

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS

USO DE DEJETOS SUÍNOS E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELA CULTURA DO
MILHO E PLANTAS ESPONTÂNEAS

CRISTIANE MARIA DE LÉIS

Florianópolis, maio de 2009

CRISTIANE MARIA DE LÉIS

USO DE DEJETOS SUÍNOS E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELA
CULTURA DO MILHO E PLANTAS ESPONTÂNEAS

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agroecossistemas, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Prof^o. Dr. Jucinei José Comin.
Co-orientador: Prof^o Dr. Paulo Emilio Lovato

FLORIANÓPOLIS
2009

FICHA CATALOGRÁFICA

Léis, Cristiane Maria de.

Uso de dejetos suínos e absorção de nutrientes pela cultura do milho e plantas espontâneas/ Cristiane Maria de Léis – Florianópolis, 2009. 81 f.; II graf., tabs.

Orientador: Jucinei José Comin/ Co-orientador: Paulo Emilio Lovato
Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias.
Bibliografia: f. 72 – 79.

1. Agroecologia – Teses. 2. Absorção de nutrientes – Teses 3. Adubação orgânica – Teses. 4. suinocultura – Teses. I. Título.

TERMO DE APROVAÇÃO

CRISTIANE MARIA DE LÉIS

USO DE DEJETOS SUÍNOS E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELA CULTURA DO MILHO E PLANTAS ESPONTÂNEAS

Dissertação aprovada em 28/05/2009, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, pela seguinte banca examinadora

Prof. Dr. Jucinei José Comin
Orientador

Prof. Dr. Paulo Emílio Lovato
Co-orientador

Prof. Dr. Alfredo Celso Fantini
Coordenador do PGA

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dra. Maria José Hötzel
(Presidente – CCA/UFSC)

Prof. Dr. Fernando Perobelli Ferreira
(Membro – CCA/UFSC)

Prof. Dr. Paul Richard Momsen Miller
(Membro – CCA/UFSC)

Prof. Dr. Sérgio Roberto Martins
(Membro – ENS/UFSC)

Florianópolis, 28 maio de 2009.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos nos seis últimos meses.

À UFSC, ao Centro de Ciências Agrárias, ao Departamento de Eng. Rural, ao Laboratório de Solos, Água e Tecido Vegetal e ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas e à todos professores que fazem parte deste.

Ao Projeto Tecnologias Sociais para Gestão da Água – TSGA, pelo financiamento concedido através do patrocínio do Programa Petrobrás Ambiental, bem como o coordenador geral: Prof^o Paulo Belli Filho e parte da equipe: Alexandre Ghilard Machado, Márcio Cardoso e Thaianna Cardoso.

Aos amigos Chico, Luizinho, Tanusa e Andréa e aos futuros agrônomos: Caetano Beber, Eva Regina Oliveira, Júlio Uriarte, Lauro Arthur, Lino Moysés, Lucas Sator e Paula Sette, que foram e são muito importantes. Ao Anderson MacCarini Coral e família.

A todos colegas, sem exceção, da turma do mestrado com ingresso em 2007, mas em especial as super amigas Gabriela Schirmann, Fabiane Brito, Fernanda Savicki e Ivan Bonjorno.

Ao amigo Denílson Dortzbach, que ao longo dessa jornada sempre esteve disposto a ajudar (e muito) e por quem eu tenho profunda admiração e muito, muito à agradecer.

Aos irmãos que o mestrado me presentiu, os quais também não mediram esforços e nem horários para contribuir com essa dissertação: Luana Sardá e Rafael Couto.

Ao meu orientador Jucinei José Comin, que se tornou um grande amigo e sempre esteve disposto a ajudar e muito. O qual espero um dia poder retribuir parte da confiança em mim deposita. Muito, muito obrigada!

Ao admirável professor Paul Richard Momsen Miller, que muito contribui para a dissertação e ao professor Paulo Emilio Lovato pela síntese nas contribuições.

Ao Djalma Schmitt que fez a diferença e sentido nessa reta final, tornando minha vida mais alegre. Muito obrigada pela paciência, carinho, enfim por tudo!

A eles que são a minha base: meus pais Nestor e Laura, obrigada por tudo e mais um pouco e ao meu irmão Carlos Endrigo, minha cunhada Luzi Maria e ao meu adorável sobrinho Igor Lucas de Léis, pelos quais meu amor é incondicional. Amo muito vocês!

*“Um homem precisa viajar.
Por sua conta, não por meio de histórias, imagens, livros ou TV.
Precisa viajar por si, com seus olhos e pés, para entender o que é seu.
Para um dia plantar as suas árvores e dar-lhes valor.
Conhecer o frio para desfrutar o calor. E o oposto.
Sentir a distância e o desabrigo para estar bem sob o próprio teto.
Um homem precisa viajar para lugares que não conhece
para quebrar essa arrogância que nos faz ver o mundo como o imaginamos,
e não simplesmente como é ou pode ser;
que nos faz professores e doutores do que não vimos,
quando deveríamos ser alunos, e simplesmente ir ver”
Amyr Klink (Mar Sem Fim)*

RESUMO

No Brasil, a suinocultura é uma importante atividade econômica, principalmente para o Estado de Santa Catarina, o qual destaca-se no cenário nacional como o maior produtor de suínos do país. Há décadas, o sistema de produção de suínos neste Estado vem se intensificando, gerando com isso um acentuado volume de dejetos nas unidades produtoras, dejetos este que, no geral, é inadequadamente manejado, contribuindo para a contaminação dos solos e deterioração da qualidade das águas superficiais e subsuperficiais. Uma alternativa de uso racional para os dejetos de suínos gerados, é sua utilização na agricultura, pois apresentam elementos químicos que podem suprir a necessidade nutricional das plantas cultivadas. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a ciclagem de nutrientes primários dos dejetos de suínos na cultura de milho e em plantas espontâneas e os efeitos sobre o solo. Para tal, conduziu-se um experimento no município de Braço do Norte – SC sob um solo originalmente classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico típico sob sistema de plantio direto e sem o uso de agrotóxicos. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso e os tratamentos foram: testemunha (T); cama sobreposta de suínos (ACS), esterco líquido de suínos (AEL) e adubação química (AQ), todos, à exceção da testemunha, com uma e duas vezes a recomendação de N para a cultura do milho. Os maiores teores de N foliar foram encontrados aos 60 dias após a semeadura nos tratamentos com cama sobreposta, seguidos por dejetos líquidos, com valores intermediários, e adubação com uréia. A incidência de plantas espontâneas não interferiu no rendimento do milho e os teores de P ao longo do ciclo do milho foram superiores aos considerados ideais nos tratamentos com adubação orgânica, enquanto os teores foliares de K, em geral, permaneceram ao longo do ciclo na faixa considerada ótima em todos os tratamentos. A adubação com dejetos de suínos com base no critério do fornecimento do N às culturas induziu a um acúmulo de P e K no solo.

Palavras chave: nutrição de plantas, adubação orgânica, plantio direto.

ABSTRACT

In Brazil, the swine is an important economic activity, especially for the State of Santa Catarina, which stands in the national scene as the largest producer of swine in the country. For decades, the production system of swine there has been intensified, creating with it a strong volume of waste in production units, the waste that, in general, is inadequately managed, contributing to soil contamination and deterioration of water quality surface and subsurface. An alternative rationale for the use of swine manure generated, is its use in agriculture, since they have elements that can supply the nutritional needs of crops. Thus, the purpose of this study was to evaluate the primary nutrient cycling of swine manure in the crop of corn and weeds and the effects on the soil. For this, an experiment was conducted in the municipality of Braço do Norte - SC under a soil originally classified as Red Yellow Distrophic typical under no-tillage system and without the use of pesticides. The experimental design was randomized blocks and treatments were: control (T); litter of swine bed depping (ACS), swine slurry (AEL) and mineral fertilizer (AQ), all, except the witness, with one and two times the recommendation of N for corn. The highest levels of leaf N were found at 60 days after sowing in treatments with superimposed bed, followed by liquid waste, with intermediate values, and fertilization with urea. The incidence of weeds did not affect the yield of corn and the levels of P during the cycle of corn were higher than those considered ideal in the treatments with organic manure, while the foliar levels of K, in general, remained throughout the cycle in the range considered optimal for all treatments. The fertilization with manure from swine on the basis of supply of N to crops led to an accumulation of P and K in the soil.

Index terms: plant nutrition, organic fertilization, tillage.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização do município de Braço do Norte e da Microbacia Rio Cachorrinhos, sul de Santa Catarina.....	39
Figura 2. Croqui da área experimental com a distribuição dos tratamentos.....	40
Figura 3. Teor foliar de N (%) na cultura do milho nos tratamentos adubação com cama sobreposta (ACS), dejetos líquidos de suínos (AEL) e adubação química (AQ) aos 45, 60, 75, 90, 110 e 143 dias após a semeadura.....	42
Figura 4. Teores de amônio (NH_4^+), nitrato (NO_3^-) e matéria orgânica (MO) do solo durante o ciclo do milho nos diferentes tratamentos, na profundidade 0-15 cm.....	46
Figura 5. Teor foliar de P (%) na cultura do milho nos tratamentos adubação com cama sobreposta (ACS), dejetos líquidos de suínos (AEL) e adubação química (AQ) aos 45, 60, 75, 90, 110 e 143 dias após a semeadura.....	47
Figura 6. Teores de P (mg kg^{-1}) no solo durante o ciclo do milho nos diferentes tratamentos.....	47
Figura 7. Teor foliar de K (%) na cultura do milho nos tratamentos adubação com cama sobreposta (ACS), dejetos líquidos de suínos (AEL) e adubação química (AQ) aos 45, 60, 75, 90, 110 e 143 dias após a semeadura.....	48
Figura 8. Teores de K (mg kg^{-1}) no solo durante o ciclo do milho nos diferentes tratamentos.....	49
Figura 9. Exportação de N (A), P (B) e K (Kg ha^{-1}) (C) nos grãos de milho nos diferentes tratamentos.....	51
Figura 10. Absorção de nutrientes (N, P_2O_5 e K_2O) por espécie nos diferentes tratamentos.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Laudo parcial de análise do solo da área experimental, Braço do Norte, SC, de amostras coletadas no início do ciclo do milho, na profundidade de 0-15cm.....	40
Tabela 2. Teores foliares médios de N, P e K (%) considerados adequados para a cultura do milho.....	43
Tabela 3. Rendimento de grãos de milho nos diferentes tratamentos.	50
Tabela 4. Espécies de plantas espontâneas, suas respectivas famílias, nome popular e a densidade nos diferentes tratamentos.	62
Tabela 5. Média de absorção de N, P ₂ O ₅ e K ₂ O do conjunto de plantas espontâneas por tratamento amostrado e matéria seca e produtividade do milho por tratamento amostrado. ...	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACS 1X	adubação com cama sobreposta de suínos uma vez a dose recomendada para a cultura
ACS 2X	adubação com cama sobreposta de suínos duas vezes a dose recomendada para a cultura
AEL 1X	adubação com dejetos líquidos de suínos uma vez a dose recomendada para a cultura
AEL 2X	adubação com dejetos líquidos de suínos duas vezes a dose recomendada para a cultura
AQ 1X	adubação química uma vez a dose recomendada para a cultura
AQ 2X	adubação química duas vezes a dose recomendada para a cultura
CCA	Centro de Ciências Agrárias
CQFS RS/SC	Comissão de Química e Fertilidade do Solo
FATMA	Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina.
LAC	Levantamento Agropecuário de Santa Catarina
SPD	Sistema de Plantio direto
T	Testemunha (sem aplicação de nutrientes)

SUMÁRIO

RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
SUMÁRIO.....	XII
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	16
2.1 Objetivo geral	16
2.2 Objetivos específicos.....	16
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
3.1 Suinocultura.....	17
3.1.1 Uso dos dejetos suínos.....	17
3.1.2 Algumas conseqüências do uso de dejetos de suínos	19
3.1.3 Os nutrientes dos dejetos suínos.....	23
3.1.4 O milho na suinocultura	26
3.2 Importância dos nutrientes.....	27
3.3 Plantas espontâneas	31
4. ABSORÇÃO DE N, P E K NO MILHO ADUBADO COM DEJETO DE SUÍNOS E URÉIA SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO	34
RESUMO	34
ABSTRACT	35
4.1 Introdução.....	36
4.2 Material e métodos	38
4.3 Resultados e discussão	42
4.4 Conclusões.....	51
5. ABSORÇÃO DE NUTRIENTES POR PLANTAS ESPONTÂNEAS EM CULTIVO DE MILHO ADUBADO COM DEJETOS SUÍNO E URÉIA	53
RESUMO	53
ABSTRACT	54
5.1 Introdução.....	55
5.2 Materiais e Métodos	59
5.3 Resultados e Discussões	59
5.4 Conclusões.....	67
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS.....	80

1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação foi desenvolvida no quadro do Projeto Tecnologias Sociais para Gestão da Água (TSGA), financiado pela Petrobras Ambiental, que nasceu como resultado da integração de experiências de instituições públicas catarinenses, tais como a UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), a EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) e a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), no ramo de tecnologias para o uso sustentável dos recursos hídricos e metodologias de planejamento e gestão de bacias hidrográficas, com enfoques em diagnóstico, avaliação, tratamento, prevenção e redução da poluição hídrica, bem como em modelos e estratégias de conservação da natureza e a participação social (TSGA, 2007).

No geral, o TSGA se fundamenta na idéia da governança das águas e dentre os seus objetivos está o de desenvolver “modelos de manejo, tratamento e valorização dos dejetos de suínos que sejam integrados ao uso eficiente da água em pequenas propriedades rurais”, objetivo o qual essa dissertação está inserida.

A suinocultura brasileira é uma atividade predominante em pequenas propriedades rurais que emprega basicamente mão-de-obra familiar, constituindo-se em uma importante fonte de renda às famílias envolvidas. Neste contexto, o Estado de Santa Catarina (SC) destaca-se no cenário nacional como o maior produtor de suínos, com um rebanho permanente de mais de 7,2 milhões de cabeças, o que representa mais de 1/3 da produção brasileira. No entanto, estes números ganham maior destaque quando comparados a pequena extensão territorial do Estado, a qual é de 95.346,181 km² e representa apenas 1,12% do território nacional (IBGE, 2008).

A maior parte da produção de suínos do Estado de SC está concentrada na região oeste, a qual detém 78,6% do rebanho de suínos (CEPA, 2005; IBGE, 2007) e representa 28,7% da área total do Estado (27.370 km²). Já a segunda zona de maior produção de suínos

no Estado de SC situa-se na região sul e caracteriza-se por conter pequenas propriedades (95,3% possuem até 50 ha) onde a mão-de-obra predominante é a familiar (SILVA, 2000).

Na região sul do estado o principal município produtor de suínos é o município de Braço do Norte, com um rebanho total de 159.597 suínos, distribuídos nas seguintes categorias: 19.561 reprodutores, 50.327 terminação, 37.049 recria, 50.395 desmamados e 1.633 não identificados (CEPA, 2005). Além disso, o município é o 7º maior produtor no ranking nacional (IBGE, 2007) e, devido ao sistema de produção, o 2º no ranking mundial em concentração de suínos ha^{-1} , com 9,8 animais ha^{-1} , ficando atrás apenas da região da Bretanha na França, com 33 suínos ha^{-1} (SEVRIN-REYSSAC et al., 1995).

A atual expansão da suinocultura tem como principal característica a alta concentração de animais por área, visando atender o consumo interno e externo de carne e derivados (OLIVEIRA, 2001). Entretanto, este modelo de produção submete os animais a vários fatores de estresse, tendo como principal objetivo a utilização de estratégias de alimentação de engorda para otimizar a taxa de crescimento e a qualidade da carcaça (NOGUEIRA et al., 2001), sem considerar fatores ambientais como, por exemplo, o manejo do volume de dejetos gerados.

O alto volume de material orgânico gerado nesse sistema, aliado à concentração da atividade suinícola em regiões que apresentam limitação de áreas agrícolas para uso dos dejetos, potencializa o impacto negativo da suinocultura sobre o ambiente (GIACOMINI & AITA, 2008). Assim, a armazenagem e eliminação dos dejetos se tornam um desafio aos produtores e pesquisadores devido ao seu alto potencial de poluição ambiental (CHOUDHARY et al., 1996) tais como os constatados nos estudos de Scherer et al. (1996) e Oliveira (2001).

No entanto, os dejetos de suínos contêm nutrientes essenciais às plantas, sendo uma importante alternativa para melhorar a fertilidade do solo e, portanto, a produção vegetal. A

composição e a eficácia dos dejetos de suínos como fonte de nutrientes vegetais depende de vários fatores, incluindo tipo de ração fornecida aos animais, sistema de criação, manejo das baias, armazenamento e manipulação (CHOUDHARY et al., 1996).

Neste caso, Choudhary et al. (1996) ressaltam que o dejetos dos suínos é conhecido por ser eficaz no aumento da produção de cereais, leguminosas, plantas oleaginosas e pastagens, bem como pelo aumento da concentração de nutrientes nas plantas, especialmente N, P e K. Além disso, os autores ressaltam que o uso eficiente dos dejetos de suínos também pode ser agronomicamente e economicamente viável na gestão de práticas sustentáveis de produção agrícola (CHOUDHARY et al., 1996), desde que realizado de forma correta

Desta forma, buscou-se avaliar a ciclagem de macronutrientes primários (NPK) fornecidos ao milho por diferentes tipos e doses de dejetos de suínos em um experimento de longa duração conduzido sob sistema plantio direto sem uso de agrotóxicos no município de Braço do Norte, sul do Estado de SC.

Esse estudo se justifica pela necessidade de se buscar alternativas para o uso de dejetos de suínos, uma vez que o sistema de criação vigente acarreta sérios problemas ambientais, econômicos e sociais. Espera-se que os resultados desde monitoramento da área experimental, que vem ocorrendo desde 2002, possam contribuir para um programa de adubação que integre os itinerários técnicos dos agricultores das zonas de produção de suínos do Estado de SC.

No primeiro capítulo desta dissertação, apresenta-se uma revisão bibliográfica. No segundo avaliou-se os teores de N, P e K foliar do milho adubado com dejetos líquidos e cama sobreposta de suínos e com adubação de síntese química para fornecer o N recomendado (CFQS, 2004), bem como o dobro da recomendação para a cultura do milho. O terceiro capítulo apresenta uma avaliação da incidência de plantas espontâneas durante o ciclo do milho nesses diferentes tratamentos. O último capítulo refere-se às considerações finais.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a ciclagem de nutrientes primários dos dejetos de suínos na cultura de milho e em plantas espontâneas e os efeitos sobre o solo.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o efeito de dejetos líquido e cama sobreposta de suínos e adubação química, somente uréia, sobre a absorção de macronutrientes primários pelo milho;
- Verificar o rendimento da cultura do milho em função dos tipos e doses de adubos aplicados.
- Avaliar a incidência de plantas espontâneas e seu efeito no rendimento da cultura do milho.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Suinocultura

A revolução proporcionada pelo crescimento demográfico, pela urbanização e pelo incremento da renda nos países em desenvolvimento teve como implicação a mudança do regime alimentar de milhões de pessoas provocando um aumento na demanda por produtos de origem animal (MIRANDA, 2005).

