



UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**USO DE CAMAS SOBREPOSTAS DE SUÍNO COMO
FERTILIZANTE ORGÂNICO EM PASTAGEM
PERENE SOBRESSEMEADA COM LEGUMINOSAS**

PAULO HENTZ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de mestre em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, julho de 2006.

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

USO DE CAMAS SOBREPOSTAS DE SUÍNO COMO
FERTILIZANTE ORGÂNICO EM PASTAGEM PERENE
SOBRESSEMEADA COM LEGUMINOSAS

PAULO HENTZ

Orientador: Prof^a Dr^a. Simone Meredith Scheffer-Basso
Co-orientador: Prof^o. PhD Pedro Alexandre Varella Escosteguy

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de mestre em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, julho de 2006.

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação.

**“Uso de camas sobrepostas de suíno como fertilizante orgânico em
pastagem perene sobressemeada com leguminosas”**

Elaborada por

PAULO HENTZ

Como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em
Agronomia – Área de Produção Vegetal

Aprovada em:
Pela Comissão Examinadora

B 333c Hentz, Paulo
/ Paulo Hentz; orientado por Simone Meredith Scheffer-Basso-
2006.
100f.

Dissertação (mestrado) – Universidade de Passo Fundo, 2006.

1. Pastagem naturalizada 2. Adubo orgânico 3. Cama sobreposta
de suínos 4. Leguminosas I. Scheffer-Basso, Simone Meredith. II.
Título

CDU : 432.67

Catálogo: Bibliotecária Jucelei Rodrigues Domingues CRB 12/
1345

AGRADECIMENTOS

À professora Simone Meredith Scheffer-Basso, pela excelente orientação, confiança, dedicação, profissionalismo, compreensão e ética. Serás sempre um exemplo lembrado com muito respeito e carinho. Obrigado.

Ao professor Pedro Alexandre Varella Escosteguy, pelos conselhos e orientações sempre oportunas nos momentos mais difíceis.

À Universidade de Passo Fundo, pela ótima estrutura de laboratórios e excelente corpo docente.

Ao CNPq, pelo auxílio financeiro na execução do projeto.

À Escola Agrotécnica Federal de Concórdia, pela concessão da área experimental para a implantação do projeto e oportunização da realização deste curso.

Aos alunos e funcionários da EAFC, pelo auxílio imprescindível na implantação e execução do projeto.

Aos funcionários dos Laboratórios de Solos e de Nutrição Animal (CEPA), da UPF, pelas análises realizadas.

À professora Dileta Cecchetti, pelo enorme apoio na realização da análise estatística.

A todos os colegas do curso, que compartilharam comigo horas boas e difíceis, em especial aos amigos Márcio Caldeira, Rita Poles Maroso, Daniela Fávero, Eunice da Silva, Roseana Stolte e Ângela de Almeida Bomfoco.

Aos meus pais, Ilga Rempel Hentz e Ison Jorge Hentz (*in memoriam*), pelos seus ensinamentos, exemplo de vida, perseverança e humildade.

À minha esposa, Danielle, por compreender a minha ausência por quase três anos, muito obrigado pelo carinho e incentivo constantes nos momentos de dificuldades.

Aos amigos Cícero Rossi e Jaiane Tietzmann, pelo empréstimo de equipamentos e orientações sobre informática.

Ao amigo, colega e sogro, Professor Jaime Tietzmann, pelos ensinamentos e ajuda na resolução de problemas.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	viii
1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1. As pastagens naturais do sul do Brasil	17
2.2. Introdução de leguminosas em pastagens naturais	21
2.2.1. Generalidades	21
2.2.2 <i>Trifolium repens</i> L.	28
2.2.3. <i>Lotus corniculatus</i> L.	34
2.3. O uso de dejetos suínos como fertilizante.....	37
2.3.1. Efeito sobre as condições químicas do solo.....	37
2.3.2. Efeito sobre a produção de massa seca e composição química	53
3 MATERIAL E MÉTODOS	55
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
5 CONCLUSÕES.....	98
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Atributos físico-químicos do solo após a calagem e anterior à adubação. Concórdia, SC, 2004.	57
Tabela 2- Tratamentos e quantidades de adubo (CA=casca de arroz, MA=maravalha) aplicadas em função das doses de P ₂ O ₅ , total de P ₂ O ₅ e índice de eficiência do P ₂ O ₅ para o primeiro ano (IEL). Concórdia, SC, 2004	58
Tabela 3- Características físico-químicas das camas sobrepostas de suíno aplicadas sobre uma pastagem naturalizada. Concórdia, SC, 2004.....	58
Tabela 4- Cronograma dos procedimentos experimentais. Concórdia, SC, 2004-2005	61
Tabela 5- Efeito da adubação (SFT= superfosfato triplo, AA= sem adubação, CA= casca de arroz, MA= maravalha) na produção de massa seca (MS) de cornichão, trevo-branco e gramíneas de uma pastagem naturalizada, aos 134 dias (17/09/2004) da sobressemeadura das leguminosas. Concórdia, SC, 2004.....	73
Tabela 6- Efeito da adubação (SFT= superfosfato triplo, AA= sem adubação; CA= casca de arroz, MA= maravalha) no conteúdo de proteína bruta e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) da massa seca obtida no primeiro corte de uma pastagem naturalizada, aos 134 dias (17/09/2004) da sobressemeadura das leguminosas. Concórdia, SC, 2004	74
Tabela 7- Efeito da interação adubação (SFT= superfosfato triplo, AA= sem adubação, CA= casca de arroz, MA= maravalha) e estação na produção de massa seca (MS) de uma pastagem naturalizada sobressemeada com leguminosas. Concórdia, SC, 2004/2005.....	75
Tabela 8- Efeito da adubação (SFT = superfosfato triplo, AA = sem adubação, CA= casca de arroz, MA= maravalha) na produção de massa seca (MS) de trevo-branco sobressemeado em pastagem naturalizada, entre 03/05/2004 e 18/08/2005. Concórdia, SC, 2004/2005	82

Tabela 9- Efeito da adubação (SFT= superfosfato triplo, AA= sem adubação, CA= casca de arroz, MA= maravalha) no teor de proteína bruta de uma pastagem naturalizada sobressemeada com leguminosas. Concórdia, SC. 2004/2005.....	88
Tabela 10- Produção de massa seca (MS) de leguminosas (Leg) e total (MST) de uma pastagem naturalizada, na média das doses de dois tipos de camas sobrepostas de suínos (CA= casca de arroz, MA= maravalha). Concórdia, SC, 2004-2005	90
Tabela 11- Efeito da adubação (SFT= superfosfato triplo, AA= sem adubação, CA= casca de arroz, MA= maravalha) na produção de massa seca (MS) anual de trevo-branco, cornichão e leguminosas totais (Legt) de uma pastagem naturalizada sobressemeada com leguminosas. Concórdia, SC, 2004/2005	93
Tabela 12- Efeito da adubação na condição química do solo, na camada de 0-5 cm, ao final do período experimental. Concórdia, SC, 2004-2005	96

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Temperaturas médias (TP= período, TN= normais) e precipitação mensal (PP= período, PN= normais). Fonte: Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC. 55
- Figura 2- Aspectos da fisionomia da pastagem na área experimental, com detalhe para a cobertura de gramíneas. Concórdia, SC, 2004.... 56
- Figura 3- Aspecto da área experimental e das parcelas por ocasião da aplicação dos tratamentos de adubação. Concórdia, 2004. 60
- Figura 4- Aspecto da amostragem para quantificação da produção de massa seca. Concórdia, 2004/2005. 62
- Figura 5- Efeito da adubação (SFT= superfosfato triplo, AA= ausência de adubação, CA= casca de arroz, MA= maravalha) na produção de massa seca (MS) de uma pastagem naturalizada aos 134 dias (17/09/2004) da sobressemeadura das leguminosas. Concórdia, SC, 2004.. 65
- Figura 6- Aspecto de uma parcela onde foi aplicada a dose máxima de cama sobreposta de suíno à base de casca de arroz, aos noventa dias da sobressemeadura das leguminosas. Concórdia, 2004..... 66
- Figura 7- Efeito da adubação (SFT= superfosfato triplo, AA= sem adubação, CA= casca de arroz, MA= maravalha) na contribuição de massa seca (MS) e material morto (MM), gramíneas totais (GRT), trevo-branco + cornichão (LEG) em uma pastagem naturalizada, aos 134 dias (17/09/2004) da sobressemeadura das leguminosas. Concórdia, SC, 2004/2005..... 1
- Figura 8- Aspecto das parcelas que receberam os tratamentos de maravalha, em doses crescentes. Concórdia, julho de 2004..... 69
- Figura 9- Efeito de adubação (SFT= superfosfato triplo, AA= ausência de adubação, CA= casca de arroz, MA= maravalha) na produção total de massa seca (MS) da pastagem, do trevo-branco (TB) e a participação de trevo-branco, aos 134 dias (17/09/2004) da sobressemeadura das leguminosas. Concórdia, SC, 2004..... 72

