fonte nitrogênio às plantas, e isso é importante, por que na maioria dos casos o solo não é capaz de suprir a demanda das gramíneas. O nitrogênio pode ocorrer nas formas minerais e orgânicas, sendo a forma mineral potencialmente assimilável pelas plantas, enquanto que a forma orgânica somente assumirá forma mineral após processo de mineralização. Assim, pode haver maior eficiência no uso do N pelas plantas quando associado com N mineral em cobertura porque a disponibilidade deste elemento às plantas pode acontecer de forma mais sincronizada ao longo do seu crescimento, evitando-se o uso de altas doses de dejetos. Esta prática vem sendo divulgada como alternativa para a melhor relação entre produção e qualidade ambiental (ARAUJO et al., 2001) reduzindo os custos e conseqüentemente aumentar a eficiência no uso dos nutrientes pelas plantas.

Portanto, a análise da aplicação de dejetos de animais como fertilizante agrícola deve considerar diferentes aspectos, tais como: a fertilidade do solo e nutrição de plantas, a questão ambiental (que se relaciona com o uso eficiente destes resíduos) e os aspectos econômicos deste investimento. Além disto, para o

uso adequado dos dejetos deve-se monitorar constantemente a área onde são aplicados os dejetos. A partir deste monitoramento será possível diagnosticar e, se necessário, corrigir os eventuais problemas oriundos da aplicação de dejetos de animais. Nesse sentido, notasse a necessidade de maiores conhecimentos sobre os efeitos destes adubos orgânicos no solo e nas plantas, subsidiando recomendações sobre seu uso.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.3 Adubação orgânica

Nos últimos anos, a utilização de dejetos de suíno e esterco de aves aumentou consideravelmente no Brasil (MOREIRA et al., 2000) por representar uma importante fonte alternativa de fertilizante para a agricultura. A sua utilização continua melhora as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (GLIESSMAN, 2000). Em alguns casos, em especial, nas pequenas propriedades rurais, podem representar a única fonte de nutrientes aplicada às culturas agrícolas. Pesquisas destacam que o uso desses adubos orgânicos nas lavouras pode servir também como uma alternativa de descarte ambiental racional destes dejetos (MELO; MARQUES, 2000), toda vez que utilizado dentro dos critérios técnicos estabelecidos (CQFS-RS/SC, 2004). Isto se torna relevante já que existem resultados de diferentes pesquisas desenvolvidas em vários estados do Brasil que mostram que a aplicação dos dejetos de suínos e de aves como fertilizante representam riscos ambientais (SENGANFREDO, 2008). Segundo PERDOMO, (2001) e OLIVEIRA et al., (2003) ocorreu aumento significativo na produção de volume de dejetos gerados nas últimas décadas, assim, aumentou os problemas associados a seu armazenamento e uso inadequado, principalmente nas regiões produtoras, tanto em nível nacional como nos demais países produtores.

As plantas, em geral, necessitam de aproximadamente 16 elementos químicos para a sua nutrição, os quais podem ser obtidos do solo, do ar, da água e/ou de adubos orgânicos e minerais (KIEHL, 1985; MARSCHENER, 1995). Dentre estas fontes, os resíduos de animais destacam-se pela possibilidade de fornecer todos os elementos requeridos pelas plantas, além de apresentar viabilidade econômica e disponibilidade, principalmente, em pequenas propriedades rurais (STRECK et al., 2008). Uma vez aplicados ao solo, os adubos orgânicos sofrem transformações que levam à formação de uma mistura complexa de compostos em diferentes estágios de decomposição, a qual é conhecida como matéria orgânica do solo (MOS) (CAMARGO, 1999; STEVENSON, 1994). Trabalho realizado por Silva (2008) encontrou reduzida resposta da aplicação de adubos orgânicos como esterco de bovino, caprino e húmus de minhoca sobre a produção de rúcula. Os autores

atribuíram os resultados ao curto intervalo de tempo de avaliação o qual não possibilitou a avaliação da liberação dos nutrientes contidos nos adubos orgânicos. Portanto, a matéria orgânica quando adicionada ao solo, principalmente na forma de adubos orgânicos, depende do seu grau de decomposição para se observar os efeitos imediatos ou residuais no solo (VIDIGAL et al., 1995). Um aspecto relevante dos adubos orgânicos em relação aos adubos minerais é que o primeiro promove a liberação de nutrientes às plantas de acordo com a sua exigência nutricional ao longo do seu ciclo, oferecendo, aos produtores insumos de baixos custos e conseqüentemente, proporcionando economia na utilização de fertilizantes minerais.

Na agricultura, os efeitos benéficos da matéria orgânica do solo têm sido amplamente difundidos por incorporar ao solo dois elementos químicos essenciais: o carbono e o nitrogênio. Outros dois elementos encontrados em importantes proporções na matéria orgânica do solo são o fósforo e o enxofre (RAIJ, 1991). Além disto, os adubos orgânicos estão compostos por mais de quinze micronutrientes, em contrapartida a agricultura moderna preocupa-se unicamente com cinco ou seis desses elementos. Isto demonstra que a prática da adubação orgânica representa uma importante estratégia de manejo à conservação da qualidade do solo e do ambiente devido ao incremento nos estoques de carbono orgânico e nitrogênio total, em relação aos sistemas de produção que utilizam adubação mineral ou sem adubação (LEITE et al., 2003) operando positivamente no solo por seus efeitos nas propriedades físicas, químicas e biológicas, melhorando conseqüentemente as condições para as plantas. Além disto, as culturas que recebem aplicação de adubos orgânicos (PIRES; JUNQUEIRA, 200) geralmente apresentam plantas com nutrição mais equilibrada e com melhor desenvolvimento do que aquelas adubadas unicamente com fertilizantes minerais (OLIVEIRA; DANTAS, 1995).

Em regiões de clima tropical e subtropical, como no Brasil, a decomposição da matéria orgânica do solo ocorre rapidamente, podendo, desta maneira, afetar as suas diversas funções diminuindo a produtividade das culturas (MALAVOLTA et al., 2002; ERNANI, 2008). Para que isto não ocorra, se torna necessário aprimorar a capacidade produtiva do solo, onde a matéria orgânica joga um papel crucial. Assim, conhecimento da dinâmica da matéria orgânica do solo, dos fatores climáticos e fisiológicos pode auxiliar na manutenção de altas produtividades das culturas, evitando a sua exaustão. Diversas técnicas podem ser utilizadas com a finalidade de manejar a matéria orgânica do solo visando manter e conservar seu teor no solo.

Atualmente, existem várias opções de manejo, podendo optar-se pela preservação de resíduos agrícolas nas lavouras e/ou adição de estercos e de resíduos agroindustriais. Frações menos recalcitrantes da matéria orgânica do solo encontradas nos resíduos de animais, são decompostas e liberadas no período de, aproximadamente, um a dois anos, enquanto as frações mais humificadas apresentam maior estabilidade, liberando os nutrientes mais lentamente (BRADY, 1989; BUCKMAN; BRADY, 1991). Portanto, os componentes do esterco convertidos em húmus desempenharão melhorias nos solos, principalmente, a médio e longo prazo (HOFFMAM, 2001; SILVA et al., 2006).

Os efeitos da matéria orgânica do solo são dependentes da quantidade de adubos a ser aplicado em uma determinada área, da sua composição, do seu próprio teor, da classe textural do solo, do nível de fertilidade do solo, das exigências nutricionais da cultura, das condições edafoclimáticas regionais e pela presença de metais pesados, podendo estes gerarem efeitos desfavoráveis no ambiente solo-planta (DURIGON et al., 2002). Por outro lado, considerando os adubos com baixa relação carbono/nitrogênio (C:N) e, portanto, alta taxa de mineralização, podem disponibilizar o nitrogênio na etapa inicial demandada pelas culturas de interesse econômico (QUADROS et al., 2000; ERNANI, 2008). Entretanto, o uso de resíduos com alta relação C:N pode ocasionar deficiência de N às culturas (KIEHL, 1985). Os dejetos sólidos apresentam maior relação C:N e menores quantidades de nutrientes na forma mineral. Contêm altos teores de fibra e lignina e menores quantidades de nutrientes. Dessa forma, são decompostos mais lentamente no solo e menor quantidade de nutrientes é liberada para as plantas. No entanto, o acúmulo de matéria orgânica no solo é favorecido com aplicação de estercos líquidos, os quais contêm nutrientes minerais em maior quantidade e prontamente disponíveis às plantas (CQFS-RS/SC, 2004). Isto ressalta que o uso adequado desses adubos requer conhecimentos sobre sua composição e doses a serem aplicadas às culturas.

Quando os adubos orgânicos são aplicados nas lavouras, os nutrientes são transformados bioquimicamente, especialmente o N, que pode ser perdido através da volatilização da amônia, percolação e escoamento superficial. No solo, esse elemento muitas vezes não se encontra em quantidades adequadas para satisfazer as necessidades culturais e, portanto, o uso de dejetos líquidos de suíno e esterco de aves, pode representar uma fonte viável de nitrogênio às culturas. De tal modo que Giacomini; Aita (2008) ao avaliaram cama sobreposta e dejetos líquidos de suíno como

fonte de N para o milho encontraram maior disponibilidade de N no solo, nos tratamentos que receberam aplicação líquida de suíno indicando que a cama sobreposta dos suínos apresenta baixa taxa de mineralização. Esses mesmos autores encontraram que a incorporação dos adubos orgânicos propiciou maior produtividade de grão de milho, comparando com ao tratamento sem incorporação. Na literatura encontra-se que a distribuição dos dejetos de suínos nas lavouras se faz na forma líquida, utilizando trator e/ou equipamento de distribuição (espalhador). Quando aplicado na forma líquida, o manejo se torna mais eficiente, além de proporcionar uma maior uniformidade na distribuição. Desta forma, os elementos considerados fertilizantes presentes nos dejetos aumentam sua eficiência, recuperação e manutenção, tornando-se mais disponível às plantas. Entretanto, a aplicação na forma sólida é ineficiente, pois a maior parte do N excretado pelos animais se encontra na urina (CHEVERRY, 1985; FERNANDEZ; OLIVEIRA, 1995).

Na atualidade, as grandes quantidades de resíduos animais estão sendo aplicadas no solo com diferentes finalidades, tais como: 1) remediador de dejetos, atuando na atenuação de compostos através da imobilização, dissipação e filtragem de componentes e 2) aproveitando a aplicação dos dejetos como fertilizantes, visando o rendimento de culturas agrícolas (STRECK et al., 2008). Esta última possibilidade pode ser considerada uma alternativa viável para substituição total ou parcial de fertilizantes, principalmente os nitrogenados sintéticos (OLIVEIRA et al., 1993; MOREIRA, 2000).

A Comissão de Química e Fertilidade do Solo dos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2004) cita a quantidade de macronutrientes e matéria seca (MS) encontrada nos diferentes esterco utilizados nesta região, assim, o esterco sólido de suínos apresenta 2,1 de N; 2,8 P; 2,9 K; 2,8 Ca; 0,8 Mg e 25 % de MS. O dejetos líquido de suíno apresenta 2,8 N; 2,4 P; 1,5 K; 2,0 Ca; 0,8 Mg e 3 kg m⁻³ de MS. Por sua vez, a cama de peru apresenta 5,0 de N; 4,0 P; 4,0 K; 3,7 Ca; 0,8 Mg; e 75 % de MS. Esses valores são utilizados como referência caso não se realize e/ou não se disponha da análise do material. Desta maneira, as quantidades de nutrientes a aplicar são calculadas através de quantidades disponíveis (QD) de N, P₂O₅ e K₂O, em kg ha⁻¹ utilizando a fórmula $QD = A \times B / 100 \times C / 100 \times D$ em que: A é a quantidade do material aplicado em kg ha⁻¹; B é a percentagem de matéria seca do material; C é a percentagem do nutriente na matéria seca e D é o índice de eficiência de cada nutriente para o primeiro e segundo cultivo. Já para o esterco

líquido de suíno são utilizadas as quantidades disponíveis de N, P₂O₅ e K₂O calculado pela equação $QD = A \times B \times C$.

A composição do dejetos de suínos é muito variável dependendo da quantidade de água presente, do tipo de alimentação, da quantidade de material adicionado (palha, serragem) e da idade dos animais. Sua principal característica é a presença considerável dos teores de N e de Zn. Já os esterco de aves contém quantidade variável de N na sua composição, sendo este dependente do processo de mineralização. Esse esterco também apresenta baixa relação C:N disponibilizando os nutrientes com maior rapidez, principalmente o nitrogênio. Estando em estado avançado de estabilização, apresenta aspecto farelado, onde a presença de amônia é praticamente nula (EMBRAPA, 2006 a; BISSANI et al., 2008) podendo ocasionar consideráveis variações na concentração de seus componentes, dependendo da forma como é armazenado e/ou manuseado (SCHERER et al., 1996). Diferentes trabalhos mencionam que através da aplicação contínua de dejetos animais no solo, obtêm-se incremento considerável nos teores dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg e nos teores de micronutrientes no solo, principalmente, de cobre (Cu) e zinco (Zn) (BAYER; MIELNICZUK, 1997). Diversas estratégias podem ser adotadas para calcular a quantidade de esterco a ser aplicada ao solo, entre estas, destacam-se: 1) a quantificação do teor de nutriente presente em maior quantidade no esterco, complementando-o com adubos minerais para satisfazer os demais; 2) a quantificação do teor de nutriente presente em menor quantidade no solo, de maneira a favorecer a disponibilidade deste às plantas; 3) a quantificação dos teores de nutrientes exportados via grão em colheita ou via matéria seca em pastejo, evitando que alcance níveis críticos e que ocorra acúmulo no solo, ocasionando riscos de contaminação ambiental e 4) a resposta da cultura às doses de nutrientes, sendo esta estratégia aplicada basicamente ao nitrogênio.

No entanto, as aplicações sucessivas de dejetos podem causar impactos ambientais, desequilíbrios de nutrientes no solo, poluição das águas, perdas de produtividade e da qualidade dos produtos agropecuários, tendo como consequência uma diminuição da diversidade de plantas e organismos do solo (SEGANFREDO, 2001). Esse problema dependerá do tempo de aplicação, da composição e da quantidade de dejetos aplicado, do tipo de solo e da capacidade de extração das plantas. Através de um plano de manejo de nutrientes pode-se calcular a dose adequada de dejetos, corrigindo, desta maneira, deficiências e/ou excessos do uso

contínuo dos mesmos como fertilizantes. Aplicações de adubos orgânicos independente da sua origem conduzem a vantagens, tais como: maior produtividade de grãos de milho, acúmulo de matéria seca e nitrogênio na parte aérea do milho. Estes efeitos foram encontrados por Giacomini; Aita (2008) avaliando dejetos líquidos de suínos. Em um estudo realizado por Diniz (2004), onde se comparou adubação orgânica e química da cultura do gergelim (*Sesamum* sp.) constatou-se que os teores de N e P na planta foram influenciados pela adubação orgânica. Resultados semelhantes foram observados por Lima et al. (2003) em um experimento com mudas de cajueiro-anão-precoce (*Anacardium* sp.). Os autores estudaram o acúmulo de N, K, Ca, Mg e enxofre (S) na matéria seca da parte aérea em plantas submetidas a diferentes níveis de matéria orgânica e observaram aumentos dos teores de N e K.

A utilização de esterco bovino, na presença e na ausência de adubo mineral, permitiu a Oliveira et al. (2000) verificar que a produção de sementes e a germinação de feijão-caupi foram afetadas significativamente, sendo que na presença de adubo mineral o esterco bovino favoreceu o índice de velocidade de germinação da cultura e na ausência da adubação mineral houve maior desempenho com relação ao comprimento da radícula na dose de 20 t ha⁻¹. Avaliando a adubação mineral e adubação orgânica oriunda de esterco de aves sobre a produção de grãos da sucessão feijão/milho Andreola et al. (2000) constataram resposta da adubação, promovendo, principalmente, maior produtividade da cultura de feijão.

2.4 Adubação mineral

O princípio de retornar ao solo tudo o que a planta extrai através das culturas de grãos já era conhecido há milhares de anos por povos antigos. As áreas de solo constantemente cultivados são mantidos pela adubação, a qual pode tornar um solo improdutivo em fértil, sendo a adubação mineral imprescindível quando não se encontram reservas suficientes de nutrientes no solo que possam satisfazer às necessidades das plantas. (OSAKI, 1991). As causas podem relacionar-se à gênese do solo ou então à perda de nutrientes, pois em cada safra são retiradas do sistema solo, quantidades consideráveis de elementos como o N, P, K, Ca, Mg e S. Há

também perdas por percolação, sendo importante considerar igualmente o aumento de nutrientes para safras futuras, mantendo, desta forma, a fertilidade do solo por longos períodos (MALAVOLTA; ROMERO, 1975). Nas lavouras agrícolas, as plantas freqüentemente necessitam de elementos minerais para suprir suas necessidades nutricionais, podendo atender esta necessidade com o uso apropriado de fertilizantes aplicados ao solo. Portanto, tendo o conhecimento da quantidade do elemento a ser aplicado, em função da quantidade do elemento absorvido pela planta podem-se conseguir produções satisfatórias (FONTES, 1987) em cada safra. Geralmente utilizam-se fertilizantes que contém na sua formulação N, P e K, com o objetivo de repor a quantidade destes nutrientes exportada pelas culturas (adubação de reposição) e também de melhorar a fertilidade do solo (adubação corretiva) (OLIVEIRA, 1999).

A lei de incrementos decrescentes ou resposta quadrática serve de base para definição da dose mais econômica, onde os incrementos na quantidade de nutrientes adicionada sucessivamente ao solo correspondem aos incrementos de produção cada vez menores. Porém, quando o valor do incremento em produção é exatamente igual ao custo do nutriente aplicado, atinge-se um nível de aplicação acima do qual a adubação acarreta prejuízo. Este nível corresponde à chamada dose mais econômica do fertilizante (RAIJ, 1981).

No solo, os fertilizantes totalmente solúveis são os nitrogenados podendo uma fração considerável ser lixiviada (CQFS-RS/SC, 2004). Em geral, estes constituem o nitrogênio que as plantas necessitam em maior quantidade, porém, devido: à multiplicidade de reações químicas e biológicas; dependência das condições ambientais e ao efeito no rendimento das culturas é considerado o elemento que apresenta maior dificuldade de manejo na produção agrícola. Nos fertilizantes, o N pode estar na forma de nitrato de cálcio, nitrato de amônio e sulfato de amônio (MACHADO, 2009). Quando o solo recebe fertilizantes nitrogenados minerais como fonte de nutrientes, as plantas conseguem absorver o nitrogênio rapidamente devido à sua grande solubilidade. As formas preferenciais de absorção de nitrogênio pelas plantas são a amônia (NH_4^+) e o nitrato (NO_3^-). Compostos nitrogenados simples, como uréia e alguns aminoácidos, também podem ser absorvidos, mas são pouco encontrados na forma livre no solo (COYNE, 2000). A utilização destes fertilizantes origina várias vantagens, entre as quais podem ser citadas: 1) a facilidade de aplicação mecanizada; 2) o pequeno custo de transporte

quando se utiliza a presença de elevadas concentrações de N e 3) grande disponibilidade no mercado. Porém, existem algumas limitações na utilização destes fertilizantes minerais por estarem sujeitos às perdas por lixiviação, principalmente aquelas que contêm nitrogênio na forma nítrica.