Dentro do contexto da produção animal, a suinocultura possui um rebanho mundial de 787 milhões de cabeças e representa aproximadamente 40% do total da carne consumida no mundo, o que a coloca na condição da principal fonte de proteína animal. E a previsão para os próximos anos é de que essa produção continuará crescendo, principalmente no âmbito dos países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil (MIRANDA, 2005).

Visando o aumento de produtividade e a redução dos custos de produção, o setor sofreu, ao longo dos anos, profundas alterações tecnológicas nos seus sistemas de criação, modificando substancialmente as instalações, o manejo, a alimentação e a genética. A partir daí, com o confinamento e a intensificação da suinocultura ocorrida nas últimas décadas, a produtividade, por animal e área, aumentaram consideravelmente, passando a produzir grandes quantidades de dejetos, em pequena extensão de terra (KILL et al., 1998).

3.1.1 Uso dos dejetos suínos

As implicações da concentração da produção de suínos é o volume de dejetos gerados, sendo uma prática muito comum o seu uso como adubo. Porém, a aplicação destes resíduos no solo muitas vezes é feita sem respeitar os volumes pré-estabelecidos pela legislação. De acordo com o termo de ajustamento de conduta para a suinocultura e a Instrução Normativa 11 da Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (FATMA) de 2006, a

aplicação de dejetos no solo é de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, após um tempo de armazenamento de 120 dias. O licenciamento ambiental para implantação ou expansão da suinocultura em uma propriedade só ocorrerá se o produtor comprovar possuir área de terra suficiente para o descarte dos dejetos produzidos, os $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de dejetos líquidos de suínos (FATMA, 2006), porém na prática isso está muito além, pois as propriedades não possuem área de terra suficiente para o descarte dos dejetos.

Os grãos, que agora são matérias-primas para alimentação suína, são frequentemente cultivados em regiões diferentes daqueles lugares onde está instalada a produção animal. Nestes locais, o elevado volume de dejetos utilizado para adubação do solo pode conduzir a um acúmulo no solo de minerais como P, Cu e Zn (JONGBLOED & LENIS, 1998). Os autores ressaltam que grandes unidades de produção suína geram odores, amônia e poeira que podem exceder os níveis toleráveis.

Esse acúmulo de nutrientes também ocorre, porque as dietas fornecidas aos suínos contêm alta concentração de proteína, para evitar deficiências de aminoácidos e garantir o máximo desempenho, elevando a quantidade de nitrogênio e de outros minerais que são eliminados nas fezes e urina (OLIVEIRA et. al, 2006).

Outro aspecto que contribui para a poluição ambiental da atividade suinícola é o fato das propriedades produtoras disporem de pequenas extensões de terras e não raramente os dejetos são adicionados em doses superiores à capacidade de retenção do solo e a absorção de nutrientes pelas culturas; nessas condições, passam de adubos a poluentes ambientais (GATIBONI et al., 2008). O uso de dejetos nessas propriedades, que muitas vezes estão situadas em locais com topografia desfavorável também potencializa o impacto negativo dessa atividade sobre o ambiente (GIACOMINI & AITA, 2008a).

Em Santa Catarina, a estratégia da armazenagem e distribuição como controle da poluição ambiental não possui dados suficientes, pois revela um distanciamento da realidade,

necessidade e interesse dos produtores. Estudo realizado pela EPAGRI revela que apenas 15% das propriedades suínolas do Estado possuíam alguma forma de tratamento (esterqueiras ou lagoas) no início da década de 90, mas em 1997 já eram 40% (6.324) dos produtores integrados a Agroindústria e 70% (9.012) do total em 1999 (OLIVEIRA, 2001).

3.1.2 Algumas conseqüências do uso de dejetos de suínos

Uma das conseqüências ambientais da aplicação dos dejetos ao solo acima de sua capacidade de suporte é a transferência de nutrientes para os ambientes aquáticos, causando a eutrofização das águas; dentre os nutrientes adicionados via dejetos o P deve receber uma atenção especial, pois é um dos agentes que contribui para a eutrofização (GATIBONI et al, 2008). Muitos estudos mostram que adições freqüentes de dejetos aumentam o teor de P no solo, favorecendo a contaminação de mananciais hídricos (CERETTA et al., 2003). No entanto, ressalta-se que a transferência de P para os ambientes aquáticos é iniciada muito antes da saturação do solo com fósforo (GATIBONI et al.,2008).

Na França, Holanda e Dinamarca, que são grandes produtores de suínos, a legislação ambiental foi modificada, visando aumentar a proteção ambiental e impedir o avanço da contaminação do solo e da água (JONGBLOED & LENIS, 1998). A Holanda foi o primeiro país do mundo a adotar legislação relativa aos dejetos de animais para minimizar o impacto da produção sobre o ambiente. A legislação utiliza a produção de N e P por unidade de produção animal como medida para limitar a quantidade desses nutrientes que pode ser aplicada aos solos agrícolas. Os limites foram impostos de forma gradual, de forma que quem ultrapassa estes é punido com multas.

Segundo Jongbloed & Lenis (1998), a legislação dos Países Baixos que se baseia em critérios formulados para N, indica que a concentração de nitratos em águas subterrâneas e superficiais não deve superior a 50 e 10 mg/L, respectivamente. Além disso, a água de

superfície não deve conter mais que 0,02 mg de N-NH₃ L⁻¹, e as emissões de NH₃ deveriam ser reduzidas em 50% no ano 2000, em relação a 1980. Desde 1992, todas as esterqueiras devem ter cobertura. O P no solo e nas águas superficiais não deve exceder 0,15 mg L⁻¹.

As autoridades locais dos Países baixos podem reduzir ainda mais as concentrações de P permitidas, sobretudo quando as fazendas estão localizadas perto de bosques ou parques naturais. A quantidade de dejetos de suínos que podem ser aplicada por hectare de terra foi definida com base nos teores de P, sendo 110 kg de P₂O₅ tanto para terras aráveis como para a cultura do milho para silagem, e 135 kg para as pastagens. A fim de reduzir lixiviação de nitratos, a aplicação de dejetos no campo é mais restritiva durante o outono e inverno, quando não há crescimento das culturas na região. O período de aplicação depende também do tipo de solo e culturas (JONGBLOED & LENIS, 1998).

Segundo Adeola (1999), nos Países baixos, as áreas em torno das instalações de produção animal a água e qualidade do ar são preocupações generalizadas. Nas últimas décadas as melhorias na utilização dos nutrientes pelos animais vieram de todas as áreas, incluindo nutrição, genética, fisiologia, controle de doenças, e gerenciamento. O autor ressalta que mesmo que a produção animal apresente tendência de se tornar mais eficiente na conversão de alimentos para produto, o grande aumento no tamanho e no número de animais em unidades de produção por hectare de terra disponível levou a um aumento global do impacto ambiental.

Assim existe uma crescente tomada de consciência do impacto que sistemas de produção pecuária têm sobre o ambiente, especialmente em países ou regiões com densa população animal (JONGBLOED & LENIS, 1998).

O desafio está na redução dos níveis de nutrientes, no volume e na gestão dos dejetos dos animais, bem como o controle de odor. Vários estudos estão sendo realizados nos Países Baixos para reduzir o impacto ambiental causado pela suinocultura, através de abordagens

nutricionais, a fim de melhorar a eficiência de utilização na dieta de N e P, bem como reduzir os insumos alimentares destes nutrientes (ADEOLA, 1999), pois conforme estudos realizados por Jongbloed & Lenis (1992), os suínos absorvem, respectivamente, entre 30 e 35% do N e P ingerido. Contudo a rígida legislação, que limita a quantidade de nutrientes via dejetos que pode ser aplicado em lavouras, tem ajudado na adoção de práticas de redução de N e P excretado pelos suínos (ADEOLA, 1999).

Em Santa Catarina, o maior problema para a adequação das propriedades às exigências da legislação, é que as ações para a melhoria da qualidade do ar e a redução do poder poluente dos dejetos suínos a níveis aceitáveis pela legislação requererem investimentos significativos, normalmente acima da capacidade de investimento do produtor (OLIVEIRA, 2001).

No Brasil, a maioria dos resultados de pesquisa envolvendo o uso de dejetos de suínos como fertilizante foi obtida com a aplicação deles em sistema de cultivo convencional. No sistema plantio direto, é necessário aplicar os dejetos sobre os resíduos culturais, tanto daqueles remanescentes das culturas comerciais como dos provenientes das plantas de cobertura de solo (PORT et al., 2003). Essa modalidade de aplicação dos dejetos sobre os resíduos culturais de plantas de cobertura ou de plantas espontâneas deverá ter implicações diferentes daquelas avaliadas no sistema convencional, especialmente na dinâmica do C e do N no solo (AITA et al., 2006).

Os dejetos de suínos são constituídos por uma mistura de fezes e urina e outros materiais orgânicos, como restos de alimentos, além de uma quantidade variável de água, que são normalmente manejados na forma líquida e armazenados em esterqueira (AITA & GIACOMINI, 2008b).

O volume dos dejetos produzidos também varia de acordo com a categoria dos animais envolvidos, sendo que a especialização das propriedades traz importantes mudanças no volume gerado. A composição química e física do dejetos gerado está intimamente

associada ao sistema de manejo adotado e aos aspectos nutricionais dos animais, sendo a concentração dos elementos no dejetos variável com a diluição à qual foram submetidos e do seu sistema de armazenamento (PERDOMO & LIMA, 1998).

Segundo Who (1987), a capacidade poluente dos dejetos suínos é superior à de outras espécies, pois seus resíduos apresentam potencial poluidor em torno de 4,2 vezes maior do que o esgoto doméstico. Como, em geral, as unidades de produção de suínos são em sistema confinado, os impactos ambientais são o resultado da escala da atividade, da tecnologia e do sistema de manejo adotado e, mais significativamente, da concentração de atividades que ocorrem num determinado agroecossistema (MIRANDA, 2005).

A poeira, barulho, poluição visual, odor e os dejetos dos suínos como agente de patógenos podem ser considerados como as preocupações ambientais. Além disso, a perda de matéria orgânica no solo, como um resultado da erosão também pode ser considerado como uma das principais ameaças ambientais (JONGBLOED & LENIS, 1998).

Para Gosmann (1997), o controle da poluição começa pela redução do volume e da concentração do dejetos produzido, seguido do destino adequado, visando a preservação da saúde e qualidade do solo, da água e do ar. O lançamento direto do dejetos de suínos nos cursos de água sem o devido tratamento acarreta desequilíbrios ecológicos, disseminação de patógenos e contaminação com amônia, nitratos e outros elementos tóxicos.

Alguns fatores como a falta de formação de mão-de-obra, de orientação técnica aos produtores e a ausência de controle ambiental pelos órgãos responsáveis, apesar da disponibilidade de legislação avançada, faz com que a produção do dejetos de suínos gere conseqüências preocupantes (BELLI FILHO & LISBOA 1998), pois não há uma conscientização da gravidade do problema a médio e longo prazo das conseqüências de seu uso contínuo e indiscriminado no ambiente.

3.1.3 Os nutrientes dos dejetos suínos

A busca por alternativas viáveis, tanto técnica quanto econômica, aos problemas de degradação ambiental, apresenta-se como uma ferramenta indispensável à sobrevivência da suinocultura, dado que as exigências ambientais vêm-se tornando cada vez mais rígidas e restritivas (ARAÚJO, 2007).

O dejetos de suínos, quando utilizado adequadamente, pode constituir-se uma alternativa de substituição aos adubos químicos. No entanto, possuem nutrientes que se encontram em quantidades diferentes daquelas exigidas pelas plantas (SEGANFREDO & JUNIOR, 2005). O suprimento de N às culturas via dejetos também pode gerar problemas por superar a recomendação de P e K às culturas. Muitos desses danos passam despercebidos ou demoram a serem notados pelos agricultores e técnicos de campo (SEGANFREDO & JUNIOR, 2005).

Cerca de 50% do N contido nos dejetos está na forma mineral e ao ser aplicado tem efeito imediato no crescimento das plantas (CERETTA et al, 2003). Conforme os autores, o K encontrado no dejetos está totalmente na forma mineral, solúvel e, por isso, seu efeito residual é muito curto e plantas com alta taxa de absorção de K diminuem as perdas potenciais no sistema. Aproximadamente 2/3 do P presente no dejetos líquido de suínos estão em uma forma não solúvel em água, fazendo parte de estruturas orgânicas, as quais propiciam efeito residual ao dejetos. A excreção de N e de P, nos dejetos, variam principalmente em função da performance zootécnica dos animais e dos teores, qualidade e digestibilidade da proteína e do P nos alimentos (OLIVEIRA, 2001).

No Brasil são poucos os estudos que abordam a influência da nutrição sobre o poder poluente dos dejetos suínos, porém de acordo com Moreira et al. (2009), a grande preocupação dos pesquisadores é o fato que todo o P inserido via ração não absorvido é excretado nos dejetos e estes são utilizados como adubo orgânico. O acúmulo do mineral no

solo possibilita que parte se ligue às partículas do solo, tornando-se um contaminante em potencial para as águas superficiais.

O P é um mineral que vem sendo estudado não somente por sua importância econômica, uma vez que é o terceiro nutriente mais oneroso da ração para animais não-ruminantes, mas também por sua importância ambiental. O P contido nestes sais é pouco disponível para aves e suínos, pois esses animais carecem da enzima fitase para romper e separar o P da molécula de inositol, fazendo com que grande parte do P fítico seja excretada pelas fezes. (BÜNZEN et al., 2008). Os autores ressaltam que numerosos estudos têm sido conduzidos visando otimizar o aproveitamento do P dos alimentos e reduzir sua excreção, ajustando o consumo desse mineral às reais necessidades dos animais.

O uso da restrição alimentar em suínos tem ocorrido em muitos países com o intuito de melhorar a eficiência alimentar dos animais, a partir do melhor aproveitamento dos nutrientes e da redução do desperdício. Essa restrição alimentar dos suínos pode melhorar a eficiência alimentar, podendo contribuir com a redução da quantidade de dejetos e de nutrientes excretados (MARCATO & LIMA, 2005).

Segundo Shaw et al (2006), existe interesse em criar formas para reduzir a utilização da água no sistema de criação de suínos, sem que isso afete de maneira negativa o animal, sendo que a modificação na dieta é uma estratégia possível, pois a excessiva ingestão protéica diária pelo suíno gera aumentos do volume urinário, possivelmente devido à necessidade de remover o excesso de N do corpo; outros minerais em excesso também possuem o mesmo efeito. O consumo de água pelo suíno aumenta quando os nutrientes estão presentes em excesso (SHAW et al, 2006).

O volume de dejetos produzidos pelos suínos, em média é estimado em 8,6 litros/animal/dia, sendo que vários fatores influenciam no volume de dejetos produzidos, tais como o manejo, o tipo de bebedouro, sistema de higienização adotado (frequência e volume

de água utilizada), bem como, o número e categoria de animais (OLIVEIRA, 2001). O autor ressalta que as características físico-química dos dejetos estão associadas ao sistema de manejo dos animais adotado e aos aspectos quantitativos e qualitativos das rações usadas, apresentando grandes variações na concentração dos seus elementos entre produtores e dentro da própria granja. Os teores médios de N, P e K são 0,52 kg, 0,18 kg e 0,29 Kg respectivamente. Pode-se estimar que, dentro das condições atuais de produção de suínos, sobre os 8,7 kg de N necessários para a produção de um porco do nascimento à terminação, 1/3 do N é retido no animal, 1/3 é perdido sob forma de volatilização da amônia e 1/3 resta nos dejetos, podendo ser usado na agricultura (OLIVEIRA, 2001a).

Pode-se especular que no futuro a produção de suínos terá que lidar com restrições que serão impostas pela sociedade. Isto pode refletir no bem-estar animal e na saúde, na qualidade dos produtos e no sistema de produção, na utilização de nutrientes e, por último, mas não menos importante, no ambiente (JONGBLOED & LENIS, 1998). Os autores alertam para que a aplicação de nutrientes via adubação e (ou) fertilizantes químicos nos solos devam estar em equilíbrio com a estreita aceitação ou absorção pela cultura, com pequenas perdas através de lixiviação ou volatilização. O manejo nutricional nas rações pode contribuir substancialmente para a redução de N e P excretado e na emissão de amônia, sendo que a pecuária deve estar mais integrada a outras disciplinas a fim de maximizar as soluções.

Segundo Oliveira (2001), a compostagem dos resíduos da suinocultura é uma prática que vem crescendo entre os criadores de suínos na Europa. Esta técnica foi desenvolvida principalmente para a agricultura biológica para evitar ou suprimir o uso de fertilizantes minerais. Atualmente ela vem sendo cada vez mais empregada pelos suinocultores localizados em zonas geográficas cujas águas estão fortemente poluídas por nitrato e por determinação da legislação torna-se impossível a ampliação de novas criações.

Os dejetos de suínos podem ser usados na fertilização das lavouras, trazendo ganhos econômicos ao produtor rural, sem comprometer a qualidade do solo e do ambiente. Para isso, é fundamental a elaboração de um plano técnico de manejo e adubação, considerando a composição química dos dejetos, a área a ser utilizada, a fertilidade e tipo de solo e as exigências da cultura a ser implantada (OLIVEIRA, 2001).

3.1.4 O milho na suinocultura

O aumento da escala de produção da atividade suinícola provocou desequilíbrios no balanço entre a capacidade de produção de grãos das unidades produtoras e a demanda de suprimentos concentrados para a alimentação dos animais, que tem como insumos básicos o farelo de soja e principalmente o milho (TESTA et al., 1996).

O milho se constitui num cereal de grande importância, cultivado em muitos países além do Brasil, sendo fundamental na cadeia produtiva de vários setores. No estado de Santa Catarina, o cultivo do milho tem importante participação para a cadeia produtiva, pois é fundamental para a fabricação de rações para os animais. Santa Catarina é um importante produtor de aves e suínos que é produzido principalmente pela agricultura familiar (CEPA, 2005), e que demanda de grande quantidade de milho para alimentação destes animais.

Segundo UBA (2008), o consumo total brasileiro de milho está distribuído em: 39,6% para frangos/matrizes; 22,0% para a suinocultura; 14,5% para o consumo humano e industrial; 5,5% para aves de postura; 5,5% para pecuária de leite e corte; 2,0% em sementes; 1,9% para perus; e 8,9% para outros usos. Ascoli & Orłowski (2008), ressaltam que o milho é insumo para produção de uma centena de produtos, porém na cadeia produtiva de suínos e aves são consumidos aproximadamente 70% do milho produzido no mundo e entre 70 e 80% do milho produzido no Brasil.