Figura 10- Aspecto geral da área experimental por ocasião do inverno de 2004, com detalhe para o material senescente da pastagem. Concórdia, 2004.	72
Figura 11- Contribuição dos principais componentes de uma pastagem naturalizada nas estações do ano, em função da adubação. Concórdia, SC, 2004-2005.	78
Figura 12 - Aspecto de duas parcelas, por ocasião do verão, com detalhe para a condição do trevo-branco. Concórdia, SC, 2004-2005.	80
Figura 13- Efeito da adubação (SFT= superfosfato triplo, AA= sem adubação, CA= casca de arroz, MA= maravalha) na contribuição de massa seca (MS) de trevo-branco e de cornichão no componente “leguminosa”, de uma pastagem naturalizada. Concórdia, SC, 2004-2005.	84
Figura 14- Produção estacional de massa seca (MS) de trevo-branco, cornichão, gramíneas e material morto de uma pastagem naturalizada, na média das adubações. Concórdia, SC, 204-2005.	85
Figura 15- Efeito de adubação (SFT= superfosfato triplo, AA= sem adubação, CA= casca de arroz, MA= maravalha) na produção média estacional de massa seca (MS) de gramíneas e leguminosas de uma pastagem naturalizada. Concórdia, SC, 2004-2005.	1
Figura 16- Efeito da adubação (SFT= superfosfato triplo, AA= ausência de adubação, CA= casca de arroz, MA= maravalha) no percentual de material morto da forragem colhida, nas estações do ano, de uma pastagem naturalizada. Concórdia, SC, 2004/2005.	87
Figura 17- Efeito da adubação (SFT= superfosfato triplo, AA= sem adubação, CA= casca de arroz, MA= maravalha) no conteúdo de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) de uma pastagem naturalizada sobressemeada com leguminosas, entre 03/05/2004 e 18/08/2005. Concórdia, SC, 2004/2005.	89
Figura 18- Produção hibernal de leguminosas sobressemeadas em uma pastagem naturalizada, em função das doses de P ₂ O ₅ , aplicadas na	

forma de camas sobrepostas de suíno, na média dos dois tipos de camas (casca de arroz e maravalha). Concórdia, SC, 2005..... 1

Figura 19- Efeito da adubação (SFT= superfosfato triplo, AA= sem adubação, CA= casca de arroz, MA= maravalha) na produção de massa seca (MS) anual, de uma pastagem naturalizada sobressemeada com leguminosas, no período entre 21/09/2004 e 26/08/2005. Concórdia, SC, 2004/2005..... 1

Figura 20- Efeito da adubação (SFT= superfosfato triplo, AA= sem adubação, CA= casca de arroz, MA= maravalha) na participação de gramíneas e leguminosas na massa seca (MS) anual de uma pastagem naturalizada, entre 21/09/2004 e 26/08/2005. Concórdia, SC, 2004/2005. 1

Figura 21- Estimativa da disponibilidade de potássio e cálcio através da adubação com camas sobrepostas de suíno (CA= casca de arroz; MA= maravalha). Concórdia, SC, 2004/2005.. 1

USO DE CAMAS SOBREPOSTAS DE SUÍNO COMO
FERTILIZANTE ORGÂNICO EM PASTAGEM PERENE
SOBRESSEMEADA COM LEGUMINOSAS

Paulo Hentz¹, Simone Meredith Scheffer-Basso²,
Pedro Alexandre Varella Escosteguy³

Resumo: Este trabalho teve como objetivo verificar o efeito da fertilização fosfatada, através da aplicação de camas sobrepostas de suínos, no estabelecimento e desempenho do cornichão (*Lotus corniculatus* L.) e trevo-branco (*Trifolium repens* L.) sobressemeados em uma pastagem naturalizada. A pesquisa foi realizada no campo, em solo com pH 5,5 e 2 mg.dm⁻³ de P₂O₅ em Concórdia, Santa Catarina, Brasil, em 2004-2005. Dois tipos de camas sobrepostas foram testados: casca de arroz (CA), com 0,60% de P₂O₅, e maravalha (MA), com 0,87% de P₂O₅, em quatro doses: 180 (1), 360 (2), 540 (3) e 720 (4) kg.ha⁻¹ de P₂O₅; as quantidades de CA foram 30, 60, 90 e 120 t.ha⁻¹ e de MA, 20,6, 41,2, 62,2 e 82,8 t.ha⁻¹, respectivamente; dois tratamentos-testemunha foram adicionados: adubação mineral (180 kg.ha⁻¹ de superfosfato triplo, SFT) e ausência de fertilização. Foram realizados nove cortes, a cada 42 dias, durante 16 meses. A produção anual de massa seca (MS) foi maior (P<0,05) com MA-3,

¹ Licenciado em Ciências Agrícolas, aluno do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Produção Vegetal.

² Orientadora, Eng. Agr., Dr., professora da FAMV/PPGAgro/UPF – sbasso@upf.br

³ Co-orientador, Eng. Agr., PhD., professor da FAMV/PPGAgro/UPF – escosteguy@upf.br

MA-4, CA-1 e CA-2, entre 8.078 e 8.275 kg.ha⁻¹ de MS, em relação ao SFT (4.092 kg.ha⁻¹ de MS). A produção anual de leguminosas variou de 2.305 a 5.673 kg.ha⁻¹ de MS, com a adubação orgânica, sendo que o máximo foi obtido com MA4, superando (P<0,05) à obtida com SFT (929 kg.ha⁻¹ de MS). As camas sobrepostas diferiram quanto à composição botânica da pastagem: camas de maravalha promoveram maior contribuição de leguminosas (65-70% do total de MS), ao passo que com camas à base de casca de arroz houve predomínio de gramíneas (60%). Concluiu-se que as camas sobrepostas de suínos podem ser utilizadas para o melhoramento de pastagens naturais, viabilizando o estabelecimento e a produção de leguminosas, mesmo em solos moderadamente ácidos, possibilitando dobrar a produção anual de forragem.

Palavra-chave: adubação, cornichão, massa seca, trevo-branco

USE OF SWINE DEEP BEDDING AS FERTILIZER IN PERENNE PASTURE OVERSOWED WITH LEGUMES

Abstract: This work had the objective to verify the effect of organic phosphate fertilization with swine deep bedding in the establishment and performance of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.) oversowed in naturalized pasture. The essay was conducted in field condition, in soil with pH 5,5 and 2 mg.dm⁻³, in Concórdia, Santa Catarina, Brazil, in the years of 2004 and 2005. Two deep bedding types were tested: rice husk (CA), with 0,60% of P₂O₅, and coarse sawdust (MA), with 0,87% of P₂O₅, in four doses: 180 (1), 360 (2), 540 (3) and 720 (4) kg.ha⁻¹ of P₂O₅, the

quantities of CA was 30, 60, 90 and 120 t.ha⁻¹ and for the MA was 20.6, 41.2, 62.2 and 82.8 t.ha⁻¹, respectively. Two control treatments were added: mineral fertilization (180 kg.ha⁻¹ of triple super phosphate, TSP) and absence of fertilization. Nine cuts were made at every 42 days during 16 months. The annual dry matter (DM) production was superior (P<0.05) with MA3, MA4, CA1 and CA2, from 8078 to 8275 kg.ha⁻¹ of DM, in relation to TSP (4092 kg.ha⁻¹ of DM). The annual legume production varied from 2305 to 5673 kg.ha⁻¹ of DM with the organic fertilization, and the highest production (P<0.05) was obtained with 720 kg.ha⁻¹ of P₂O₅ of MA in relation to 929 kg.ha⁻¹ of DM obtained with SFT. The difference between two types of deep bedding was related to botanical composition: the MA favoured the legume performance (65-70% of the total forage production), while CA favored the grass performance. The swine deep bedding can be used for naturalized pasture improvement make it possible the establishment and production of legumes, even in moderately acid soil, enabling to double the annual forage yield.

Key words: fertilization, birdsfoot trefoil, dry matter, white clover

1 INTRODUÇÃO

A criação de suínos no Brasil é uma atividade predominante nos minifúndios com mão-de-obra tipicamente familiar.

Os dejetos de suínos, até a década de 70, não constituíam fator preocupante, pois a concentração de animais era pequena e o solo das propriedades tinha capacidade para absorvê-los, ou eram utilizados como adubo orgânico. O desenvolvimento da suinocultura intensiva trouxe a produção de grandes quantidades de dejetos que são lançados ao solo na maioria das vezes sem critério e sem tratamento prévio, transformando-se em uma grande fonte poluidora dos mananciais de água (DARTORA et al., 1998).

Nas regiões com alta concentração de suínos, grande parte dos dejetos é lançada ao solo e em cursos de água, sem tratamento prévio, transformando-se em importante fonte de poluição ambiental e, por não receberem tratamento adequado, também contribuem para o aumento da proliferação de insetos. Em termos práticos, observa-se que a maioria dos suinocultores de Santa Catarina utiliza sistemas de produções que propiciam elevada produção de dejetos líquidos, ocasionada principalmente por vazamentos no sistema hidráulico, desperdício de água nos bebedouros e sistema de limpeza inadequado. A problemática se agrava devido a sistemas de armazenagem subdimensionados, infra-estrutura de transporte e distribuição deficientes e pequena área agrícola para aplicação dos dejetos (PERDOMO et al., 1998).

Por outro lado, não se pode ignorar a importância que os mercados mais exigentes estão dando para o desenvolvimento

sustentável da atividade produtiva, no qual os cuidados com a preservação do meio ambiente passam a ser exigidos nos contratos comerciais. Neste sentido, a pesquisa está procurando novas tecnologias (mais simples, econômicas e eficientes no uso da água) para o manejo dos animais e de seus dejetos, tais como a criação de suínos em camas de maravalha, casca de arroz, serragem e palhadas, reduzindo o impacto ambiental causado pelos dejetos, melhorando o uso e manejo do esterco e facilitando seu armazenamento e transporte.

O uso de esterco em pastagens é uma medida que, se bem conduzida, pode auxiliar na sustentabilidade do sistema de produção e minorar os problemas ambientais. Os fertilizantes são um dos mais importantes fatores de manejo nas pastagens, uma vez que promovem alterações significativas na produção e qualidade das mesmas. Segundo Newton et al. (2003), a produção de forragem remove e recicla mais nutrientes do solo que outras alternativas, especialmente quando utilizadas as plantas de alto valor nutritivo para o gado. De acordo com Konzen (2002), os dejetos de suínos podem constituir fertilizantes eficientes na produção de grãos e de forragens, desde que adequadamente estabilizados antes de sua utilização.

Uma das possíveis utilizações desses dejetos é a aplicação sobre pastagens, com intuito de elevar os níveis de nutrientes e melhorar as condições físicas do solo, permitindo a introdução de leguminosas.

Em função do relevo acidentado da região oeste de Santa Catarina, a manutenção das pastagens naturalizadas é um aspecto a ser considerado. Além da sua importância na cobertura do solo, sua utilização como forragem reduz os custos de produção de leite e carne.