Muitas vezes, se opta por parcelar as doses visando atenuar problemas ambientais, mas isto acarreta incremento nos custos de mão de obra para sua aplicação. Já os fertilizantes que possuem nitrogênio nas formas amoniacal e amídica apresentam menores perdas por lixiviação, contudo, podem ocasionar problemas de acidificação dos solos, incrementando o custo devido à utilização adicional de calcário para correção da acidez do solo e à necessidade de reposição do Ca e Mg às plantas (MALAVOLTA et al., 1974; RAIJ, 1991; BISSANI et al., 2008). As plantas, de modo geral, respondem bem à adubação nitrogenada. O efeito externo do nitrogênio mais visível é a vegetação verde e abundante. Sua utilização altera continuamente o balanço de nitrogênio entre o solo e a planta (MELO, 1994). Quando aplicado em excesso é prejudicial e, portanto, as doses que serão fornecidas às culturas devem ser equilibradas em relação à quantidade de outros elementos que a planta necessita, tais como fósforo e potássio.

A solubilidade dos fertilizantes fosfatados no solo é variável (solúveis, pouco solúveis e insolúveis) em função do tipo de fosfato e do tratamento térmico ou químico empregado na rocha fosfatada. As fontes solúveis aumentam rapidamente a concentração do fósforo na solução do solo, tendo sua eficiência diminuída ao longo do tempo devido ao processo de adsorção do fósforo (KORNDÖRFER et al., 1999; CQFS-RS/SC, 2004). Várias características são consideradas na hora de avaliar a velocidade com que o fósforo é disponibilizado às plantas, entre elas, as mais importantes são: a) a característica do fertilizante; b) o tipo do solo no qual está sendo aplicado e c) a capacidade de extração de fósforo pela planta. Quando analisado os tecidos vegetais verifica-se que a quantidade deste elemento é inferior quando comparado com as quantidades de nitrogênio e potássio e, em geral, semelhante aos teores de enxofre, magnésio e cálcio (BISSANI et al., 2008). Nas recomendações, a proporção do fósforo, em geral, é igual ou maior do que aquelas de nitrogênio e potássio. A explicação deste fato é que a grande maioria dos solos brasileiros é de natureza ácida, de baixa fertilidade natural e com elevada capacidade de retenção de fósforo, o que ocasiona a necessidade de aplicação de

elevadas doses de fertilizantes fosfatados, aumentando os custos de produção (MOURA et al., 2001).

O fósforo dos fertilizantes reage em um curto intervalo de tempo com o solo, sendo, por isso, convertido em formas que as plantas não absorvem devido ao fenômeno denominado fixação de fósforo. Desta maneira, é interessante conhecer as diversas transformações do fósforo no solo, para aplicar adubações corretas e buscar máximas produtividades. Em função de sucessivas aplicações de fósforo nas lavouras, este elemento é considerado um dos macronutrientes com maior efeito residual (MIOLA et al., 1999). No entanto, muitos nutrientes, como o ferro e o zinco são retidos devido ao fósforo que é aplicado em altas doses, principalmente, em solos que necessitam altas quantidades deste elemento para corrigir a sua deficiência (GRIDI-PADD et al., 1992).

Os fertilizantes potássicos também são considerados solúveis, entretanto, apresentam menores perdas por lixiviação, já que o íon potássio (K^+) é retido nos sítios de troca e a água de percolação retira somente na fração que se encontra na solução do solo. As principais fontes de potássio no mercado são o cloreto de potássio e sulfato de potássio (KOEFFE et al., 1983; CQFS-RS/SC, 2004). Este elemento também é requerido pelas plantas em maior quantidade, sendo sua necessidade maior que a do fósforo e apresentando a mesma ordem de exigência do nitrogênio, (USHERWOOD, 1982; MALAVOLTA, 1989), quando se consideram os três nutrientes dentro da planta. Além disto, o potássio é considerado o primeiro nutriente em ordem de extração nas culturas, pela sua contribuição na formação e translocação de carboidratos, uso eficiente da água pela planta, equilibra a aplicação de nitrogênio, além disto, facilita a absorção de outros nutrientes como o cálcio.

Portanto, esses nutrientes (N-P-K) presentes nos adubos minerais exercem importante papel no crescimento e desenvolvimento das culturas, participando em inúmeros processos metabólicos. Por exemplo, o nitrogênio e o potássio fornecidos de maneira equilibrada auxiliam no crescimento vegetativo, formação de gemas floríferas e frutíferas. O nitrogênio é um fator importante e limitante na produção das culturas, principalmente as que fornecem massa verde (OLIVEIRA et al., 1996). Já o potássio atua no mecanismo de proteção e no controle estomático. Por sua vez o fósforo torna-se indispensável na vida vegetal pela sua participação na divisão celular, reprodução sexuada, fotossíntese, respiração e síntese de substâncias orgânicas (MARSCHNER, 1995; FILGUEIRA, 2000).

2.5 Adubação organomineral

Segundo Raij (1991), os fertilizantes mais antigos empregados na agricultura são os chamados fertilizantes orgânicos, também conhecidos como adubos naturais ou adubos orgânicos. Neste grupo, se enquadram uma série de resíduos com diferentes origens, entre elas, animal e vegetal. No entanto, os que não se incluem dentro destes dois grupos e sofrem processamento industrial, são denominados químicos ou minerais, sendo que os organominerais constituem a mistura de ambos fertilizantes (BISSANI et al., 2008).

No Brasil, a fabricação de fertilizantes organominerais iniciou após sua incorporação na legislação Brasileira em 1982. Os adubos organominerais poderão conter no máximo 20% de umidade. A soma de $N + P_2O_5 + K_2O$ deve ser de 12% e 25% de matéria orgânica. Conforme pesquisa sobre a eficiência agrônômica dos fertilizantes organominerais o cálculo da dose deve ser realizado em função dos teores de N, de P_2O_5 e de K_2O , os quais são determinados conforme os métodos de análise da legislação (CQFS-RS/SC, 2004; BISSANI et al., 2008). O que caracteriza os adubos são as suas propriedades intrínsecas. As diferenças entre dois adubos são obtidas através da análise do seu conjunto de propriedades, características e origem do material orgânico, além da avaliação do seu posterior manuseio. Nas atividades agrícolas e industriais encontra-se uma ampla variedade de materiais que podem ser aplicados ao solo. Quando estes materiais não têm aproveitamento direto e seu efeito é negativo para a cadeia produtiva são chamados de rejeito. Entretanto, quando é possível sua utilização dentro de uma relação custo benefício viável e seus efeitos são positivos para o crescimento das plantas ou mesmo para as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, são denominadas de resíduos (STRECK et al., 2008).

Durante séculos, os dejetos foram aplicados como fonte de N, P, K e outros elementos indispensáveis prontamente disponíveis para as plantas, constituindo muitas vezes, a única fonte de nitrogênio para a maioria das culturas (BOWEN; KRATKY, 1986). Bissani et al. (2008) ressaltam que os adubos orgânicos apresentam baixas concentrações de N, P e K podendo ser complementados com adubação mineral, de maneira que, as plantas possam aproveitar melhor os nutrientes através do sincronismo de liberação ao longo do crescimento das plantas. (CQFS-RS/SC, 2004). O N encontrado nos fertilizantes orgânicos encontra-se na

forma de aminoácidos e proteínas, tornando este elemento disponível às plantas de maneira gradativa, evitando perdas por lixiviação. O pH destes compostos se encontra próximo à neutralidade ou até superior a 7,0 evitando a acidez do solo (KIEHL, 1985). Esses compostos devem ser mineralizados para que sejam aproveitados como nutrientes pelas plantas.

Além dos efeitos benéficos mencionados anteriormente, os resíduos orgânicos promovem o incremento do pH mantendo teores adequados de P e K no solo, diminuindo a perda de nitrogênio por lixiviação por apresentar uma solubilidade mais lenta. Quando estes são associados com os fertilizantes químicos que contém na sua composição fósforo e potássio, ocorre incremento nos teores destes elementos no solo (RUPPENTHAL; CONTE, 2005). O potássio é misturado com os fertilizantes orgânicos, visando melhorar o equilíbrio do produto final, já que o K^+ liga-se eletrostaticamente com as cargas funcionais da matéria orgânica do solo sendo posteriormente disponibilizado para as raízes das plantas (KIEHL, 1985). A resposta de um cultivo ao uso de fertilizantes depende fundamentalmente do seu potencial genético e do estado de fertilidade do solo. Em geral, os solos de baixa fertilidade apresentam alta probabilidade de resposta ao uso de nutrientes. Esta possibilidade de resposta diminui à medida que aumenta o teor de nutrientes no solo, até o nível crítico, o qual também é chamado de curva de resposta das culturas à fertilização (MIYASAKA; OKAMOTO, 1992). Deste modo, a exigência nutricional de qualquer planta é determinada pela quantidade de nutrientes que a mesma extrai do solo durante o seu ciclo para a produção (GRIDI-PADD et al., 1992). Para realizar uma adubação equilibrada, torna-se fundamental o conhecimento da extração total de nutrientes pelas plantas e da quantidade de nutrientes que retorna ao solo após o término do ciclo da cultura (STAUD, 1996).

Muitas vezes, a demanda de nutrientes exigidos pelas plantas é diferente da necessidade de adubação e correção, de tal modo que, para obter rendimentos satisfatórios nas culturas é preciso o uso racional de adubos orgânicos complementados com fertilizantes minerais. Um exemplo é o trabalho de Araújo (2000), o qual relatou que a utilização isolada de esterco de suínos favoreceu a altura de plantas e o número de folhas na cultura de feijão, porém, observou que nos tratamentos complementados com adubo mineral ocorreu maior número de folhas, tornando-as mais precoces. Portanto, para a utilização dos adubos orgânicos e minerais são necessários programas de estabelecimento de adubação visando

conseguir que ambos os tipos de fertilizantes contribuam nos cálculos das doses indicadas para as culturas.

Os produtores investem dinheiro em adubos para obter maiores produtividades nas lavouras e, conseqüentemente, maiores lucros. Entretanto, para obter produtividade satisfatória não basta somente empregar sementes selecionadas, fazer bom preparo do solo, irrigar, combater pragas e doenças. É necessário adubar o solo corretamente podendo utilizar adubos orgânicos, minerais e/ou organominerais. Esta última prática vem sendo empregada pelos produtores pelos benefícios oferecidos ao solo e as culturas. Portanto, o que se busca com a utilização de adubos organominerais é uma utilização gradual dos nutrientes contidos neles, principalmente o nitrogênio que se encontra na forma mineral e orgânico. O nitrogênio mineral é prontamente assimilado pelas raízes, enquanto que o nitrogênio orgânico do adubo orgânico será absorvido pela planta quando o nitrogênio mineral já foi aproveitado ou foi lixiviado através do perfil. As raízes das plantas assimilam o nitrogênio na forma amoniacal (NH_4^+) ou nítrica (NO_3^-), portanto, o nitrogênio orgânico do adubo organomineral necessita ser mineralizado no solo para ser assimilado. Isto é vantajoso já que o nitrogênio fica armazenado tornando-se gradualmente disponível as plantas.

2.5 Efeito residual da adubação orgânica e mineral

A avaliação do efeito residual dos adubos orgânicos (DLS e EP) é considerada importante do ponto de vista de fornecimento de informações sobre como ocorre à liberação dos nutrientes aplicados via esses resíduos nos cultivos posteriores. A fração mineral do solo e a fração orgânica do dejetos representam papel crucial no valor fertilizante, pois, apresentam os mesmos efeitos que os nutrientes contidos em fertilizantes minerais solúveis (a - insolubilização do P; lixiviação de nitrato, b - volatilização de amônia; c - nitrificação, d - imobilização microbiana, entre outros). Porém, a fração mineral está prontamente disponível para as plantas enquanto a fração orgânica necessita sofrer transformações enzimáticas através do processo de mineralização, disponibilizando, assim, os nutrientes contidos nos resíduos (TEDESCO et al., 1999, CQFS-RS/SC, 2004).

A diferença no tempo de decomposição dos dejetos resulta em diferentes períodos de liberação de nutrientes no solo. Assim, o aproveitamento dos nutrientes

depende dessa facilidade de decomposição, de suas características químicas e das condições do meio (pH) onde se encontram (LARCHER, 2000). A matéria orgânica adicionada ao solo não disponibiliza, de imediato, as quantidades totais dos nutrientes para as plantas. Desse modo, quando é impossível suprir as necessidades da cultura de maneira equilibrada à aplicação contínua de fertilizantes orgânicos tende a favorecer o acúmulo gradual dos nutrientes no solo, propiciando um efeito residual para os cultivos subseqüentes. Uma alternativa também pode ser o uso de adubos minerais com o objetivo de complementar os nutrientes que se encontram ausentes (SCHERER et al., 1996).

Na primeira cultura, a fração do nutriente que não é liberada forma parte do efeito residual do adubo orgânico, que, geralmente, é observado na cultura subsequente. Desta maneira, é imprescindível conhecer e entender o termo Índice de Eficiência, que se refere à quantidade total de nutrientes contidos nos adubos orgânicos sólidos e líquidos, o qual fica disponível nos dois primeiros cultivos após a aplicação do adubo (Tabela 1). Estes índices foram determinados, definidos e controlados em condições de campo, com o objetivo de comparar e relacionar os efeitos dos adubos minerais, com a eficiência de liberação dos nutrientes contidos nos diferentes dejetos (SCHERER et al., 1995; CQFS SC/RS, 2004; BISSANI et al., 2008). Na mesma tabela, observa-se que o nitrogênio contido na cama de frango, para a primeira e segunda cultura liberou 50% e 20%, respectivamente. O restante é perdido por volatilização, lixiviação e desnitrificação (BISSANI et al., 2008). Em geral, se considera que no terceiro cultivo agrícola os nutrientes que foram aplicados via adubação orgânica se encontram mineralizados. Na análise da disponibilidade destes adubos é interessante avaliar a taxa de mineralização do húmus e os fatores que afetam o efeito residual de cada nutriente no solo (SCHERER et al., 1996). Kiehl (1985) comenta que nos esterco se encontram concentrações muito baixas de fósforo (exceção são os esterco das aves). A complementação destes dejetos com superfosfato simples (SFS) poderia enriquecer o adubo orgânico. Já o potássio aplicado via fonte orgânica se comporta como fonte mineral, sendo totalmente disponível para a primeira cultura por não fazer parte de compostos orgânicos que necessitam ser mineralizados (CQFS-RS/CS, 2004).

Tabela 1. Índice de eficiência dos nutrientes no solo de diferentes tipos de esterco e resíduos orgânicos em cultivos sucessivos (1° ou 2°). Extraído de CQFS-RS/SC (2004).

Resíduos	Nutriente	Índice de eficiência	
		1° cultivo	2° cultivo
Cama de frango	N	0,5	0,2
	P	0,8	0,2
	K	1,0	-
Esterco de suíno sólido	N	0,6	0,2
	P	0,8	0,2
	K	1,0	-
Esterco de bovino sólido	N	0,3	0,2
	P	0,8	0,2
	K	1,0	-
Esterco de suíno líquido	N	0,8	-
	P	0,9	0,1
	K	1,0	-
Esterco de bovino líquido	N	0,5	0,2
	P	0,8	0,2
	K	1,0	-
Outros resíduos orgânicos	N	0,5	0,2
	P	0,7	0,2
	K	1,0	-

⁽¹⁾ Nutrientes totais (mineral + orgânico); ⁽²⁾ Valores médios determinados em vários trabalhos. Em alguns casos, é observado efeito residual de N (10%) no terceiro cultivo.

O efeito residual da adubação com compostos orgânicos sobre o crescimento e produção de alface (*Lactuca* sp.) foi estudado por Santos et al. (2001). Os autores constataram que a adubação orgânica propicia efeito residual sobre a produção do cultivo entre os 80 a 110 dias após a aplicação de adubação orgânica. Além disto, a elevação da dose de adubação orgânica promoveu o aumento nos teores de bases,

de fósforo e na capacidade de troca de cátions do solo (CTC). Já a adubação mineral não propiciou efeito residual sobre a produção de alface.

Após avaliarem durante anos o cultivo de gergelim (*Sesamum* sp.) sob adubação orgânica Pereira et al. (2002) constataram que os anos de cultivo afetaram significativamente o rendimento do gergelim e também parâmetros como a altura da planta. Isso mostra a interação entre os adubos orgânicos e as condições do ambiente, o que se justifica pela necessidade de mineralização da maior parte dos nutrientes. Silva et al. (2000) estudaram o efeito residual da adubação da batata verificando que aumentando as doses da adubação mineral da batata aumentam consideravelmente os teores de P, K e Ca trocáveis no solo, o que conseqüentemente, melhora a produção da cultura subsequente.

Estudando o efeito residual da adubação com esterco Menezes et al. (2005) verificaram diferenças na absorção e acumulação de nutrientes entre parte aérea e raízes de sorgo (*Sorghum* sp.) em dois cultivos, sendo que a absorção de N, P e K foi maior nos vasos com solos originários de parcelas dos tratamentos que continham 15 toneladas de esterco em plantio e incorporação de crotalária (*Crotalaria* sp.), seguidos dos tratamentos testemunha sem esterco e plantio e incorporação de crotalária na época de floração, respectivamente. Analisando o efeito residual da adubação NPK na cultura de milho pipoca Oliveira (1999) verificou que há necessidade de aplicar fertilizantes em dosagens menores em culturas posteriores à adubação nitrogenada, independentemente do tipo textural do solo. Isto se deve ao efeito residual, principalmente, quando é utilizado como fonte de N o sulfato de amônio.

Desta maneira, notasse que estudar o efeito residual de diferentes adubos orgânicos é importante para obtenção de informações sobre o potencial nutricional destes resíduos nos cultivos subsequentes, visto que, seu uso na agricultura tem se mostrado uma alternativa econômica para diminuição de custos de produção nas propriedades onde são geradas grandes quantidades de adubos orgânicos, independente de sua origem.

3 HIPÓTESE

3.1 Hipótese

O uso associado da adubação orgânica (dejeito líquido de suíno e esterco de peru) e mineral (N- P_2O_5 - K_2O) promove maior produtividade de grãos, produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) em culturas, comparativamente ao uso isolado de cada uma das fontes.