De acordo com essas autoras, Santa Catarina não é auto-suficiente na produção de milho, e o déficit entre a produção e consumo se acentua devido à concentração da produção de aves e suínos. Esse déficit faz com que seja necessário recorrer ao milho produzido em outras regiões do país e até importar de outros países. A falta de produção de milho para atender a toda demanda tem como reflexo o aumento do custo do produto (carne e derivados), principalmente em função do transporte, configurando-se em importante fator de limitação do crescimento econômico. Por outro lado, os aumentos na escala de produção provocaram um excedente de dejetos, altamente ricos em nutrientes, como o nitrogênio (N), o fósforo (P) e o potássio (K) (CEPA, 2009).

Para cada Kg de carne de suíno, são necessários 3,35 kg de milho, 1,2 Kg de soja (ANALYSIS, 2008), que representam aproximadamente 97% da ração sendo o restante complementado com outros minerais como fosfato bicálcico (OLIVEIRA et al., 2006). As exigências nutricionais dos suínos estão na dependência de vários fatores como raça, linhagem, sexo, heterose, estágio do desenvolvimento do animal, consumo de ração, nível energético da ração, disponibilidade de nutrientes, temperatura ambiente, umidade do ar, estado sanitário do animal, entre outros (ROSTAGNO et al., 2005).

3.2 Importância dos nutrientes

A economia do Brasil está em grande parte, apoiada na atividade agrícola. Assim, em função das características dos solos e do clima, a nutrição de plantas assume papel determinante na produtividade das culturas. Desta forma, o manejo da fertilidade do solo e, conseqüentemente, o atendimento das exigências nutricionais das plantas pressupõe compreensão de todos os fatores envolvidos no processo e competência técnica na aplicação de insumos sem agredir o ambiente (PRADO, 2008).

A avaliação do estado nutricional das culturas pela diagnose foliar baseia-se na análise de determinadas folhas das plantas em períodos ou estágio fenológicos definidos, pois as folhas, de maneira geral, são os órgãos que refletem melhor o estado nutricional das plantas, isto é, respondem mais as variações no suprimento dos nutrientes (BORGES et al. 2006).

Segundo Marques et al. (1999), a diagnose foliar é muito utilizada como técnica auxiliar e complementar à análise química de solo. Com ela é possível avaliar o estado nutricional das plantas, baseando-se na existência, dentro de limites, de relações diretas entre fertilidade do solo ou dose de adubo, teor foliar dos nutrientes e a produção. É um importante parâmetro para auxiliar na recomendação mais precisa de adubação e, assim, obter uma melhor produtividade das culturas.

Com a necessidade do aumento da produtividade agrícola no país, tornou-se primordial o avanço científico nos estudos das necessidades nutricionais das diversas culturas, bem como a maneira como os nutrientes são disponibilizados para as plantas. Para tanto, o conhecimento das limitações nutricionais das plantas tornou-se um fator de relevada importância para a ciência e para a agricultura (BRADY, 2008).

O potencial de rendimento das plantas é um dos fatores primordiais na resposta a aplicação de fertilizantes. Quando as plantas são de lento crescimento e baixa produtividade, haverá pouca resposta à aplicação de fertilizantes, devido às taxas de absorção mais baixas e por necessitarem de menor quantidade de nutrientes, sendo na maioria das vezes satisfeitas pelas próprias reservas do solo (MIELNICZUK, 1982). Porém, quando se utilizam plantas responsivas à adubação, que apresentam altas taxas de absorção e exportação de nutrientes, os teores na solução esgotam rapidamente, tornando-se necessária a reposição através de outras formas existentes no solo ou via adubação (MIELNICZUK, 1982).

Neste sentido, a diagnose foliar vem sendo bastante útil na quantificação do estado nutricional das culturas e nas recomendações de adubação, pois o teor do nutriente na planta é

resultante da ação e interação dos fatores que afetam a sua disponibilidade no solo e a absorção pela planta (MARQUES et al., 2006).

Dentre os elementos essenciais ao crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas, destacam-se o N, o P e o K. A Sua falta ou excesso provoca desordem nutricional, ou seja, há um denominador comum para os sintomas em todas as espécies (MALAVOLTA, 2006).

O N é um constituinte essencial dos aminoácidos, principais integrantes de proteínas. Como a formação dos grãos depende de proteínas na planta, a produção está diretamente relacionada ao suprimento de N às plantas (YAMADA et al., 2007). Além disso, é o nutriente absorvido em maior quantidade, seguido por K, P, Ca e Mg (VASCONCELLOS et al., 1998).

O N é o elemento que mais freqüentemente limita o rendimento de grãos de milho, porém é o que proporciona as maiores respostas de rendimento de grãos da cultura (BORTOLINI et al., 2001; GUILHERME et al, 2005). Este nutriente se destaca por apresentar acentuado dinamismo no sistema solo e por ser, normalmente, exigido em maiores quantidades pelas culturas (GUILHERME et al., 1995). Além disso, em solos de boa fertilidade ou devidamente corrigidos, o N é o nutriente que controla os níveis de produtividade da cultura (CANTARELLA, 1993). O N é absorvido pelas plantas, preferencialmente, nas formas de NO_3^- e NH_3 . O NO_3^- se origina da mineralização da matéria orgânica que, contendo os aminoácidos nitrogenados, sofre transformações bioquímicas como amonificação e nitrificação. Já o amônio pode originar-se do adubo mineral, da passagem da amina para a nitrificação, ou através de simbiose em vegetais da família das leguminosas (TANAKA et al., 2000).

O P é um transportador de substratos, como na glucose fosfato e muitas coenzimas. Além disso, age como um transportador e transdutor de energia química, como na adenosina trifosfato (ATP). O P tem importância no processo inicial da fotossíntese e na geração de

energia redutora na forma de NADPH e ATP, processo conhecido como fotofosforilação cíclica (EPSTEIN & BLOOM, 2006), e outros compostos importantes para o desenvolvimento vegetativo.

Segundo Borges (2006), todos os processos na planta que envolvem gasto de energia, desde a absorção de nutrientes até a formação dos diferentes órgãos, têm a participação direta ou indireta desse nutriente. Por exemplo, o P é fundamental nos estádios iniciais da cultura do milho e sua redução nesta fase acarreta redução no número de espigas e consequente redução no rendimento de grãos (MENGEL & KIRBY, 1987). Além disso, o P estimula o crescimento radicular e a diminuição da velocidade da morte do córtex radicular, afetando com isso, o crescimento da parte aérea e a produção das plantas (BORGES, 2006; MENGEL & KIRBY, 1987). Tudo isso se reflete no tamanho e na qualidade dos grãos produzidos, aumentando, inclusive, seus teores de proteína (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000).

Já o K, apesar de não ser integrante de nenhum composto dentro das plantas, é o mineral catiônico mais abundante nas plantas chegando a constituir até 10% de seu peso (EPSTEIN & BLOOM, 2006). No milho, por exemplo, é o segundo elemento mais absorvido, sendo 29% exportado nos grãos (HIROCE et al., 1989). Além disso, o K se destaca por ser um elemento importante na ativação enzimática e em inúmeros processos bioquímicos envolvidos com a síntese e o metabolismo de carboidratos, a fotossíntese e a respiração, (MALAVOLTA & CROMO, 1982; MALAVOLTA, 2006).

Embora seja necessário suprimento adequado de todos os nutrientes essenciais para as plantas visando um aumento constante do rendimento, o aumento da eficiência da nutrição potássica é extremamente importante. Enquanto a fixação biológica é uma importante fonte de N para o ecossistema, não existem fontes renováveis de K no ciclo biogeoquímico.

O K absorvido pelas plantas é oriundo da reserva existente no solo ou reciclado dos resíduos das culturas, bem como advindo da aplicação de fertilizantes orgânicos ou minerais

(YAMADA & TERRY, 2005). Como o K, nos restos vegetais, não fica incorporado às cadeias carbônicas da matéria orgânica do solo, após a colheita ou senescência das plantas, ele volta rapidamente ao solo de uma forma prontamente disponível para as culturas (RAIJ et al., 1997)

A resposta de uma cultura ao K depende, em grande parte, do nível em que se encontra a nutrição nitrogenada. Geralmente, quanto maior o suprimento de N, maior o aumento de produtividade devido ao K. Na medida, que é melhorada a nutrição potássica, os teores de N na planta ficam menores, provavelmente em função do fenômeno de diluição. Com K baixo, mesmo altos teores de N não resultaram em produtividade alta. Quando não há K suficiente, os teores deste nutriente na planta ficam menores conforme a disponibilidade de N é aumentada (YAMADA & TERRY, 2005).

3.3 Plantas espontâneas

Paralelamente à evolução da suinocultura, o sistema plantio direto (SPD) também tem experimentado forte expansão na última década, na região centro-sul do Brasil. O SPD constitui um sistema de manejo já consolidado, cuja premissa principal consiste na implantação das culturas sem o preparo do solo. Com isso, uma prática cada vez mais comum nas regiões produtoras de suínos é a aplicação dos dejetos diretamente sobre os resíduos culturais de plantas de cobertura, com destaque para a aveia-preta, antecedendo a semeadura do milho (AITA & GIACOMINI, 2008b).

A competição entre plantas é um processo importante tanto em comunidades naturais quanto em ambientes agrícolas, sendo o impacto vegetativo das plantas espontâneas em agroecossistemas considerado competição se houver redução no montante de recursos disponíveis para as culturas (RIZZARDI et al., 2001). Neste contexto, a oferta de nutrientes influencia na competitividade e na sobrevivência das plantas e a disponibilidade de elementos,

como o N, o P e o K, passa a ser de grande importância no entendimento da perda de produção das culturas agrícolas.

Embora se disponha atualmente de grande volume de conhecimento e avanços tecnológicos a respeito da nutrição mineral de espécies cultivadas, a falta de estudos sobre a nutrição mineral das plantas invasoras comumente infestantes em lavouras brasileiras prejudica o entendimento dos fatores que interferem na competição por nutrientes (PROCÓPIO et. al., 2004).

Em um agroecossistema, além dos aspectos físicos e bióticos, existem os aspectos socioculturais e políticos. Como os agroecossistemas são ambientes altamente perturbados, as alterações nos sistemas de cultivo podem modificar os padrões de distúrbios (LACERDA, 2003). Por exemplo, as plantas espontâneas e outras pragas agrícolas surgem como resultado do desequilíbrio causado pela intervenção antrópica em um ambiente. Esse desequilíbrio, condicionado por variáveis ambientais, torna propícia a explosão populacional de certos indivíduos, como as plantas espontâneas e outros insetos indesejáveis na agricultura.

O manejo das culturas agrícolas visa eliminar as plantas espontâneas durante o período crítico de competição, que é o período em que a convivência mútua pode causar danos irreversíveis à cultura, prejudicando seu rendimento (KARAM et al., 2006). A composição botânica de certas comunidades é determinada pelo resultado da competição. A competição com as plantas espontâneas reduz o crescimento, a massa vegetal e o rendimento de grãos das culturas comerciais. A competição também ocorre pelos recursos do solo, da água e de pelo menos vinte nutrientes essenciais, entre eles N, P, K, Cu, Zn, Ca, Mg, entre outros.

Um dos principais mecanismos de sobrevivência das plantas espontâneas em ambientes constantemente perturbados, sobretudo espécies anuais, é a alta produção de sementes (LACERDA, 2003). Esta alta produção, aliada a outros mecanismos, como dormência, longevidade, capacidade de sobreviver sob condições adversas e em baixo nível

de atividade metabólica, pode garantir a ocorrência de grandes reservas de sementes no solo (LORENZI, 2000). De maneira geral, as espontâneas podem interferir no desenvolvimento de culturas como milho com intensidade variável, em função da época de ocorrência, da densidade populacional e das espécies presentes no local (ZAGONEL et al., 2000), mas também podem atuar como culturas de cobertura, armazenar nutrientes que serão liberados e absorvidos pelas culturas subseqüentes, bem como prevenir a erosão dos solos, entre outros (LANA, 2007).

4. ABSORÇÃO DE N, P e K NO MILHO ADUBADO COM DEJETO DE SUÍNOS E URÉIA SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO

RESUMO

A suinocultura representa uma importante atividade na economia para o Estado de Santa Catarina (SC), porém o atual sistema de produção de suínos, em confinamento, contribui para o aumento no volume de dejetos gerados. O uso desses dejetos como adubo tem sido difundido devido ao seu potencial para aumentar o rendimento das culturas e a fertilidade do solo. Desta forma, o objetivo deste capítulo foi o de avaliar a absorção de N, P e K pela cultura do milho e seus teores no solo depois da aplicação de diferentes tipos e doses de dejetos de suínos, bem como adubação nitrogenada (uréia) em um experimento de longa duração, conduzido sob sistema plantio direto sem o uso de agrotóxicos no município de Braço do Norte, sul do Estado de SC. Os tratamentos utilizados foram: adubação com cama sobreposta de suínos (ACS), adubação com esterco líquido de suínos (AEL) e adubação química (AQ). Todos os tratamentos receberam uma e duas vezes a recomendação de N para cultura e o tratamento testemunha (T) não teve adubação. A partir dos 45, 60, 75, 90, 110 e 143 dias da semeadura do milho, foram coletadas, aleatoriamente, a folha 4+ de aproximadamente dez plantas de cada parcela para a avaliação dos teores de N, P e K. A amostragem de solo para caracterização da área experimental foi realizada durante o ciclo do milho. Os maiores teores de N foliar foram encontrados aos 60 dias após a semeadura nos tratamentos com cama sobreposta, seguidos por dejetos líquidos, com valores intermediários, e adubação com uréia. A testemunha apresentou teores inferiores àqueles considerados adequados. Verificaram-se teores de P ao longo do ciclo do milho superiores aos considerados ideais nos tratamentos com adubação orgânica, enquanto os teores foliar de K, em geral, permaneceram na faixa considerada ótima em todos os tratamentos ao longo do ciclo. A adubação com dejetos de suínos com base no critério do fornecimento do N às culturas induziu a um acúmulo de P e K no solo.

Palavra chave: adubação orgânica, suinocultura, macronutrientes.

ABSTRACT

The swine is an important activity in the economy of Santa Catarina, but the current system of production in confinement contributes to the increase in the volume of waste. The use of manure as fertilizer has been distributed, it contains nutrients and organic matter, with potential to increase crop yields and soil fertility. We tried to evaluate the absorption of N, P and K for the corn crop in terms of application of swine manure and urea in-tillage without the use of pesticides. The design was randomized blocks with treatments: fertilization with litter of swine deep bedding (ACS), fertilization with swine manure (AEL) and mineral fertilizer (AQ), and twice with the recommendation of N for crop and a control (T) without fertilization. From the 45, 60, 75, 90, 110 and 143 days after sowing of maize were collected at random, the sheet 4+ of about ten plants of each plot to assess the levels of N, P and K. The sampling of soil for characterization of the field experiment was conducted during the cycle of corn. The highest levels of leaf N were found at 60 days after sowing in treatments with deep bedding, followed by swine manure, with intermediate values, and fertilization with urea. The witness had levels below those considered adequate. There were levels of P during the cycle of corn higher than considered ideal in the treatments with organic manure, while the leaf contents of K, in general, remained throughout the cycle in the range considered optimal for all treatments. The fertilization with manure from swine on the basis of supply of N to crops led to an accumulation of P and K in the soil.

Index terms: crops, organic manure, swine, Braço do Norte - SC.

4.1 Introdução

A sustentabilidade de um sistema de produção não depende somente dos aspectos de conservação e preservação ambiental, mas também dos aspectos econômicos e comerciais que envolvem a atividade (FIORIN, 1999). Para que estes sejam alcançados, é indispensável a adoção de várias práticas de manejo.

No Brasil, atualmente, segundo a Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha (FEBRAPDP, 2006), cerca de 25,5 milhões ha são cultivados sob sistema de plantio direto (SPD), com expectativa de expansão da área agrícola sob esse sistema. Esse fato se deve às inúmeras vantagens desse sistema de cultivo como, por exemplo, a melhor sustentabilidade agrícola devido a maior conservação dos recursos naturais e melhor preservação da biodiversidade do solo (GAJRI et al., 2002). Entretanto, se o sistema não for bem conduzido, além de problemas de ordem física nos solos (compactação, por exemplo), também pode ocorrer uma explosão populacional de plantas espontâneas, as quais irão competir com as culturas comerciais pelos nutrientes.

Com a crescente expansão do SPD na região sul do país, é cada vez mais comum a aplicação de dejetos líquidos de suínos sobre os resíduos culturais de espécies de inverno, como a aveia, antecedendo a instalação das culturas de verão, especialmente, milho (GIACOMINI et al., 2008b). Essa prática é muito comum no sul do país, pois os dejetos contêm nutrientes e matéria orgânica e apresentam potencial para aumentar a produtividade das culturas e melhorar a fertilidade do solo (Aita et al., 2006).

A produção de milho tem acompanhado basicamente o crescimento da produção de suínos e aves no Brasil e no Mundo. A importância do milho não está apenas na produção de uma cultura anual, mas em toda a relação que essa cultura tem na produção agropecuária brasileira, tanto no que diz respeito a fatores econômicos quanto a fatores sociais. Pela sua

versatilidade de uso, pelos desdobramentos de produção animal e pelo aspecto social, o milho é um dos mais importantes produtos do setor agrícola no Brasil (DUARTE, 2008).

Considera-se que a fertilidade do solo seja um dos principais fatores responsáveis pela baixa produtividade do milho em áreas destinadas tanto para a produção de grãos, quanto de forragem. Esse fato não se deve apenas aos baixos níveis de nutrientes presentes nos solos, mas também ao uso inadequado das adubações, principalmente com N e K, e também à alta capacidade extrativa do milho colhido para produção de forragem. A cultura do milho apresenta grandes diferenças no uso de fertilizantes entre as várias regiões do país (COELHO & FRANÇA, 2006).

Apesar dos crescentes estudos sobre o uso de dejetos na cultura do milho, os efeitos causados no solo e nas plantas por sucessivas aplicações do dejetos líquido de suínos ainda são pouco entendidos e mais estudos nesta área do conhecimento são necessários (MIRANDA, 2005). Neste caso, a maioria dos estudos realizados avaliou-se o potencial fertilizante do dejetos líquido de suínos, dando ênfase à dinâmica do N, por ser este o nutriente mais exigido pelas plantas, por estar em maior concentração nos dejetos e por apresentar uma dinâmica complexa no solo (ASSMANN et al., 2007).

No entanto, ao se adubar as culturas agrícolas com dejetos de suínos utilizando-se o suprimento de nitrogênio (N) às culturas, a quantidade de fósforo (P) e de potássio (K) aplicadas supera em muitas vezes a recomendação sugerida pela CFQS (2004) e adubações contínuas poderão causar desequilíbrios nas propriedades químicas, físicas e biológicas no solo e, conseqüentemente, afetar a produtividade das culturas. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a absorção de N, P e K pela cultura do milho em função da aplicação de dejetos de suínos e uréia no sistema plantio direto sem o uso de agrotóxico, bem como os teores de N, P e K no solo.