Assim, se por um lado tem-se o problema do risco ambiental ocasionado pelos dejetos, por outro, há necessidade em se adubar as pastagens naturais, visando obter maiores e melhores produções de forragem. A adubação com camas sobrepostas de suíno e esterco líquido podem ser alternativas viáveis para tal objetivo, barateando os custos de produção, melhorando a produção de forragem, permitindo a introdução de leguminosas mais exigentes quanto à fertilidade do solo e reduzindo o impacto ambiental provocado pela grande quantidade de dejetos disponíveis na região.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de uma pastagem naturalizada, sobressemeada com leguminosas temperadas, em função da adubação mineral e orgânica, com a finalidade de subsidiar trabalhos que visem a utilização de camas sobrepostas de suíno no melhoramento de pastagens.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. As Pastagens Naturais do Sul do Brasil

Segundo Córdova et al. (2004), Santa Catarina possui 2.600.000 ha ocupados com pastagens. Desses, pelo menos 50% são campos naturais utilizados com pecuária bovina extensiva. Sua produtividade é muito baixa e por isso estão ameaçados de serem substituídos por lavouras e/ou florestamento.

A Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina (1996), após quatro anos de estudos, divulgou a avaliação quantitativa dos remanescentes da cobertura vegetal do estado, considerando as diferentes formações fitoecológicas. Por essa avaliação, a área atual dos campos naturais atinge 1.324.705 ha, que corresponde a 13,89% da área total do estado, o que está próximo ao divulgado por Córdova et al. (2004) e aproxima-se daquele informado por Gomes et al. (1990), de 1.019.500 ha, em levantamento realizado nos campos de Lages, Campos de Curitiba, parte norte da colonial do Rio do Peixe e oeste do planalto de Canoinhas.

Conforme Vincenzi (1987), o desenvolvimento da atividade pecuária fundamentada em pastagens naturais é uma alternativa muito mais interessante para a produção animal no Brasil, pois se trata de um caminho menos dependente de insumos e tecnologia importada, além de ser uma forma de preservar um patrimônio nacional, cuja riqueza ainda está para ser avaliada.

Uma das funções mais importantes das pastagens permanentes e dos campos naturais é a proteção que oferece aos solos, principalmente aqueles declivosos, podendo, inclusive, recuperar as características físicas de áreas muito degradadas (KLAPP, 1977; VINCENZI, 1987).

O uso indevido das terras cobertas com campos naturais ou naturalizados vem causando danos irreversíveis ao ambiente em muitas áreas do Planalto Sul Catarinense. Por outro lado, a pecuária não tem recebido a mesma atenção que a agricultura e o reflorestamento, com base em espécies exóticas, tanto por parte dos pecuaristas quanto dos órgãos governamentais. Nos últimos anos, a atividade leiteira, outrora forte no planalto sul, tem sido reduzida nessa região, enquanto que no oeste do estrado ela tem se expandido. Com a erradicação da febre aftosa em Santa Catarina houve a valorização da carne catarinense no mercado nacional e internacional, angariando maiores investimentos para o setor, com grande oportunidade de agregação de valor à produção de carne à base de pastagens naturais ou melhoradas.

A composição florística encontrada nos campos naturais do sul do Brasil, além de ser resultado das condições edafoclimáticas e suas oscilações, também é consequência da ação do homem, através do pastoreio, uso do fogo, subdivisão das invernadas (LEITE & KLEIN, 1990) e da influência da atividade agrícola. As principais tribos da família Poaceae que ocorrem nos campos do Planalto Sul de Santa Catarina são Poaeae, Paniceae e Andropogoneae. Dentre os gêneros estivais, os principais são *Andropogon*, *Axonopus*, *Paspalum*

e *Panicum*. Entre os gêneros hibernais se destacam *Agrostis* e *Aristida*.

Fatores como retenção de umidade, tipo de solo, declividade e gradientes topográficos, profundidade de solo e queimadas exercem grande influência na predominância e/ou competição entre espécies e associações. As principais espécies encontradas no planalto catarinense são as cevadilhas (*Bromus* sp.), capim-melador ou grama-comprida (*Paspalum dilatatum* Poir.), capim-das-roças (*Paspalum urvillei* Steudel), *Rottboellia selloana* Hack. e rabo-de-raposa (*Setaria vaginata* Spreng). Na região do Vale do Itajaí e Litoral encontram-se espécies como a grama-missioneira-gigante (*Axonopus catarinensis* Valls), gramão (*Axonopus scoparius* Flüegge), pega-pega (*Desmodium* spp.) e *Paspalum pumilum* Nees. A grama-missioneira (*Axonopus jesuiticus* (Araújo) Valls) é a espécie predominante na região do Alto Vale do Itajaí, enquanto na região Oeste Catarinense há outras espécies do gênero (NUERNBERG, 1980).

As pastagens naturais da região sul têm como limitação a grande oscilação nos níveis de produtividade, tanto no tempo, como no espaço (MORAES et al., 1995). Assim, os campos sulinos apresentam três épocas de produção: alta, de janeiro a abril; baixa, de maio a setembro, intermediária, de outubro a dezembro. A produção anual varia de região para região. Freitas et al. (1976) obtiveram uma média anual de 5.765 kg.ha⁻¹ de MS. Segundo Scholl et al. (1976), a produção dos campos nativos situa-se em torno de 4.000 kg.ha⁻¹.ano⁻¹, com ganhos de peso vivo médio diário (GMD) de aproximadamente 570 g.animal⁻¹, com carga animal de 370 kg de peso vivo.ha⁻¹. Damé

et al. (1999), na Depressão Central, RS, estimaram produções anuais das pastagens naturais entre 841 a 2.018 kg.ha⁻¹ de MS. Em Campos de Cima da Serra, no RS, Heringer & Jacques (2002) obtiveram 7.049 kg.ha⁻¹ de MS em um campo nativo, sem queima e roçada, o que, segundo Moojen (1991), está bem acima da média desse estado, de 2.500 a 6.000 kg.ha⁻¹ de MS.

Em função das condições climáticas tem-se um período bastante crítico na disponibilidade de forragem durante os meses de outono-inverno. Rosa (1998), em trabalho realizado em campo nativo no Planalto Catarinense, observou uma produção média de 7.150 kg.ha⁻¹ de MS de outubro a abril, sendo que a maior participação foi de grama forquilha, com 50%.

Entre os gêneros mais representativos de tais comunidades, *Paspalum* e *Axonopus* apresentam valor forrageiro de regular a bom, mas sua produção e qualidade variam muito nas diferentes épocas do ano, apresentando alta produção na primavera e verão, decrescendo no outono, para ter uma baixa produção no inverno, quantitativa e qualitativamente (ALFAYA et al., 1994). Segundo Tcacenco & Pillar (1987), a produtividade da grama-tapete-de-folha-larga (*Axonopus obtusifolius* (Radi) Chase) é elevada, sendo obtidos entre 3.400 até 16.700 kg.ha⁻¹ de MS no total de quatro cortes, atingindo teores de PB entre 3,8% e 12%. Para a grama-tapete (*Axonopus* sp.), a produção foi em torno de 4.000 kg.ha⁻¹ de MS, sendo 70% dessa produção concentrada na primavera e com teores de PB de 6,9% a 12,4%.

De acordo com Lobato & Barreto (1973), somente com calagem e adubação já é possível dobrar ou triplicar a produção das

pastagens naturais. Em campos naturais de planossolo de Pelotas, RS, Siewerdt et al. (1995) verificaram que os teores de PB do campo nativo foram influenciados pelas aplicações de nitrogênio, sendo obtidos 11,2% no verão, 9,9% no outono e 9,2% na primavera. Mais tarde, Siewerdt et al. (2001), testando doses de S e de N em pastagem natural da mesma região, obtiveram 4.516 kg.ha⁻¹ de MS, com 8,2% de PB.

Na Depressão Central do RS, Gonzaga & Jacques (1990) obtiveram produções de 2.677, 1.279 e 1.175 kg.ha⁻¹ de MS de uma pastagem natural, com a introdução de trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum* Savi), ceifa e queima, respectivamente. Os teores de PB foram de 9,47, 7,57 e 7,47%, na devida ordem. Fontaneli & Jacques (1988), no mesmo local, obtiveram produções de 1.586, 1.852 e 1.376 kg.ha⁻¹ de MS, sob tratamentos de ceifa com adubação, ceifa com adubação e remoção e ceifa sem adubação, respectivamente, com produções de PB de 90, 106 e 65,8 kg.ha⁻¹. Nessa região, Rosito & Maraschin (1984) observaram um aumento de 19% de leguminosas nativas nas áreas adubadas

2.2. Introdução de leguminosas em pastagens naturais

2.2.1. Generalidades

A introdução de leguminosas hibernais em pastagens naturais do sul do Brasil, além do efeito sobre a produção e qualidade de forragem, promove a alteração do padrão estacional durante o ano.

Segundo Córdova et al. (2004), o principal motivo da introdução de espécies de estação fria em pastagens nativas é atenuar a flutuação estacional da oferta de alimentos, para reduzir ou até eliminar os prejuízos provocados durante o período outono-inverno.

O valor desse grupo de forrageiras vai, além disso, pois tão ou mais importante que o aspecto nutricional está o nitrogênio simbiótico que será incorporado no sistema solo-planta-animal. As pastagens naturais apresentam como característica a deficiência crônica de N, sendo que as leguminosas podem ser consideradas como a principal forma de introduzir este nutriente no ecossistema (CARÁMBULA, 1997), beneficiando, desta maneira, a si próprias, assim como às gramíneas associadas.

A introdução de espécies de estação fria em pastagens naturais aumenta a produção de MS, melhora a distribuição da produção ao longo do ano e a qualidade nutricional das pastagens, principalmente quanto ao teor de PB e à digestibilidade (WHITE, 1981; FONTANELI & JACQUES, 1991). Além disso, a introdução de espécies, como alternativa para melhorar a produtividade dos campos naturais, reveste-se de importância por outras razões: manutenção da estrutura física do solo, preservação das espécies nativas e baixos custos (BARRETO et al., 1978).