4 OBJETIVO

4.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade de grãos, produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) nas culturas de feijão, milho, sorgo e aveia preta submetidas à adubação orgânica e mineral.

4.2 Objetivos específicos

- Determinar a produtividade de grãos das culturas de feijão e milho fornecidos via adubação orgânica e mineral durante três anos agrícolas;
- Determinar a produção de matéria seca das culturas de feijão, milho, sorgo e analisar o acúmulo de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) submetidas à adubação orgânica e mineral durante quatro anos agrícolas;
- Estimar o aproveitamento dos nutrientes (N, P e K) aplicados via adubação orgânica e mineral;
- Avaliar, através da cultura da aveia, o efeito residual da adubação orgânica e mineral aplicadas durante quatro anos agrícolas;
- Determinar a melhor combinação de adubação orgânica e mineral para as culturas avaliadas.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado na região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul (RS) em duas áreas experimentais entre o período de 2005 a 2009. No período de dezembro de 2005 a maio de 2008 utilizou-se a área experimental do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) (RS) (Figura 1), localizada a $29^{\circ} 45'$ de latitude sul, longitude de $53^{\circ} 42'$ W GrW e altitude de 95m. O solo da área pertence à Unidade de Mapeamento São Pedro e está classificado como Argissolo Vermelho Distrófico (Paleudalf) (EMBRAPA, 2006 b). Já no período de dezembro de 2008 a maio 2009, o experimento foi conduzido em uma propriedade rural localizada no distrito de Boca do Monte, município de Santa Maria (RS) (Figura 1), localizada a $29^{\circ} 37'04''$ Latitude Sul e $54^{\circ} 10' 44''$ de Longitude Oeste. O solo da área é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico arênico, pertencente à Unidade de Mapeamento São Pedro (EMBRAPA, 2006 b).

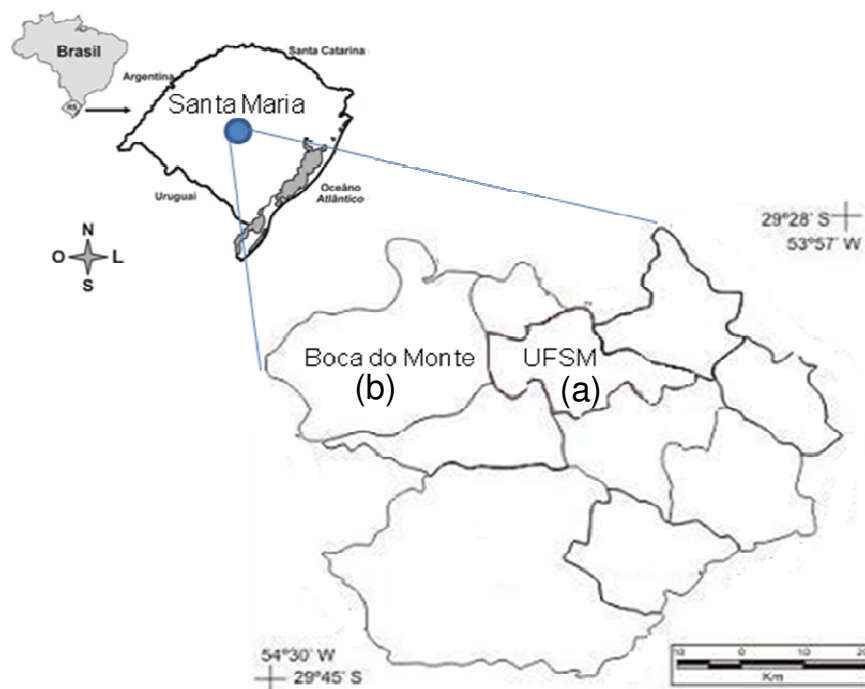


Figura 1 - Localização das áreas experimentais no Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (a); e na zona rural do distrito de Boca do Monte, município de Santa Maria (RS) (b)

O clima da região é subtropical úmido, tipo Cfa, conforme a classificação de Köppen. As médias anuais de temperatura, precipitação e umidade relativa são correspondentes a 19,3°C, 1.561 mm e 82%, respectivamente. Os meses de maio, junho e outubro são considerados os mais chuvosos, enquanto os meses de novembro, dezembro e março são os menos chuvosos. O mês de julho é considerado o mais frio, com valor médio da temperatura mínima de 9,3°C, enquanto o mês de janeiro é o mês mais quente, com temperatura média máxima de 31,8°C.

5.2 Tratamentos e delineamento experimental

Na Tabela 2 são apresentados os tratamentos e as quantidades aplicadas de dejetos líquidos de suínos e esterco de peru utilizado nas duas áreas experimentais e mais a adubação mineral recomendada pela CQFS-RS/SC (2004) para os anos agrícolas de 2005 a 2009.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com doze tratamentos e quatro repetições totalizando 48 unidades experimentais abrangendo uma superfície de 1.020 m². As dimensões das parcelas foram 5,0 x 4,0 m, obtendo-se uma área útil de 20 m². Foi considerada uma bordadura de um metro (1 m) no início e no final de cada parcela.

Tabela 2 - Descrição dos tratamentos utilizados nos anos agrícolas de 2005 a 2009.

Tratamentos	Descrição
T1	Testemunha
T2	10 m ³ ha ⁻¹ de DLS ⁽¹⁾
T3	10 m ³ ha ⁻¹ de DLS + CN ⁽²⁾
T4	20 m ³ ha ⁻¹ de DLS
T5	20 m ³ ha ⁻¹ de DLS + CN
T6	30 m ³ ha ⁻¹ de DLS
T7	30 m ³ ha ⁻¹ de DLS + CN
T8	1 t ha ⁻¹ de EP ⁽³⁾
T9	1 t ha ⁻¹ de EP + CN
T10	2 t ha ⁻¹ de EP
T11	2 t ha ⁻¹ de EP + CN
T12	Adubação recomendada pela CQFS-RS/SC (2004)

⁽¹⁾ DLS= dejetos líquidos de suíno ⁽²⁾ Complementação de N mineral ⁽³⁾ Esterco de peru

5.3 Caracterização dos dejetos líquido de suínos e esterco de peru.

O dejetos líquido de suínos e esterco de peru foi homogeneizado para determinar a sua composição, retirando uma amostra de cada adubo no momento da aplicação na área experimental (Anexo A). Para a determinação dos teores de matéria seca, as amostras dos diferentes dejetos (Anexo A) foram secas a 65°C em estufa com circulação forçada de ar até atingir massa constante. Em laboratório, foram determinados os macronutrientes desse material através da digestão com $H_2O_2 + H_2SO_4$ e mistura de digestão. O N foi determinado pelo método semimicro Kjeldahl. O P foi determinado por colorimetria, o K por fotometria de chama e o Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica (EAB), todos baseados na metodologia descrita em Tedesco et al. (1995).

As características dos dejetos líquido de suínos e esterco peru utilizados, bem como, as quantidades adicionadas ao solo de 2005 a 2009 estão referenciadas em base seca (BS) para o N e para o P, K, Ca e Mg em base úmida (BU) (Tabela 3).

Tabela 3 - Composição química e quantidades adicionadas de dejetos líquido de suíno e de esterco de peru nos anos agrícolas de 2005 a 2009.

ANO AGRÍCOLA	Dose de dejetos (Suíno m ³ , Peru t ha ⁻¹)	¹ MS	² N (BS)	³ P (BU)	K (BU)	Ca (BU)	Mg (BU)
2005-2006		Quantidade adicionada (kg ha ⁻¹)					
	10	434	28,0	48,21	14,40	47,47	26,99
	20	868	56,0	96,43	28,81	94,95	53,98
	30	1302	84,0	143,31	42,82	141,12	80,23
	N-P-K		50 (20-30)	40	50		
2006-2007	10	630	25,0	15,12	25,01	33,45	20,53
	20	1260	50,0	30,24	50,02	66,9	41,07
	30	1890	75,0	45,36	75,03	100,35	61,51
	N-P-K		90 (30-60)	45	30		
2007-2008	10	192	17,0	11,09	14,95	25,22	12,67
	20	384	34,0	22,19	29,91	50,45	25,34
	30	576	51,0	33,29	44,87	75,68	38,01
	N-P-K		90 (30-60)	45	30		
2008-2009	10	1917	11,0	11,69	4,40	33,93	13,61
	20	3834	22,0	23,38	8,81	67,86	27,22
	30	5751	33,0	35,08	13,22	101,79	40,83
	N-P-K		75 (20-55)	130	75		
2005-2009		Dose de esterco de peru (kg ha ⁻¹)					
	1		107,70	32,90	38,31		
	2		215,40	65,78	76,63		

¹MS = matéria seca; ²N = teor de nitrogênio em base seca; ³P = teor de fósforo em base úmida (BU); K = teor de potássio em base úmida (BU); Ca = teor de cálcio em base úmida (BU); Mg = teor de magnésio em base úmida (BU).

5. 4 Manejo do experimento

5.4.1 Fase de Campo

5.4.1.2 Aplicação de fontes orgânicas

As fontes orgânicas oriundas de dejetos líquidos de suíno e esterco de peru foram distribuídas manualmente antes da semeadura das culturas de feijão, milho e sorgo, desde o ano agrícola de 2005 a 2009 como pode ser observado no Anexo B. Posteriormente a isto, as mesmas foram incorporadas com auxílio de uma grade de disco leve e sem trava.

5.4.1.3 Implantação das culturas

Em dezembro de 2005 foi realizada a delimitação das parcelas na área de estudo do Departamento de Solos da UFSM. A aplicação dos tratamentos no ano agrícola de 2005 a 2006 teve o feijão como primeiro cultivo (*Phaseolus vulgaris* L.) o qual foi sucedido por aveia preta (*Avena strigosa* S.). A semeadura do feijão foi realizada no dia 27 de janeiro de 2006, sendo as sementes tratadas com o produto comercial Dimilin e inoculadas minutos antes à semeadura. O espaçamento entre linhas foi de 0,45 m, perfazendo uma população final aproximadamente 178.000 (8 plantas por metro linear).

Conforme a recomendação de adubação da CQFS-RS/SC (2004) foi aplicada 50 kg ha⁻¹ de N; 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ utilizando super fosfato triplo-SFT como fonte e 50 kg ha⁻¹ de K₂O utilizando cloreto de potássio (KCl) como fonte. A aplicação de uréia em cobertura foi parcelada em duas frações iguais, aplicou-se 20 kg N ha⁻¹ aos 30 dias após semeadura e aos 45 dias foi aplicado 30 kg N ha⁻¹ em cobertura.

O experimento foi submetido a uma aplicação de herbicidas para o controle de ervas daninhas (folha larga e estreita) nos seus estágios recomendados para um eficiente controle das mesmas. A primeira aplicação de inseticida e fungicida foi realizada 30 dias após emergência (DAE) e uma segunda aplicação foi efetuada 50 DAE. A colheita do feijão foi realizada no mês de abril de 2006 e sua trilha no dia posterior. No mês de junho de 2006 foi introduzida aveia preta na área experimental, utilizaram-se 100 kg ha⁻¹ de sementes. A semeadura da aveia preta foi realizada a

lanço sobre os resíduos da cultura de feijão. No mês de outubro, posterior a sua colheita foi efetuada a dessecação das parcelas com herbicida.

Para ano agrícola de 2006 a 2007 foi conduzido a rotação do milho (*Zea mays* L.)/aveia preta (*Avena strigosa* S.). No mês de dezembro de 2006 foi semeado o milho híbrido Pionner 32R21. Foi aplicado de 90 kg ha⁻¹ de N (30 kg ha⁻¹ na semeadura e 60 kg ha⁻¹ em cobertura), 45 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 30 kg ha⁻¹ de K₂O. A população de plantas ficou em torno de 178.000 (8 plantas metros linear). No mês de janeiro foi aplicada inseticida nos diferentes blocos. Após a colheita do milho foi semeada aveia preta de forma semelhante àquela descrita anteriormente.

No ano agrícola de 2007 a 2008 também foi conduzida a sucessão milho-aveia preta utilizando-se os mesmos tratamentos e a semeadura do milho variedade AG122, a qual ocorreu no mês de outubro de 2007. O milho recebeu a aplicação de 90 kg ha⁻¹ de N (30 kg ha⁻¹ na semeadura), 45 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 30 kg ha⁻¹ de K₂O. A aplicação de N na forma de uréia em cobertura foi de 60 kg ha⁻¹ quando o milho apresentava entre cinco (5) e seis (6) folhas expandidas. Em novembro, o experimento recebeu a aplicação de herbicida. A aveia preta foi semeada seguindo o mesmo manejo mencionado anteriormente. Neste período que aveia estava no campo foi aplicado fungicida nas diferentes parcelas especificamente no mês setembro.

A cultura do sorgo (*Sorghum* sp.) com sucessão da aveia preta foi conduzida no ano agrícola de 2008 a 2009 em uma área de uma propriedade rural no distrito de Boca do Monte, município de Santa Maria (RS). No mês de janeiro foi realizada a semeadura do sorgo utilizando a variedade AG2005E com um espaçamento de 0,70 m entrelinhas ficando a população de 123.000 plantas ha⁻¹. Foram aplicados 75 kg ha⁻¹ de N; 130 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 75 kg ha⁻¹ de K₂O. A aplicação de uréia em cobertura foi parcelada em duas frações iguais como pode ser observada no Anexo C. A primeira aplicação na semeadura foi de 20 kg N ha⁻¹ e aos 45 dias utilizou-se 55 kg N ha⁻¹, a qual foi incorporada na linha devido ao déficit hídrico. No mês de janeiro do corrente ano foi aplicado herbicida (Anexo C) nos diferentes blocos e, a partir deste momento, o experimento foi observado periodicamente (Anexo D). A aveia em sucessão ao sorgo foi semeada no mês de maio a lanço seguindo o mesmo manejo dos anos anteriores (Anexo D).

5.5 Avaliações e análises

A avaliação da produtividade das culturas de feijão e milho nos anos agrícolas de 2006 a 2008 foi realizada coletando uma área de 10,8 metros linear considerando-se uma umidade corrigida para 13%.

A produção de matéria seca bem como o acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio na parte aérea das culturas implantadas foram determinadas no estágio de pleno florescimento, coletando-se cinco plantas das culturas de feijão, milho e dez plantas de sorgo (Anexo E). A aveia nos quatro anos agrícola foi coletada uma área de 0,25 m² em pleno florescimento

Para análises de matéria seca, as amostras de plantas foram secas primeiramente em casa de vegetação (Anexo F), posteriormente colocadas em estufa a 65°C até massa constante. Após dez dias foram pesadas para determinação de matéria seca em kg ha⁻¹. As plantas de feijão, milho e sorgo foram moídas em triturador de forragens, posteriormente subamostradas e moídas em moinho Willey equipado com peneira de 40 mesh (Anexo F). O acúmulo do N no tecido foi realizada em laboratório através da digestão de 0,2 g de tecido a 350°C na presença de 2 mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄), 1 mL de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e 0,7 g de uma mistura de digestão (100 g Na₂SO₄ + 100 g CuSO₄.5H₂O + 1 g de selênio metálico) a qual foi submetida a destilação por arraste de vapor semi-micro Kjeldhal (Figura 10 b). Nesta etapa foi adicionado 10 mol L⁻¹ de hidróxido de sódio (NaOH) sendo o destilado recolhido em indicador de ácido bórico e posteriormente titulado com H₂SO₄ (TEDESCO et al., 1995).

Para as determinações dos totais de P, K, Ca e Mg foram usadas uma pequena alíquota de amostra obtida a partir da digestão do N e determinadas por fotocolorimetria, fotômetro de chama e absorção atômica, respectivamente, todos baseados na metodologia descrita em Tedesco et al. (1995).

5.5 Cálculos e análise estatística

O valor do acúmulo de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea da planta foram obtidos multiplicando-se sua concentração no tecido pela produção de MS. A estimativa de aproveitamento do nitrogênio, fósforo e potássio pelas culturas implantadas nos tratamentos com dejetos líquido de suíno, esterco de peru e adubação mineral foi feita a partir dos acúmulos desses nutrientes na maturação fisiológica. Para isso, as quantidades de N, P e K acumuladas pelas culturas nesses tratamentos foram subtraídas da quantidade de N, P e K pelas culturas no tratamento sem a aplicação dos dejetos. O valor resultante dessa estimativa foi denominado aproveitamento dos nutrientes aplicados, adotou-se o procedimento proposto por Zebarth et al., (1996)

Os dados referentes à produtividade dos grãos (feijão, milho), matéria seca e acúmulo de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) das diversas culturas estudadas foram submetidos à análise de variância. A tabela 4 e o Anexo G especificam que quando houve efeito significativo para os tratamentos foram aplicados os contrastes específicos referentes aos efeitos das adubações (Tabela 4). Todos os resultados foram analisados a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 4 - Descrição e efeito dos contrastes definidos para os tratamentos da Tabela 2.

Contraste	Descrição do efeito envolvido	Efeito
Y1	Efeito da aplicação de adubação	(T1)vs (T3,T4,T5,T6,T7,T8,T8,T10,T11,T12)
Y2	Efeito do DLS ¹ vs EP ²	(T2,T3,T4,T5,T6,T7) vs (T8,T9,T10,T11)
Y3	Efeito do DLS com CN ³ mineral	(T2,T4,T6) vs (T3,T5,T7)
Y4	Efeito do EP com CN	(T8,T10) vs (T9,T11)
Y5	Aplicação 1 t ha ⁻¹ de EP vs 2 t ha ⁻¹ de EP	(T8) vs (T10)
Y6	Aplicação 1 t ha ⁻¹ de EP+ CN ³ vs 2 t ha ⁻¹ de EP + CN	(T9) vs (T11)
Y7	Aplicação de DLS <20 m ³ ha ⁻¹ vs aplicação de DLS >20 m ³ ha ⁻¹	(T2) vs (T4, T6)
Y8	Aplicação 20 m ³ ha ⁻¹ DLS vs aplicação 30 m ³ ha ⁻¹ DLS	(T4) vs (T6)
Y9	Aplicação <20 m ³ ha ⁻¹ de DLS + CN vs aplicação >20 m ³ ha ⁻¹ de DLS + CN	(T3) vs (T5, T7)
Y10	Aplicação de DLS = 20 m ³ ha ⁻¹ + CN vs aplicação de DLS ¹ =30 m ³ ha ⁻¹ + CN	(T5) vs (T7)
Y11	Aplicação Dejetos x Aplicação CQFS	(T2,T3,T4,T5,T6,T7,T8,T9,T10,T11)vs(T12)

¹DLS = dejetos líquidos de suínos; ²EP = esterco de peru; ³CN = complementação com N mineral.