4.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido, no município de Braço do Norte (Figura 1), sul do Estado de SC (28° 15' S, 49° 15' O e altitude de 300 m), de março de 2007 a fevereiro de 2008. O solo na área de estudo foi originalmente classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico típico. O experimento foi implantado em área situada na Microbacia Rio Cachorrinhos e vem sendo conduzido sob SPD sem o uso de agrotóxicos desde 2002.

O clima no local segundo a classificação de Köeppen é do tipo Cfa, isto é, clima subtropical úmido com temperatura média anual de 18 °C e temperatura máxima de 35 °C e mínima de 0 °C, sendo que os meses mais quentes e chuvosos são os de janeiro e fevereiro e os meses mais frios os de junho e julho. O período do ano com maior probabilidade de ocorrência de geadas é de maio a agosto (EPAGRI, 2000).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com 7 tratamentos e 3 repetições. Cada parcela possuía 27 m² (6 m x 4,5 m), sendo um metro em cada lado da parcela como bordadura (Figura 2). Os tratamentos implantados na área experimental foram: testemunha (T); adubação com cama sobreposta de suínos com a recomendação normal (ACS1X) e com o dobro da recomendação de N para as culturas (ACS2X) segundo CFQS RS/SC (2004), adubação com dejetos líquidos de suínos com a recomendação normal (AEL1X) e o dobro da recomendação de N (AEL2X) e adubação química (uréia) com a recomendação normal (AQ1X) e com o dobro da recomendação de N (AQ2X). Como a adubação é baseada nos teores de N no dejetos e o quanto é recomendado para as culturas, não se utilizou adubos químicos de P e K. Os resultados da análise química de solo para fins de fertilidade são apresentados na Tabela 1.

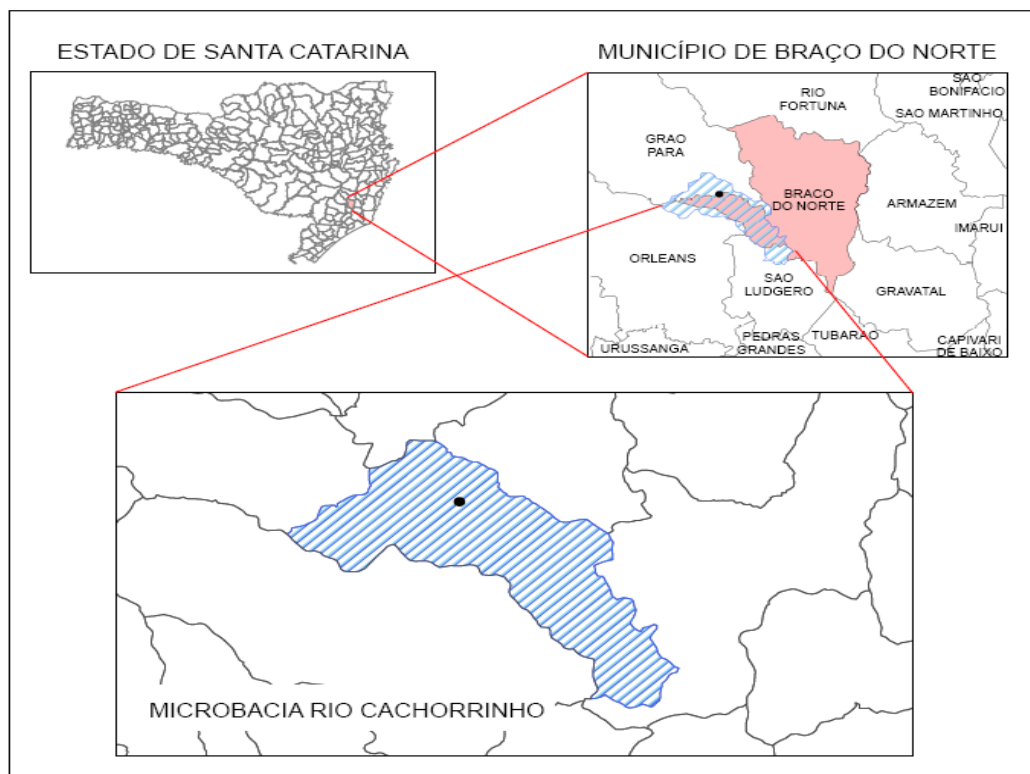


Figura 1. Mapa de localização do município de Braço do Norte e da Microbacia Rio Cachorrinhos, sul de Santa Catarina

A semeadura da aveia-preta (*Avena strigosa*) variedade IAPAR 61, foi realizada à lanço em abril de 2007. Logo após a semeadura aplicou-se o dejetos líquido de suínos e uréia, ambos uma (AEL1X e AQ1X) e duas vezes (AEL2X e AQ2X) a recomendação de N para a cultura, a adubação com cama sobreposta (ACS1X e ACS2X) não foi realizada para esta cultura. Depois da colheita da aveia, realizou-se a semeadura do milho, variedade Agroeste 3466 no espaçamento de 0,9 m entre linhas e com 5 plantas m^{-1} . A adubação com cama sobreposta (ACS1X e ACS2X) à superfície do solo foi aplicada manualmente 5 dias antes da semeadura do milho devido a lenta liberação de nutrientes por este material.

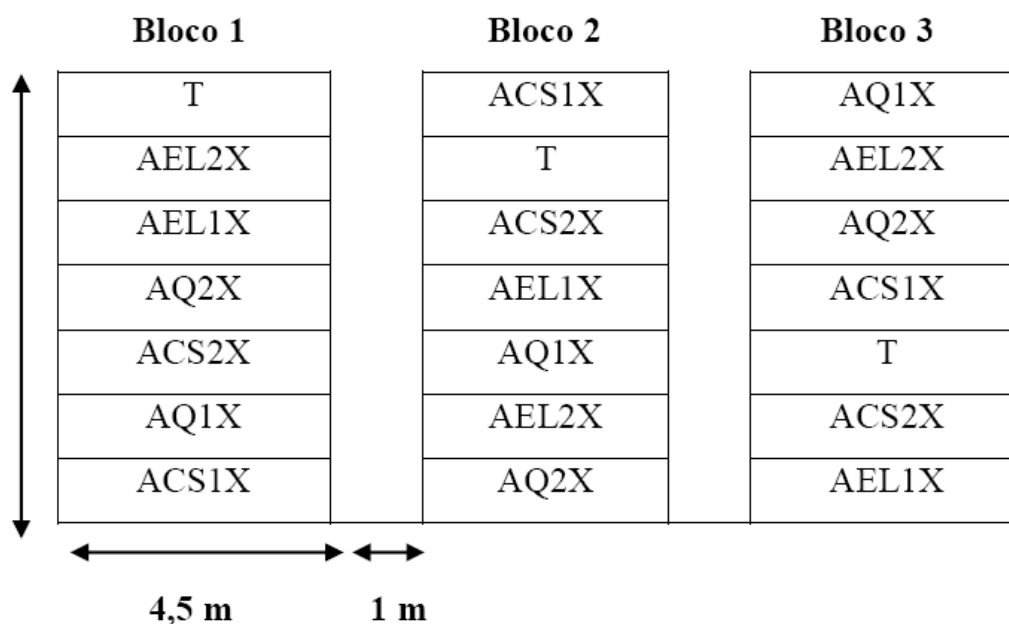


Figura 2. Croqui da área experimental com a distribuição dos tratamentos

A adubação com o dejetos líquido de suínos (AEL1X e AEL2X) e uréia (AQ1X e AQ2X) na cultura do milho foram parceladas segundo recomendação da CQFS-RS/SC (2004) para melhor aproveitamento dos nutrientes, sendo portanto, realizada aos 10, 45 e 90 dias depois da semeadura do milho.

Tabela 1. Laudo parcial de análise do solo da área experimental, Braço do Norte, SC, de amostras coletadas no início do ciclo do milho, na profundidade de 0-15cm.

	T	AQ1X	AQ2X	AEL1X	AEL2X	ACS1X	ACS2X
Ph	5,4	5,4	5,2	5,8	6,0	6,0	6,4
MO (%)	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,5
P (mg dm ³)	30	35	27	44	64	>120	>120
K (mg dm ³)	144	144	97	172	191	278	337

Amostras analisadas no Laboratório de Solos da Epagri Chapecó.

Para o tratamento com ACS1X foi aplicado 29 kg de cama de suínos, enquanto que no tratamento ACS2X aplicou-se 58 kg, para a cultura do milho. A quantidade de cama aplicada para suprir a recomendação de N para a cultura do milho foi de 10.751 kg ha⁻¹, contendo 90 kg ha⁻¹ de N (fator de eficiência na liberação do N de 50%), 88,62 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 74 kg ha⁻¹

de K₂O. Os teores de N, P e K na cama sobreposta aplicada foi de 150, 49 e 57 Kg ha⁻¹, respectivamente. No tratamento AELIX, para suprir o N recomendado aplicou-se 45 litros de dejetos, isto é, o equivalente a 50 m³ ha⁻¹, que atende o estipulado pela Normativa 11 da FATMA (FATMA, 2009). Assim foram aplicados, via dejetos líquido de suíno, 89 Kg ha⁻¹ de N (eficiência de 0,8%), 79 Kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 63 Kg ha⁻¹ de K₂O (eficiência de 1,0). Os teores de N, P e K no dejetos líquido foi de 148, 35 e 52 Kg ha⁻¹. No tratamento adubação química utilizou-se apenas uréia, o equivalente a 90 e 180 kg ha⁻¹ para os tratamentos com 1X e 2X o N recomendado. A fórmula para o cálculo da recomendação de cama sobreposta utilizada neste estudo foi:

$$X = A \times B / 100 \times C / 100 \times 0,5$$

onde *X* é a recomendação de N (kg ha⁻¹) para a cultura do milho; *A* é a quantidade de adubo orgânico a ser aplicado (kg ha⁻¹); *B* é o teor de matéria seca da cama de suínos em porcentagem; *C* é o teor de N da cama em porcentagem; e 0,5 é a taxa de liberação de nutrientes (50%) oriundos da cama sobreposta para o primeiro cultivo

Para a análise foliar, foram coletadas aleatoriamente, dentro das unidades experimentais, as folhas 4+ de 10 plantas de milho aos 45, 60, 75, 90, 110 e 143 dias depois da semeadura. A análise dos teores de N, P e K foi realizada no tecido vegetal sem a nervura central segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

A amostragem de solo para caracterização da área experimental foi realizada durante o ciclo do milho. As amostras foram coletadas com trado holandês na profundidade 0-15 cm, com sete amostras simples para formar uma amostra composta por parcela e foram encaminhadas para análise química de macro e micronutrientes, no Laboratório de Análises de Solos da EPAGRI de Chapecó, SC.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05).

4.3 Resultados e discussão

O teor de N nas folhas do milho entre os tratamentos e ao longo do ciclo da cultura são mostrados na Figura 3. Ao avaliar a variação dos teores de N nos diferentes tratamentos em função do tempo pós-germinação, observou-se que seus teores foram maiores aos 60 dias nos tratamentos com cama sobreposta de suínos. Valores intermediários foram encontrados para os tratamentos adubados com dejetos líquidos, enquanto os menores teores apareceram nos tratamentos com adubação química, porém semelhante ao dejetos líquidos. A partir dos 75 dias verificou-se um decréscimo nos teores de N em todos os tratamentos, comportamento que se manteve até final do ciclo (Figura 3).

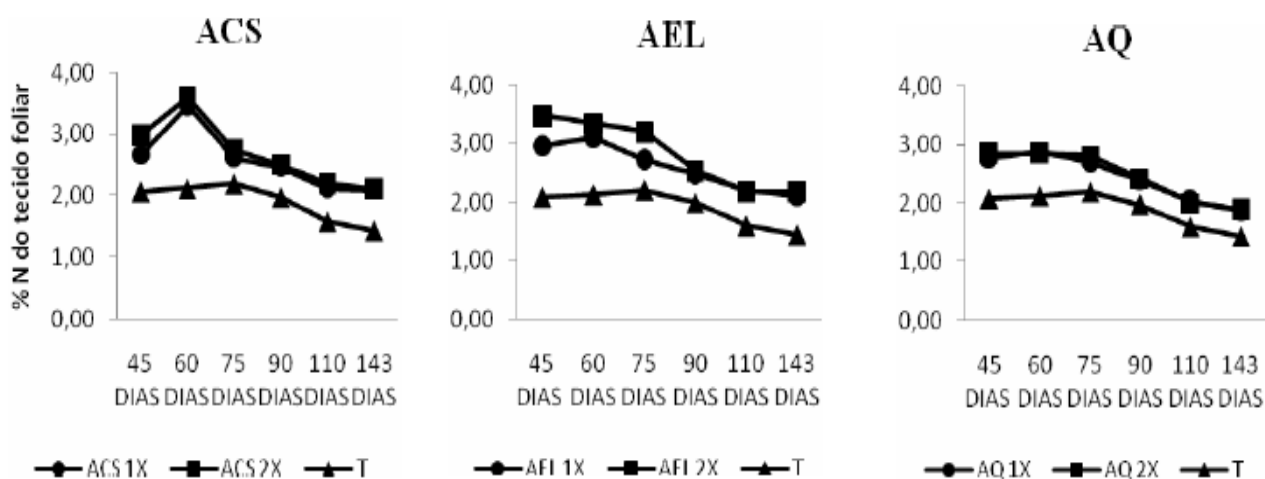


Figura 3. Teor foliar de N (%) na cultura do milho nos tratamentos adubação com cama sobreposta (ACS), dejetos líquidos de suínos (AEL) e adubação química (AQ) aos 45, 60, 75, 90, 110 e 143 dias após a semeadura.

Os dados observados no presente estudo são similares aos observados por Vasconcelos et al. (1998), os quais constataram uma absorção mais intensa de N pelo milho no período entre 40 e 60 dias após a germinação. Isto se explica pelo fato de entre 40 à 60 dias depois da germinação, as plantas de milho estarem em pleno desenvolvimento vegetativo, acumulando em média 70 à 80% de sua matéria seca total.

Ao analisar os teores foliares de N do milho (Tabela 2), observou-se que aos 45 e 60 dias a testemunha apresentou valores inferiores aos considerados adequados. Entretanto,

depois dos 90 dias após a semeadura, todos os tratamentos apresentaram valores inferiores aos considerados ideais, o que provavelmente está relacionado à translocação do N para folhas mais jovens e para os grãos (COELHO & FRANÇA, 2006).

Assim, o aumento na produtividade depende, entre outros fatores, da eficiência de absorção do N e de sua translocação para os grãos em crescimento, onde ocorrerá a formação dos compostos de reserva (COELHO & FRANÇA, 2006).

Os menores valores observados na testemunha podem explicar em parte, a sua baixa produtividade quando comparada com os demais tratamentos. Os teores de N observados aos 60 dias nos tratamentos com cama sobreposta e AEL2X diferiram dos demais tratamentos (Figura 3).

Tabela 2. Teores foliares médios de N, P e K (%) considerados adequados para a cultura do milho.

Macronutrientes	Teor (%)
Nitrogênio	2,75 – 3,25
Fósforo	0,19 – 0,35
Potássio	1,75 – 2,97

Fonte: COELHO & FRANÇA (2006).

As entradas e saídas do N nos sistemas de produção passam pela mineralização da matéria orgânica do solo (MOS), o que é exercido pelos microorganismos, através da degradação das formas orgânicas de N. Essas formas são: oxidação do amônio (NH_4^+) em nitrito (NO_2^-) e posteriormente em nitrato (NO_3^-), redução do nitrato em N_2 e redução do gás N_2 em amônia. Essas transformações também podem ser influenciadas pela temperatura do solo, pH e teor de nutrientes, regime de água/aeração, sendo intensas em condições de oxidação e muito pequenas em condições de redução (FERREIRA, 2005).

Os teores de amônio, nitrato do solo e da matéria orgânica são apresentados na figura 4. Verifica-se um pico de NH_4^+ aos 45 dias no tratamento ACS2X, enquanto nos tratamento ACS1X e com dejetos líquidos (AEL1X e AEL2X) esta elevação ocorre aos 60 dias. Por outro

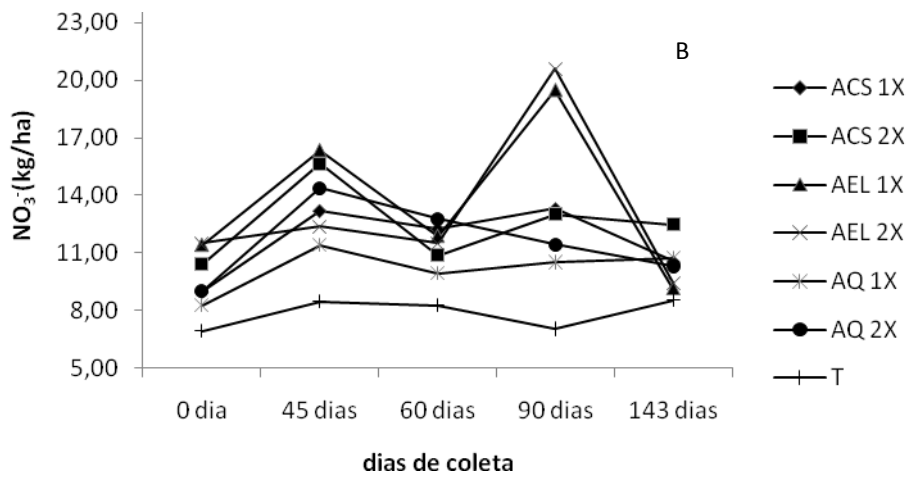
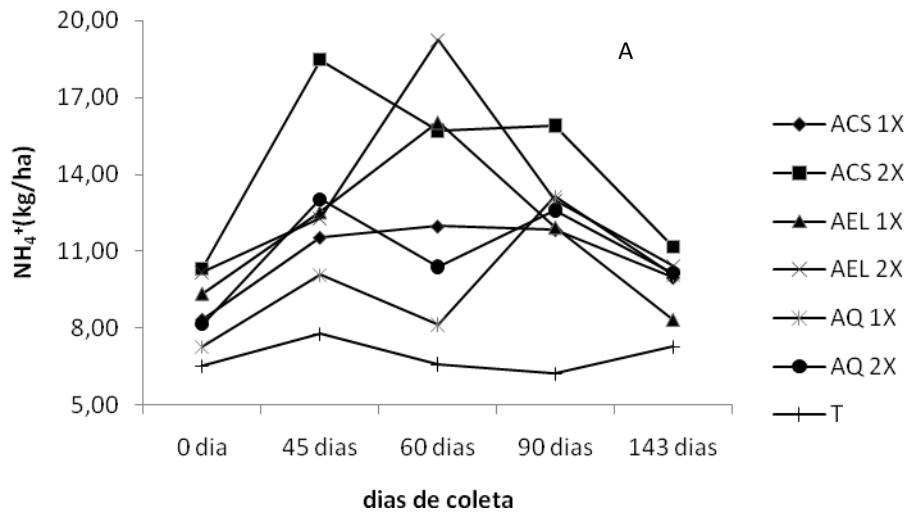
lado, os tratamentos adubados com uréia apresentaram picos aos 45 e 90 dias nos teores de amônio, talvez decorrente da influência das adubações parceladas, enquanto a testemunha apresentou os menores valores ao longo do ciclo do milho (Figura 4A). Este comportamento pode ser explicado pelo fato de a testemunha não receber adubação e o experimento estar sendo conduzido desde 2002.