Para Maraschin (1985), a introdução de leguminosas em pastagens naturais traz vantagens como: alto rendimento por animal no crescimento, engorda, reprodução e produção de lã. Evans (1970) demonstrou o aumento progressivo no rendimento animal de 290, 336, e 545 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ de peso vivo, com a crescente participação das leguminosas na pastagem de 13%, 20% e 35%, respectivamente.

O GMD e a produção de leite por vaca têm mostrado uma relação positiva com a proporção de leguminosas na pastagem, tanto temperadas como tropicais. No primeiro ano após a implantação, o rendimento de uma pastagem melhorada com a introdução de espécies exóticas, através de sobressemeadura ou cultivo mínimo, certamente não é comparável ao obtido com o preparo convencional. No entanto, a partir do segundo ano, a produtividade aumenta e ao longo dos anos pode superar a dos cultivos convencionais. Há, ainda, a vantagem de o custo por unidade de MS produzida ser menor visto que o custo de implantação do melhoramento é de aproximadamente um terço em relação ao dos cultivos convencionais (VINCENZI, 1994).

Leguminosas forrageiras cultivadas em misturas com gramíneas são uma viável alternativa para caros suplementos de proteína, fenos, ou pastagens de gramíneas fertilizadas com N. Não somente a qualidade da forragem aumenta, mas as misturas de pastagens que incluem leguminosas podem ser mais produtivas em relação à pastagens formadas apenas por gramíneas. Existem vários trabalhos de pesquisa com introdução de espécies em campos naturais no sul do Brasil. No entanto, poucos estudos avaliaram os fatores mais determinantes para o êxito dessa prática e a melhor época para realizá-la. Entre os aspectos a serem considerados estão: características físico-químicas do solo, clima, tipo de cobertura vegetal existente, relevo, drenagem, condições de umidade na superfície do solo, correção da acidez e das deficiências nutricionais, contato da semente com o solo e manejo adequado, anterior e posterior à implantação das espécies (WHITE, 1981; VINCENZI, 1994).

O estabelecimento de forrageiras por semeadura superficial é muito mais complexo do que a implantação de pastagens cultivadas através de métodos convencionais, pois as condições ambientais para a germinação e o estabelecimento das espécies diferem radicalmente. Dessa forma, para que o melhoramento ocorra com sucesso e sem desperdício de recursos, alguns princípios essenciais devem ser considerados (BARRETO et al., 1978; VINCENZI, 1994). O estabelecimento dependerá da capacidade das espécies introduzidas em competir com a vegetação existente por água, luz e nutrientes. Portanto, é fundamental diminuir a competição entre elas.

O fator, inicialmente, mais decisivo é a condição do microambiente na superfície do solo, na qual as sementes ficam expostas após a distribuição, principalmente a disponibilidade de água, umidade e ventos dessecantes (WHITE, 1981).

A escolha das espécies deve considerar a capacidade da semente de balancear o consumo de água com a perda por evapotranspiração, a capacidade da raiz em penetrar no solo após a germinação, a velocidade de crescimento durante o desenvolvimento inicial da planta, o poder de competição da espécie semeada com a vegetação existente, a persistência por ressemeadura natural, a alta tolerância ao pastejo e pisoteio e um longo período de produção (BARRETO et al., 1978). Além disso, Carámbula (1997) acrescenta outros atributos que estas espécies devem apresentar, como: tolerância à acidez do solo e a baixos níveis de fertilidade e eficiência na utilização do P.

A época do ano em que é feita sobressemeadura das leguminosas é muito importante para assegurar seu estabelecimento. Segundo Vincenzi (1994), a partir do final do outono, as condições de umidade do solo tornam-se mais seguras, pois diminui a evapotranspiração e o balanço hídrico é mais favorável. Nesse período, a vegetação está com o crescimento paralisado, o que significa menor concorrência por luz e nutrientes. Em seus trabalhos, realizados em propriedades rurais no Oeste Catarinense, Litoral e Alto Vale do Itajaí, foi observado que a sobressemeadura com trevos (*Trifolium* sp.) em campos naturalizados, foi muito mais eficaz no mês de julho do que quando efetuada no início do outono, em março.

Outro aspecto fundamental e imprescindível é a correção das deficiências nutricionais do solo (LOBATO & BARRETO, 1973; BARRETO et al., 1978; RISSO, 1994). Segundo Córdova et al. (2004), o melhoramento de pastagens naturais, pela introdução de espécies consiste, primeiramente, em corrigir a acidez e as deficiências nutricionais do solo. Com a aplicação de calcário em superfície e a introdução de leguminosas, no RS, foi possível aumentar a produção de MS da pastagem natural em aproximadamente 45% (GOMES, 1973).

As leguminosas e gramíneas, de maneira geral, cultivadas nessas áreas, têm maiores exigências nutricionais que as espécies nativas, que são mais adaptadas às condições locais e, assim, possibilitam maior resposta aos fertilizantes. Para a introdução de forrageiras de estação fria, principalmente leguminosas em sobressemeadura, a aplicação de calcário e P é a principal condição

em termos de alteração na fertilidade do solo (BARRETO et al., 1978).

O êxito da calagem está condicionado à redução da acidez do solo, elevação da disponibilidade de nutrientes essenciais, como P, Ca, K e Mg, neutralização de elementos tóxicos como Al, Mn e Fe, além da criação de condições favoráveis para o processo de simbiose (VINCENZI, 1994), que promoverão a fixação de N e a liberação de cátions, importantes para a própria associação desses microrganismos com as leguminosas.

Segundo Klapp (1977), diversos trabalhos permitem entender as razões da eficiência da aplicação superficial de calcário e fertilizantes em pastagens perenes. O autor cita, como exemplo, o fato de que a utilização dos nutrientes em pastagens é, em geral, melhor do que nos solos cultivados convencionalmente. Em solos lavrados a eficiência de adubos nitrogenados é de 50 a 70%, enquanto que em pastagens perenes é de até 100%. Em relação aos adubos fosfatados, a eficiência de uso em solos lavrados é de aproximadamente 13 a 35% em relação a 30 a 45% em pastagens perenes; para os adubos potássicos, a eficiência de uso está em torno de 25 a 50% e de 55 a 85%, respectivamente.

A aplicação de corretivos e fertilizantes afeta freqüentemente a composição botânica das pastagens e isso pode ocorrer indiretamente sobre o crescimento das plantas, a competição entre elas e a pressão de pastejo, ou diretamente sobre sua nutrição e longevidade (JONES, 1980). As alterações na composição florística, em função de adubações, ocorrem tanto mais rápidas e claramente quanto mais a fertilização corrigir as deficiências gerais, ou de alguns

nutrientes com grande carência, estimular ou inibir certas espécies ou grupos de plantas ou, ainda, se a utilização de determinado fertilizante favorecer ou não a seleção entre plantas (KLAPP, 1977).

O potássio e o fósforo, em geral, elevam a participação das leguminosas. O N favorece as gramíneas em detrimento das leguminosas, embora seja essencial para maior produção de MS (BARRETO et al., 1978). Em Bagé, RS, foi observado o aparecimento de espécies de melhor valor forrageiro, como o capim melador e o *Trifolium polymorphum* Poir., após sete anos da última adubação do campo nativo (BARCELLOS et al., 1987). Como essas transformações ocorrem de forma lenta, faz-se necessário manter as condições de fertilidade e manejo para alcançar melhorias na condição da pastagem (BERRETA & LEVRATTO, 1990).

Klapp (1977) demonstrou a importância do calcário para aumentar a participação de plantas forrageiras de alto valor em pastagens permanentes. Após cinco anos de calagens regulares, o autor observou uma mudança completa nos componentes da pastagem. Os trevos e as gramíneas de melhor qualidade aumentaram as suas participações para 28,7% da produção de MS e desapareceram completamente as espécies de menor valor forrageiro.

Considerando que as recomendações se referem a uma camada de 20 cm de profundidade, Jacques (1993) e Vincenzi (1994) sugeriram a redução da aplicação de calcário para um terço da recomendação oficial quando aplicado em superfície. Experimentos conduzidos na região fisiográfica dos Campos de Cima da Serra do RS, em São José dos Ausentes, por Jacques & Nabinger (2003), em uma condição similar à do Planalto Catarinense, permitiram concluir

que, apesar da necessidade de 29,7 t.ha⁻¹ de calcário, de acordo com a recomendação oficial, com apenas 3 t.ha⁻¹, foi possível implantar trevo-branco, trevo-vermelho (*Trifolium pratense* L.) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) em sobressemeadura na pastagem nativa.

Diversos trabalhos têm confirmado a importância da adubação fosfatada para introdução de espécies, principalmente leguminosas, em climas subtropicais (PRESTES & JACQUES, 2002). Na utilização de leguminosas, deve-se destacar que se tratam de espécies com exigências particulares de fósforo. Então, para se alcançar uma boa implantação, é imprescindível o fornecimento deste nutriente em quantidades adequadas (CARÁMBULA et al., 1994).

2.2.2 *Trifolium repens* L.

O trevo-branco é a mais importante leguminosa semeada com gramíneas em pastagens temperadas (FRAME & NEWBOULD, 1986), se destacando pelos altos rendimentos de forragem e elevado valor nutritivo (DALL'AGNOL et al., 1982).

A espécie é, particularmente, valorizada para uso sob pastejo contínuo, pois apresenta habilidade para sobreviver sob condições de desfolhação intensa, aumentando a palatabilidade e o conteúdo de proteína da forragem colhida pelos animais (IVINS & FERNANDO, 1955). As evidências disponíveis sugerem que um ótimo conteúdo de trevo é de aproximadamente 30% da produção anual de MS, embora isso possa variar de 5% no início da primavera para 60% em julho/agosto (RHODES, 1991). A quantidade de trevo em uma pastagem é determinada não somente pelas respostas diretas

do meio e fatores edáficos, mas pelas interações com gramíneas, pastejo animal, *Rhizobium*, bactérias e polinização pelos insetos.