6. RESULTADOS

6.1 Eficiência da aplicação da adubação orgânica e mineral sobre a produtividade de grãos, produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) em culturas de feijão, milho e sorgo.

Os resultados para a produtividade de grãos das culturas avaliadas mostraram-se significativo conforme a tabela 5 somente para a cultura do milho no ano agrícola de 2007 a 2008 demonstrando incremento de 2297, 3795 e 4740 kg ha⁻¹ (Tabela 6) para doses de 10, 20 e 30 m³ha⁻¹ de DLS + CN em cobertura (contraste Y1, Y2, Y3 e Y9), respectivamente e incremento de 2210 e 2996 kg ha⁻¹ de grãos de milho (Tabela 6) para as doses de 1 e 2 t ha⁻¹ de EP + CN (contraste Y4) (Tabela 6). Estas produtividades são inferiores as investigações realizadas em Goiás por Konzen; Alvarenga (2000) que encontraram 5200 a 7600 kg ha⁻¹ de milho usando doses combinadas e crescentes de dejetos líquidos de suíno. São inferiores também aos resultados obtidos por Araujo et al. (2001) que ao usar doses de 40 t ha⁻¹ de dejetos líquidos de suíno com adubação mineral obtiveram 4,2 t ha⁻¹ de feijão. Por sua vez, Trentin et al. (2002) utilizando doses de 20, 40, 80 m³ha⁻¹ de dejetos líquidos de suíno na cultura do milho obtiveram 3300, 5600 e 6500 kg ha⁻¹ de grãos, respectivamente. Pereira (1984) avaliando doses próximas utilizadas neste experimento obteve aumento na produção de grãos de feijão com dejetos de suínos complementado com adubação mineral. Cabe mencionar que para o cultivo de milho a produtividade sofreu um decréscimo acentuado na testemunha. Essa menor produtividade pode estar associada à permanência da sucessão de culturas de gramíneas, onde o segundo ano de milho foi implantado em área utilizada anteriormente com um ciclo de milho e dois ciclos de aveia preta. Estas são caracterizadas pela elevada produção de matéria seca ocasionando imobilização do N pela alta relação C/N da palhada com reflexos negativos para o rendimento dessa cultura somada a não fixação de N atmosférico.

De maneira geral, pode-se inferir que a tendência no incremento da produtividade de grãos em função das doses de dejetos líquidos de suíno e esterco de peru na ausência e presença da adubação mineral, embora em níveis menos expressivos na ausência, está relacionada à aplicação de um dejetos com alto teor de matéria seca, o que significou uma maior adição de N ao solo, além dos

macronutrientes P, K, Ca e Mg. Associado a isto, pode ter ocorrido sincronismo entre a demanda do N e outros elementos minerais ao longo do processo de mineralização da matéria orgânica.

O emprego de adubos orgânicos independente da sua origem pode constituir uma alternativa de baixo custo para as culturas avaliadas, especialmente nos lugares em que exista a disponibilidade desses resíduos. Isto pode ser utilizado como uma estratégia para incrementar a produtividade (PEREIRA, 1984) das culturas de grãos, utilizando a adubação mineral em doses apenas complementares (ARAÚJO et al., 2001) evitando o uso de altas doses de dejetos que podem aumentar o risco de contaminação ambiental das águas por precipitações pluviométricas que excedem a taxa de infiltração de água no solo e acumulação de elementos no solo (CERETTA et al., 2005). Isto é relevante, pois estes autores indicam que na tomada de decisão para a escolha da dose de dejetos animais deve-se considerar aspectos operacionais, econômicos e ambientais, principalmente porque estes adubos orgânicos possuem nutrientes em quantidades desbalanceadas dificultando a utilização de referenciais para a recomendação de doses. Este último aspecto é importante e concorda com os dados obtidos neste trabalho. Assim, é interessante evitar aplicação de altas doses de resíduos orgânicos no momento de implantação das culturas, reduzindo assim, os riscos ambientais.

Na tabela 5 é demonstrada que a produção de matéria seca das culturas foi incrementada com a utilização de adubos orgânicos e minerais (contraste Y1) para os anos agrícolas de 2006 a 2007 e de 2007 a 2008. Considerando o primeiro e segundo ano agrícola do milho observou-se que as doses crescentes de dejetos líquido de suíno e esterco de peru complementado com adubação mineral contribuíram para maior produção de MS (contraste Y2, Y3). Os tratamentos com 10, 20 e 30 m³ha⁻¹ DLS + CN incrementaram a produção de MS em 1650, 2235, 2806 e 4208, 5409 e 7068 kg ha⁻¹ (Tabela 6) para o primeiro e segundo ano de milho, respectivamente, em relação à testemunha. Como foi observada a menor dosagem de dejetos líquido de suíno complementado com N mineral em cobertura (T3) nos dois anos da cultura do milho foi a que mais se aproximou a adubação mineral recomendada (90 kg ha⁻¹), podendo considerar-se como parâmetro para recomendação da adubação orgânica.

Através da análise dos contrastes se verificou que o esterco de peru não apresentou diferença sobre a produção de matéria seca do milho no ano agrícola de 2006 a 2007. Entretanto, no ano agrícola de 2007 a 2008 a produção de matéria seca do milho mostrou-se significativo no contraste Y4 ao aplicar doses de 1 e 2 t ha⁻¹ de esterco de peru + CN incrementando a produção de matéria seca do milho em 4629 e 5574 kg ha⁻¹ (Tabela 6). Silva (2005) observou aumento sobre a produção de matéria seca em pastagem ao trabalhar com cama de peru complementada com adubação mineral em dosagens próximas ao utilizadas neste experimento. A ocorrência desta situação, possivelmente é favorecida pelo maior teor de matéria seca dos dejetos utilizados com complementação mineral, durante os dois anos agrícolas do milho. Isto facilita a disponibilidade de nutrientes às plantas por ocorrer de maneira gradual ao longo do ciclo da planta. Além disso, acredita-se que a aplicação parcelada pode ter contribuído na eficiência da adubação orgânica (ERNANI, 1984).

No quarto ano de experimento observou-se que não houve diferença para a produção de matéria seca do sorgo em relação à quantidade de dejetos utilizados nos tratamentos. Sendo mais apropriado considerar do ponto de vista ambiental a menor dosagem aplicada de dejetos líquidos de suíno e esterco de peru. Essa opção pela menor dosagem é para evitar alterações no meio ambiente, visto que muitas áreas que receberam dejetos de suínos de forma indiscriminada foram comprometidas (SILVA et al., 2009).

Tabela 5. Contrastes definidos na Tabela 4 para a produção de grãos, matéria seca e acúmulo de nutrientes para as culturas de feijão, milho e sorgo avaliadas nos anos agrícolas de 2005 a 2009 via aplicação orgânica e mineral.

CULTURA	ANO	CONTRASTE	Produtividade (kg ha ⁻¹)	MS (kg ha ⁻¹)	N (kg ha ⁻¹)	P (kg ha ⁻¹)	K (kg ha ⁻¹)	Ca (kg ha ⁻¹)	Mg (kg ha ⁻¹)
FEIJÃO	05	Y1	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
FEIJÃO	05	Y2	ns	ns	*	*	ns	ns	ns
FEIJÃO	05	Y3	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
FEIJÃO	05	Y4	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
FEIJÃO	05	Y5	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
FEIJÃO	05	Y6	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
FEIJÃO	05	Y7	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
FEIJÃO	05	Y8	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
FEIJÃO	05	Y9	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
FEIJÃO	05	Y10	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
FEIJÃO	05	Y11	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
MILHO	06/07	Y1	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
MILHO	06/07	Y2	ns	*	ns	*	ns	ns	ns
MILHO	06/07	Y3	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
MILHO	06/07	Y4	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
MILHO	06/07	Y5	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
MILHO	06/07	Y6	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
MILHO	06/07	Y7	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
MILHO	06/07	Y8	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
MILHO	06/07	Y9	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
MILHO	06/07	Y10	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
MILHO	06/07	Y11	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
MILHO	07/08	Y1	*	*	*	*	*	ns	*
MILHO	07/08	Y2	*	*	ns	*	ns	ns	*
MILHO	07/08	Y3	*	*	*	ns	ns	ns	*
MILHO	07/08	Y4	*	*	*	ns	ns	ns	*
MILHO	07/08	Y5	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
MILHO	07/08	Y6	ns	ns	ns	*	*	ns	ns
MILHO	07/08	Y7	ns	ns	ns	*	*	ns	ns
MILHO	07/08	Y8	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
MILHO	07/08	Y9	*	ns	ns	*	ns	ns	ns
MILHO	07/08	Y10	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
MILHO	07/08	Y11	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SORGO	08/09	Y1		ns	ns	ns	ns	ns	ns
SORGO	08/09	Y2		ns	ns	ns	ns	ns	ns
SORGO	08/09	Y3		ns	ns	ns	ns	ns	ns
SORGO	08/09	Y4		ns	ns	ns	ns	ns	ns
SORGO	08/09	Y5		ns	ns	ns	ns	ns	ns
SORGO	08/09	Y6		ns	ns	ns	ns	ns	ns
SORGO	08/09	Y7		ns	ns	ns	ns	ns	ns
SORGO	08/09	Y8		ns	ns	ns	ns	ns	ns
SORGO	08/09	Y9		ns	ns	ns	ns	ns	ns
SORGO	08/09	Y10		ns	ns	ns	ns	ns	ns
SORGO	08/09	Y11		ns	ns	ns	ns	ns	ns

* = Contraste significativo em nível de 5% de probabilidade de erro; ns = contraste não significativo.

Em função das diversas fontes avaliadas observa-se na tabela 5 que a análise estatística de contrastes mostra um aproveitamento diferenciado para o acúmulo dos nutrientes nas culturas de feijão, milho e sorgo. Na tabela 6 verifica-se que, em média, dos nutrientes estudados o N foi o que apresentou maior tendência de acúmulo na parte aérea das culturas avaliadas seguido do K, Ca, Mg e P. De modo geral, os maiores acúmulos de nutrientes durante os períodos agrícolas de 2005 a 2009 foram observados nos tratamentos 3, 4, 5, 7, 11 e 12 correspondente as doses de $10 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ DLS + CN, $20\text{m}^3\text{ha}^{-1}$ DLS, $20\text{m}^3\text{ha}^{-1}$ DLS + CN, $30 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ DLS + CN, 2 t ha^{-1} EP + CN e adubação mineral, respectivamente.

O acúmulo do N na matéria seca do feijão (2005) apresentou diferença no contraste Y1 (efeito da aplicação de adubação) quando foram aplicados diferentes adubos orgânicos e minerais. No entanto, a análise do contraste Y2 (efeito do DLS vs EP) indicou diferença com a aplicação de 10, 20 e $30 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ com CN e SN mineral em cobertura sobre o acúmulo de N na parte aérea do feijoeiro. A aplicação das doses de 20 e $30 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ de dejetos líquidos de suíno sem complementação mineral (contraste Y7) incrementaram o acúmulo de N na parte aérea do feijoeiro em 42,61 e $23,90 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente, em relação à testemunha (Tabela 6). Para cada m^3 de dejetos aplicado o incremento no acúmulo de N para as doses acima citadas foram de 2,13 e 1 kg ha^{-1} obtendo-se um valor médio de $1,56 \text{ kg ha}^{-1}$ para esse período agrícola. Por outro lado, considerando-se a quantidade média de N aplicado via dejetos nessas doses, obtém-se o valor de $2,8 \text{ kg ha}^{-1}$ (Tabela 3) por m^3 . Para cada quilo de N aplicado via esses adubos orgânicos houve um incremento de $0,55 \text{ kg ha}^{-1}$ para a cultura do feijão.

Este valor pode estar associado com o resultado obtido na análise do dejetos líquidos de suíno, onde na dose de $20 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ se encontrou 56 kg ha^{-1} de N em base seca, superando o valor encontrado para a dose de $10 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ (28 kg ha^{-1} de N) e sendo inferior a dose de $30 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ (84 kg ha^{-1} de N) (Tabela 3). Seria esperado que a maior dose apresentasse maior teor de N total no tecido, entretanto, isto não foi observado neste estudo, o que pode estar relacionado a uma resposta quadrática. Com isso, a dose de $20 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ já foi eficiente em suprir a necessidade nutricional requerida pela planta, já que foi a dose mais próxima à recomendação mineral nesse ano agrícola. Resultado semelhante foi encontrado por Araújo (2000) avaliando a mesma dose para a cultura do feijão. O trabalho de Alves (1999) e o de Andrade (1999) mostraram que a cultura do feijão pode ter sua demanda nutricional atendida

por adubos orgânicos e minerais. Além disto, os autores destacam que o N é um nutriente absorvido em elevada quantidade e que, aproximadamente, 50% do N total absorvido é exportado para os grãos e o restante permanece no solo como resíduos culturais (OLIVEIRA et al., 1996) podendo ser aproveitado por culturas sucessivas.

Os acréscimos no acúmulo de N na matéria seca para o primeiro cultivo do milho não apresentaram diferença quando avaliado diferentes adubos orgânicos e minerais. No entanto, no segundo ano agrícola da cultura do milho (2007/2008) houve efeito da aplicação da adubação nos diferentes tratamentos (contraste Y1). Observou-se que a utilização de adubação orgânica via dejetos líquidos de suíno complementado com adubação mineral (contraste Y3) foi mais eficiente para o incremento do N na parte aérea do milho, os quais apresentaram acréscimo no acúmulo de 48,6; 63,52; e 80,01 kg ha⁻¹ (Tabela 6) para as doses 10, 20 e 30 m³ ha⁻¹ DLS + CN. Considerando as médias dos dois anos de cultivo do milho, o acúmulo de N na parte aérea foi duas vezes maior no segundo ano. Isto se justifica pela quantidade de N aplicado via dejetos de suínos que foi próximo a recomendação da adubação mineral para esse ano agrícola. Almeida (2000) ao aplicar doses crescentes de dejetos líquidos de suíno em sucessão a aveia preta constatou incremento no teor de N pelo milho. Büll (1993) também verificou maior acúmulo de N no milho em relação aos demais macronutrientes. Giacomini et al. (2005) avaliando a cultura do milho em um solo próximo a área experimental do presente experimento observaram incremento no acúmulo de N pelas plantas quando utilizadas doses crescentes de dejetos líquidos de suíno.

A aplicação de dejetos de suíno constitui uma prática comum em culturas anuais como o feijão e milho. Estas culturas são produzidas, em geral, em minifúndios onde paralelamente se desenvolve a suinocultura (TISOTT et al., 1997), constituindo-se, desta maneira, numa excelente fonte de nutrientes disponíveis às plantas. No Brasil, o efeito fertilizante dos dejetos de suínos sobre o acúmulo de nutrientes e produtividade das culturas de interesse econômico (milho) é relativamente conhecido nos diferentes manejos de solo, sobretudo no acúmulo de N no milho (SCHERER et al., 1998). Entretanto, é interessante destacar a importância de maiores estudos que visem doses com quantidades adequadas de nutrientes, já que a aplicação excessiva pode causar poluição ambiental, deixando de atuar como fertilizante e passando a ser poluidor ambiental (GATIBONI et al., 2008).

Apesar do esterco de peru ter se mostrado menos eficiente que o dejetivo líquido de suíno para o acúmulo do N na parte aérea das plantas de feijão e milho, ainda pode ser considerado uma fonte de nutrientes para as plantas, desde que complementado com adubação mineral, como demonstrado no contraste Y4 para os anos agrícolas de 2005 a 2006 e de 2007 a 2008. Os dados deste trabalho mostram um incremento no acúmulo de N na parte aérea do feijão de 30,98 e 14,07 kg ha⁻¹ (Tabela 6) quando se utilizou complementação mineral para dose de 1 e 2 t ha⁻¹, respectivamente, em relação a testemunha. Para o segundo ano do milho (2007-2008), o aumento de acúmulo de N na parte aérea foi de 64,85 e 52,3 kg ha⁻¹ (Tabela 6) para as doses de 1 e 2 t ha⁻¹ com complementação de N mineral, respectivamente, em relação a testemunha.

Desta forma, é mais interessante pensar na utilização do esterco de peru quando houver grande disponibilidade e quantidade deste resíduo orgânico na propriedade rural, ou então, como uma alternativa ambientalmente correta de destinação final deste resíduo, evitando contaminação de corpos da água, nascentes e riachos (SEGANFREDO, 2002). Contudo, necessita-se ampliar os estudos de interação entre doses de adubos orgânicos combinados com complementação mineral para diminuir desperdícios e evitar efeitos fitotóxicos já que elevadas doses causam desequilíbrios nas relações entre nutrientes (RODRIGUEZ; CASALI, 1999).

O acúmulo de N na parte aérea do sorgo no ano agrícola de 2008 a 2009 não se mostrou significativo. Isto pode estar relacionado às interações dos fatores solo/planta/condições climáticas, os quais foram diferentes dos demais períodos avaliados. Resultados semelhantes são relatados por Basso (2003) que observou variação na resposta da aplicação de resíduos orgânicos em função das interações dos fatores edafoclimáticas.

A maioria dos trabalhos visa avaliar o potencial fertilizante do dejetivo líquido de suíno dando enfoque principal ao N. Isto porque esse nutriente constitui mais exigido pelas culturas de interesse comercial, bem como por estar presente em concentrações elevadas no próprio dejetivo e pela sua dinâmica complexa no solo.

O acúmulo de P na parte aérea do feijão (2005) e do milho para três anos agrícolas mostrou-se significativo através da análise do contraste Y1 com a aplicação da adubação orgânica e mineral. Na parte aérea do feijoeiro o acúmulo de P apresentou diferença com o contraste Y2 e Y3 alcançando incremento de 6,02;

2,62; 6,21 para as doses de 10, 20 e 30 m³ha⁻¹ DLS + CN (Tabela 6). No primeiro ano da cultura do milho somente o contraste Y2 (DLS vs EP) mostrou-se significativo sobre o acúmulo de P na parte aérea aplicando doses crescentes de dejetos líquidos de suíno. O segundo ano da cultura do milho apresentou diferença no contraste Y2 aplicando doses crescentes de dejetos de suínos com e sem complementação de adubação mineral em cobertura, apresentando incremento no acúmulo de P na parte aérea do milho. No entanto, o contraste Y7 e Y8 demonstra que as doses isoladas de 20, 30 m³ha⁻¹ DLS apresentaram incremento de 13,60; 8,24 kg ha⁻¹ (Tabela 6), respectivamente, em relação à testemunha. Por outro lado, o contraste Y9 mostra que nas doses de 20, 30 m³ha⁻¹ DLS, porém, complementadas com N mineral em cobertura apresentaram incremento de 9,59; 13,81 kg ha⁻¹ (Tabela 6). Analisando o contraste Y6 o esterco de peru se mostrou significativo sobre o acúmulo de P na parte aérea do milho apresentando incremento em relação da testemunha de 10,09 kg ha⁻¹ para dose de 2 t ha⁻¹ de EP + CN.