Já para o NO_3^- , os tratamentos tiveram um comportamento similar, com elevação aos 45 dias e uma queda aos 60 dias. Em seguida, enquanto os tratamentos com dejetos líquidos sofrem uma elevação aos 90 dias, os demais mantiveram níveis uniformes ao longo do ciclo. Na testemunha, de maneira similar ao nitrato, os teores de amônio foram baixos ao longo do ciclo (Figura 4-B). Este pico nos teores de nitrato aos 90 dias contribui para uma situação de risco de poluição das águas subterrâneas, tendência de acidificação do solo e possibilidade de absorção em grande quantidade pelas plantas.

O N na fase aquosa está presente em várias formas e estados de oxidação, tendo maior relevância o N orgânico dissolvido e particulado, o N amoniacal, nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-). O N amoniacal é tóxico para peixes e tem uma alta demanda de oxigênio. Sob o ponto de vista de saúde pública, o nitrato pode causar metahemoglobinemia, a qual é uma desordem caracterizada pela presença em um nível mais alto que o normal de metahemoglobina no sangue, a qual é incapaz de se ligar ao O_2 , impedindo assim as trocas gasosas no organismo humano. O nitrito ainda pode combinar-se com aminas secundárias, provenientes da dieta alimentar, formando nitrosaminas com poder mutagênico e carcinogênico (KUNZ, 2005).

Verificou-se para os teores de carbono da matéria orgânica, uma tendência de ocorrência dos maiores teores nos tratamentos com cama sobreposta e esterco líquido duas vezes (ACS1X e 2X e AEL2X). Apesar dos demais tratamentos apresentarem valores semelhantes, AQ2X manteve teores próximos aos da testemunha sem adubação (Figura 4-C), evidenciando uma possível mineralização da matéria orgânica durante o ciclo do milho, sendo

este um efeito negativo da adubação química.



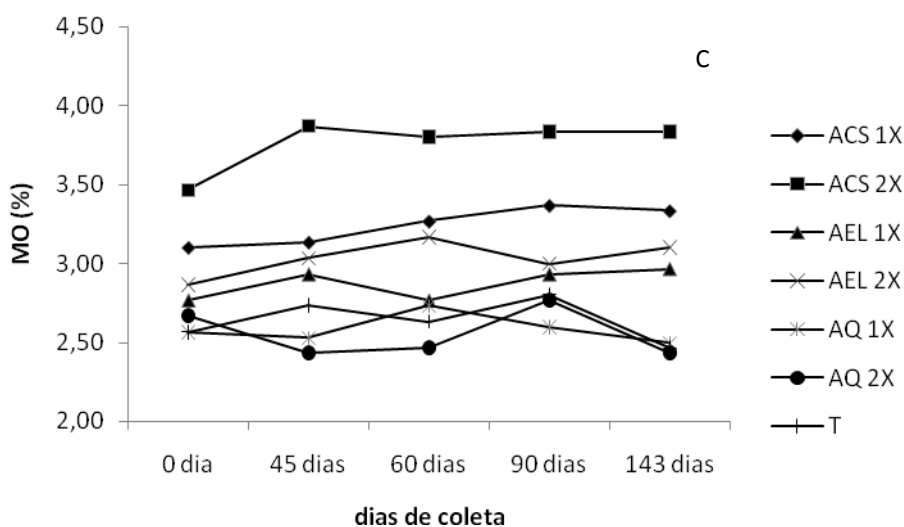


Figura 4. Teores de amônio (NH_4^+), nitrato (NO_3^-) e matéria orgânica (MO) do solo durante o ciclo do milho nos diferentes tratamentos, na profundidade 0-15 cm.

Durante o período analisado, os teores de N tenderam a decrescer após 45 dias da semeadura do milho, sendo o teor foliar de P muito similar entre os tratamentos ACS e AEL. Já os tratamentos AQ1X e AQ2X foram os que proporcionaram o menor teor foliar de P nas plantas, dado que nenhuma fonte solúvel de P foi fornecida as plantas durante o ciclo da cultura (Figura 5).

Considerando os teores foliares indicados como ideais para P, situados na faixa de 0,19 a 0,35 (%) (Tabela 2), observa-se que apenas aos 143 dias a testemunha apresentou valores críticos, enquanto os tratamentos com adubação orgânica apresentaram valores superiores aos ideais em grande parte do período amostrado. Este fato pode ser reflexo das grandes quantidades do elemento aplicadas no solo (Figura 6).

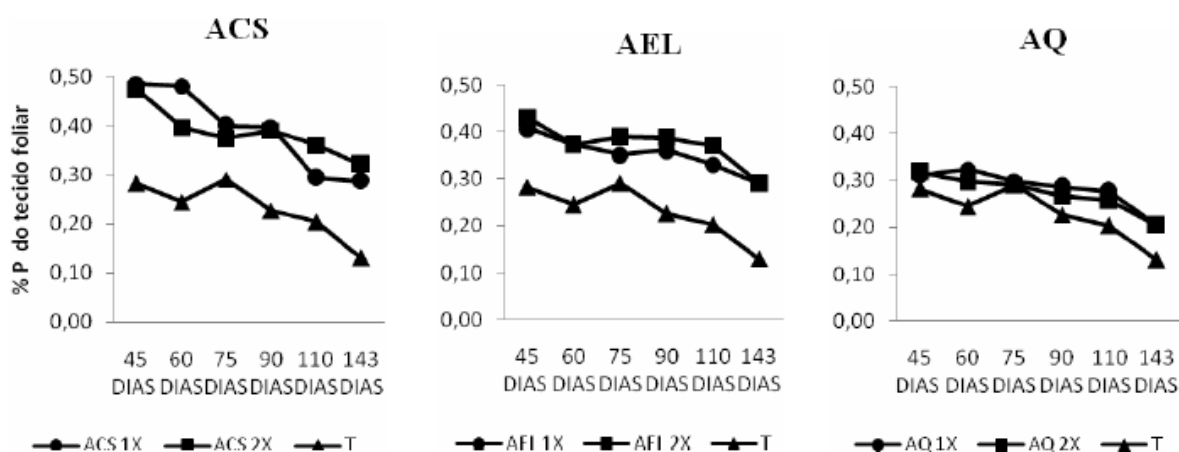


Figura 5. Teor foliar de P (%) na cultura do milho nos tratamentos adubação com cama sobreposta (ACS), dejetos líquidos de suínos (AEL) e adubação química (AQ) aos 45, 60, 75, 90, 110 e 143 dias após a semeadura.

Se por um lado foi observado um decréscimo nos teores de P foliar na maioria dos tratamentos após os 75 dias (Figura 5), por outro, verifica-se uma absorção contínua durante a fase de enchimento de grãos.

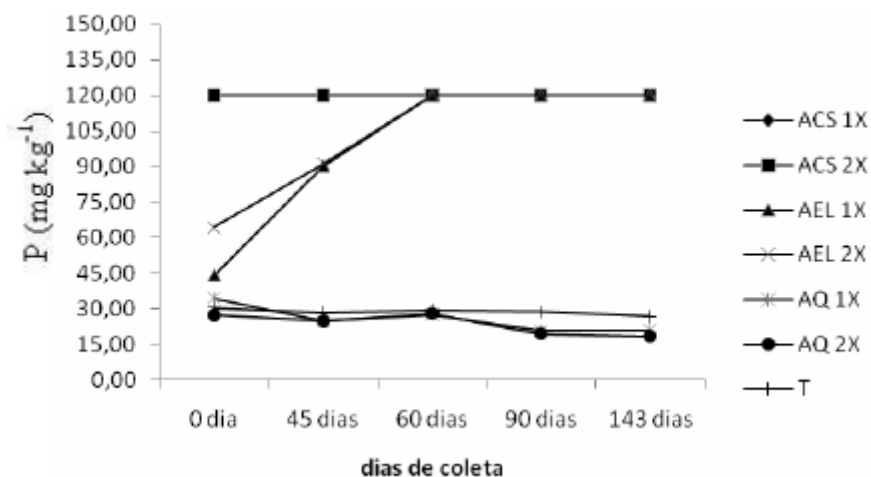


Figura 6. Teores de P (mg kg⁻¹) no solo durante o ciclo do milho nos diferentes tratamentos.

Através da análise de P (mg kg⁻¹) no solo, observou-se uma alta concentração deste elemento, com os maiores valores nos tratamentos com adubações orgânicas, após 60 dias da semeadura do milho. Esses teores foram superiores a 120 mg kg⁻¹ nos tratamentos com cama sobreposta de suínos (ACS) ao longo de todo o período amostrado. O valor máximo de 120

mg kg⁻¹ P decorreu do limite de detecção do método utilizado pelo Laboratório de Solos da EPAGRI/ Chapecó.

Nos tratamentos com dejetos líquido (AEL) os teores de P atingiram o patamar de 120 mg kg⁻¹ aos 60 dias após o plantio do milho (Figura 6). Em outras análises da área experimental em anos anteriores, esses valores atingiram os patamares de 224 e 353 mg kg⁻¹ nos tratamentos ACS1X e ACS2X, respectivamente (COMIN et al., 2007).

Considerando os teores de K foliares, estes permaneceram dentro da faixa ótima, entre 1,75 a 2,97 (Tabela 2), exceto para testemunha, que aos 143 dias apresentou valor abaixo do limite inferior (Figura 7). Os maiores teores de K ocorreram nos tratamentos com adubação orgânica (AEL e ACS).

Pela análise de solo percebe-se uma tendência crescente de acúmulo de K nos tratamentos com adubação orgânica. Os maiores acúmulos ocorrem em ACS2X, seguido de ACS1X e por último AEL2X. No entanto, no tratamento AEL1X os teores continuam elevados, acima de 150 mg kg⁻¹ (Figura 8). Estes dados vão ao encontro dos dados da literatura, onde se ressalta um acúmulo de P e K nos tratamentos adubados com dejetos, principalmente quando a adubação é calculada para fornecer o N recomendado para a cultura.

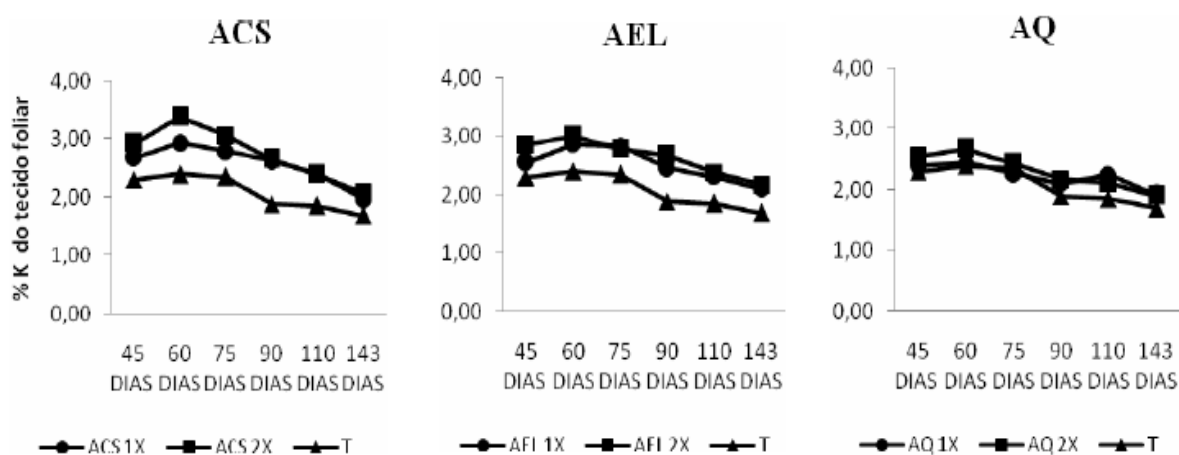


Figura 7. Teor foliar de K (%) na cultura do milho nos tratamentos adubação com cama sobreposta (ACS), dejetos líquido de suínos (AEL) e adubação química (AQ) aos 45, 60, 75, 90, 110 e 143 dias após a semeadura.

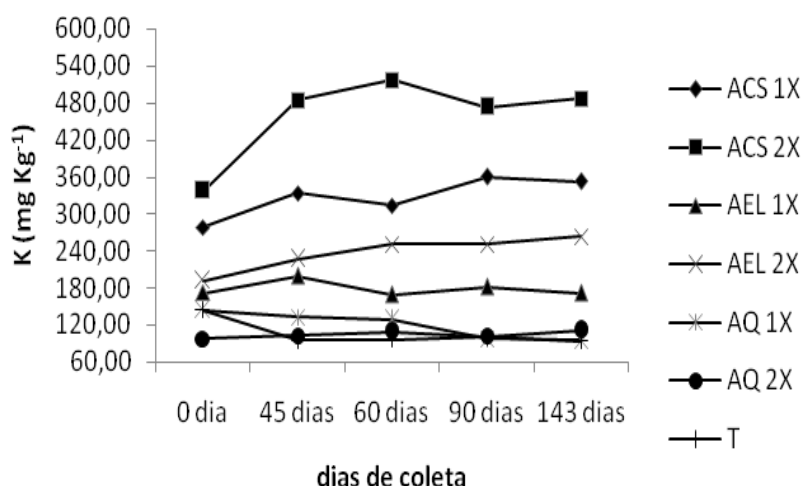


Figura 8. Teores de K (mg kg^{-1}) no solo durante o ciclo do milho nos diferentes tratamentos.

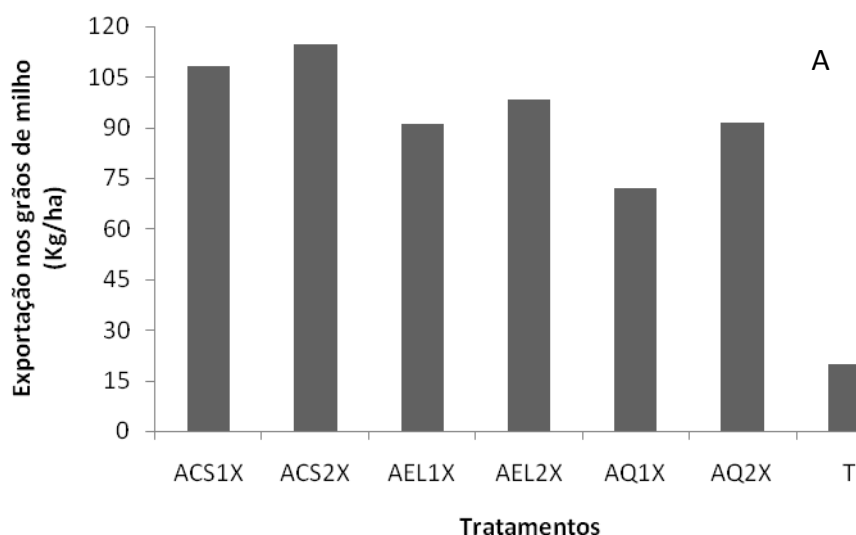
A resposta de uma cultura ao K depende, em grande parte, do nível em que se encontra a nutrição nitrogenada. Geralmente, quanto maior o suprimento de N, maior o aumento de produtividade devido ao K, podendo ocorrer interação N com K (YAMADA & TERRY 2005). Assim o efeito das sucessivas aplicações de dejetos proporcionou uma forte relação entre o N/K.

Entretanto, se observou uma enorme reserva de K no solo dos tratamentos ACS2X, ACS1X e AEL2X, sendo que a eficiência de absorção dos teores foliares não acompanhou a disponibilidade K no solo, principalmente nos estádios finais de desenvolvimento da cultura (Tabela 3). Como uma nutrição adequada em N favorece a absorção de K, no caso da testemunha uma possível deficiência de N também agravou a falta de K, tendo conseqüências na produção de grãos (Tabela 3). Já no caso dos tratamentos adubados com uréia (tratamentos AQ1X e AQ2X), a nutrição nitrogenada adequada amenizou uma possível deficiência de K.

Tabela 3. Rendimento de grãos de milho nos diferentes tratamentos.

Tratamento	Grãos (Kg ha ⁻¹)
ACS1X	7224,66 a
ACS2X	7651,85 a
AEL2X	6560,09 a
AEL1X	6064,49 ab
AQ1X	4804,49 ab
AQ2X	6106,67 ab
T	1329,37 b

A quantidade de nutrientes extraída pelo milho depende da disponibilidade e quantidade de nutriente repostos pelo solo e pelas adubações, que irá interferir no rendimento obtido e na acumulação de nutrientes nos grãos e em outras partes da planta (BORGES, 2006). O que se observou neste estudo foi que a exportação de N, P e K pelos grãos foi mais elevada no tratamento ACS2X, seguido por ACS1X e AEL2X, tratamentos os quais o acúmulo de P e K no solo foi elevado. O tratamento sem adubação, testemunha, foi o que apresentou a menor exportação de nutrientes, o que indica níveis inferiores no solo em relação a real demanda pela cultura (Figura 9).