Dentre os inúmeros fatores que determinam a persistência do trevo-branco, existem algumas características morfológicas dessa espécie que são de fundamental importância. Sua persistência, dá-se através da formação e enraizamento de novos entrenós, o que é favorecido quando a floração é impedida (GIBSON, 1957). A frequência das ramificações, quando medida sob condições adversas, pode indicar o potencial de persistência do trevo-branco; a maior ramificação no verão parece ser a chave para aumentar a área foliar, a taxa de crescimento e também a persistência. Assim, a persistência vegetativa dessa leguminosa depende da proliferação dos estolões, embora a ressemeadura anual também contribua para tal processo (GIBSON et al., 1963).

O comprimento do estolão por unidade de área e a produção foliar (folíolos + pecíolo) são importantes indicadores de produção da espécie sob condições de pastejo (COLLINS et al., 1991). Além disso, a importância dos estolões como local de armazenamento de carboidratos não estruturais (CNE) pode ser um determinante da sobrevivência das plantas sob estresse de frio (COLLINS & RHODES, 1995). Estes fatores controlam a agressividade do trevo, a qual pode ser quantificada pelo comprimento do estolão por unidade de área de solo e pela produção foliar por unidade de comprimento de estolão. A primavera é caracterizada pela ativa ramificação de trevos e é um período em que o número total de meristemas ativos aumenta muito. Em contraste, a ramificação diminui para um baixo nível durante o verão. Esse é também um

período em que as doenças são mais destrutivas, o número de meristemas produtivos diminui, assim como a área foliar e a taxa de crescimento (RHODES, 1991).

A companhia de gramíneas pode influenciar o ambiente do trevo de várias maneiras (LÜSCHER et al., 1992), competindo por nutrientes ou por inibir o crescimento radical ou por funções alelopáticas, por causar sombreamento ou por alterar a qualidade de luz interceptada pelas folhas (THOMPSON & HARPER, 1988).

A persistência do trevo-branco está condicionada principalmente a dois mecanismos, cada um desempenhando uma função na sobrevivência das plantas: a propagação vegetativa, por estolões, e a ressemeadura anual. Em pastagens permanentes, as plantas de trevo-branco existem predominantemente na forma de um estolão principal ou planta-mãe com crescimento dianteiro no ápice e decaindo na base (CHAPMAN, 1983). Ramificações e raízes adventícias ocorrem intermitentemente ao longo dos nós e estolão principal. (BROCK et al., 1988). A típica planta de trevo branco é, portanto, uma coleção de módulos conectados fisicamente sobre a qual o ápice do estolão principal exerce alguns controles correlativos. Conforme Turkington & Gliddon (1991) e Chapman (1987), em ambientes temperados, o trevo-branco é um exemplo clássico de uma espécie clonal que se reproduz vegetativamente, com mínima dependência sobre a reprodução sexual.

A produtividade do trevo-branco e espécies associadas é fortemente caracterizada pela quantidade e qualidade da forragem removida pelos animais ou pelo corte, sendo que esses fatores dependem das interações entre o modo da desfolhação (altura de

corte/pastejo e como os animais comem) e a estrutura vertical do dossel (TURKINGTON & GLIDDON, 1991).

O trevo-branco explora as camadas superiores do solo, mas tem desvantagem quando comparado com as gramíneas, de pêlos radicais curtos e pequeno cilindro radical (EVANS, 1977). Evans (1978) observou que as raízes dessa espécie alcançam as mesmas profundidades das demais espécies associadas, ocorrendo na camada superior do solo, de 0-20 cm. No entanto, o trevo-branco tem muito menos massa radical nessas camadas superiores, de onde os principais nutrientes e umidade do solo são extraídos (EVANS, 1978).

Sears (1953) observou que o trevo-branco não é uma leguminosa pioneira, mas é adaptada a altas condições de fertilidade de solo. Em geral, é levemente susceptível às deficiências dos principais nutrientes. Em associação com gramíneas, é uma pobre competidora por P (MOUAT & WALKER, 1959), K e S (WALKER & ADAMS, 1958). A escassa habilidade competitiva do trevo-branco por nutrientes está, provavelmente, relacionada às diferenças na morfologia da raiz (EVANS, 1977) e/ou CTC da raiz.

McNeur (1954) mostrou que o pH ótimo para o crescimento do trevo-branco é acima de 5,5 e o limite crítico de pH 4,5. Segundo Bailey et al. (1999), o aumento do pH do solo de 5,4 para 6,1 resultou na duplicação da produção de MS em campos de trevo-branco. São dois os aspectos distintos do efeito do calcário sobre o crescimento do trevo: primeiramente, o requerimento de Ca pelo trevo e organismos fixadores de N e, segundo, o efeito do pH ou acidez do solo. Os limites inferiores de pH, em que o crescimento do trevo-branco é inibido, varia com a umidade e conteúdo de M.O e com

a competição da planta no ambiente. As condições ácidas podem favorecer o desenvolvimento de gramíneas tolerantes à acidez, mas em campos onde a competição é baixa, há um exuberante crescimento do trevo e pode ocorrer fixação de N em pH baixo (McNEUR, 1954).

O trevo-branco é geralmente mais sensível do que gramíneas às deficiências de P e K (RANGELEY & NEWBOULD, 1985) e muito sensível à acidez do solo (HELYAR & ANDERSON, 1971). A nodulação é também restrita sob condições de acidez (WOOD et al., 1984), devido aos efeitos tóxicos do Al e Mn sobre a multiplicação do *Rhizobium*. Além disso, em baixo pH do solo, a deficiência de Mo pode impedir a formação do complexo enzimático, que é essencial para a fixação do N₂ (DURING et al., 1960).

Sob condições de estresse, a maioria das leguminosas que fixam N₂ são capazes de manter uma alta atividade metabólica em seus nódulos radicais (WALSH, 1995). O rizóbio é abundante nos solos apenas quando estão associados com leguminosas e são extremamente afetados por condições adversas como calor, seca e acidez (HOLDING & KING, 1963). No entanto, a atividade da nitrogenase é, particularmente, sensível a estresses abióticos, tais como a salinidade (SERRAJ et al., 1994) e a seca (DURAND et al., 1987). As relações entre baixa oferta de P e fixação de N₂ não são claras. A baixa e limitante oferta de P, eventualmente, reduz o crescimento da planta e, assim, diminui a demanda de N e fixação de nitrogênio.

As forrageiras obtêm muito nitrogênio do N-mineral presente no solo através da mineralização do N-orgânico ou do N-simbiótico. A competição por N entre gramíneas e leguminosas

representa uma única situação, porque o N absorvido pela gramínea pode ser influenciado pela leguminosa por dois processos opostos. A leguminosa pode aumentar a oferta de N disponível na raiz por fixação de N, mas esta pode também competir por N-mineral do solo (SIMPSON, 1965).

Uma pequena oferta de N-mineral do solo se faz necessária pelo trevo até a formação do nódulo e início da fixação de N; portanto, o uso do fertilizante nitrogenado é essencial em solos de baixa fertilidade ou deficiência desse mineral (HAYSTEAD & MARRIOTT, 1979). Segundo (HERRIOTT & WELLS, 1962), a quantidade excedente de N-mineral pode prejudicar a iniciação e o desenvolvimento de nódulos.

Os efeitos de estresse de K sobre o trevo-branco é muito menor durante a fase de estabelecimento do que no estágio final de crescimento (RANGELEY & NEWBOULD, 1985).

Em cultivo isolado, Moraes et al. (1989), no RS, conseguiram 4.057 kg.ha^{-1} de MS de trevo-branco no ano da implantação. Em pastagem mista de azevém e trevo-branco, Dall'Agnol et al. (1982) observaram que do rendimento total de MS (7.680 kg.ha^{-1}), 5.440 kg foi de trevo branco (71%). Na primavera do 1º ano, o componente predominante da mistura era o azevém (61%), sendo 35% de trevo-branco; no entanto, no 2º ano, a leguminosa contribuiu com 53%. Conforme os autores, o rendimento de trevo foi maior no inverno-primavera, com uma produção de 5.692 kg.ha^{-1} de MS. Em relação à qualidade, Smith (1962) relatou que os teores de PB, normalmente, variam de 20 a 30%.

2.2.3. *Lotus corniculatus* L.

Conforme Paim (1988), dentre as leguminosas exóticas introduzidas para o melhoramento das pastagens nativas, destaca-se o gênero *Lotus* L., pela maior tolerância à acidez em relação aos trevos. Formoso (1993) destacou que a popularidade do cornichão está alicerçada no seu alto valor nutritivo, pouca exigência quanto às condições do solo e no fato de não causar timpanismo aos animais. O cornichão apresenta melhor nodulação em níveis baixos de calagem que o trevo-branco, além de utilizar o fosfato com maior eficiência (BROCK, 1973).

O cornichão apresenta variações quanto ao tamanho, à forma e pubescência, à coloração das folhas, entre outras. O hábito de crescimento, geralmente, é ereto, embora possa ser prostrado ou ascendente (SEANEY & HENSON 1970). Foi considerada uma alternativa promissora para o sul do Brasil, onde foi desenvolvida a cv. São Gabriel, obtida através de melhoramento genético de material introduzido na década de 40. Apresenta boa produtividade e qualidade, longo ciclo vegetativo e boa ressemeadura natural. Contudo, apresenta problema de persistência, principalmente por causa de seu hábito de crescimento ereto (OLIVEIRA & PAIM, 1990).

Há diferenças entre progênies e cultivares de cornichão, provavelmente, resultante de variações em suas características morfológicas e fisiológicas, uma vez que, plantas menos eretas tendem a manter um maior número de gemas de crescimento, permitindo um rápido restabelecimento da área foliar, menor

utilização das reservas das raízes, resultando em maior persistência sob efeito de cortes (KEUREN & DAVIS, 1968; KEUREN et al. 1969; GREUB & WEDIN, 1971a; ARAÚJO & JACQUES, 1974b).

Segundo Ettlín & Laverack (1996), as dificuldades no estabelecimento e manutenção dos estandes do cornichão são atribuídas ao seu lento crescimento inicial, à baixa qualidade da semente e, também, à grande susceptibilidade a patógenos causadores de doenças nas raízes e coroas. Para Taylor et al. (1973), a persistência do cornichão é altamente dependente do mecanismo de ressemeadura natural, para garantir sua persistência no campo.