Esses dados são semelhantes aos relatados por Carmo et al. (2003) que obtiveram maior acúmulo no tratamento que utilizava adubação orgânica complementada com adubação mineral. Provavelmente a utilização conjunta do DLS e EP + CN tenha contribuído, de forma sinérgica, na disponibilização e absorção deste elemento. Já Durigon et al. (2002) ao estudarem dose isolada de 20 e 40 m³ ha⁻¹ DLS observaram acúmulo de fósforo de 216 e 292 kg ha⁻¹ na matéria seca da pastagem após 48 meses de avaliação.

Depois do N o K foi o nutriente que promoveu maiores acúmulos nas culturas avaliadas, mostrando-se significativo (contraste Y1) somente para o terceiro ano agrícola (2007-2008) na cultura de milho. A aplicação de doses isoladas, iguais e superiores a 20 m³ha⁻¹ de DLS e a aplicação de 2 t ha⁻¹ de EP + CN (contraste Y6, Y7) mostraram incrementos na parte aérea do milho na ordem de 51,95 e 54,67 kg ha⁻¹, respectivamente, em relação a testemunha (Tabela, 6). Esses resultados concordam com os obtidos por Silva (2005). Segundo relatado pelo autor isto pode estar associado ao próprio teor deste elemento nos resíduos orgânicos e pela alta disponibilidade tanto na fonte orgânica como na fonte mineral. Nesse ano agrícola o teor de K encontrado nos dejetos na dose de 20 m³ha⁻¹ de DLS é equivalente a recomendação mineral. Por sua vez o teor de potássio encontrado no esterco de peru superou a recomendação mineral mostrando um aumento linear no acúmulo de potássio.

O acúmulo de cálcio na matéria seca não diferiu entre si em nenhum dos períodos agrícolas avaliados para as culturas de feijão, milho e sorgo. A quantidade de cálcio aplicada nas diferentes doses via adubação orgânica (DLS e EP) possivelmente supriu as necessidades das plantas. Silva (2005) não observou aumento nos teores de cálcio na matéria seca em pastagens ao utilizar cama de frango e cama de peru com adubação mineral. Estes resultados diferem dos encontrados no trabalho de Carmo et al. (2003) que constataram diferença entre os tratamentos quando aplicado resíduos orgânicos associados com adubação mineral. Já o acúmulo de magnésio na parte aérea das plantas de feijão, milho e sorgo se mostraram significativo (contraste Y1) somente no período agrícola 2007 a 2008, quando implantada a cultura do milho. A aplicação de dejetos líquidos de suíno de maneira isolada e complementada com adubação mineral mostrou-se eficiente para o acúmulo deste nutriente (contraste Y2). Com o contraste Y3 se obteve incremento de 22,54; 24,51 e 34,38 kg ha⁻¹ para as doses de 10, 20 e 30 m³ha⁻¹ de DLS + CN em cobertura (Tabela 6). No contraste Y4 se observou que a aplicação da dose de 1 e 2 t ha⁻¹ de EP + CN em cobertura acrescentaram 13,82 e 22,23 kg ha⁻¹ (Tabela 6). Isto ocorreu provavelmente por que as fontes orgânicas disponibilizam o Mg mais lentamente (SILVA, 2005) associado ao teor deste elemento no dejetos líquidos de suíno e esterco de peru em quantidades consideráveis como descrita na tabela 3.

Tabela 6. Média da aplicação da adubação orgânica e mineral na produção de grãos, matéria seca e acúmulo de nutrientes para as culturas do feijão, milho e sorgo avaliadas durante os anos agrícolas de 2005 a 2009.

CULTURA	ANO	TRATAMENTO	Produtividade (kg ha ⁻¹)	MS (kg ha ⁻¹)	N (kg ha ⁻¹)	P (kg ha ⁻¹)	K (kg ha ⁻¹)	Ca (kg ha ⁻¹)	Mg (kg ha ⁻¹)
FEIJÃO	05	T1	1595	2455	49,00	10,32	54,02	55,30	36,56
FEIJÃO	05	T2	1796	2812	58,89	13,53	71,07	69,70	48,66
FEIJÃO	05	T3	1856	3738	84,27	16,35	73,79	82,12	59,26
FEIJÃO	05	T4	1923	3443	91,61	12,51	73,68	74,15	48,06
FEIJÃO	05	T5	1895	2924	70,60	12,94	60,64	56,57	39,24
FEIJÃO	05	T6	1859	3496	72,90	16,09	83,14	63,46	44,76
FEIJÃO	05	T7	2223	3634	85,76	16,53	83,58	71,73	49,67
FEIJÃO	05	T8	1814	2556	45,23	11,58	64,28	55,98	33,62
FEIJÃO	05	T9	1834	2961	79,98	11,80	64,22	62,61	40,53
FEIJÃO	05	T10	1643	3061	61,57	12,06	75,98	62,56	37,22
FEIJÃO	05	T11	2076	3431	63,07	14,46	90,46	75,20	51,33
FEIJÃO	05	T12	1893	3206	80,37	11,89	77,89	56,62	44,69
MILHO	06/07	T1	2397	4825	64,02	12,84	66,59	51,15	54,66
MILHO	06/07	T2	2408	6290	82,04	16,98	83,09	65,62	60,79
MILHO	06/07	T3	2998	6475	93,74	15,70	70,42	66,31	53,15
MILHO	06/07	T4	2912	6105	101,11	11,41	79,57	61,52	57,58
MILHO	06/07	T5	3121	7060	104,73	14,05	93,21	62,13	62,77
MILHO	06/07	T6	3635	6721	92,03	15,14	82,36	63,64	62,29
MILHO	06/07	T7	3815	7631	86,44	18,24	92,06	82,78	65,43
MILHO	06/07	T8	2376	5349	64,15	10,47	68,56	48,50	42,48
MILHO	06/07	T9	2358	5025	74,66	9,25	62,88	55,97	48,56
MILHO	06/07	T10	2168	5735	80,79	8,01	62,22	49,88	45,10
MILHO	06/07	T11	3013	6444	90,57	15,20	87,86	64,52	57,80
MILHO	06/07	T12	2360	5673	58,85	12,69	68,54	68,44	56,85
MILHO	07/08	T1	361	3565	27,56	10,49	42,21	3,84	14,80
MILHO	07/08	T2	1073	5463	42,88	14,50	59,90	8,14	25,05
MILHO	07/08	T3	2658	7773	76,16	17,97	67,65	14,65	37,34
MILHO	07/08	T4	1100	8919	61,75	24,09	94,16	17,75	40,20
MILHO	07/08	T5	4156	8974	91,08	20,38	81,84	13,61	39,31
MILHO	07/08	T6	1558	8350	56,43	18,73	81,38	15,48	32,75
MILHO	07/08	T7	5101	10633	107,57	24,30	89,85	17,92	49,18
MILHO	07/08	T8	1141	5206	40,50	15,53	65,07	8,37	20,38
MILHO	07/08	T9	2571	8194	92,41	13,27	64,87	8,73	28,62
MILHO	07/08	T10	655	5811	45,21	15,92	69,78	7,61	20,39
MILHO	07/08	T11	3357	9139	79,86	20,58	96,88	14,49	37,03
MILHO	07/08	T12	2514	7626	80,75	15,68	79,19	11,78	28,71
SORGO	08/09	T1		7459	90,42	11,44	41,02	40,54	30,57
SORGO	08/09	T2		7232	100,07	12,95	50,58	34,34	27,51
SORGO	08/09	T3		8637	120,88	12,35	40,72	45,99	35,54
SORGO	08/09	T4		7798	93,00	12,52	39,79	37,04	33,13
SORGO	08/09	T5		8142	95,34	12,34	36,39	39,23	27,42
SORGO	08/09	T6		8468	105,67	13,57	48,18	41,48	39,16
SORGO	08/09	T7		7958	105,16	11,79	27,73	39,80	31,78
SORGO	08/09	T8		7819	107,05	11,89	41,42	43,47	33,68
SORGO	08/09	T9		8588	97,61	13,53	51,66	49,89	47,60
SORGO	08/09	T10		8487	108,70	12,95	53,66	42,36	32,52
SORGO	08/09	T11		8843	118,76	14,28	50,20	46,62	36,6
SORGO	08/09	T12		9375	131,55	16,71	81,44	57,23	30,19

*= Contraste significativo em nível de 5% de probabilidade de erro; ns = contraste não significativo.

6.1.1 Aproveitamento de nutrientes pelas plantas de feijão, milho e sorgo aplicados via adubação orgânica e mineral.

Quando foi aplicado adubo orgânico e mineral o aproveitamento de N, P e K pelas plantas de feijão, milho e sorgo foi maior com a aplicação das menores doses ($10 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ e $20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ sem e com complementação de N mineral em cobertura) de dejetos líquidos de suínos e esterco de peru para as doses avaliadas (Tabela 7). Estes resultados mostram semelhanças aos resultados observados por Basso (2003) ao estudar doses crescentes de dejetos líquidos de suíno em solo semelhante na sucessão de culturas de aveia preta/milho/nabo forrageiro. O autor observou que os comportamentos das plantas sofreram efeitos depressivos de nutriente nas doses altas o que está relacionada com a resposta quadrática a adubação. O baixo aproveitamento do N aplicado referente às doses mais elevadas de adubos orgânicos enfatiza a importância de ajustar as aplicações de fertilizantes para o mais próximo possível da quantidade requerida pela cultura (FERNANDEZ, 1999).

Neste estudo, se observou valores crescentes de aproveitamento de N pelas culturas avaliadas durante os quatro anos agrícolas, em função das doses dos adubos orgânicos utilizadas na presença e ausência da adubação mineral, embora, apresentando níveis mais elevados na ausência da complementação. Possivelmente ocorreu o aproveitamento total de todos os nutrientes aplicado via adubação orgânica, ao longo dos quatro anos o aproveitamento não é total porque este nutriente está sujeito a várias transformações, tanto na esterqueira quanto no solo, ocorrendo perdas consideráveis no sistema solo-planta. Isto se relaciona com o que Caron et al. (2002) observaram utilizando dejetos de suínos na cultura do trigo. Os autores obtiveram maior aproveitamento do N podendo substituir parcialmente a adubação mineral. Castamann (2005) utilizando a dose de $31,3 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ de DLS constatou 40% de eficiência para a cultura de trigo. Possivelmente, esta situação ocorre porque os adubos orgânicos fornecem o N e outros elementos minerais de maneira gradual.

Tabela 7. Aproveitamento pelas plantas de feijão, milho e sorgo das quantidades de N, P e K aplicadas via adubação orgânica e mineral em quatro anos agrícolas (2005-2009).

Dose de DLS e EP $m^3 ha^{-1}$, tha^{-1}	Quantidade aplicada				Quantidade absorvida				Aproveitamento ⁽¹⁾			
	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano
	Nitrogenio $kg ha^{-1}$								%			
0					49,00	64,02	27,56	90,42				
10	28	25	17	11	9,89	18,02	15,32	9,65	35,32	72,08	90,11	87,72
10	58	85	77	66	35,27	29,72	48,60	30,46	60,81	34,96	63,11	46,15
20	56	50	34	22	42,61	37,09	34,19	2,58	76,08	74,18	100	11,72
20	86	110	94	77	21,60	40,71	63,52	4,92	25,11	37,00	67,57	6,38
30	84	75	52	33	23,90	28,01	28,87	15,25	28,45	37,74	56,60	46,21
30	114	135	112	88	36,76	22,42	80,01	14,74	32,24	16,60	72,08	16,75
1	107,70	107,70	107,70	107,70	3,77	0,13	12,94	16,63	3,50	0,12	11,98	15,44
1	137,70	167,70	167,70	162,70	30,98	10,64	64,85	7,19	22,49	6,34	38,67	4,41
2	215,40	215,40	215,40	215,20	12,57	16,77	17,65	18,28	5,83	7,78	8,19	8,48
2	245,40	275,40	275,40	270,40	14,07	26,55	52,30	28,34	5,73	9,64	18,99	10,48
Adubação mineral	50	90	90	75	31,37	5,17	53,19	41,13	39,21	5,74	59,10	54,84
	Fósforo $kg ha^{-1}$								%			
0	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano
0					10,32	12,84	10,49	11,44				
10	48,21	15,12	11,09	11,69	3,21	4,14	4,01	1,51	6,65	27,38	36,15	12,91
10	48,21	15,12	11,09	11,69	6,03	2,86	7,48	0,91	12,50	18,41	67,44	7,78
20	96,43	30,24	22,19	23,38	2,19	1,43	13,60	1,08	2,27	4,72	61,28	4,61
20	96,43	30,24	22,19	23,38	2,62	1,21	9,89	0,90	2,71	4,00	44,56	3,84
30	143,31	45,36	33,29	35,08	5,77	2,30	8,24	2,13	4,02	5,07	24,75	6,07
30	143,31	45,36	33,29	35,08	6,21	5,40	13,81	0,35	4,33	11,90	41,48	0,99
1	32,90	32,90	32,90	32,90	1,26	2,37	5,04	0,45	3,64	7,20	15,31	1,36
1	32,90	32,90	32,90	32,90	1,48	3,59	2,78	2,09	4,49	10,91	8,44	6,35
2	65,78	65,78	65,78	65,78	1,74	4,83	5,43	1,51	2,64	7,34	8,75	2,29
2	65,78	65,78	65,78	65,78	4,14	2,36	10,08	2,84	6,29	3,58	15,33	4,31
Adubação mineral	40	45	45	130	1,57	0,15	5,19	5,27	3,92	0,33	11,53	4,05
	Potássio $kg ha^{-1}$								%			
0	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano
0					54,02	66,59	42,21	41,02				
10	14,40	25,01	14,95	4,40	17,05	16,50	17,69	9,56	118,40	65,97	118,32	140,90
10	14,40	25,01	14,95	4,40	19,77	3,83	25,44	0,3	137,29	15,31	170,16	123,86
20	28,81	50,02	29,91	8,81	19,66	12,98	51,95	1,23	68,24	20,73	173,68	39,72
20	28,81	50,02	29,91	8,81	6,22	26,62	39,63	4,63	0,93	21,95	132,42	14,86
30	42,82	75,03	44,87	13,22	29,12	15,77	39,17	7,16	53,90	16,64	87,29	54,16
30	42,82	75,03	44,87	13,22	29,56	25,47	47,64	13,29	38,36	42,15	106,17	100,52
1	38,31	38,31	38,31	38,31	10,26	1,97	22,86	0,40	1,77	6,91	59,67	1,04
1	38,31	38,31	38,31	38,31	10,20	3,71	22,66	10,64	19,08	15,58	59,14	27,77
2	76,63	76,63	76,63	76,63	21,96	4,37	27,57	12,64	9,47	1,65	35,97	16,49
2	76,63	76,63	76,63	76,63	36,44	21,27	54,67	9,18	47,55	17,44	71,34	11,97
Adubação mineral	50	30	30	75	23,87	1,95	36,98	40,42	47,47	6,5	82,17	53,89

¹ Aproveitamento do N, P e K do dejetto líquido de suíno, esterco de peru e mineral = (absorvido nas respectivas doses - absorvido na testemunha)/adicionado via dejetto

Comparando o aproveitamento do P com o do N e K observam-se menores percentuais de aproveitamento do primeiro elemento. Isto pode estar relacionado a baixa solubilidade do P, principalmente, o contido nos resíduos orgânicos, o qual não está disponível (SCHERER et al., 1996) às plantas (BALDISSERRA, 1991). Com a ação de microrganismos (ALEXANDRE, 1977) o P-orgânico de aplicações anteriores estaria disponível para o segundo (2006-2007) e terceiro (2007-2008) ano de cultivo, o que possivelmente ocorreu neste experimento. Seu melhor aproveitamento foi observado na dose de $10\text{m}^3\text{ha}^{-1}$ com e sem complementação mineral, respectivamente. Desta forma, infere-se que os menores percentuais de aproveitamento do P provavelmente estão relacionados à ausência de sincronismo com a época de maior demanda das culturas avaliadas. DURIGON et al. (2002), sugere que esses baixos percentuais de aproveitamento do P aplicado nas diferentes doses do dejetos líquido de suíno adicionado ao sistema estão em quantidades acima das requeridas pelas plantas, acumulando-se no solo.

Os percentuais de aproveitamento de K com o uso de 10 e $20\text{m}^3\text{ha}^{-1}$ com e sem complementação mineral foram significativos. No terceiro período agrícola (2007-2008) onde foi implantada a cultura do milho, os aproveitamentos alcançaram percentagens superiores até 173,68% para a dose de $20\text{m}^3\text{ha}^{-1}$ DLS. Com essa mesma dose Durigon et al. (2002) encontraram 45 % de aproveitamento. Neste trabalho pode-se atribuir este comportamento diferenciado a alta necessidade das culturas para seu desenvolvimento, como também aos longos períodos de estiagem ocorridos neste ano. Fisiologicamente, pode ter havido maior necessidade da planta em absorver o K pela função deste nutriente desempenhar papel importante na abertura e fechamento de estômatos, diminuindo as perdas de água e conseqüentemente aumentando a sua tolerância ao estresse hídrico. Associado a isto, os dejetos de suínos apresentam a vantagem de facilidade na disponibilização do K, já que pela própria característica do elemento encontra-se em sua totalidade na forma mineral, logo após sua aplicação.

Portanto, através dos resultados obtidos observa-se que do ponto de vista nutricional das plantas que o importante não é o teor de nutrientes presentes nos resíduos orgânicos, mas sim, a presença, quantidade e forma dos nutrientes (Scherer et al., 1994). Deste modo, deve-se tomar precaução com o uso continuado de resíduos orgânicos (dejetos), por anos ou décadas, já que o acúmulo de P e K mencionado por (Scherer et al., 1996) podem ocasionar desbalanços de nutrientes

acarretando deficiências de outros nutrientes. Além disto, podem ocorrer impactos ambientais indesejáveis ocasionando desequilíbrios químicos e biológicos no solo e conseqüentemente, diminuindo sua produtividade (SEGANFREDO, 2006).

6.2 Efeito residual da adubação orgânica e mineral aplicadas durante quatro anos agrícolas na sucessão das culturas de feijão-aveia preta/milho-aveia preta/milho-aveia preta/sorgo-aveia preta.