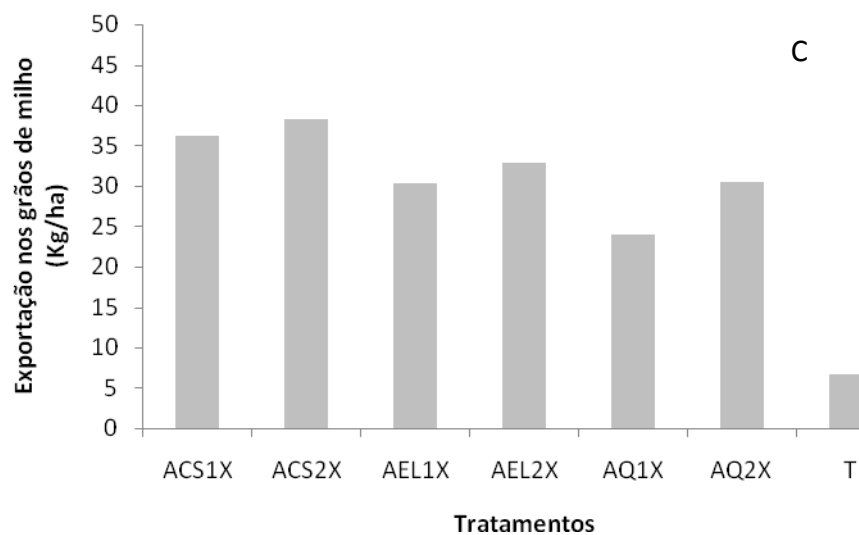
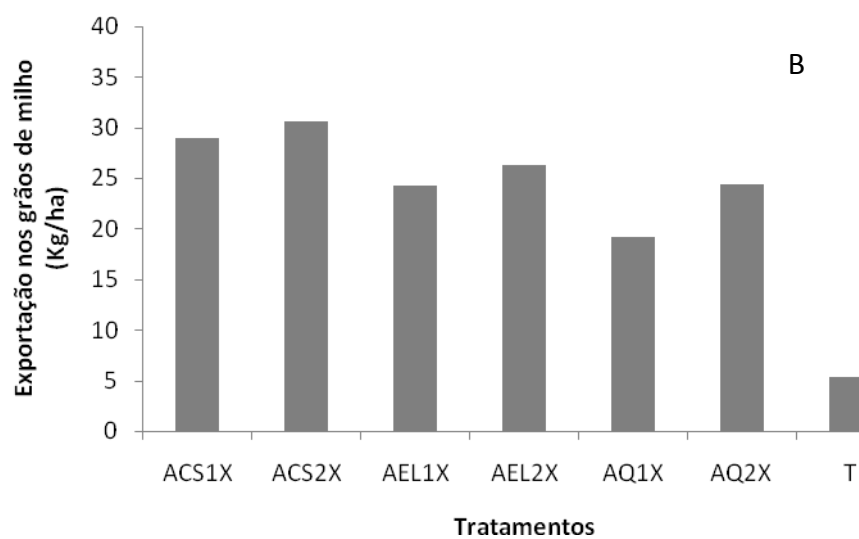


Figura 9. Exportação de N (A), P (B) e K (Kg ha^{-1}) (C) nos grãos de milho nos diferentes tratamentos.

4.4 Conclusões

Verificaram-se os maiores teores de N foliar aos 60 dias do plantio nos tratamentos com cama sobreposta, seguidos por dejetos líquidos, com valores intermediários, e adubação com uréia. A testemunha apresentou teores inferiores àqueles considerados adequados.

O P foliar apresentou comportamento similar àquele do N. No entanto, verificaram-se teores de P superiores aos considerados ideais nos tratamentos com adubação orgânica ao

longo do ciclo do milho. Os teores foliar de K ao longo do ciclo do milho, em geral, permaneceram na faixa considerada ótima para todos os tratamentos.

A adubação com dejetos de suínos, com base no critério do fornecimento do N às culturas acarretou em um acúmulo de P e K no solo, podendo esse excesso contribuir para a poluição ambiental.

O melhor rendimento do milho foi obtido nos tratamentos com cama sobreposta e dejetos suínos duas vezes a recomendação de N para a cultura, porém essa quantidade excede os limites estabelecidos pela Instrução Normativa 11 da FATMA que estipula uma aplicação máxima de dejetos de $50\text{m}^3 \text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$.

5. ABSORÇÃO DE NUTRIENTES POR PLANTAS ESPONTÂNEAS EM CULTIVO DE MILHO ADUBADO COM DEJETOS SUÍNO E URÉIA

RESUMO

Avaliou-se a incidência e a absorção de N, P e K por plantas espontâneas durante o ciclo da cultura do milho em Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico típico, com adubação de cama sobreposta de suínos (ACS), adubação com dejetos líquidos de suínos (AEL) e adubação nitrogenada solúvel – uréia (AQ), sob sistema de plantio direto há 5 anos sem o uso de agrotóxicos. O delineamento foi blocos ao acaso com sete tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram constituídos por ACS, AEL e AQ, todos com dois níveis de adubação, uma e duas vezes o recomendado de nitrogênio para a cultura do milho, e pela testemunha (T) sem adubação. Para avaliar a densidade e o N, o P e o K foliar, as plantas espontâneas foram coletadas aleatoriamente em 0,25 m² por parcela. Observou-se que a absorção de nutrientes pelas plantas espontâneas não interferiu no rendimento do milho, provavelmente pelo excesso de P e K existente no solo, função do longo período de aplicação de dejetos líquidos e de cama sobreposta de suínos. O uso de *Avena strigosa* como cobertura do solo antecedendo o milho, bem como o manejo das espontâneas através de roçadas contribuíram para a menor incidência de plantas espontâneas.

Palavras chave: adubação nitrogenada, cama sobreposta, dejetos líquidos, plantio direto.

ABSTRACT

Evaluated the incidence and the absorption of N, P and K by weeds during the crop cycle of corn in typical dystrophic Red Yellow with fertilization of swine deep bedding (ACS), fertilization with swine manure (AEL) and soluble nitrogen fertilizer - urea (AQ), a tillage system for 5 years without the use of pesticides. The design was randomized blocks with seven treatments and three replications. The treatments consisted of ACS, AEL and AQ, each with two levels of fertilization, one and two times the recommended nitrogen for corn, and the control (T) without fertilization. To assess the density and N, P and K leaf, the weeds were collected randomly at 0.25 meters per plot. It was observed that the absorption of nutrients by weeds did not affect the yield of corn, probably for excessive P and K in the soil, the basis of the long period of application of liquid waste and litter of swine deep bedding. The use of *Avena strigosa* as cover soil before the corn and the management of volunteers through cutting, may also have contributed to the absence of negative effects of weeds.

Index terms: nitrogen, swine deep bedding, swine manure, tillage, weed.

5.1 Introdução

As infestações de plantas espontâneas surgem como resultado do desequilíbrio causado pela intervenção humana em um agroecossistema, e esse desequilíbrio, condicionado por variáveis ambientais, torna propícia a explosão populacional de certos indivíduos (LACERDA, 2003).

Segundo Karam et al. (2006), as plantas espontâneas requerem para seu desenvolvimento os mesmos fatores exigidos pela cultura do milho, ou seja, água, luz, nutrientes e espaço físico, estabelecendo um processo competitivo quando a cultura e as plantas espontâneas se desenvolvem conjuntamente. Os efeitos negativos causados pela presença das plantas espontâneas não devem ser atribuídos exclusivamente à competição, mas uma resultante total de pressões ambientais, que podem ser diretas e indiretas.

As culturas agrícolas estão sujeitas a uma série de fatores do ambiente que influenciam seu crescimento, desenvolvimento e produtividade. A interferência de plantas espontâneas acarreta reduções nos rendimentos dessas culturas, que no caso do Brasil, estão estimadas em aproximadamente 10% para a cultura do milho. Entretanto, quando não se realiza nenhum método de controle dessas plantas, elas podem comprometer até 85% da produção. De maneira geral, as plantas espontâneas interferem no desenvolvimento da cultura de milho com intensidade variável, em função da época de ocorrência, da densidade populacional e das espécies presentes no local (ZAGONEL et al., 2000).

Diversos fatores influenciam o processo de colonização e estabelecimento das plantas espontâneas em determinados ambientes, mas as características do solo desempenham papel importante. Os fatores edáficos, associados às características ecofisiológicas próprias de determinados grupos de plantas, que lhe asseguram a sobrevivência em locais específicos, são base para a sua classificação como espécie ruderal, a qual se caracteriza pela sobrevivência em agroecossistemas freqüentemente perturbados, com elevada taxa de crescimento, grande

esforço reprodutivo e elevada capacidade de exploração de nutrientes do solo (BIANCO et al., 2005).

O plantio direto tem auxiliado no controle das plantas espontâneas, pois sem revolvimento do solo, o banco de sementes na parte superficial do solo tende a reduzir, diminuindo a germinação dos propágulos. A rotação de culturas, além de muitas outras utilidades, é praticada como meio de prevenir o surgimento de altas populações de certas espécies de espontâneas mais adaptáveis à determinada cultura (KARAM et al, 2006).

A adoção de algumas técnicas para diminuir o grau de infestação pelas plantas espontâneas como rotação de culturas e semeadura de plantas de cobertura e de adubação, são importantes para um sistema de produção sustentado. Culturas de cobertura, como nabo forrageiro, aveia, ervilhaca peluda, milho, no período de entressafra, têm grande poder de supressão na emergência e no desenvolvimento das plantas espontâneas (KARAM et al., 2006). A aveia-preta (*Avena strigosa* Scheid) é a espécie de cobertura de solo mais utilizada no sul do Brasil, no período de inverno, antecedendo ao cultivo do milho, plantado em sistema de semeadura direta, pelo fato desta apresentar elevada produção de matéria seca, facilidade de aquisição de sementes e implantação, rapidez de formação de cobertura, ciclo adequado e eficiente reciclagem de N (ARGENTA et al., 2001a). De acordo com os autores, os benefícios do uso da aveia-preta relacionam-se com a melhoria das características físicas e químicas do solo, além da proteção do solo formada pelos seus resíduos.

O grau de interferência pelas plantas espontâneas à cultura do milho é determinado pela composição florística e pelo período de convivência com as culturas. A competição por nutrientes é de grande importância, pelo fato da maioria das vezes serem limitados. Devido à grande diversidade e densidade das comunidades infestantes, cada indivíduo não poderá crescer de acordo com seu potencial genético, mas em consonância com as quantidades de recursos que conseguir recrutar, na intensa competição a que está submetido. Por isso, em

altas densidades, o potencial de crescimento da comunidade é controlado por aquele recurso que, de acordo com as necessidades gerais da comunidade, se apresentar em menor quantidade no ambiente (KARAM et al, 2006). Segundo os autores, as plantas espontâneas conseguem acumular mais nutrientes em seus tecidos que a cultura do milho, como por exemplo, em condições de competição onde o N é o nutriente de maior limitação; assim a adubação nitrogenada merece especial atenção em condições de alta infestação. Entretanto, o grau de interferência das plantas espontâneas vai variar de acordo com as condições climáticas e o sistema de produção.

Ao usar algum método de controle de plantas espontâneas na cultura do milho, os principais objetivos são evitar perdas devido à competição, beneficiar as condições de colheita, evitar o aumento da infestação e proteger o ambiente. As plantas espontâneas que germinam, emergem e crescem no meio da lavoura do milho após o período crítico de competição não acarretam perdas na produção (KARAM et al, 2006).

Segundo Rizzardi et al. (2001), o efeito da época relativa de emergência é importante porque influencia a velocidade de estabelecimento das plantas espontâneas e a intensidade das interações das espécies.

A presença das espontâneas em culturas comerciais ocasiona prejuízos devido a competição por água, nutrientes, luz, possíveis efeitos alelopáticos, dificuldades na operação de colheita e o seu controle acarreta, na maioria das vezes, no aumento significativo dos custos de produção (CHISTOFFOLETI, 1988). Segundo Gustafson et al. (2006), a presença de plantas espontâneas influencia significativamente o rendimento da cultura comercial quando a competição com o cultivo é intenso e ocorre nos estádios fenológicos de crescimento mais sensíveis a pressões. Os períodos críticos de competição, em geral, ocorrem nos estádios fenológicos iniciais, entre o final do crescimento vegetativo e o início do reprodutivo, situando-se, em média, no primeiro terço do ciclo das culturas anuais.

A composição das populações de espontâneas em um agroecossistema é reflexo de suas características edáficas e climáticas e das práticas agronômicas adotadas, como manejo do solo e as adubações. Dessa forma, a utilização do sistema plantio direto (SPD) pode proporcionar diminuição da competição das plantas espontâneas com as plantas comerciais através da cobertura permanente do solo com plantas de cobertura ou resíduos culturais (TEASDALE & MOHLER, 1993) antes ou depois da implantação das culturas comerciais.

Além disso, a utilização de cama sobreposta de suínos, dejetos líquido de suínos e uréia em SPD, também pode alterar a população de plantas espontâneas e a dinâmica do banco de seu sementes no solo (BULHER et al., 1995).

Dentre os fatores de competição entre as plantas cultivadas e as plantas espontâneas, os nutrientes como N, P e K relacionam-se com as perdas de produção das culturas agrícolas. A capacidade de absorção de nutrientes do solo pelas plantas depende da magnitude e da morfologia do seu sistema radicular e da eficiência na absorção desses elementos (ANGUINONI et al., 1989). No entanto, algumas espécies de plantas espontâneas absorvem mais nutrientes por unidade de biomassa radicular do que as culturas comerciais devido à seleção voltada à sobrevivência, tornando-se assim mais competitivas.

Embora se disponha atualmente de muitos conhecimentos e avanços tecnológicos a respeito da nutrição mineral de espécies cultivadas, a falta de estudos sobre a nutrição mineral das plantas espontâneas nas lavouras prejudica o entendimento dos fatores que interferem na competição por nutrientes (PROCÓPIO et. al., 2004) e com base nisso, este estudo teve como objetivos avaliar se a absorção de N, P e K pelas plantas espontâneas interfere na produtividade da cultura do milho e avaliar a densidade de plantas espontâneas na sucessão aveia/milho de um Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico típico, adubado com dejetos de suínos e uréia, sob sistema de plantio direto a 5 anos sem o uso de agrotóxicos.

5.2 Materiais e Métodos

A metodologia utilizada está descrita no item 4.2. Para a avaliação da massa seca e da densidade das plantas espontâneas durante a fase de pendoamento do milho, foi realizada uma amostragem ao acaso dentro da área útil de cada parcela, com um quadrado de 0,25m². Após a avaliação da densidade, as plantas espontâneas foram cortadas rente à superfície do solo e o material coletado foi colocado em sacos de papel para posterior separação por espécie e família no laboratório. A parte aérea das plantas foi seca em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até peso constante. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey. Para avaliação do N, P e K foi utilizado o método descrito em Tedesco et al. (1995).

Os dados foram analisados através da aplicação do teste F sobre a análise da variância, seguido do teste Tukey a 5% de significância para comparação das médias.

5.3 Resultados e Discussões

No levantamento florístico das plantas espontâneas encontraram-se 250 indivíduos, nos diferentes tratamentos avaliados, representados por 14 espécies distribuídas em 10 famílias. As espécies encontradas, suas respectivas famílias e a densidade em cada tratamento estão apresentadas na Tabela 4. Além das espécies espontâneas encontradas, também foram observados indivíduos de *Avena strigosa*.

A testemunha foi o tratamento que apresentou o maior número de espécies, enquanto no tratamento AEL1X foi observado o menor número (Tabela 4). As maiores densidades foram observadas para as espécies *Aristida longiseta*, *Brachiaria plantaginea*, *Paspalum* sp., *Ipomoea* sp, *Cyperus* sp. e *Oxalis* sp., e as menores para as espécies *Commelina benghalensi*, *Amaranthus* sp., *Rumex* sp e *Sonchus* sp.

Verificou-se que a família Poaceae, com 5 espécies, foi aquela que apresentou o maior número em toda área experimental (Tabela 4). Além disso, esta também apresentou o maior

número de indivíduos no tratamento com cama-sobreposta de suínos. Não se verificou registro de espécies para as famílias Amaranthaceae, Commelinaceae e Malvaceae para o tratamento ACS2X. Este elevado número de indivíduos da família Poaceae provavelmente ocorreu porque a maioria das espécies desta família apresenta mecanismo fotossintético do tipo C₄ e se adapta melhor as condições de alta luminosidade (RAVEN et. al, 2001).

Por outro lado, a espécie *Commelina benghalensis* da família Commelinaceae, a qual é, entre as espécies observadas, a mais adaptada às condições de baixa luminosidade (KISSMANN, 1997), foi observada somente no tratamento com adubação química AQ1X.

Após cinco anos de plantio direto, verificou-se, nos 7 tratamentos, que a maior diversidade de espontâneas ocorreu no tratamento sem adubação (T). *Paspalum* sp., *Aristida longiseta*, *Brachiaria plantaginea* *Ipomoea* sp. *Oxalis* sp. e *Cyperus* sp foram as espécies observadas em todos os tratamentos (Tabela 4). As espécies de plantas espontâneas predominantes na área experimental foram *Aristida longiseta* (barba-de-bode), *Paspalum* sp. (papuã), *Brachiaria plantaginea* (capim-doce), *Cyperus* sp. (tiririca) e *Ipomoea* sp. (corda-de-viola).

As maiores densidades foram observadas para *Aristida longiseta* (barba-de-bode) com 14,7 plantas por metro quadrado no tratamento AEL2X e as menores para *Digitaria* sp. (milhã) (Tabela 4). Observou-se que a testemunha além de apresentar o maior número de espécies, também apresentou a menor diferença de absorção de N, P₂O₅ e K₂O, quando comparada aos demais tratamentos (Figura 10).

Os maiores valores de absorção de N por *Amaranthus* sp. foram observados no tratamento AQ1X, seguido de *Brachiaria plantaginea*, *Sonchus* sp. e *Aristida longiseta*. Em estudos realizados por Teyker et al. (1991), foi constatado que plantas de *Amaranthus retroflexus* que cresceram em associação com milho acumularam 2,5 vezes mais N quando altos níveis deste elemento foram fornecidos. Em estudos realizados com plantas de tomate

crescendo em associação com *Solanum nigrum* encontrou-se uma absorção de 2,73 g de N planta⁻¹, enquanto aquelas que cresciam sem competição apresentaram absorção de 4,12 g de N planta⁻¹. Por outro lado, aplicações de N podem reduzir a pressão de competição das plantas espontâneas com determinadas culturas por incrementar o crescimento e a habilidade competitiva das plantas cultivadas (SHAFIQ et al.,1994), comportamento que foi verificado no presente trabalho, pois no tratamento sem adubação (T) a diversidade de espécies espontâneas foi maior que nos tratamentos com adubação orgânica (AEL e ACS) (Tabela 4).

Tabela 4. Espécies de plantas espontâneas, suas respectivas famílias, nome popular e a densidade nos diferentes tratamentos.

Família	Tratamentos								
	Nome científico	Nome popular	T	AEL 1X	AEL 2X	ACS 1X	ACS2X	AQ1X	AQ 2X
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i> sp.	Carurú	2,7	-	-	-	-	2,7	-
Annonaceae.	<i>Xilopia</i> sp.	Pimenta de bugre	2,7	4,0	6,7	-	2,7	-	9,3
Asteraceae	<i>Sonchus</i> sp.	Serralha	-	-	-	-	2,7	5,3	1,3
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	Trapueraba	-	-	-	-	-	5,3	-
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.	Corde de viola	4,0	4,0	5,3	4,0	4,0	5,3	5,3
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.	Tiririca	4,0	2,7	6,7	4,0	4,0	6,7	5,3
Malvaceae	<i>Sida</i> sp.	Guaxuma	2,7	-	-	-	-	4,0	-
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.	Trevo-azedo	2,7	4,0	4,0	2,7	4,0	2,7	2,7
Poaceae	<i>Avena stringosa</i>	Aveia-preta	1,3	-	4,0	2,7	-	-	-
	<i>Aristida longiseta</i>	Barba de bode	9,3	6,7	14,7	6,7	12,0	6,7	9,3
	<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim doce	5,3	8,0	8,0	10,7	5,3	9,3	5,3
	<i>Digitaria</i> sp.	Milhã	1,3	-	1,3	1,3	1,3	-	-
	<i>Paspalum</i> sp.	Papuã	8,0	10,7	8,0	6,7	5,3	8,0	6,7
Polygonaceaea	<i>Rumex</i> sp.	Língua de vaca	-	-	-	6,7	2,7	-	-

- espécies não encontradas nesse tratamento.