Greub & Wedin (1971), observaram maior produção de MS na cv. Empire quando os cortes foram efetuados a 7,6 e 11,4 cm, comparados com cortes a 3,8 cm acima do solo. Os cortes baixos removeram maior área foliar, diminuindo, o número de gemas axilares, o que refletiu-se na rebrota. Greub & Wedin (1971b) também obtiveram com a mesma cultivar 4.732, 4.602 e 3.956 kg.ha⁻¹ de MS, sob alturas de corte de 12, 8 e 4 cm, respectivamente. No Brasil, Araújo & Jacques (1974a) mostraram que cortes feitos a 6 cm acima do solo na cv. São Gabriel proporcionaram maior produção de MS em relação a cortes a 3 cm de altura.

No Uruguai, o cornichão é muito utilizado no melhoramento de pastagens naturais. Nesse país, segundo Santiñaque & Carámbula (1981), o pico de produção se dá a partir do final do inverno, sendo por isso, considerada uma leguminosa temperada de crescimento estival, o que dificulta seu estabelecimento entre as gramíneas subtropicais das pastagens naturais. No Uruguai, segundo Olmos (2001), a cv. São Gabriel pode produzir de 6.000 a 10.000

kg.ha⁻¹ de MS por ano e em campos nativos sobressemeados com a espécie, de 11.800 kg.ha⁻¹ de MS. Nos EUA, Hopkins et al. (1996), em consorciações com *Festuca pratensis* Huds., obtiveram produções de 8.757, 10.423 e 4375 kg.ha⁻¹ de MS respectivamente, nos três primeiros anos de cultivo.

No Rio Grande do Sul, Scheffer-Basso et al. (2002), relataram que obtiveram produções de 13.663 kg.ha⁻¹ de MS em misturas, de cornichão com festuca (*Festuca arundinacea* Schreb), com participação de 80% do cornichão no ano de estabelecimento. Em outro trabalho, Scheffer-Basso et al. (2001) estimaram que a produção do cornichão no verão foi de 3.500 kg.ha⁻¹ de MS, valor superior ao obtido por Viégas & Saibro (1998), de 2.273 kg.ha⁻¹ de MS na primavera de 1989 no RS.

A qualidade do cornichão foi atestada por Quadros & Maraschin (1987), que constataram GPD de até 1.018 g em consorciações com azevém e trevo-branco, o que demonstra a elevada qualidade da mistura. Isso é decorrente de seus altos teores de PB e digestibilidade, anteriormente atestados por López et al. (1965), quando obtiveram 24% de PB e 86% de digestibilidade. Além disso, por possuir taninos condensados, há o aumento de 18 a 25% no aproveitamento da proteína (HEDQVIST et al., 2000). Mesmo em estádios avançados de desenvolvimento, o cornichão, por ter hábito indeterminado, mantém teores elevados de PB. Em trabalho de Scheffer-Basso et al. (2001), as folhas do cornichão mostraram elevados teores de PB, de 30,3%, 26,1 e 22,9%, nos estádios vegetativo, início de florescimento e florescimento pleno, respectivamente.

2.3. O uso de dejetos suínos como fertilizante

2.3.1. Efeito sobre as condições químicas do solo

Justificadamente, a criação de suínos em confinamento é considerada pelos órgãos de fiscalização ambiental (LINDNER, 1995), como de alto potencial poluidor. O lançamento de grandes quantidades de dejetos animais em lagos e rios tem causado sérios desequilíbrios ecológicos e poluição, em função da redução do teor de oxigênio dissolvido na água, alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e da carga orgânica integrante. Além da contaminação dos mananciais de água por nitratos e coliformes, eutrofização de rios e lagos, existe a possibilidade de adição e aumento da concentração de metais no solo, comprometendo a qualidade do ambiente (HOLANDA et al., 1982).

O esterco de suínos aplicado em culturas pode ser uma importante fonte de nutrientes e matéria orgânica às plantas e podem melhorar a qualidade dos solos (KHALEEL et al., 1981). Todavia, práticas correntes de utilização e manejo de esterco de suínos podem contribuir, potencialmente, para a degradação da qualidade da água e do ar (ZEBARTH et al., 1999).

Segundo Lima et al. (1993), isso pode ser explicado porque, embora a criação de animais em grande escala exija a formulação de rações balanceadas, sob o ponto de vista nutricional, certos elementos podem ser adicionados em excesso para garantir um mínimo absorvido. Dessa forma, grande quantidade de elementos não aproveitada pelos animais é eliminada via dejetos. Embora alguns

desses sejam essenciais às plantas, o seu acúmulo no solo pode atingir níveis tóxicos às próprias plantas, animais e homem

Segundo Scherer et al. (1986a), o esterco de suínos, devido ao suplemento mineral oferecido aos animais, contém apreciáveis quantidades de metais, como Cu, Zn e Fe que, quando aplicados ao solo, funcionam como nutrientes, mas que em doses elevadas podem provocar toxidez às plantas; além disso, a aplicação contínua de altas doses de esterco pode aumentar a concentração de sais no solo, principalmente, Na, K e bicarbonatos, prejudicando o desenvolvimento das plantas.

A aplicação de grandes quantidades de dejetos ao solo, frequentemente considerada uma maneira prática e econômica de se remover tais resíduos das instalações, pode provocar o acúmulo de nutrientes no solo que, por sua vez, poderão resultar em prejuízos econômicos diretos aos agricultores, podendo-se destacar: menos opções para a diversificação das atividades agropecuárias, pela redução do número de espécies possíveis de serem cultivadas, em função da diferente suscetibilidade de cada espécie aos desequilíbrios químicos provocados no solo e queda na produtividade de cereais, especialmente, devido ao excesso de nitrogênio. A intoxicação de animais, ocasionada pelo acúmulo excessivo de determinados nutrientes na forragem, como por exemplo o cobre, prejudicial a ovelhas, o menor preço de venda de produtos, como as hortaliças, depreciadas pela diminuição na sua qualidade, devido ao acúmulo de metais ou pela desproporção entre partes vegetativas e reprodutivas ou de reservas, provocada pelo excesso de nitrogênio no solo (SIEGENTHALTER et al., 1994).

Os teores médios de P, N e K, nos dejetos de suínos, são 0,25%, 0,60% e 0,12% respectivamente. Esses teores podem ser considerados baixos e, por isso, geralmente são aplicadas doses elevadas desses dejetos. Por outro lado, a poluição do meio ambiente na região produtora de suínos é alta; enquanto que no esgoto doméstico, a DBO₅ é cerca de 200 mg.L⁻¹, a DBO₅ dos dejetos de suínos oscila entre 30.000 e 52.000 mg.L⁻¹, ou seja, em torno de 260 vezes superior (OLIVEIRA, 1993).

A redução da carga poluente dos dejetos a níveis aceitáveis requer investimentos significativos, normalmente acima da capacidade do produtor. Isso, na busca por níveis de DBO= 40 mg.L⁻¹, sólidos voláteis= 15% e redução da taxa de coliformes a 1,0% (IMHOFF & IMHOFF, 1986).

Conforme Pratt (1979) e Scherer et al. (1986b), os acúmulos de P e K no solo, pelo uso de grandes quantidades de dejetos animais por períodos longos ou vários anos, podem causar desbalanços de nutrientes às plantas agrícolas. O efeito do acúmulo excessivo de P disponível nos solos pode produzir deficiências de Zn em algumas culturas. Excesso de K e Na na forma trocável nos solos pode causar a desagregação e diminuir a estabilidade da estrutura do solo.

A contaminação do solo pelo uso excessivo de esterco é mais acentuada em regiões produtoras de suínos. Quando isso acontece, alguns nutrientes podem atingir as águas superficiais ou subterrâneas, causando problemas de contaminação. O fósforo contido nos esterco se difunde mais rapidamente no solo, pois a M.O do esterco favorece a solubilização dos fosfatos, quando comparado com

fertilizantes minerais. Outra substância adicionada pelos dejetos animais ao solo e que precisa ser considerada sob o aspecto da proteção ambiental é o nitrato. Teores de NO_3 detectados no lençol freático de solos, tratados com altos níveis de esterco líquido durante vários anos ($160 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), foram dez vezes maiores que os encontrados nos solos não tratados (OLIVEIRA, 1993).

A lixiviação de NO_3 é um dos principais problemas de contaminação das águas de subsuperfície em regiões com intensa criação de animais. Além disso, sucessivas aplicações de esterco na mesma área podem aumentar os teores de fósforo no solo, reduzindo a capacidade de adsorção podendo, assim, incrementar as perdas no fluxo lateral e vertical da água. Scherer et al. (1996) consideram que os dejetos de suínos apresentam teores elevados de N-total e que 40 a 70% desse nutriente se encontra na forma amoniacal. Tisott et al. (2000) relataram que a poluição ambiental causada pelos dejetos de suínos vem aumentando, decorrente do lançamento desses dejetos em cursos d'água, o que contamina as águas com amônia, nitratos e outros elementos.

Seganfredo (1998) alertou para a dosificação correta dos dejetos de suíno no solo, enfatizando os riscos de sua utilização errônea para as plantas, solo, ar, águas de riachos, de rios e de camadas mais profundas do solo. Relatou, ainda, que a adição de grandes quantidades desses dejetos ao solo resultam em prejuízos econômicos diretos ao agricultor, como: redução do número de espécies possíveis de serem cultivadas pela diferenciação em relação ao desequilíbrio químico do solo, queda na produtividade de cereais, pelo excesso de nitrogênio e intoxicação dos animais, pelo acúmulo de

determinados nutrientes na forragem. Um dos aspectos enfocados por este autor é o fato do sistema solo/planta ser incapaz de reciclar os dejetos de suínos enquanto persistir o desequilíbrio entre a sua composição química e as quantidades de nutrientes requeridos pelas plantas.