Durante o inverno foi avaliado o efeito residual da adubação orgânica e mineral utilizando a cultura de aveia preta, que ocupa áreas expressivas durante esse período no estado do RS devido sua boa adaptação aos solos e clima desta região; é a espécie usada como cobertura de solos que oferece rusticidade e capacidade de produzir quantidades elevadas de matéria seca, proporcionando boa ciclagem dos nutrientes (NEVES et al., 1999). A grande capacidade da aveia preta em extrair N do solo foi relatada por Aita (1997) que obteve resultados que variaram de 42 a 150 kg de N ha⁻¹. Isto demonstra a importância da cultura na ciclagem dos nutrientes, principalmente, o N contido nos resíduos orgânicos. Por outro lado, utilizando esterco de diferentes origens, o efeito residual dos mesmos se torna interessante no longo prazo, como pode ser observado neste experimento, o qual pode fornecer importantes informações sobre o potencial de liberação de nutrientes pelos adubos orgânicos nos cultivos subsequentes (FIGUEROA, 2008) constituindo uma alternativa na busca de doses equilibradas para as culturas de interesse comercial.

Na tabela 8 são apresentados os resultados dos contrastes para a cultura de aveia durante os anos de 2006 a 2009 onde se avaliou a eficiência residual da aplicação de adubos orgânicos e minerais na produção de matéria seca. Constatou-se um aumento especificamente na adubação orgânica oriundas de dejetos líquidos de suíno com a presença e a ausência de adubação mineral aplicadas na semeadura do verão. Estas revelaram efeito significativo para o contraste Y1, dos resíduos deixados no solo pela adubação orgânica complementada com N mineral em cobertura (DLS+CN) aplicada no segundo ano agrícola sobre a produção de matéria seca da aveia.

Tabela 8. Contraste definidos na Tabela 4 para a cultura de aveia durante os anos agrícolas de 2006 a 2009 na eficiência da aplicação da adubação orgânica e mineral para a produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes.

ANO	CONTRASTE	MS (kg ha ⁻¹)	N (kg ha ⁻¹)	P (kg ha ⁻¹)	K (kg ha ⁻¹)	Ca (kg ha ⁻¹)	Mg (kg ha ⁻¹)
2006	Y1	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2006	Y2	ns	*	ns	ns	ns	*
2006	Y3	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2006	Y4	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2006	Y5	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2006	Y6	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2006	Y7	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2006	Y8	ns	ns	ns	ns	ns	*
2006	Y9	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2006	Y10	ns	*	ns	ns	ns	ns
2006	Y11	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2007	Y1	*	ns	*	ns	ns	ns
2007	Y2	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2007	Y3	*	ns	*	ns	ns	ns
2007	Y4	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2007	Y5	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2007	Y6	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2007	Y7	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2007	Y8	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2007	Y9	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2007	Y10	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2007	Y11	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2008	Y1	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2008	Y2	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2008	Y3	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2008	Y4	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2008	Y5	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2008	Y6	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2008	Y7	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2008	Y8	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2008	Y9	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2008	Y10	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2008	Y11	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2009	Y1	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2009	Y2	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2009	Y3	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2009	Y4	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2009	Y5	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2009	Y6	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2009	Y7	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2009	Y8	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2009	Y9	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2009	Y10	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2009	Y11	ns	ns	ns	ns	ns	ns

*Contraste significativo em nível de 5% de probabilidade de erro; ns = contraste não significativo.

Considerando a média dos incrementos da produtividade da matéria seca da aveia esta foi 2,42 vezes superior de aplicações anteriores de 10, 20 e 30 m³ha⁻¹ de DLS + CN em cobertura (contraste Y3) em relação às doses isoladas. Provavelmente, os incrementos correspondem ao efeito residual das adubações anteriores, refletindo em efeitos diferenciados no residual de nutrientes no solo. Isto possivelmente conduziu a ciclagem dos elementos no sistema.

A tabela 9 refere-se aos valores médios da eficiência da aplicação de adubos orgânicos e minerais para o acúmulo de nutrientes para a cultura de aveia no período agrícola de 2006 a 2009. Unicamente a aplicação de adubação oriunda de dejetos líquidos de suíno no ano agrícola de 2005 a 2006 (contraste Y2) propiciou efeito residual com ausência e presença da adubação mineral sobre o acúmulo de N na parte aérea da aveia preta. Entretanto, o contraste Y10 para a dose de 20 m³ha⁻¹ + CN mostrou maior efeito residual alcançando 17,55 kg ha⁻¹ de N na aveia preta. Aita et al. (1994) trabalhando com milho e sucessão com leguminosas encontraram maior acúmulo de N na fitomassa da parte aérea do milho do que quando cultivado após aveia preta. Já Sullivan et al. (1991) constataram menor incremento de acúmulo de N na parte aérea da planta de milho cultivado em sucessão ao centeio.

O valor de aproveitamento do N pelas plantas no ano agrícola de 2005 a 2006 alcançou 20,40 % para dose de 20 m³ha⁻¹ de DLS + CN (Tabela 10). Este aproveitamento do N pela aveia possivelmente se deve a ocorrência da aplicação parcelada sendo que na semeadura foi aplicado nitrogênio presente na adubação orgânica e em cobertura o N mineral proveniente da uréia, minimizando desta maneira as perdas de N.

Tabela 9. Valores médios de matéria seca e acúmulo de nutrientes para a cultura de aveia preta avaliada desde o ano agrícola de 2006 a 2009.

ANO	TRATAMENTO	MS (kg ha ⁻¹)	N (kg ha ⁻¹)	P (kg ha ⁻¹)	K (kg ha ⁻¹)	Ca (kg ha ⁻¹)	Mg (kg ha ⁻¹)
2006	T1	3260	37,97	7,32	38,78	60,80	1,80
2006	T2	3380	41,87	6,75	43,73	56,06	1,56
2006	T3	3860	46,61	6,90	47,06	49,73	1,57
2006	T4	3480	41,48	7,64	42,02	39,73	1,53
2006	T5	4440	55,52	10,90	53,93	90,05	2,28
2006	T6	4530	50,05	11,93	76,98	109,49	2,39
2006	T7	3780	37,88	8,97	64,46	73,64	1,86
2006	T8	3170	36,10	6,88	49,22	36,63	1,11
2006	T9	2640	31,23	7,92	43,18	34,41	1,29
2006	T10	3190	27,92	8,80	53,14	43,54	1,19
2006	T11	3210	31,63	7,58	61,61	41,40	1,24
2006	T12	3500	36,75	8,48	60,29	55,79	1,48
2007	T1	1039	18,60	5,30	35,21	3,85	1,33
2007	T2	1431	23,87	7,11	41,81	5,46	1,81
2007	T3	1987	28,06	9,25	54,91	7,16	2,22
2007	T4	1298	20,91	7,30	40,25	4,77	1,66
2007	T5	2066	30,21	9,21	56,92	7,85	2,43
2007	T6	1628	23,94	7,55	46,84	6,08	1,89
2007	T7	2062	29,75	10,19	59,27	7,55	2,50
2007	T8	1737	29,02	8,30	51,48	6,92	2,12
2007	T9	1826	27,03	8,45	50,47	6,60	2,07
2007	T10	1657	25,93	7,93	51,93	7,01	1,94
2007	T11	1931	28,06	9,16	55,28	7,45	2,23
2007	T12	1532	26,02	6,87	46,49	5,51	1,63
2008	T1	2450	30,52	6,18	49,52	11,29	12,95
2008	T2	2666	30,87	7,98	51,29	15,34	15,73
2008	T3	2500	36,81	6,38	45,01	14,46	13,48
2008	T4	2600	35,51	7,76	48,15	13,37	14,41
2008	T5	2600	31,37	7,97	50,38	13,11	16,15
2008	T6	3100	38,84	8,21	54,67	16,15	16,45
2008	T7	2300	31,08	7,11	43,97	11,91	15,63
2008	T8	2600	30,13	8,09	55,30	14,85	15,20
2008	T9	2700	39,84	7,10	47,52	14,49	14,72
2008	T10	2666	34,26	5,66	47,92	15,88	12,17
2008	T11	3300	49,07	9,59	61,18	17,78	19,84
2008	T12	2850	38,02	7,30	58,22	15,36	14,15
2009	T1	1299	27,11	3,44	10,14	2,67	4,16
2009	T2	1466	39,76	3,57	5,68	2,99	4,63
2009	T3	1429	23,81	3,02	7,39	2,12	3,83
2009	T4	1266	31,77	4,01	11,16	2,36	4,08
2009	T5	1201	26,92	2,52	6,48	2,28	3,18
2009	T6	1336	24,49	3,51	9,37	2,58	3,45
2009	T7	1761	19,38	5,34	11,82	4,19	6,19
2009	T8	1578	34,15	3,41	10,07	2,53	4,23
2009	T9	1599	37,97	4,35	12,62	2,96	5,17
2009	T10	773	41,87	1,76	4,64	1,17	1,77
2009	T11	1705	46,61	4,18	11,00	2,79	4,55
2009	T12	1624	41,48	5,87	24,40	3,59	5,15

Já o poder residual na dosagem de $20 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ ocorre provavelmente, em virtude da formação de complexos orgânicos entre a matéria orgânica e o N-orgânico presente nos DLS sendo uma característica desejável e que auxilia para evitar altas perdas de N. Santo et al., (2001) encontraram maior acúmulo de N ao longo do experimento residual com alface. Os autores atribuíram que o N presente nos resíduos orgânicos resiste à rápida mineralização tornando-se disponível às culturas subsequentes. No entanto, relatam que outros pesquisadores consideram que adubação orgânica não proporciona acréscimo imediato na produtividade das culturas quando comparados a adubos minerais. Porém, apresentam vantagem de maior duração pela liberação mais progressiva de nutrientes suprindo, desta maneira, as plantas com quantidades consideráveis de nutrientes, e conseqüentemente, mantendo a fertilidade natural dos solos.

O solo adubado organicamente repôs, parcialmente, os nutrientes exportados ao final do primeiro cultivo como pode ser constatado pelo acúmulo de P na parte aérea da aveia no ano agrícola de 2007. Isto propiciou efeitos residuais com o aumento das doses aplicadas de DLS + CN. Pela tabela 9 é possível verificar que as doses 10 , 20 e $30 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ proporcionaram incremento de acúmulo de P na parte aérea da aveia de $3,95$; $3,91$ e $4,89 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente, em relação à testemunha.

O aproveitamento do P alcançou o valor de $26,14 \%$ quando considerada a quantidade total aplicada de DLS + CN na dose de $10 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ (tabela 10). Com relação ao fornecimento de nutrientes as plantas Matteuci (1990) comenta que trabalhos realizados por Scherer; Bartz (1981) encontraram efeito residual até o terceiro ano quando aplicado esterco de aves na cultura do feijoeiro. Os autores também observaram aumentos nos teores de P e K do solo estando disponível para as culturas subsequentes.

Os demais períodos agrícolas não apresentaram resposta ao efeito residual das fontes aplicadas para o acúmulo de K e do Ca. Já o Mg foi significativo somente no primeiro ano de sucessão (feijão-aveia) mostrando resposta ao efeito residual ao aplicar as duas fontes orgânicas. Assim, doses crescentes de esterco de peru sem complementação mineral mostraram-se mais eficiente ao comparar com dejetos líquido de suíno (contraste Y2) e apresentaram incremento de $0,69$; $0,61 \text{ kg ha}^{-1}$ para as doses de 1 , 2 t ha^{-1} EP sem complementação de N mineral, respectivamente

(Tabela 9). Entretanto, no contraste Y8 percebe-se que a dose isolada de $20\text{m}^3\text{ha}^{-1}$ DLS obteve um incremento de $0,59\text{ kg ha}^{-1}$ de P.

A partir da análise dos resultados obtidos infere-se que o efeito residual desses nutrientes tem relação com o histórico de uso da área e das condições climáticas do local, situação esta, que não foi favorável durante os anos de 2007 a 2008. Nestes anos ocorreram longos períodos de estiagem o que associado à estratégia de sucessão gramínea/gramínea não favoreceu a resposta residual. Isto demonstra que o uso da rotação de culturas (gramíneas/leguminosas) propicia condições para as gramíneas ciclar nutrientes como o N, os quais as leguminosas são capazes de fixar diretamente do ar (CLARK et al., 1997), beneficiando culturas de inverno (gramíneas) que aproveitam a liberação do N_2 fixado por leguminosas de verão (AITA et al., 2001).

É importante mencionar que a dose aplicada e o teor de matéria dos resíduos orgânicos têm relação direta com a quantidade de nutrientes que são aplicados. Provavelmente por esta razão os dejetos líquidos de suínos apresentaram maior efeito residual, pois através da sua análise laboratorial os resultados apresentaram maiores quantidades de macronutrientes adicionados, principalmente, o P e K. Vidigal et al. (1995) observaram que os efeitos residuais de resíduos orgânicos permaneceram em até três cultivos sucessivos acumulando níveis adequados de macronutrientes nos tecidos foliares. Scherer; Baldissera (1994b) igualmente observaram que a partir do terceiro cultivo, a quase totalidade dos nutrientes aplicados na forma orgânica já se encontrava mineralizado. Isto difere ao encontrado neste estudo, porém, percebe-se que mesmo sem diferença em alguns períodos agrícolas as aplicações crescentes de resíduos de animais (DLS e EP), sobretudo quando complementado com N mineral, continuaram mostrando tendência de incremento para o acúmulo de nutrientes e produção de matéria seca.

Tabela 10. Aproveitamento residual de N, P e K aplicado via adubação orgânica e mineral em quatro anos agrícolas para a cultura da aveia preta.

Dose de DLS E EP m^3ha^{-1} , tha^{-1}	Quantidade aplicada				Quantidade absorvida				Aproveitamento			
	Nitrogenio $kg\ ha^{-1}$				%							
	1 ano	2 ano	3 ano	4 ano	1 ano	2 ano	3 ano	4 ano	1 ano	2 ano	3 ano	4 ano
0					37,97	18,6	30,52	27,11				
10	28	25	17	11	3,9	5,27	0,35	12,65	13,92	21,0	2,05	115
10	58	85	77	66	8,64	9,46	6,29	3,3	14,89	11,13	8,16	5
20	56	50	34	22	3,51	2,31	4,99	4,66	6,26	4,6	14,67	21,18
20	86	110	94	77	17,55	11,61	0,85	0,19	20,40	10,5	0,90	0,24
30	84	75	52	33	12,08	5,34	8,32	2,62	14,38	7,12	16	74,2
30	114	135	112	88	0,09	11,15	0,56	7,73	0,07	8,26	0,5	8,78
1	107,70	107,70	107,70	107,70	1,87	7,33	0,39	7,04	1,73	6,81	0,36	6,53
1	137,70	167,70	167,70	162,70	6,74	9,46	9,32	3,71	4,89	5,64	5,55	2,28
2	215,40	215,40	215,40	215,20	10,05	10,42	3,74	14,56	4,66	4,80	1,73	6,76
2	245,40	275,40	275,40	270,40	6,34	8,43	18,55	11,3	2,58	3,06	6,73	4,17
Adubação mineral	80	90	90	75	1,22	7,42	7,5	4,67	1,52	8,24	8,33	6,22
	Fósforo $kg\ ha^{-1}$				%							
	1 ano	2 ano	3 ano	4 ano	1 ano	2 ano	3 ano	4 ano	1 ano	2 ano	3 ano	4 ano
0												
10	48,21	15,12	11,09	11,69	0,57	1,81	1,8	0,13	1,18	11,97	16,23	1,11
10	48,21	15,12	11,09	11,69	0,42	3,95	0,2	0,42	0,87	26,14	1,8	3,62
20	96,43	30,24	22,19	23,38	0,32	2	1,58	0,57	0,33	6,61	7,12	2,43
20	96,43	30,24	22,19	23,38	3,58	3,91	1,79	0,92	3,71	12,94	8,06	3,93
30	143,31	45,36	33,29	35,08	4,61	2,25	2,03	0,07	3,21	4,96	6,09	0,19
30	143,31	45,36	33,29	35,08	1,65	4,89	0,93	1,9	1,15	10,78	2,79	5,41
1	32,90	32,90	32,90	32,90	0,44	3	1,91	0,03	1,33	9,11	5,80	0,09
1	32,90	32,90	32,90	32,90	0,6	3,15	0,92	0,91	1,82	9,57	2,79	2,76
2	65,78	65,78	65,78	65,78	1,48	2,63	0,52	1,68	2,24	3,99	0,79	2,55
2	65,78	65,78	65,78	65,78	0,26	3,86	3,41	0,74	0,39	5,86	5,18	1,12
Adubação mineral	40	45	45	130	1,16	1,57	1,12	2,43	2,9	3,48	2,48	1,86
	Potássio $kg\ ha^{-1}$				%							
	1 ano	2 ano	3 ano	4 ano	1 ano	2 ano	3 ano	4 ano	1 ano	2 ano	3 ano	4 ano
0					38,78	35,21	49,52	10,14				
10	14,40	25,01	14,95	4,40	4,95	6,6	1,77	4,46	34,37	26,38	11,38	101,36
10	14,40	25,01	14,95	4,40	8,28	19,7	4,51	2,75	57,5	78,76	30,16	65,5
20	28,81	50,02	29,91	8,81	3,24	5,04	1,37	1,02	11,24	10,07	4,58	11,57
20	28,81	50,02	29,91	8,81	15,15	21,71	0,86	3,66	53,83	43,40	2,87	41,54
30	42,82	75,03	44,87	13,22	38,2	11,63	5,15	0,77	89,21	15,50	11,47	5,82
30	42,82	75,03	44,87	13,22	25,68	24,06	5,55	1,68	59,97	32,06	12,36	12,70
1	38,31	38,31	38,31	38,31	10,44	16,27	5,78	0,07	27,25	42,46	15,08	0,18
1	38,31	38,31	38,31	38,31	4,4	15,26	2,00	2,48	11,48	39,83	5,22	6,47
2	76,63	76,63	76,63	76,63	14,36	16,72	1,60	5,5	18,73	21,81	2,08	7,17
2	76,63	76,63	76,63	76,63	22,83	20,07	11,66	0,86	29,79	2,19	15,21	1,12
Adubação mineral	50	30	30	75	21,51	11,28	8,7	14,26	43,02	37,60	29	19,01

¹ Aproveitamento do N, P e K do dejetto líquido de suíno, esterco de peru e mineral = (absorvido nas respectivas doses - absorvido na testemunha)/adicionado via dejetto

No entanto, vale destacar que o aproveitamento dos nutrientes contidos nos adubos orgânicos pelas plantas deve-se considerar a taxa de mineralização e os fatores que afetam o efeito residual de cada nutriente no solo, e no caso do esterco, pode persistir por três ou quatro anos (SCHERER, 1995). Conseqüentemente, a liberação de nutrientes às plantas permitirá aos produtores acesso à insumo de baixo custo proporcionando economia no consumo de fertilizantes minerais (MELLO et al., 2000). Desta maneira, ocorrerá a estabilização ao longo do tempo com aumento gradual da fertilidade do solo e conseqüentemente das produtividades (PAULETTI et al., 2003). Portanto, infere-se que o produtor terá maior aproveitamento dos recursos disponíveis nas propriedades rurais, tornando a aplicação dos dejetos de animais uma alternativa viável (CERETTA et al., 2002), além de reduzir os prováveis impactos ambientais decorrentes do mau gerenciamento destes resíduos.