No tratamento com AEL1X a maior absorção de N, de P₂O₅ e de K₂O foi observada na espécie *Xiloptia* sp, enquanto que para os tratamentos com AEL2X e ACS2X a maior absorção ocorreu com *Aristida longiseta*, seguida de *Brachiaria plantaginea*. Já para a adubação com ACS1X foi a *Brachiaria plantaginea* que absorveu grandes quantidades de N, enquanto a menor absorção ocorreu com *Oxalis* sp. Estes resultados podem estar relacionados com os elevados teores de P e K, conforme observado na tabela 4, pois essa área experimental recebe sucessivas adubações orgânicas desde 2002.

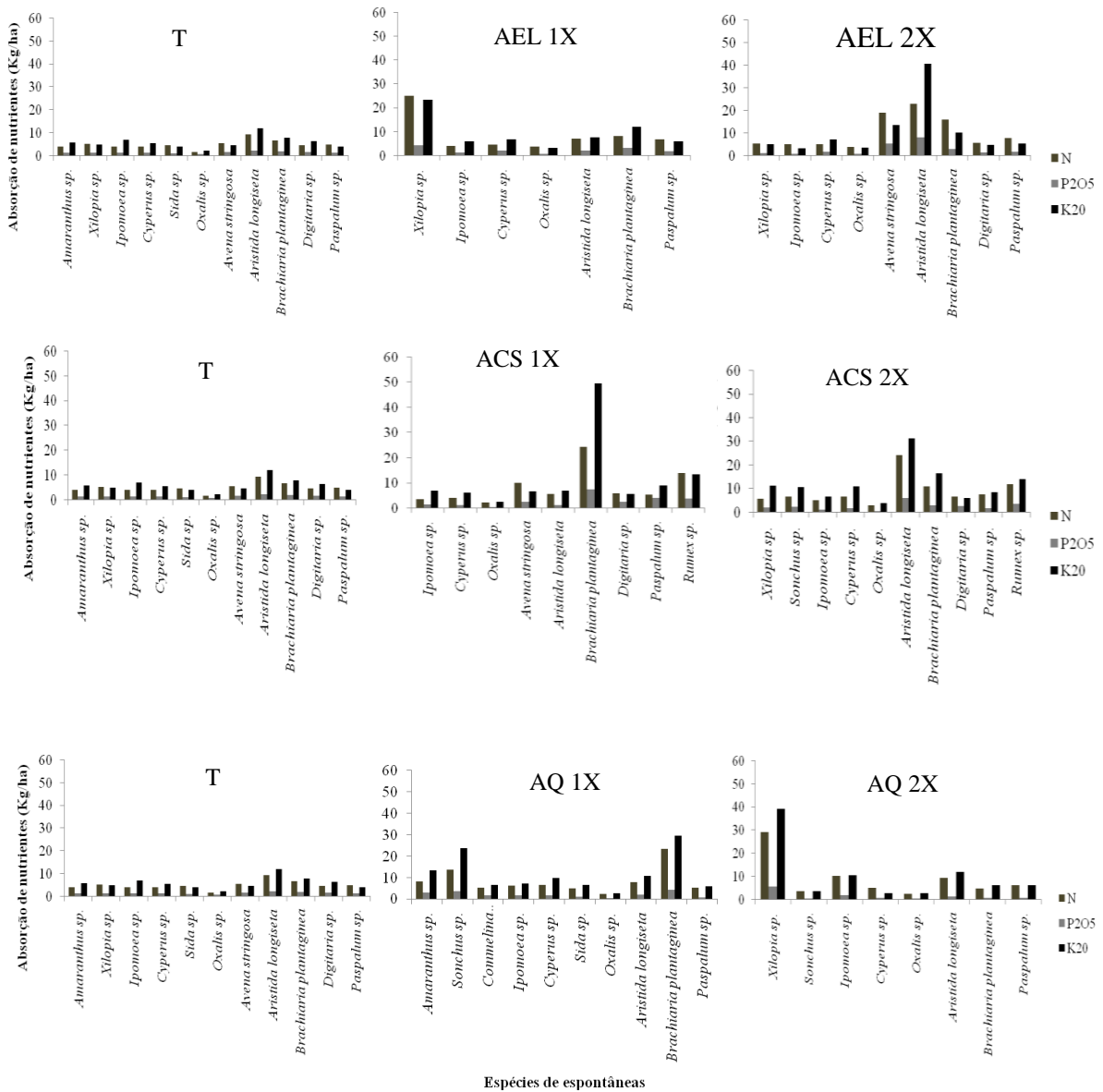


Figura 10. Absorção de nutrientes (N, P₂O₅ e K₂O) por espécie nos diferentes tratamentos.

No tratamento adubação com uréia uma vez o recomendado para as culturas (AQ1X), as maiores absorções de N e K₂O ocorreram com *Brachiaria plantaginea* e *Sonchus* sp, seguidas de *Amaranthus* sp., sendo que a espécie *Commelina benghalensis* só ocorreu nesse tratamento e apresentou absorção intermediária. Para o tratamento com o dobro do recomendado (AQ2X), as espécies com maior expressão de absorção foram *Xilopia* sp., *Aristida longiseta* e *Ipomoea* sp.

A maior produção de matéria seca das plantas espontâneas foi observada nos tratamentos AEL2X e ACS2X, que diferiram significativamente dos tratamentos T, AQ1X e 2X e AEL1X (Tabela 5). O tratamento ACS1X diferiu significativamente dos tratamentos T e AEL1X, que apresentaram os menores valores de matéria seca. A maior absorção de N e P₂O₅ pelas plantas espontâneas também ocorreu nos tratamentos ACS2X e AEL2X. Para o K₂O; os maiores valores ocorreram no tratamento ACS2X que diferiu dos demais tratamentos. Isso se deve a ocorrência de espécies com maior absorção de K₂O, como por exemplo: *Aristida longiseta*, *Brachiaria plantaginea* e *Rumex* sp., principalmente com relação ao tratamento AEL2X, que apresenta alto valor de matéria seca.

Observa-se que os tratamentos com dejetos líquidos (AEL) e com cama sobreposta de suínos (ACS) contribuem para o acúmulo de nutrientes no solo, principalmente de P e K (tabela 1), acarretando na maior incidência de plantas espontâneas e absorção destes nutrientes, uma vez que estão excedendo a capacidade suporte do solo. Para a área estudada, que apresenta um solo com classe textural 3, o limite máximo recomendado para os teores de P para um bom desempenho das culturas comerciais é de 24 mg dm⁻³ (CQFS-RS/SC, 2004). Como a CTC do solo na área experimental encontra-se na faixa de 5-15 cmol_c dm⁻³, os limites críticos de K estão na faixa de 120 mg dm⁻³, demonstrando que apesar das adubações com dejetos serem eficientes em relação à produtividade, elas podem comprometer a qualidade do solo em longo prazo, conduzindo o sistema à insustentabilidade.

Os menores valores de matéria seca de plantas espontâneas foram observados nos tratamentos AEL1X e testemunha (T), que apresentaram a menor absorção de K₂O (tabela 5). Apesar da T apresentar a maior diversidade de espécies, apresentou a menor absorção de N, P₂O₅ e K₂O.

Tabela 5. Média de absorção de N, P₂O₅ e K₂O do conjunto de plantas espontâneas por tratamento amostrado e matéria seca e produtividade do milho por tratamento amostrado.

Tratamentos	Plantas espontâneas			MS	Milho Produtividade
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
	----- (Kg ha ⁻¹) -----				
T	49,46 d	11,45 c	59,88 d	1851,01 c	1329,37 b
AEL1X	58,69 c	15,06 c	65,29 d	1836,86 c	6064,49ab
AEL2X	92,03a	25,44 a	98,81 bc	3241,29 a	6560,09a
ACS1X	75,07 b	24,46ab	106,10 b	2559,59 ab	7224,66a
ACS2X	90,49a	26,90 a	121,73 ^a	3106,70 a	7651,85a
AQ1X	80,98 b	17,32 bc	105,78 b	2201,46 bc	4804,49ab
AQ2X	74,53 b	15,10 c	86,83 c	2303,48 bc	6106,67ab

Em relação ao rendimento de grãos do milho, somente encontraram-se diferenças dos tratamentos ACS2X, ACS1X e AEL2X em relação à testemunha (Tabela 5). Como o rendimento do milho não foi afetado pela incidência das plantas espontâneas nos tratamentos estudados, acredita-se que o resultado esteja relacionado ao controle das espontâneas realizado por meio de roçada no momento e aos 30 dias da semeadura do milho, e ao excesso de P e K observado nos tratamentos com adubação orgânica (Tabela 1). Dessa forma, as roçadas e as adubações diminuíram a competição, principalmente durante os primeiros cinquenta dias de crescimento do milho.

Trabalhos conduzidos por Evans et al. (2003) indicam que a disponibilidade de N ao milho e às plantas espontâneas influencia as relações de interferência entre as espécies, podendo exigir maior ou menor controle das espontâneas. Os autores ressaltam ainda que a disponibilidade de nutrientes, especialmente o N, pode influenciar o retardamento do início do período de interferência das plantas espontâneas com o milho e, também, a sua duração. Porém, no presente estudo não houve competição expressiva entre as plantas espontâneas e a

cultura do milho.

A existência de nutrientes em teores que excedem a capacidade de suporte do solo, como no caso do P e K, podem ter contribuído para a abundância de plantas espontâneas na área cultivada. Porém, como se trata de cultivo sob sistema de plantio direto sem agrotóxicos, e não se verificou efeito negativo das espontâneas no rendimento do milho, a abundância dessas plantas até o presente não pode ser considerada nociva.

A condução de um sistema de plantio direto sem agrotóxicos deve levar em consideração o uso de culturas de cobertura de inverno para o manejo de espontâneas de verão de forma a criar um ambiente desfavorável para a germinação e o estabelecimento das espontâneas pela ação física e a composição química da cobertura. A palhada das culturas de cobertura comumente promove um controle específico e parcial das espontâneas nos estágios iniciais de crescimento da cultura subsequente (TEASDALE, 1996).

A utilização da aveia como cobertura do solo antecedendo o cultivo do milho e a execução de uma roçada no primeiro terço do ciclo do milho auxiliaram na menor incidência das plantas espontâneas e na diminuição do banco de sementes no solo, contribuindo para a menor competição com a cultura do milho e não interferência na produtividade do milho.

Segundo Argenta et al. (2001a) o controle de plantas espontâneas através da cobertura morta de aveia-preta ocorre tanto por fatores físicos como químicos, o efeito da palha de aveia-preta sobre o controle de plantas espontâneas também depende da quantidade de palha e do tempo de permanência de resíduos sobre a superfície do solo. No entanto, as perdas ocasionadas na cultura do milho em função da interferência imposta pelas plantas espontâneas têm sido descritas na ordem de 13,1%, sendo que em casos onde não foi realizado nenhum método de controle essa redução pode chegar a 85% (KARAM et al., 2006).

A ocorrência de plantas espontâneas também propicia efeitos positivos, visto que alguns insetos considerados praga das culturas comerciais realizam a ovoposição em folhas de

espontâneas, como é o caso da lagarta rosca que tem preferência por língua-de-vaca (*Rumex* spp.) em relação ao trigo, à alfafa, ao milho ou à soja e da lagarta do cartucho (*Spodoptera* spp.) em relação a plantas de caruru (*Amaranthus* spp.) (NORRIS & KOGAN, 2005). Similarmente, insetos benéficos também utilizam espontâneas para ovoposição. As espontâneas nos cultivos também ajudam a prover o controle da população de artrópodes herbívoros e beneficiam a cultura agrícola, especialmente quando não são aparentados e não competem entre si.

Segundo Rizzardí et al. (2001), experimentos que avaliam a competição como uma função do habitat, freqüentemente mostram diminuição na competição com o aumento nos níveis de recursos no solo. Porém é questionável generalizar sobre a importância relativa da competição que se dá acima e abaixo da superfície do solo em condições de variação constante dos recursos do solo, pois aumento nos níveis de recursos, embora possam reduzir a competição abaixo da superfície do solo, podem intensificar as interações ocorrentes acima do solo. Assim, as plantas espontâneas freqüentemente mostram maior impacto de competição por luz e menor por nutrientes ou água no solo.

5.4 Conclusões

A maior diversidade de espécies de plantas espontâneas e a menor absorção de nutrientes ocorreram no tratamento sem adubação (T), enquanto o menor número de espécies foi verificado no tratamento AEL1X e o maior número de indivíduos nos tratamentos ACS.

A maior absorção de K_2O pelas plantas espontâneas ocorreu no tratamento ACS2X, enquanto a de N e de P_2O_5 nos tratamentos com AEL2X e ACS2X, justamente com os tratamentos que propiciaram acúmulo de P e K no solo.

As espécies *Aristida longiseta*, *Brachiaria plantaginea*, *Paspalum* sp., *Ipomoea* sp e *Cyperus* sp apresentaram as maiores densidades e ocorrência em todos os tratamentos e a

maior incidência de plantas espontâneas e absorção de nutrientes ocorreu nos tratamentos com AEL e ACS, mas não se verificou interferência negativa na produtividade do milho, o que pode ser explicado pelo uso de cobertura do solo no inverno.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou avaliar a absorção de nutrientes pela cultura do milho e pelas plantas espontâneas e o rendimento de grãos de milho em função da aplicação de nutrientes oriundos da adubação com dejetos de suíno líquido e sólido (cama sobreposta) e adubação química (uréia).

Na área em estudo utilizou-se como critério para definição das doses de dejetos a recomendação e o dobro da recomendação de N para a cultura do milho (90 e 120 Kg ha⁻¹), porém nos tratamentos que foram aplicados dejetos de suínos líquidos ou sólidos, ocorreu um acúmulo de P e K no solo, o que pode ser explicado pelo fato dos dejetos apresentarem proporções desbalanceadas destes nutrientes em relação ao N e pelos consecutivos anos de aplicação dos dejetos em sistema de sucessão milho e aveia, pois o experimento vem sendo conduzido desde 2002.

Em relação à absorção foliar de nutrientes do milho, encontrou-se teores elevados de P e N nos tratamentos com adubação de dejetos de suínos (líquido e sólido), correspondendo aos mesmos tratamentos que tiveram acúmulo no solo de P e K. Porém o melhor rendimento de grãos de milho foi obtido com as adubações orgânicas, principalmente com a cama sobreposta de suínos, onde também ocorreu a maior incidência de plantas espontâneas. Verificou-se que uso de plantas de cobertura de inverno no solo auxiliou na menor incidência de plantas espontâneas, não afetando o rendimento de culturas comerciais.

O dejetos líquido de suínos apresentou grande eficiência como adubo, proporcionando rendimento de grãos superior à adubação química. Porém, em função do uso excessivo de água na limpeza das baias, tem-se a geração de elevado volume de dejetos, e pelo fato desses dejetos conterem elevados teores de água, seu potencial para adubação é diminuído quando aplicado ao solo, devido ao seu escoamento para os mananciais, pois muitas das propriedades

estão situadas em relevo acidentado. Já os dejetos provenientes do sistema de produção em cama sobreposta apresentam baixo teor de umidade, facilitando o seu uso como adubo. Esses dejetos propiciaram os maiores rendimentos do milho, mas induziram ao maior acúmulo de nutrientes. Em estudos realizados por Oliveira (2001), os resultados obtidos demonstram que somente 20 à 40% do N excretado pelos suínos se encontram retido na cama, enquanto que no piso ripado 70 à 75% do N se encontra retido nos dejetos líquidos. Este fato pode explicar melhor os resultados obtidos nessa dissertação.

O autor ressalta que no sistema da cama de maravalha 58% do fósforo excretado pelos animais é retido na cama e embora a ração de origem vegetal contenha adequada quantidade de fósforo, desta somente 20 a 40% é digestível para os suínos. Esta baixa digestibilidade do fósforo ocorre porque 66%, deste está presente como ácido fítico, o qual é indigestível para suínos, concentrando nos dejetos que tem como destino final o solo e as culturas agrícolas. Modificações nas formulações das rações para uma melhor digestibilidade dos nutrientes pelos suínos reduziria os riscos ambientais pelo fato de diminuir a concentração de nutrientes nos dejetos, pois as dietas com maior precisão evitaria o acréscimo de mais nutrientes do que os suínos necessitam.

O manejo adequado de plantas espontâneas durante o cultivo do milho em sistema de plantio direto pode ser uma alternativa para minimizar o uso intensivo de herbicidas na região. Incentivar a rotação de culturas com espécies com diferentes necessidades nutricionais e exigentes em K e P poderá auxiliar na absorção de nutrientes do solo, a fim de evitar o acúmulo desses nutrientes.

Para exemplificar o impacto do alto volume de dejetos de suínos em Braço do Norte, e a possibilidade do uso deste como adubo no município, verificou-se que para atender o número de suínos existentes (159.597 cabeças) são necessárias anualmente 101.995 toneladas de milho e 23.981 toneladas de soja. Porém a produção de milho no município é de 2.268 t

ano⁻¹, distribuída em 825 ha, sendo que não foram identificadas áreas com produção de soja no município (IBGE, 2006). Constata-se o déficit desses produtos (milho e soja) e a necessidade de importação, favorecendo a concentração e desequilíbrio de nutrientes, como o N, P e o K, pois as áreas agrícolas do município utilizam os dejetos de suínos como adubo.

Estimando a quantidade de N, P e K produzido anualmente pelos dejetos de suínos no município encontrou-se valores de 1.588 t ano⁻¹, 387 t ano⁻¹ e 358 t ano⁻¹, respectivamente, dos quais 40% do total de dejetos são provindos da categoria de reprodutores.

As principais culturas agrícolas do município demandam aproximadamente 209 t de N, 84 t de P e 78 t de K, relacionados principalmente com a cultura do fumo (49%). Quando relaciona-se o total de dejetos com o total de área cultivada com culturas temporárias no município, cana-de-açúcar (300 ha), batata (13 ha), cebola (02 ha), feijão (405 ha), fumo (928 ha), mandioca (100 ha), melancia (15 ha), milho (825 ha) e tomate (10 ha), observa-se que o uso de dejetos como adubo não pode ser visto como a única possibilidade, uma vez que os solos da região utilizados para a agricultura não têm capacidade para reciclar o montante de nutrientes excretados pelo plantel de suínos existente.

Apesar de verificar na área experimental o alto rendimento de grãos adubados com dejetos de suínos, a estimativa da quantidade total de N, P e K existentes nos dejetos de suínos de todo município de Braço do Norte, verifica-se que há um excedente de 7,5 vezes de N, 4,6 de P e 4,5 vezes de K.