A aplicação de esterco nos solos de áreas agrícolas ou de pastejo é limitada por dois fatores: a carga hidráulica suportada pelo solo, no caso de sistemas de semi-sólido ou diluído e a carga suportada pelo solo e cultura (MOORE et al., 1997). De maneira geral, o esterco só deve ser aplicado se o solo puder aceitar o material líquido sem que ocorra formação de enxurrada. O excesso de nutrientes e o desequilíbrio entre a adubação e a capacidade de extração pela planta e de retenção do solo pode ser reduzido através do planejamento do fluxo de nutrientes, extração de nutrientes pelas culturas, monitoramento do fluxo na propriedade e redução da utilização de nutrientes.

Segundo Van Horn (1992) nos EUA, a produção de leite, gado e frangos estão concentrados em unidades com grande número de animais e com infraestrutura especializada. Esta produção é freqüente em fazendas de área limitada ou adequação para a distribuição do esterco, aumentando a dificuldade em assegurar ou garantir a sustentabilidade da qualidade de água. Segundo o autor os ingredientes excretados no esterco (fezes + urina), mais a quantidade presente no leite, variam, significativamente, de acordo com a ingestão de alimentos e níveis de suplementação. Dietas contendo 0,40%, 0,45% e 0,60% de fósforo resultam em mudança na excreção anual de P de 18, 22 e 32 kg.vaca⁻¹.ano⁻¹, respectivamente.

Conforme Barcellos (1992), aproximadamente dois terços do P presente no esterco líquido de suínos está numa forma não solúvel em água, fazendo parte de estruturas orgânicas, as quais propiciam efeito residual ao esterco. Para Pratt (1979), as sucessivas aplicações de esterco podem causar acúmulo de P no solo. Sua maior presença na camada superficial do solo é indesejável, porque favorece as perdas por escoamento superficial que, junto com o P, se movimenta no perfil do solo, podendo causar eutrofização da água (GIUSQUIANI et al., 1998). Hountin et al. (2000) verificaram incrementos de 16, 26, 33 e 50% em todas as formas de P até a profundidade de 1 m após aplicação de 30, 60, 90 e 120 m³.ha⁻¹ de esterco líquido de suínos, correspondentemente.

Ceretta et al. (2003) verificaram que o teor de P disponível no solo aumentou consideravelmente com a aplicação do esterco ao longo do tempo na camada de 0-10 cm de solo em pastagem natural. Aos 8,3 meses de aplicação de esterco de suíno líquido a quantidade de P disponível foi de 242% e 580%, com 20 e 40 m³.ha⁻¹, respectivamente, e aos 48 meses o incremento foi de 3.943% e 6.710%, respectivamente, o que considera-se extremamente alto.

Sharpley & Rekolainen (1997) perceberam que perdas de P mesmo em concentrações relativamente baixas, como de 0,01 mg¹.dm⁻³ de P solúvel ou 0,02 mg.dm⁻³ de P total, são suficientes para causar eutrofização das águas.

Segundo (BARCELLOS, 1992), quanto maiores as taxas de aplicação de esterco, proporcionalmente maiores foram as perdas de N por escoamento superficial que por lixiviação. O N é um dos principais constituintes do esterco líquido de suínos. Cerca de 50%

desse N está na forma mineral e ao ser aplicado tem efeito imediato no crescimento das plantas. Por sua vez, o escoamento superficial e a lixiviação no solo podem contaminar mananciais de água com nitrato. Durigon et al. (2002) mostraram que apenas 53% e 35% do N aplicado por meio de esterco líquido de suínos nas doses de 20 e 40 $\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$, respectivamente, foram exportados pela MS da pastagem natural. Segundo Moal et al. (1995), os percentuais de perdas de N por volatilização de amônia atingem valores de 45% a 63% do N amoniacal, mas o principal problema ambiental relacionado ao uso do esterco como fertilizante é a lixiviação de N na forma de nitrato (GANGBAZO et al., 1995).

Estudos realizados por Scherer et al. (2002), na região Oeste de Santa Catarina, em propriedades rurais que estavam utilizando dejetos de suínos como adubação entre 8 a 25 anos, mostraram alterações nas propriedades químicas do solo. As coletas de solo feitas em áreas sob plantio direto (SPD) e convencional em várias profundidades mostraram que as concentrações de atributos químicos foram mais marcantes na camada arável (0-20 cm). A concentração de P no solo foi maior até 10 cm de profundidade, sendo aproximadamente duas vezes maior do que na profundidade de 10-20 cm e vinte vezes maior do que nas demais camadas avaliadas. Isso se deve a não-incorporação dos fertilizantes no SPD e à grande capacidade de adsorção de P dos dois solos, cambissolos e latossolos, ricos em sesquióxidos de ferro e de alumínio. Os teores de K foram altos, principalmente nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, decaindo nas camadas mais profundas ao nível crítico de suficiência ($60 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$). O Cu foi encontrado, principalmente, na camada de 30 a 50 cm, pela

maior capacidade de translocação para camadas mais profundas, alertando para uma maior preocupação com a adição de Cu por este ter apresentado uma maior mobilidade no solo, com possibilidade de tornar-se um problema ambiental; o Zn atingiu os maiores teores na camada de 0 a 10 cm e decresceu rapidamente em profundidade, indicando pouca mobilidade desse elemento no perfil do solo.

Assim, segundo Konzen et al. (2002), dejetos de suínos se utilizados inadequadamente podem afetar as propriedades do solo e se constituir numa fonte de contaminação ambiental. Os riscos de contaminação podem ocorrer devido à lixiviação de solutos, como nitrato e pelo acúmulo de elementos, tais como cobre e zinco no perfil do solo, até atingir níveis tóxicos.

O K se encontra no esterco totalmente na forma mineral, solúvel e, por isso, seu efeito residual é muito curto. Ceretta et al. (2003) mostraram que o teor de K disponível no solo diminuiu com a aplicação do esterco até a profundidade de 10-20 cm. Na camada de 5-10 cm a diminuição variou de 47% a 56% e de 33% a 44% com doses de 20 e 40 m³.ha⁻¹, respectivamente. Segundo os autores, o menor decréscimo no teor de K (25% a 28%) na profundidade de 20-40 cm pode ser considerado um indicativo da importância da sua exportação na MS da pastagem natural, pois é acima desta profundidade do solo que se encontram a maioria das raízes. Durigon et al. (2002), neste mesmo experimento, verificaram que a quantidade de K absorvido pela pastagem natural foi de 45% e 32% do total aplicado nas doses de 20 e 40 m³.ha⁻¹, respectivamente.

Ceretta et al. (2003) observaram que o aumento do teor de Ca trocável na camada de 0-2,5 cm foi de 50% e 49%, enquanto na

camada de 2,5-5,0 cm de profundidade o aumento foi de 36% e 40%, nas doses de 20 e 40 m³.ha⁻¹, respectivamente. Na MS da pastagem natural, houve uma exportação de 43% e 29% do Ca contido nas doses aplicadas, respectivamente (DURIGON et al., 2002). Os autores verificaram que o acréscimo no teor de Mg nas camadas de 2,5-5,0, 5,0-10 e 10-20 cm de profundidade variou de 60% a 160% e 207% a 323% com a aplicação de 20 e 40 m³.ha⁻¹, correspondentemente.

Segundo Scherer et al. (1984), a possibilidade de alteração do pH do solo com a aplicação de esterco líquido de suínos é mínima, especialmente quando se trata de solos altamente tamponados, ainda que os teores de Al possam ser diminuídos, principalmente pelo aumento de compostos orgânicos de baixo peso molecular.

Os fertilizantes são um dos mais importantes fatores de manejo nas pastagens, uma vez que promovem alterações significativas na produção e qualidade das mesmas. Gomes et al. (1990), no RS, obtiveram um aumento da proporção de leguminosas em pastagens naturais de menos de 1% para cerca de 24% na MS, com o aumento da adubação. Além disso, houve a redução de invasoras e gramíneas cespitosas.

Os fertilizantes minerais são os mais utilizados para a adubação de lavouras e pastagens. No entanto, vários resíduos orgânicos podem ser utilizados como fertilizantes. Os estercos de animais, os resíduos de culturas e os adubos verdes constituem as principais fontes de adubos orgânicos disponíveis. Uma das limitações de seu uso é que, devido à baixa e variada concentração de nutrientes, há a necessidade de aplicá-los em maior quantidade do que os

fertilizantes minerais para suprir as exigências nutricionais das plantas.

Além de fonte de nutriente, esses fertilizantes desempenham outras funções importantes, como a melhoria da agregação do solo, aeração, estrutura, atividade microbológica, retenção de água etc. O esterco de suínos pode ser uma importante fonte de nutrientes e matéria orgânica (M.O) às plantas e podem melhorar a qualidade dos solos (KHALEEL et al., 1981). Todavia, práticas decorrentes de utilização e manejo de esterco de suínos podem contribuir, potencialmente, para a degradação da qualidade da água e do ar (ZEBARTH et al., 1999).

Segundo Alcarde et al. (1989), é importante distinguir-se bem a eficiência dos fertilizantes minerais e orgânicos. Comparando os conceitos de fertilizante e condicionador de solo, verifica-se que os materiais orgânicos se enquadram muito melhor no segundo, pois sua ação é muito mais eficaz no aumento da porosidade, aeração, retenção de água, atividade microbiana e capacidade de retenção de cátions, do que como fornecedor de nutrientes.

Conforme Scherer et al. (1984), os adubos orgânicos apresentam, em geral, um maior efeito residual no solo que os de origem mineral. Isto é explicável pela lenta mineralização dos compostos orgânicos, tornando os nutrientes disponíveis num maior espaço de tempo. Desta forma, estes nutrientes ficam menos sujeitos às reações químicas do solo, ao contrário do que acontece com os adubos minerais. No caso específico do nitrogênio, o adubo orgânico tende a suprir este nutriente por mais tempo, através da mineralização

lenta dos compostos orgânicos, enquanto que o elemento mineral é perdido facilmente por lixiviação e volatilização.