6.3 Combinação da aplicação de adubos orgânicos e minerais envolvendo a média da sucessão das culturas de feijão-aveia preta/milho-aveia preta/milho-aveia preta/sorgo-aveia preta.

Em regiões de intensiva criação de pequenos animais os adubos orgânicos como o dejetos de suínos e esterco de aves constituem, muitas vezes, a única fonte de nutrientes às culturas. Seu uso representa uma importante prática agrícola por apresentar quantidades consideráveis de nutrientes que às plantas necessitam e, conseqüentemente, os custos de produção diminuem, maximizando os lucros de atividade. Atualmente, no RS se conhece pouco do potencial das diferentes fontes de nutrientes (CERETTA et al., 2005), principalmente sobre os possíveis efeitos na utilização do uso do esterco de ave como fertilizante (FIGUEROA, 2009) em culturas de grãos. Nos últimos tempos a adubação mineral sofreu consideráveis aumentos de preço (WIETHÖLTER, 1994), assim, o produtor passou a ter uma nova visão sobre a utilização dos resíduos orgânicos de diversas origens. Nesta ótica, os resíduos ganharam maior importância, uma vez que normalmente eram descartados nas propriedades, passando a ser utilizado como modificador das condições físicas, químicas e biológicas do solo (EMBRAPA, 2005).

Portanto, é necessário fazer uma avaliação sobre a eficiência de fontes alternativas (DLS e EP) de nutrientes para as culturas (SILVA; SILVA, 1998). Desta

maneira, pode ser observado na tabela 11 que a produtividade de grãos das culturas de feijão e milho se mostrou significativo para o contraste Y1 ao longo do experimento. Uma ressalva importante é que a produtividade dos grãos aumentou com a aplicação dos dois resíduos orgânicos utilizados, na presença e ausência da adubação mineral (contraste Y2) devido, principalmente, ao N presente nos resíduos orgânicos (ERNANI, 1984). Ressaltando também, os altos teores de MS encontrados nos DLS, que significou adicionar ao solo quantidades de nutrientes essenciais que proporcionaram melhores condições às altas produtividades.

Tabela 11. Contraste das culturas avaliadas durante o experimento definidos na tabela 4 da aplicação de adubação orgânica e mineral na produtividade de grãos produção matéria seca e acúmulo de nutrientes.

CONTRASTE	Produtividade (kg ha ⁻¹)	MS (kg ha ⁻¹)	N (kg ha ⁻¹)	P (kg ha ⁻¹)	K (kg ha ⁻¹)	Ca (kg ha ⁻¹)	Mg (kg ha ⁻¹)
Y1	*	ns	ns	*	*	ns	ns
Y2	*	ns	ns	*	ns	ns	ns
Y3	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Y4	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Y5	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Y6	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
Y7	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Y8	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Y9	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Y10	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Y11	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

*= Contraste significativo em nível de 5% de probabilidade de erro. ns= contraste não significativo.

Os tratamentos que receberam doses crescentes de DLS + CN apresentaram-se duas vezes superior quando comparado aos tratamentos que não receberam complementação (contraste Y3). Assim, com a dose de 30 m³ha⁻¹ de DLS + CN se obteve maior produtividade alcançando 3713 kg ha⁻¹ (contraste Y9). Araujo et al. (2001) ao avaliarem dejetos líquidos de suíno associada com adubação mineral observaram incremento de 4,2 t ha⁻¹ na produtividade do feijão. Na cultura de mandioca também foi encontrada maior produtividade ao aplicar adubos orgânicos complementados com adubação mineral (BIBOLINI, 2006). O trabalho de Libardi (2006) apresentou rendimento de 3810 kg ha⁻¹ para a cultura do milho com a aplicação esterco bovino e adubação mineral. Referente ao esterco de peru sob a produtividade de grãos, este mostrou diferença no contraste Y4 quando complementado com adubação mineral alcançando uma superioridade de duas vezes quando comparado aos tratamentos que não receberam complementação.

O acúmulo de N, Ca e Mg na parte aérea das plantas não apresentaram diferença quando foi considerada a média de todas as culturas avaliadas durante os quatro anos agrícolas. A ausência de efeito significativo sobre esses teores, em função das doses da adubação orgânica combinada com N mineral em cobertura (ALVES, 2005) provavelmente pode ter sido decorrente do emprego dos adubos minerais e da presença de nutrientes no solo. Na ausência da complementação mineral igualmente não apresentaram diferença em função das doses utilizadas, podendo-se atribuir o ocorrido aos nutrientes presentes nos resíduos orgânicos juntamente com os existentes no solo, que supriram a exigência nutricional das plantas (KIEHL, 1985)

Na tabela 12 observa-se que o acúmulo de P e o K na parte aérea das plantas mostraram diferença ao aplicar adubos orgânicos (contraste Y1) oriundos de dejetos líquido de suíno e esterco de peru. No entanto, o dejetos líquido de suíno com e sem complementação (contraste Y2) apresentou-se mais eficiente, incrementando 2,64; 2,90; 4,1 kg ha⁻¹ de acúmulo de P para as doses de 10, 20 e 30 m³ha⁻¹ + CN em cobertura, respectivamente. O acúmulo de K mostrou incremento de 21,51 kg ha⁻¹ com aplicação de 2 t ha⁻¹ EP + CN. Desta maneira, os resultados obtidos mostraram o potencial fertilizante dos adubos orgânicos ao incrementar as variáveis estudadas. Os resultados concordam com os estudos de Chiapinotto et al. (2000) que encontraram para a cultura do milho aumento no acúmulo de (N, P e K) na planta, maior produção de MS e aumento na produtividade de grãos com doses crescentes de dejetos líquido de suíno. Por sua vez Durigon (2000) ao avaliar doses de dejetos líquido de suíno observou que os teores de P foram incrementados ao longo do experimento. Igualmente ASSMAN (2007) observou incremento no acúmulo de P e K em pastagem ao aplicar dejetos líquido de suíno durante dois anos.

Tabela 12. Média das diferentes culturas avaliadas na eficiência da aplicação de adubação orgânica e mineral, na produção de grãos, matéria seca e acúmulo de nutrientes.

TRATAMENTO	Produtividade (kg ha ⁻¹)	MS (kg ha ⁻¹)	N (kg ha ⁻¹)	P (kg ha ⁻¹)	K (kg ha ⁻¹)	Ca (kg ha ⁻¹)	Mg (kg ha ⁻¹)
T1	1451	3294,49	44,23	8,36	42,19	28,68	19,61
T2	1759	3842,79	53,68	10,43	51,60	32,21	23,22
T3	2504	4550,17	65,09	11,00	51,00	33,81	25,80
T4	1979	4363,92	59,51	10,49	53,60	31,09	25,09
T5	3057	4676,19	63,23	11,26	54,98	33,85	24,10
T6	2350	4704,03	59,13	11,62	60,37	37,55	24,21
T7	3713	4873,68	60,14	12,46	60,11	38,62	23,61
T8	1777	3752,20	48,30	9,25	50,68	26,47	18,35
T9	2254	4192,11	59,20	9,46	49,68	29,46	23,58
T10	49,62	9,14	52,41	28,76	19,04	3922,93	1489
T11	63,21	11,88	63,70	33,80	26,33	4750,63	2815
T12	60,52	10,50	62,06	33,58	22,63	4423,63	2256

Conforme os resultados obtidos neste estudo, pode-se inferir que a utilização de resíduos orgânicos (DLS e EP) mostrou ser um fertilizante orgânico viável e capaz de incrementar a produtividade de grãos das culturas de feijão e milho. Isto se deve a presença de teores consideráveis de macronutrientes presentes nos adubos orgânicos utilizados e também pela sincronia de liberação e aproveitamento destes dos nutrientes ao longo dos ciclos das culturas. Por esta razão, ao usar adubos orgânicos oriundos de dejetos animais como fertilizantes é importante considerar a quantidade a ser utilizada (ASSMAN, 2007). Além disto, é importante conhecer os níveis de fertilidade do solo e a exigência nutricional das plantas, não esquecendo de analisar aspectos operacionais, econômicos e ambientais envolvidos nesta operação.

7 CONCLUSÕES

A utilização de dejetos líquido de suíno e esterco de peru contribuiu para o incremento na produtividade de grãos de milho e feijão com doses de $30 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ e 2 t ha^{-1} de dejetos líquido de suíno e esterco de peru com complementação de N mineral em cobertura e matéria seca nas culturas de aveia preta e sorgo forrageiro, bem como, para o acúmulo de nutrientes no tecido vegetal.

A taxa de aproveitamento dos nutrientes N, P e K pelo aumento na dose das adubações orgânicas apresentaram incremento até doses intermediárias como a de $10 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ com e sem N mineral em cobertura, indicando que doses maiores, como $30 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ neste caso, além de serem menos eficientes à nutrição das plantas, potencializam o risco de contaminação do solo e da água.

Os efeitos residuais foram maiores com o aumento nas doses das adubações orgânicas, o que ficou evidenciado no acúmulo de N, P e matéria seca da aveia preta, cultivada em sucessão a milho, feijão e sorgo.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C. et al. Espécies de inverno como fonte de nitrogênio para o milho no sistema de cultivo mínimo e feijão em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 18, p. 101 – 108, 1994.

AITA, C. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de cobertura: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura em sucessão. In: FRIES, M. R.; DALMOLIN, R. S. **Atualização em recomendação de adubação e calagem, ênfase em plantio direto**. Santa Maria, RS: [s.n.], 1997. p. 106 – 111.

AITA, C. et. al. Plantas de cobertura de solo como fontes de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, p. 157 – 1165, 2001.

ALMEIDA, A. C. R. **Uso associado de esterco líquido de suínos e plantas de cobertura de solo na cultura do milho**. 2000. 144 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2000.

ALVES, E. U. **Produção e qualidade de sementes de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) em função de fontes e doses de matéria orgânica**. 116 f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Paraíba, Areia, PB, 1999.

ALVES, A.U., **Rendimento do feijão fava (*Phaseolus lunatus* L) em função da adubação mineral**. 65 f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Paraíba, Areia, PB, 2005.

ALEXANDER, M. **Intruccion to soil microbiology**. New York: J. Wiley, 1977. 2 v.

ANDRADE, A. C. D. **Avaliação de linhagens e cultivares de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.), nas condiciones de Areia-PB**. 1999. 39 f. (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Paraíba. Areia, PB, 1999. Monografia.

ANDREOLA, F. et al. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou, mineral influenciando a sucessão feijão/milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 867-874, 2000.

ARAÚJO, J. S. **Produção e qualidade de feijão-vagem adubado com esterco suíno e fertilizante mineral**. 2000. 74 f. Dissertação (Mestrado em produção vegetal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2000.

ARAÚJO, J. S. et al. **Rendimento do feijão-vagem cultivado com esterco suíno e adubação mineral**. *Revista Ceres*, Viçosa, MG, v. 48, n. 278, p. 501 – 510, 2001.

ASSMANN, M.J.; et al. **Acúmulo de nutrientes em pastagem anual de inverno tratada com esterco líquido de suínos em sistema plantio direto.** 2007. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO: conquistas & desafios da ciência do solo brasileira, 31., 2007, Gramado, RS. **Anais...** Gramados, RS: [s.n.], 2007.

BALDISSERRA, I. T. **Utilização do esterco de suínos como fertilizantes.** Chapecó, SC: EMPASC, 1991. 5 p.

BASSO, C. J. **Perdas de nitrogênio e fósforo com aplicação no solo de dejetos líquidos de suínos.** 2003. 125 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa María, RS, 2003.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, p. 105 – 112, 1997.

BIBOLINI, A. **Fertilización Química, Orgánica y Organomineral y su efecto sobre el rendimiento del Maíz y sobre algunas propiedades químicas de un alfisol en San Roque González de Santa Cruz.** Tesis (Ing. Agronómica) - San Lorenzo, PY: Carrera de Ingeniería Agronómica: FCA: UNA, 2006. 70 p.

BISSANI, C. A. et al. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação das culturas.** Porto Alegre, RS: Gênese, 2008. 344 p.

BOWEN, J.; KRATKY, B. El estiércol y el suelo. **Agricultura de las Américas (EE.UU.)**, n. 9, p. 11 – 15, 1986.

BRADY, N.C. **Natureza e propriedade dos solos.** Rio de Janeiro, RJ: F. Bastos, 1989. 878 p.

BUCKMAN, H. O.; BRADY, N. C. **Naturaleza y propiedades de los suelos.** 4. ed. México D.F.: Limusa, 1991. 590 p.

BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. **Cultura do Milho: fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba, SP: Potafós, 1993. p. 147 – 196.

CAMARGO, F. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais.** Porto Alegre, RS: Gênese, 1999. p. 69 – 90.

CARON, B. O. et al. Esterco de suíno como fonte de N para a cultura do trigo em função da dose aplicada. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E

CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 14., 2002, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Agromídia Software Ltda, 2002. 1 CD-ROM.

CARMO, C.A.F. et al. Acúmulo de nutrientes em milho cultivado em nitossolo degradado sob diferentes fontes de adubação. **Magistra**, Cruz das Almas, BA, v. 15, n. 2, jul./dez., 2003.

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

CERETTA, C. A. et al. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 163 – 171, 2002.

CERETTA, C. A. et al. Característica química de solo sob aplicação de esterco líquido de suíno em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 38, n. 6, p. 729-735, jun. 2003.

CERETTA, C. A. Produtividade de grãos de milho, produção de MS e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio na rotação aveia preta/milho/nabo forrageiro com aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 35, n. 6, p. 1287 – 1295, 2005.

CHEVERRY, C. et al. **Distribuição do chorume de suínos e fertilização**. Curitiba, PR: ACARPA, 1986. 43 p.

CHIAPINOTTO, I. C. et al. Esterco líquido de suínos como fertilizante na cultura do milho. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24., 2002, Santa Maria. **Resumos...** Santa Maria, RS: UFSM, 2000.

CLARK, A. J. et al. Kill date of vetch, rye and a vetch-rye mixtures: I.cover crop and corn nitrogen. **Agronomy Journal**, 89:427-434, 1997.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. CQFS RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre, RS, 2007. 400 p.

COSTA, A.M. et al. Estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho tratado com cama de peru. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 73-79, jan./fev. 2008.

COYNE, M. **Microbiologia del suelo**: um enfoque exploratorio. Madrid, ESP: PARANINFO, 2000. 416 p.

DINIZ, B. L. T. **Comparação entre a adubação química e orgânica na cultura de gergelim em condições de sequeiro no nordeste brasileiro**. 2004. 94 f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2004.

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

DURIGON, R.; et al. Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 26, p. 983 – 992, 2002.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de trigo. **Cultivares de trigo para o Brasil**. Passo Fundo, RS: Comunicação Empresarial da Embrapa Trigo, 2005.

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. **Agro práticas ecológicas, adubação orgânica**. [S.l.], 2006 (a).

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

ERNANI, P. R. Necessidade de adição de nitrogênio para o milho em solo fertilizado com esterco de suínos, cama de aves e adubos minerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 8, n. 1, p. 313 – 317, 1984.

_____. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages. SC: [s.n.], 2008. p. 229.

FERNANDES, C. O. M.; OLIVEIRA, P. M. V. Armazenagem de dejetos suínos. In: **Aspectos práticos do manejo de dejetos suínos**. Florianópolis, SC: EPAGRI/EMBRAPACNPSA, 1995. p. 35 – 66.

FERNANDES, L. A. et al. Preparo de solo e adubação nitrogenada na produção de grãos e matéria seca e acúmulo de nutrientes pelo milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n. 9, p. 1691-1698, 1999.

FERREIRA, R.C. **Competitividade do Sistema Agroindustrial Suinícola Brasileiro**. Tese de Mestrado. Piracicaba, SP. ESALQ/USP, 1998. p. 109.

FIGUEROA, E. A. **Avaliação e modelização da dinâmica de carbono e nitrogênio com o uso de dejetos de suínos**. 2008. 129 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Passo Fundo, Passo Fundo, RS. 2008.

FIGUEROA, E. A.; ESCOSTEGUY P. A. V.; WIETHÖLTER, S. Efeito do esterco de ave poedeira no rendimento de grãos de trigo. 2009. In: I simpósio internacional sobre gerenciamento de resíduos de animais. Uso dos resíduos da produção animal como fertilizante. **Anais...** Floraniópolis, SC. 2009.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: [s.n.], 2000. 402 p.

FONTES, P. C. R. Nutrição mineral e adubação. In: PRODUÇÃO de Batata. Brasília, DF: Linha Gráfica, 1987. p. 40 – 55.

GATIBONI, L. C. et al. Formas de fósforo no solo após sucessivas adições de dejetos líquidos de suínos em pastagem natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 4, p. 1753 – 1761, 2008.

GIACOMINI, S. J. **Avaliação e modelização da dinâmica de carbono e nitrogênio com o uso de dejetos de suínos**. 2005. 240 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2005.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C. Cama sobreposta e dejetos líquidos de suínos como fonte de nitrogênio ao milho. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v. 32, n.1, p. 195-205, 2008.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia, processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2000. 642 p.

GRIDI-PADD, I. et al. **Manual do produtor algodoeiro**. São Paulo, SP: [s.n.], 1992. 157 p.

HOFFMANN, I. et al. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote área in northwest Nigeria. **Agric Ecosystems Environ**, v. 86, p. 263 – 275. 2001.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**, Piracicaba, SP: Ceres, 1985. 492 p.

KONZEN, E. A. **Manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA/CNPQA, 1983. 29 p.

KONZEN, E.A. **Manejo e utilização de dejetos animais: aspectos agrônômicos e ambientais**. [S.l.]: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. (Circular Técnica, 63).

KORNDÖRFER, G. H.; LARA-CABEZAS, W. A.; HOROWITZ, N. Eficiência agrônômica de fosfatos naturais reativos na cultura do milho. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 2, p. 391 – 396, 1999.

KONZEN, E.A.; ALVARENGA, R.C. Monitoramento ambiental do uso de dejetos líquidos de suínos como insumo na agricultura: Efeito de doses na produtividade de

milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 2, n. 3, p. 123-131, 2002.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.

LEITE, L. F. C. et al. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 821 – 832, 2003.

LIBARDI, A. **Fertilización Mineral, Orgânica y Organomineral y su efecto sobre el rendimiento del Maíz y algunas propiedades químicas de un alfisol del distrito de San Roque González de Santa Cruz**. Tesis (Ing. Agronómica). San Lorenzo, PY: Carrera de Ingeniería Agronómica. FCA. UMA, 2006. 60 p.