Pelo exposto, faz-se necessário a continuidade de estudos sobre a absorção de nutrientes pelas culturas agrícolas adubadas com dejetos suínos e dos impactos que essas adubações podem causar no solo. Também se recomenda a adoção de rotação de culturas e práticas agrícolas que promovam a absorção do excesso de nutrientes do solo provenientes da adubação com dejetos suínos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEOLA, O. Nutrient management procedures to enhance environmental conditions: an introduction. **Journal Animal Science**, v. 77, p. 427-429, 1999.

AITA, C.; CHIAPINOTTO, I. C.; GIACOMINI, S. J.; HÜBNER, A.P.; MARQUES, M. G. Decomposição de palha de aveia-preta e dejetos de suínos em solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.149-161, 2006.

AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Nitrato no solo com a aplicação de dejetos líquidos de suínos no milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2101-2111, 2008b.

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

ANGUINONI, I.; VOLKART, K.; FATTORE, C.; ERNANI, P. R. Morfologia de raízes e cinética da absorção de nutrientes em diversas espécies e genótipos de plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 13, p. 355-361, 1989.

ARAÚJO, I. S. **Avaliação de lagoas facultativa aerada e de maturação, em escala real, como etapas secundária e terciária de sistema de tratamento de dejetos suínos.** 2007. 237f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da S.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado da arte. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.6, p.1075-1084, 2001.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. DA; FLECK, N. G.; BORTOLINI, C. G.; NEVES, R.; AGOSTINETTO, D. Efeitos do manejo mecânico e químico da aveia-preta no milho em sucessão e no controle do capim-papuã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 6, p. 851-860, jun. 2001a.

ASCOLI, L.; ORLOWSKI, R. F. O déficit entre a produção e consumo de milho em Santa Catarina com ênfase na região Oeste Catarinense a partir da década de 90. In: II Encontro de Economia Catarinense **Anais: II Encontro de Economia Catarinense**, Chapecó/SC, p. 125-141, abr. 2008.

ASSMANN, T. S.; ASSMANN, J. M.; CASSOL, L. C.; DIEHL, R. C.; MANTELI, C.; MAGIERO, E. C. Desempenho da mistura forrageira de aveia-preta mais azevém e atributos químicos do solo em função da aplicação de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 31, p. 1515-1523, 2007.

BASSO, C. J. **Perdas de Nitrogênio e Fósforo com aplicação no solo de dejetos líquidos de suínos.** 2003. 144f. Tese (Doutorado em Biodinâmica do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

BELLI FILHO, P.; LISBOA, H. L. Avaliação de emissões odorantes. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 3, p. 101-106, 1998.

BIANCO, S., TONHÃO, M. A. R.; PITELLI, R. A. Crescimento e nutrição mineral de capim-braquiária. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 23, n. 3, p. 423-428, 2005.

BITTENCOURT, H. v. H.; LOVATO, P. E. ; COMIN, J. J. ; LANA, M. A.; ALTIERI, M. A. Produtividade de feijão-guará e efeito supressivo de culturas de cobertura de inverno em espontâneas de verão. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 2009. *No prelo*.

BORGES, A. L.; SILVA, S. de O.; CALDAS, R. C.; LEDO, C. A. da S. Teores foliares de nutrientes em genótipos de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 28, n. 2, p. 314-318, ago. 2006.

BORGES, I. D. **Marcha de absorção de nutrientes e acúmulo de matéria em cultivares de milho**. 2006. 115f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

BORTOLINI, C. G.; SILVA, P. R. F. DA, ARGENTA, G.; FORSTHOFER, E. L. Rendimento de grãos de milho cultivado após aveia-preta em resposta a adubação nitrogenada e regime hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 9, p. 1101-1106, set. 2001.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2008. 878p.

BÜNZEN, S.; ROSTAGNO, H. S.; LOPES, D. C.; HASHIMOTO, F. A. M.; GOMES, P. C.; APOLÔNIO, L. R. Digestibilidade do fósforo de alimentos de origem vegetal determinada em suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1236-1242, 2008.

BULHER, D. D.; DOLL, J. D.; PROOST, R. T.; VISOKY, M. R. Integrating mechanical weeding with reduced herbicide use in conservation tillage corn production systems. **Agronomy Journal**, v. 87, p. 507-512, 1995.

CANTARELLA, H. Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. **Potafos**, Piracicaba, p.147-196, 1993.

CEPA - Centro de Socio-economia e Planejamento Agrícola. **Levantamento Agropecuário de Santa Catarina** - LAC, 2005. Disponível em: <http://cepa.epagri.sc.gov.br/> Acessado em fevereiro de 2008.

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

CHOUDHARY M., BAILEY L. D., GRANT C. A, Review of the use of swine manure in crop production: effects on yield and composition and on soil and water quality. **Waste Management & Research**. v.14, p. 581-595, 1996.

CHRISTOFFOLETI, P. J. **Controle de *Brachiaria decumbens* Stapf e de *Cyperus rotundus* (L.) em área de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) através da técnica de rotação com amendoim (*Arachis hypogaea* L.) integrada ao uso de herbicidas.** 1988. 117 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1988.

COELHO, A. M. O potássio na cultura do milho. In: Simpósio sobre potássio na Agricultura Brasileira. **Anais do Simpósio sobre potássio na Agricultura Brasileira**, Piracicaba, 2005. 841 p.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. **Nutrição e Adubação do milho.** Embrapa: Circular Técnica, 2006.

COMIN, J. J.; DORTZBACH, D.; SARTOR, L. R.; BELLI FILHO, P. Adubação prolongada com dejetos suínos e os efeitos em atributos químicos e físico do solo e na produtividade em plantio direto sem agrotóxicos. In: V Congresso Brasileiro de Agroecologia, 2007, Guarapari, **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 2, p. 1540-1543, 2007.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC **Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** 10^o ed. Porto Alegre: NRS/SBCS, 2004. 400p.

DUARTE, J. O. **Introdução e Importância Econômica do Milho.** In: Cultivo do Milho. Embrapa Sistemas de Produção. 4^o Edição. Set/ 2008. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_4ed/index.htm. Acesso em: julho de 2009.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas.** Editora Planta, Londrina. 2006. 403p.

EVANS, S. P.; KNEZEVIC, S. Z.; LINDQUIST, J. L.; SHAPIRO, C. A. Influence of nitrogen and duration of weed interference on corn growth and development. **Weed Science**, v. 51, p. 456-556, 2003.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho.** Ed. Agropecuária, Guaíba, 2000. 360p.

FATMA – Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina – **Instrução Normativa 11.** Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br>. Acessado em: 12/01/2009.

FEBRAPDP – **Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha.** Disponível em: <http://www.febrapdp.org.br/port/index.php>. Acessado em: 04 agosto de 2009.

FERREIRA, J. M. L. **Indicadores de qualidade do solo e de sustentabilidade em cafeeiros arborizados.** 2005. 90f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

FIORIN, J. E. Plantas recuperadoras da fertilidade do solo. In: Cursos sobre aspectos de fertilidade e microbiologia do solo em plantio direto. **Resumos...** Passo Fundo. 1999.

GAJRI, P. R.; ARORA, V. K.; PRIHAR, S. S. **Tillage for sustainable cropping**. New York: The Haworth Press, 2002. 195 p.

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

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

_____ Emissão de dióxido de carbono após aplicação de dejetos líquidos e cama sobreposta de suínos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.1, p.107-114, jan. 2008a.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; MIOLA, E. C. C.; RECOUS, S. Mineralização do carbono da palha de aveia e dejetos de suínos aplicados na superfície ou incorporados ao solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, vol. 32, p. 2661-2668, 2008b.

GIUSQUIANI, P.L.; COCEZZI, L.; BUSINELLI, M. Fate of pig sludge liquid fraction in calcareous soil: agricultural and environmental implications. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 27, p.364-371, 1998.

GOSMANN, H. A. **Estudos comparativos com bioesterqueiras e esterqueiras para armazenamento e valorização dos dejetos suínos**. 1997. 126f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

GUILHERME, L. R. G., VALE, F. R., GUEDES, G. A. **Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade de nutrientes**. Ed. ESALQ/FAEPE, Lavras, 1995 171p.

GUSTAFSON, T. C.; KNEZEVIC, S. Z.; HUNT, T. E.; LINDQUIST, J. L. Simulated insect defoliation and duration of weed interference affected soybean growth. **Weed Science**, v. 54, p. 735-742, 2006.

HIROCE, R.; FURLANI, A. M. C.; LIMA, M. **Extração de nutrientes na colheita por populações e híbridos de milho**. Ed. Instituto Agronômico, Campinas. 1989, 24p.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat> e <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2007> e 2008. Acessado em dezembro de 2007 e fevereiro de 2008.

JONGBLOED, A. W.; LENIS, N. P. Alteration of nutrition as a means to reduce environmental pollution by pigs. **Livestock Production Science**, v. 31, p. 75-94, 1992.

JONGBLOED, A. W.; LENIS, N. P. Environmental concerns about animal manure. **Journal Animal Science**, v. 76, p. 2641–2648, 1998.

KARAM, D.; MELHORANÇA, A. L.; OLIVEIRA, M. F. de. **Plantas daninhas na cultura do milho**. Sete Lagoas, MG Dezembro, 2006. p 1-8. EMBRAPA. Circular técnica 79. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2006.

KILL, J. L.; DONZELE, J. L.; VALERIO, S. R.; FERREIRA, A. S.; FREITAS, R. T. F. Valor nutritivo e inclusão dos dejetos de suínos para suínos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1151-1159, 1998.

KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2ªed. BASF. Brasileira S. A., 1997. 825 p.

KONZEN, E. A. **Manejo sustentável dos dejetos de suínos**. EMBRAPA: CNPSA -CS, 1983 (Seriado - Circular técnica n.6).

KUNZ, A. **Remoção de nitrogênio em dejetos de suínos**. Concórdia, 2005. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br>. Acessado em: 28 de agosto de 2007.

LACERDA, A. L. S. **Fluxos de emergência e banco de sementes de plantas daninhas em sistemas de semeadura direta e convencional e curvas dose-resposta ao glyphosate**. 2003. 141f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2003.

LANA, M. A. **Uso de culturas de cobertura no manejo de comunidades de plantas espontâneas como estratégia agroecológica para o redesenho de agroecossistemas**. Florianópolis, 2007. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

LAVORENTI, A.; GALLO, P. B.; SAWAZAKI, E.; HIROCE, R. Amostragem de folhas de milho para fins de diagnose de nutrição nitrogenada. **Bragantia**, Campinas - SP, v. 41, n. 6, p. 219-224, 1982.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 5.ed., Ed. Nova Odessa, São Paulo, 2000.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Ed. Agronomica Ceres, São Paulo, 2006.

MALAVOLTA, E.; CROMO, O. J. O potássio e a planta. In: YAMADA, T.; IGUE, K.; MUZILLI, O.; USHERWOOD, N. R. **Potássio na Agricultura Brasileira**. Piracicaba: Instituto de Potassa e Fosfato. 1982. p. 95-162.

MARCATO, S. M.; LIMA, G. J. M. M. de. Efeito da restrição alimentar como redutor do poder poluente dos dejetos de suínos. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.34, n.3, p.855-863, 2005.

MARQUES, E. S.; FAQUIN, V.; GUIMARÃES, P. T. G. Relações entre teores foliares de nutrientes e produção do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) submetido a doses de calcário e gesso. **Revista de Ciência e Agrotecnia**, Lavras, v.23, n.4, p.856-863, out./dez. 1999.

MENGEL, K.; KIRBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Bern: Internacional Postash Institute. 1987 687p.

MIELNICZUK, J. Avaliação da resposta das culturas ao potássio em ensaios de longa duração - experiências brasileiras. In: YAMADA, T.; IGUE, T.; MUZILLI, O.; OSHERWOOD, N. R. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1982. 556 p.

MIRANDA, C. D. **Avaliação de estratégias para sustentabilidade da suinocultura**. 2005. 264f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

MOREIRA, J. A.; VITTI, D. M. S. S.; TEIXEIRA, A. de O.; LOPES, J. B. Fisiologia digestiva de suínos alimentados com rações contendo diferentes fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p. 676-684, 2009.

NOGUEIRA, E. T.; TEIXEIRA, A. de O.; PUPA, J. M. R.; LOPES, D. C. Manejo Nutricional e Alimentação nas Fases de Recria e Terminação de Suínos. In: Encontro Técnico ABRAVES. 2001. Concórdia/ SC. **Anais: Encontros Técnicos ABRAVES: Embrapa Suínos e Aves**, 2001, p. 35-54.

NORRIS, R. F; KOGAN, M. Ecology of interactions between weeds and arthropods. **Annual Review of Entomology**, v. 50, p. 479-503, 2005.

OLIVEIRA, P. A. V. Produção e manejo de dejetos de suínos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, Jaboticabal/ SP, **Anais: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. 2001. p. 164-177.

_____. Sistema de produção de suínos em cama sobreposta “deep bedding”. In: 9º Seminário Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura, 9º Ed, 2001, Gramado/ RS. **Anais 9º Seminário Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura**. 2001a, p. 44-55.

OLIVEIRA, P. A. V.; HIGARASHI, M. M. **Geração e utilização de biogás em unidades de produção de suínos**. Projeto de controle da degradação ambiental decorrente da suinocultura em Santa Catarina. EMBRAPA. Documentos 115. Concórdia, junho 2006.

PERDOMO, C.C.; LIMA, G. J. M. M. Considerações sobre a questão dos dejetos e o meio ambiente. Brasília, 1998. **Anais: Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho**. Ed. EMBRAPA, 1998.

PORT, O.; AITA, C.; GIACOMINI, S. P. Perda de nitrogênio por volatilização de amônia com o uso de dejetos de suínos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 7, p. 857-865, jul. 2003.

PRADO, R. de M. **Nutrição de plantas: diagnose foliar em grandes culturas**. Ed. GENPLANT/ Unesp, Jaboticabal, 2008. 301p.

PROCÓPIO, S. O; SANTOS, J. B.; PIRES, F. R.; SILVA, A. A.; MENDONÇA, E. S. Absorção e utilização do nitrogênio pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 22, n. 3, p. 365-374, 2004.

RAIJ, B. van; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A., FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Ed. Instituto Agronômico de Campinas, Fundação IAC, Campinas, 1997. 285p.

RAVEN, P. H; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 6. ed. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2001. 906p.

RIZZARDI, M. A.; FLECK, N. G.; VIDAL, R. A.; MEROTTO Jr, A.; AGOSTINETTO, D. Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e culturas. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.4, p.707-714, 2001.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, L. S. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2005. 186 p.

SANTI, A. L. **Relações entre indicadores de qualidade do solo e a produtividade das culturas em áreas com agricultura de precisão**. 2007. 175f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

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

SEGANFREDO, M. A.; JÚNIOR, V. P. **Dejetos suínos: adubo ou poluente?** Concórdia, 2005. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br>. Acessado em: 28 de agosto de 2007.

SEVRIN-REYSSAC J.; LA NOÛE, J. ; PROULX, D. Le recyc du lisier de porc par lagunage. **Technique & Documentation**, Lavoisier, Paris. p. 01-18. 1995.

SHAFIQ, M.; AMIN, R.; NIZAMI, M. I.; ZAHEER-ul-LKRAM. Crop yields and nutrient uptake by rainfed wheat and mungbean as affected by tillage, fertilization and weeding. **Journal Plant Nutrition**, v. 17, p. 561-577, 1994.

SHAW, M. I.; BEAULIEU, A. D.; PATIENCE, J. F. Effect of diet composition on water consumption in growing pigs. **Journal Animal Science**, v. 84, p. 3123-3132, 2006.

SILVA, F. C. M. Processo Biomassa: busca da reciclagem na gestão ambiental dos dejectos **Suinocultura**, Lisboa, n. 47, p. 14-18, out./dez. 2000.

TANAKA, M. T.; SENGIK, E.; SCAPIM C. A.; SANTOS, H. S.; PINTRO, J. C. Influência de bioestimulantes orgânicos e uréia na absorção foliar de boro em couve-flor. **Acta Scientiarum**, v.22, n. 4, p.1115-1118, 2000.

TEASDALE, J. R. Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. **Journal Production Agriculture**, v. 9, p. 475-479, 1996.

TEASDALE, J. R.; MOHLER, C. L. Light transmittance, soil temperature and soil moisture under residue of hairy vetch and rye. **Agronomy Journal**, v. 85, p. 673-680, 1993.

TEDESCO, M. J.; GAINELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, J. S. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, (Boletim Técnico, n. 5). 1995. 174 p.

TESTA, V. M.; NADAL, R. de; MIOR, L. C.; BLDISSERA, I. T.; CORTINA, N. **O desenvolvimento sustentável do oeste catarinense: proposta para discussão**. Ed. EPAGRI: Florianópolis, 1996, 24 p.

TEYKER, R. H.; HOELZER, H. D.; LIEBL, R. A. Maize and pig weed response to nitrogen supply and form. **Plant and Soil**, v. 135, p. 287-292, 1991.

UBA – **União Brasileira de Avicultura**: <http://www.uba.org.br/> Acessado em fevereiro de 2008.

VASCONCELLOS, C. A.; VIANA, M. C. M.; FERREIRA, J. J. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em milho cultivado no período inverno-primavera. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n. 11. p. 1835-45. 1998.

WEISMANN, M. Fases de desenvolvimento da cultura do milho. Culturas: Safrinha e Inverno. **Tecnologia e Produção**, p. 1-8, 2007.

WHO. **The international drinking water supply and sanitation decade: review of middecade progress**. World Health Organization, Geneva. 1987.

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. Simpósio sobre nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira. **Anais: International Plant Nutrition Institute**, Piracicaba: SP;. 2007. 722p.

YAMADA, T.; TERRY, L. O potássio na cultura do milho. **Anais: Simpósio sobre potássio na Agricultura Brasileira**. Piracicaba, 2005. 841 p.

ZAGONEL, J.; VENÂNCIO, W. S.; KUNZ, R. P. Efeitos de métodos e épocas de controle das plantas daninhas na cultura do milho. **Planta Daninha**, v. 18, p. 143-150, 2000.

ANEXOS

ANEXO A: Tabela ANOVA ($p < 0,05$) para N, P e K foliar do milho.

N foliar do Milho						
FV	GL	SQ	QM	F	p	
Intercept	1	186,11201	186,11201	75107,77	0,000000	
Bloco	2	0,0102	0,0051	2,08	0,268047	
Tratamento	6	3,9887	0,6764	270,39	0,000000	
Erro	12	0,0296	0,0025			

P foliar do Milho						
FV	GL	SQ	QM	F	p	
Intercept	1	4,552375	4,552375	8454,164	0,000000	
Bloco	2	0,004471	0,002235	4,156	0,052524	
Tratamento	6	1,602910	0,267152	496,639	0,000000	
Erro	12	0,006455	0,000538			

K foliar do Milho						
FV	GL	SQ	QM	F	p	
Intercept	1	126,4815	126,4815	13255,33	0,000000	
Bloco	2	0,0334	0,0167	1,77	0,252648	
Tratamento	6	1,6354	0,2809	28,62	0,000002	
Erro	12	0,1136	0,0095			