LIMA, R. S. et al. Acúmulo de N, K, Ca, Mg e S na matéria seca da parte aérea de mudas de cajueiroanão-precoce submetidas a níveis crescentes de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, n. 1, v. 25, abr. 2003

MACHADO, L. de O. Adubação nitrogenada. Disponível em: <<http://www.dpv24.iciag.ufu.br/.../Monitor%20Leonardo%20>>. Acesso em: 15 out. 2009.

MALAVOLTA, E.; et al. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo, SP: Pioneira, 1974. 752 p.

MALAVOLTA, E.; ROMERO, J. P. **Manual de adubação**. 2. ed. São Paulo, SP: ANDA, 1975. 338 p.

MALAVOLTA, E. **Abc da adubação**. 5. ed. São Paulo, SP: Ceres, 1989. 292 p.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubações**. São Paulo, SP: Nobel, 200 p. 2002.

MARSCHENER, H. **Mineral Nutrition of Higher plants**. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MARCHESINI, A. et al. A Long-term effects of quality-composttreatment on soil. **Plant and Soil, Dordrecht**, v. 106, p. 253 – 261, 1988.

MARQUES, M. **Transformações do carbono e do nitrogênio no solo e produção de aveia com o uso de dejetos de suínos em plantio direto**. Santa Maria. 2005. 85 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2005.

MATTEUCI, M.; R, H. Avaliação do efeito de resíduos orgânicos de suínos na produção de feijão comum (*Phaseolus vulgaris L*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 20, n. 1. p. 40-44, 1990.

MELO, W. J. 1994. **Matéria orgânica do solo**. Jaboticabal, SP: Universidade Estadual Paulista, 1994. 68 p.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. **Impacto ambiental do uso do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa, 2000. p.109 – 141.

MELLO, S.C.; PEREIRA, H.S., VITTI, G.C. Efeitos de fertilizantes orgânicos na nutrição e produção do pimentão. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.18, n.3, p.200-203, 2000.

MENEZES, R. S. C; SILVA, T. O. **Efeito residual da adubação orgânica na produção de MS e absorção de nutrientes pelo sorgo forrageiro**. Recife: PE.UFPE/DEN, 2005. 4 p.

MIELE, M.; MACHADO, J. S. Levantamento sistemático da produção e abate de suínos- LSPS. Metodologia Abicpes-Embrapa de previsão e acompanhamento da suinocultura brasileira. Série Documentos. **Concórdia: Embrapa Suínos e Aves**, v. 104, p. 1-25, 2006.

MIOLA, G. R. et al. Avaliação da disponibilidade de fósforo no solo para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 5, p. 813 – 819, 1999.

MIYASAKA; OKAMOTO, H. Importancia da materia orgânica na agricultura. In: Encontro sobre materia orgânica do solo: Problemas e soluções, 1992. **Anais...** Botucatu, SP: Faculdade de Ciências Agrônômicas, 1992. 203 p.

MOREIRA, C. R.; SIQUEIRA, M. M.; TAVARES, M. H. F. Influência da adubação orgânica sobre algumas propriedades físicas do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO DO SOLO E DA ÁGUA, 13., Ilhéus, BA, 2000. **Anais...** Ilhéus, Bahia: [s.n.], 2000.

MOURA, W.M. et al. Eficiência nutricional para fósforo em linhagens de pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n. 3, p. 306-312, 2001.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: MG, UFLA, 2002. 626 p.

NEVES, R; FLECK, N. G; VIDAL, R. A. Intervalo de tempo para semeadura de milho pós-dessecação da cobertura de aveia-preta com herbicidas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 4, dez. 1999.

OLIVEIRA, P. A. V. et al. **Manual de manejo e utilização de dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves-CNPISA, 1993. 188 p.

OLIVEIRA, A. M. G.; DANTAS, J. L. L. **Composto Orgânico**. Cruz das Almas, BA: Embrapa-CNPMP, 1995. 12 p.

OLIVEIRA, I. P.; ARAUJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAUJO, R. S. et al. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba, SP: Potafos, 1996. p. 169 – 221.

OLIVEIRA, R. H de. **Efeito residual da adubação NPK sobre acultura do milho pipoca (*Zea mays everta*) em condições de campo**. 1999. 61 f. Dissertação (Mestrado em Manejo de solo e água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 1999.

OLIVEIRA, A. P. et al. Produção e qualidade de sementes de Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivado com esterco bovino e adubo mineral. **Revista brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 102 – 108, 2000.

OLIVEIRA, P. A. V. et al. Efeito estufa. **Suinocultura Industrial**, v. 25, n. 172, p. 16-20, 2003.

OSAKI, F. **Calagem e adubação**. Campinas: Instituto Brasileiro de Ensino Agrícola, 1991. 503 p.

PAULETTI, V. et al. Rendimento de grãos de milho e soja em uma sucessão cultural de oito anos sob diferentes sistemas de manejo de solo e de culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 33, n. 3, p. 491 – 495, 2003.

PERDOMO, C. C. Alternativas para o manejo e tratamento de dejetos suínos. **Suinocultura Industrial**, v. 23, n. 152, jun./jul. 2001.

PEREIRA, E. B. **Efeito da adubação orgânica com composto sobre a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1984. 56 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1984.

PEREIRA, R. P. et al. Adubação Orgânica do Gergelim no Seridó Paraibano. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**. Campina Grande, PB, v. 6, n. 2, p. 515 – 523. 2002.

PIRES, J. F.; JUNQUEIRA, A. M. R. Impacto da adubação orgânica na produtividade e qualidade das hortaliças. **Horticultura Brasileira, Brasília**, v. 19, n. 2, p. 195, 2001.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. 9. ed. São Paulo: Nobel, 1990. 549 p.

QUADROS, V.; FERNANDES, S. B. V.; UHDE, L. T. **Disponibilização de nitrogênio a partir de esterco bovino.** In: REUNIÃO SUL BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 3., 2000. Pelotas, RS. **Anais....** Pelotas, RS: SBCS, 2000. 1 CD-ROM.

RAIJ, B. **Avaliação da fertilidade do solo.** Piracicaba, SP: Potafos: Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo, 1981.

_____. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba, SP: Ceres: Potafós, 1991. 343 p.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Ciência e Tecnologia. Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – **FEPAGRO.** Porto Alegre, RS, 2005. 70 p.

RODRIGUES, E. T.; CASALI, V. W. D. Rendimento e concentração de nutrientes em alface, em função das adubações orgânicas e minerais. **Horticultura Brasileira**, v. 17, p. 125 – 128, 1999.

RUPPENTHAL, V.; CONTE, M. A. Efeito do composto de lixo urbano na nutrição e produção de gladiolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 1, 2005.

SANTOS, R. H. S. et al. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, n. 11, v. 36, nov. 2001.

SCHERER, E.E.; BARTZ,H.R. Efeito da aplicação de esterco de aves e nitrogênio sobre a produção de feijão. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 18., 1981, Salvador. **Resumos...** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1981. p. 58.

SCHERER, E. E. et al. **Efeito da adubação com esterco de suínos, nitrogênio e fósforo em milho.** Florianópolis: EMPASC, 1984. 26 p.

SCHERER, E. E.; CASTILHOS, E. G. Esterco de suínos como fonte de nitrogênio para o milho e feijão da safrinha. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 7, n. 3, set. 1994a.

SCHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T. **Aproveitamento dos dejetos de suínos como fertilizantes.** Concórdia, SC: CNPSA: EMBRAPA, 1994b. 47 p.

SCHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T.; DIAS, L. F. X. Método rápido para determinação da qualidade fertilizante do esterco de suínos a campo. **Agropecuária Catarinense**, v. 8, n. 2, p. 40 – 43, 1995.

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

SCHERER, E. E. **Utilização de esterco de suínos como fonte de nitrogênio: Base para produção dos sistemas milho/feijão e feijão/milho, em cultivos de sucessão.** Florianópolis, SC: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, 1998. 48 p.

SEGANFREDO, M. A. **A aplicação do princípio do balanço de nutrientes, no planejamento do uso de dejetos animais para adubação orgânica.** Concórdia: EMBRAPA-CNPASA, 2001. (Comunicado técnico, n. 291).

_____. Modelo simplificado para avaliação do risco de poluição dos dejetos de suínos utilizados como fertilizante no solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 11., 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia, GO: EMBRAPA-Suínos-Aves, 2002. p. 441 – 442.

SEGANFREDO et al. Visualizando além dos benefícios, na análise do uso dos dejetos de animais como fertilizante. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004. 1 CD-ROM.

_____. **Viabilidade econômico-ambiental do uso de dejetos animais e lodos de esgoto como fertilizante.** Bonito, MS: [s.n.], 2006. 1 CD-ROM. Palestra apresentada na Fertbio 2006.

SEGANFREDO, M. A.; GIROTTO, A. F. **O impacto econômico do tratamento dos dejetos em unidades terminadoras de suínos.** Concórdia: EMBRAPA, 2004. Disponível em: <http://www.porkworld.com.br/porkworld/publicacoes.asp>. Acesso: em 10 junho 2008.

SILVA, J. R.; SILVA, F. J. Eficiência de dois níveis de adubação orgânica com esterco de galinha e bovino no rendimento de milho irrigado em solo Aluvial vértico. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA: AGRICULTURA E SUSTENTABILIDADE NO SEMI-ÁRIDO, 12., Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: SBCS, 1998. p. 114 – 115.

SILVA, E. C.; SILVA FILHO, A. V.; ALVARENGA, M. A. R. Efeito residual da adubação da batata sobre a produção de milho verde em cultivo sucessivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, n. 11, v. 35, nov. 2000.

SILVA, A. A. **Potencialidade de recuperação de pastagem de Brachiaria decumbens fertilizada com cama de aviário e fontes minerais.** 2005. 160 f.

Dissertação (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia. Faculdade de Medicina Veterinária. Uberlândia, MG, 2005.

SILVA, S. L. et al. Composição da Fase sólida orgânica do solo. In: MEURER E. J. **Fundamentos de Química de Solo** 3. ed. Porto Alegre, RS: [s.n.], 2006. p. 63 – 88.

SILVA, J.K.M. et al. Efeito da salinidade e adubos orgânicos no desenvolvimento da rúcula. **Caatinga**, v. 21, n. 05, p. 30- 35, 2008.

SILVA, A. A. et al. **Utilização de dejetos de suínos como fertilizante de pastagem degradada de *Brachiaria decumbens***. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 9.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS GRADUAÇÃO-UNIVERSIDADE DO VALE DE PARAÍBA, 5., 2009, Paraíba. **Anais...** Paraíba: [s.n.], 2009. p. 1-4.

SMITH, S. R.; HADLEY, P. A comparison of organic and inorganic nitrogen fertilizers: their nitrate-N and ammonium-N release characteristics and effects on the growth response of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Fortune). **Plant and Soil**, v. 115, n. 1, p. 135 – 144, 1989.

STAUD, L. A. **Fertilização fosfatada e potássica nas características agronômicas e tecnológicas do algodoeiro** (*Gossypium hirsutum* L.), na região de Dourados, MS. Jaboticabal: UNESP. 1996. 124 p.

STRECK et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre, RS: EMATER/RS-ASCAR, 2008.

SULLIVAN, P. G.; PARRISH, D. J.; LUNA, J. M. Cover crop contributions to N supply and water conservation in corn production. **American Journal of Alternative Agriculture**, v. 6 p. 106 – 113, 1991.

STEVENSON, F. J. **Humus chemistry: genesis, composition, reactions**. 2. ed. New York: J. Wiley, 1994. 496 p.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre, RS: UFRGS, 1995. 174 p.

TEDESCO, M.J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995. 174 p.

TEDESCO, M. T. et al. Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente, In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica no solo**. Ecossistemas Tropicais e Subtropicais. Porto Alegre, RS: Gênese, 1999. p. 159 – 192.

TRENTIN, E.E et al. Acúmulo de potássio, cálcio, magnésio e produção de matéria seca do milho com aplicação de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 7, n. 13, p. 145-153, 2002.

TISOTT, A. R. et al. Melhoramento de Campo nativo com aplicação de esterco líquido de suínos na Região da Depressão Central do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ: SBCS, 1997. 1 CD-ROM.

USHERWOOD, N. R. Interação do potássio com outros íons. In: YAMADA, T. et al. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba, SP: Instituto da Potassa & Fosfato: Instituto Internacional da Potassa, 1982. p. 227 – 235.

VIDIGAL, S. M. et al. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito residual da adubação orgânica: I. Ensaio de campo. **Revista Ceres**, Viçosa, MG. v. 42, n. 239, p. 80 – 88, 1995.

WIETHÖLTER, S. et al. Efeito de fertilizantes minerais e organominerais nos rendimentos de culturas e em fatores de fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 5, p. 713 – 724, 1994.

ZEBARTH, B.J. et al. Influence of the time and rate of liquid manure application on yield and nitrogen utilization of silage corn in south coastal British Columbia. **Canadian Journal Soil Science**, Ottawa, v. 76, n. 2, p. 153-164, 1996.

ANEXOS



ANEXO A - Retirada de amostras de dejetos líquidos de suíno (a); Amostras secas dos dejetos líquidos de suínos utilizados na condução do experimento para determinação da matéria seca e análise dos teores de nutrientes (b).

(a)



(b)



Anexo B - Aplicação do dejetos líquido de suíno nas parcelas correspondente a cada tratamento da área experimental do distrito Boca do Monte (a); Gradagem após semeadura e aplicação dos adubos orgânicos e minerais (b).

(a)



(b)



Anexo C - Aplicação de uréia aos 45 dias na cultura do sorgo em cobertura na área experimental do distrito Boca do Monte (a); Aplicação de herbicida na cultura do sorgo na área experimental do distrito Boca do Monte (b).

(a)

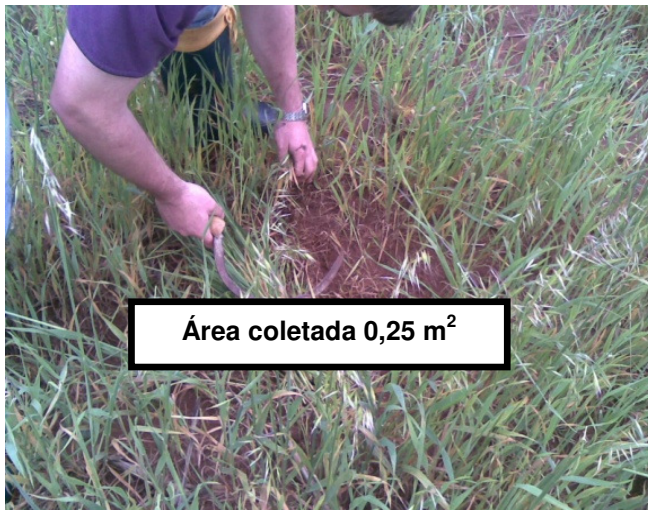


(b)

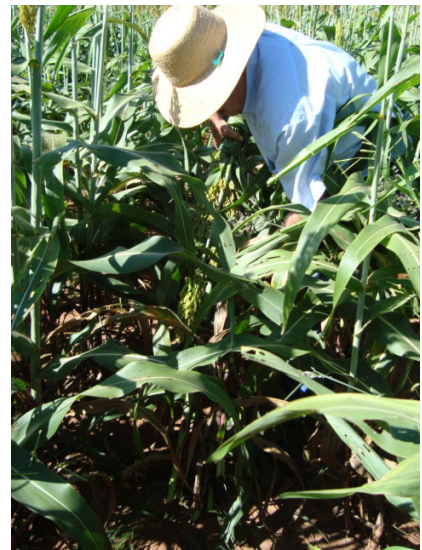


ANEXO D - Avaliação periódica das plantas de sorgo da área experimental do distrito Boca do Monte (a); Semeadura da aveia preta (b).

a)



b)



ANEXO E - Colheita da aveia preta (a); Plantas de sorgo coletadas em estado de florescimento pleno (b).

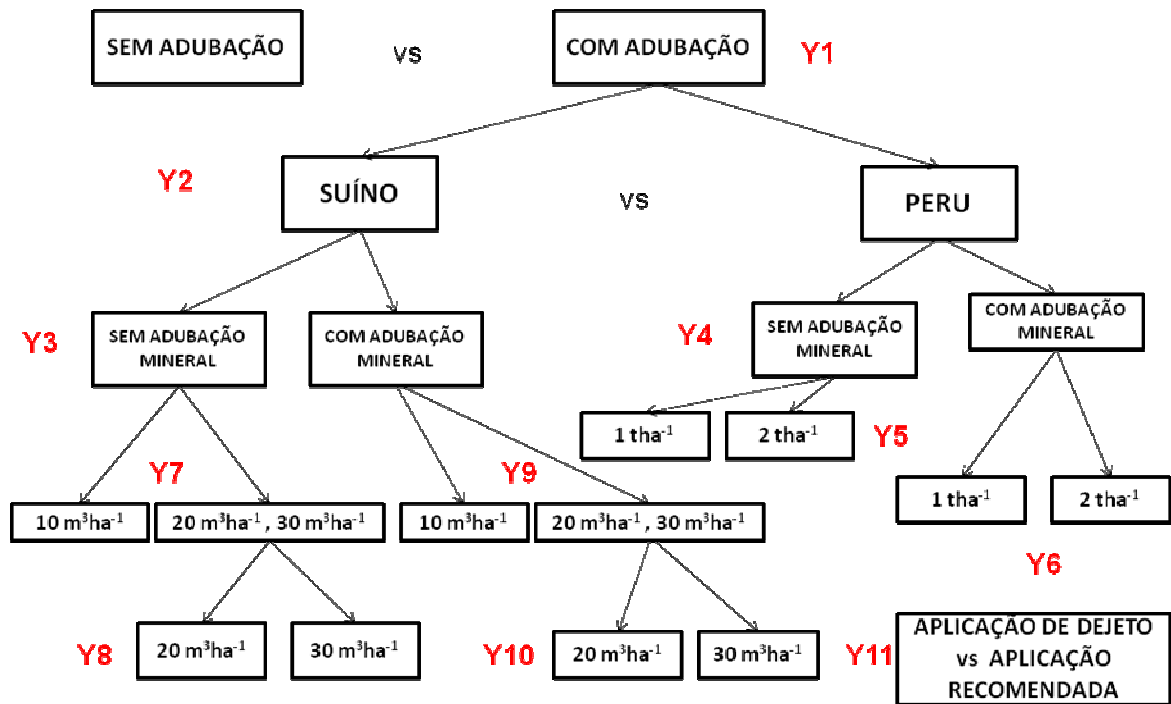
a)



b)



ANEXO F - Plantas de sorgo secas em casa de vegetação para posterior moagem e análises de acúmulo de nutrientes (a); Moinho Willey utilizado para moer as plantas de aveia, feijão, milho e sorgo (b).



ANEXO G - Contrastes utilizados para análise estatística.