Segundo Kiehl (1985), os fertilizantes organo-minerais desempenham três funções diferentes no solo: fertilizante, corretiva e melhoradora das propriedades do solo. Se comparados aos fertilizantes minerais, apresentam um custo relativamente inferior, porém, seu potencial químico reativo é menor, mas sua solubilização é gradativa no decorrer do desenvolvimento da cultura, quando a eficiência agrônômica pode ser maior. Além disso, a incorporação dos dejetos de suínos ao solo contribui para a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, contribuindo para o aumento da produção e produtividade agrícola. A matéria orgânica desempenha uma importante função na fertilidade física, química e biológica do solo. Um certo nível de M.O pode ser mantido para se sustentar uma maior fertilidade e aumentar o seqüestro de C no solo. No entanto, uma produção adicional de matéria orgânica via esterco verde, fertilizantes orgânicos e/ou esterco animal é necessária para manter o conteúdo desse componente no solo.

O esterco de suínos é um ótimo fertilizante e pode substituir a adubação química, parcial ou totalmente. Muitas vezes, em regiões de criação intensiva de animais, esse fertilizante tem sido a única fonte de nutrientes às culturas. Como o esterco é rico na maioria dos nutrientes necessários às plantas, a sua utilização pode ser um meio de ciclagem de nutrientes dentro da propriedade. No entanto, sua eficiência depende da disponibilidade e da taxa de mineralização do esterco aplicado. Além de ser uma prática agrônômica na ciclagem de nutrientes, essa prática também representa uma forma de descarte dos

resíduos animais. A eficiência de utilização do N e P dependerá dos teores disponíveis e do processo de mineralização do esterco. Assim, a quantidade de dejetos a ser aplicada depende do valor fertilizante, do tipo e condição química do solo e das exigências da cultura a ser implantada (KIEHL, 1985).

O manejo dos dejetos na forma líquida exige maior cuidado e investimento em estrutura e equipamento (armazenamento, distribuição, transporte). Conforme Perdomo (2001), a baixa concentração de nutrientes por unidade de volume (2 a 4 kg de NPK.m⁻³ de dejetos) limita, sob o ponto de vista econômico, a sua utilização como fertilizante orgânico, em face de elevação dos custos de armazenagem, transporte e distribuição.

Conforme Siqueira et al. (1987), os materiais orgânicos deverão ser incorporados ao solo, para se obter maior eficiência do fósforo, pois este elemento possui pouca mobilidade no perfil e, também, para se evitar perdas de nitrogênio através da volatilização de amônia, e, devendo ser aplicados no dia da semeadura (ou plantio) ou mais próximo dela, a fim de se diminuir as perdas de N por lixiviação. Port et al. (2003) evidenciaram que o uso de dejetos de suínos no sistema de plantio direto, sobre resíduos culturais de vegetação espontânea, reduziu a emissão de amônia para a atmosfera em cerca de 18,45% no outono e de 34,5% no verão. Resíduos orgânicos com altos teores de fibras e lignina apresentam, normalmente, uma maior relação C/N, decomposição mais lenta e liberação de menores quantidades de nutrientes para as plantas. No entanto, favorecem o acúmulo de M.O no solo, em relação aos estercoes líquidos.

Mais recentemente, a produção de suínos tem ocorrido também em sistema de cama sobreposta sendo relativamente, um novo sistema de acabamento, no qual o esterco pode ser aplicado nas pastagens e lavouras após sua compostagem ou na forma fresca. Os resíduos de sistemas de produção de suínos sobre camas de maravalha apresentam uma concentração maior de nutrientes, quando comparados ao sistema de produção de suínos sobre pisos ripados, e uma relação C/N entre 14 e 18, viabilizando seu uso como fertilizante orgânico e facilitando sua distribuição em áreas de lavoura ou de pastagens (KONZEN & ALVARENGA, 2000).

A composição da matéria orgânica nas fezes depende fortemente da espécie animal, composição da dieta e digestibilidade da mesma. Ruminantes são hábeis para digerir alimentos de baixa qualidade com um alto conteúdo de fibras comparados com monogástricos, e, como consequência, as fezes de ruminantes contém relativamente, mais material fibroso. Estercos animais, com alto conteúdo de compostos orgânicos facilmente degradáveis e baixo conteúdo de compostos orgânicos estáveis, podem ser eficientes fertilizantes, dos quais em curto prazo a liberação de nutrientes para as plantas pode ser bem predita. No entanto, compostos orgânicos degradáveis facilmente podem ser usados pelas bactérias denitrificadoras como fonte de energia, pelas quais o nitrato do solo pode ser perdido como N_2 ou NO_2 (BEAUCHAMP et al., 1989). Assim, a adição de compostos orgânicos facilmente degradáveis, através de esterco, pode aumentar as perdas de N via denitrificação. Esterco de animais com altos conteúdos de compostos orgânicos estáveis são adequados como melhoradores do solo ou para aumentar

o conteúdo de M.O, mas são menos adequados como fertilizantes em curto prazo.

A matéria orgânica do esterco de gado é mais estável após a aplicação no solo do que o esterco de frango e suínos, e, em geral, o esterco de frango é mais estável que o suíno (CASTELLANOS & PRATT, 1981; DENDOOVEN et al., 1998; SORENSEN, 1998).

Durante os primeiros 6 a 12 meses após aplicação do esterco de suíno, gado e frango, a quantidade de C diminui acentuadamente, devido à degradação dos compostos orgânicos facilmente degradáveis. Logo após, a degradação do C é menor e os compostos orgânicos estáveis permanecem no solo, onde desempenham importante função na fertilidade e seqüestro de C. O esterco de frango tem maior concentração de C em relação ao de suíno e bovino, mas a maior parte desse C é facilmente degradável (ex. ácido úrico). Portanto, o esterco de suínos é menos eficiente como melhorador de solo do que o esterco de gado e frango. As diferenças na estabilidade dos compostos orgânicos entre os estercos é devido às diferenças no processo de digestão entre os animais e no alimento consumido.

As condições de armazenagem desempenham uma importante função na estabilidade da M.O do esterco animal (SOESEN, 1998). Kirchmann (1991) mostrou que a estabilidade da M.O no esterco de bovinos e frangos diminuiu quando o esterco foi compostado e aumentou quando foi digerido.

Segundo Scherer et al. (1984), além do N, o esterco apresenta teores apreciáveis de P, K, Ca, Mg, S e micronutrientes. Segundo estes autores, convém salientar que, sob o ponto de vista de

nutrição de plantas, o importante não é o teor de nutrientes totais do esterco, mas sim, os nutrientes disponíveis no momento e na quantidade exigida pela cultura.

Para Siqueira et al. (1987), deve-se evitar a adição de nutrientes em quantidades superiores às exigidas pelas plantas. Recomenda-se equacionar a dose a ser aplicada, tomando-se por base o nutriente cuja quantidade será satisfeita com a menor dose. Na distribuição de esterco sólido, a principal limitação é a carga de nutrientes suportada pelo solo, principalmente o N. Em se tratando de esterco líquido, aplicações de $40 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ são recomendadas para milho (*Zea mays* L.), em solos com teores médios de M.O e $45 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ para solos de cerrado (PERDOMO, 2001).

Em Passo Fundo, RS, Arns & Escosteguy (2004), utilizando quantidades de cama sobreposta de suínos de 5, 10,8 e $31,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, correspondendo a 60, 100 e $300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N, respectivamente, obtiveram a maior produção de grãos de aveia branca (*Avena sativa* L.) com a dose máxima. Os autores concluíram que a aplicação de esterco compostado de suínos, Loecke et al. (2004), utilizando cama sobreposta de suíno, durante duas estações de crescimento, em milho, verificaram um incremento de 10% na produção, em relação à aplicação do esterco fresco sólido. Além disso, houve um aumento na taxa de crescimento da cultura, na concentração de N foliar e no índice de área foliar (IAF). precedendo a implantação da cultura, se apresenta como uma alternativa eficaz na produção de milho.

A utilização do esterco de suínos é comum em culturas anuais como feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e milho, porém, sua utilização em pastagens naturais não está totalmente avaliada. Em

Goiás por Konzen & Alvarenga (2000), obtiveram entre 5.200 a 7.600 kg.ha⁻¹ de milho com o uso de dejetos de suínos. Trentin et al. (2002), com a aplicação de 20, 40 e 80 m³.ha⁻¹ de esterco líquido de suínos em milho, obtiveram 3,3, 5,6 e 6,5 t.ha⁻¹ de grãos, respectivamente.

Springer (2000), utilizando esterco sólido e líquido de gado como fertilizante em pastagens de gramíneas e leguminosas, concluiu que o uso do esterco aumentou a produção de MS, sendo economicamente viável, além da vantagem da reciclagem do esterco.

Em grama bermuda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers), fertilizadas com efluentes de dejetos de suínos, Harvey et al. (1996) observaram que a concentração de PB aumentou com a aplicação de altas doses do fertilizante (896 kg.ha⁻¹). Nos Estados Unidos, Adeli et al. (2003), ao avaliarem a utilização de dejetos de suínos em grama bermuda, aplicados com a irrigação, em taxas de 0, 50, 150 e 200 m³.ha⁻¹, observaram que o benefício mínimo de N no solo foi obtido com aplicação acima de 100 m³.ha⁻¹ no verão. Newton et al. (2003) também demonstraram que a aplicação de dejetos de suínos melhorou o valor nutritivo da grama bermuda, pela adição de N e P. No caso de espécies hibernais, Restle et al. (2003), em azevém fertilizado com adubo organo-mineral e adubo mineral, obtiveram 7.518 kg.ha⁻¹ e 6.801 kg.ha⁻¹ de MS, respectivamente. Cherney et al. (2002) observaram que o efeito de esterco bovino e de fertilizante mineral foi similar no rendimento de gramíneas perenes, como festuca e capim-dos-pomares (*Dactylis glomerata* L.), desde que sob a maior dose do primeiro (67,2 t.ha⁻¹) após dois anos de aplicação. Constataram também, que não houve diferenças na remoção de N, entre as espécies de gramíneas sob um regime de manejo de três colheitas.

2.3.2. Efeito sobre a produção de massa seca e composição química

O uso de esterco em pastagens é uma medida que, se bem conduzida, pode auxiliar na sustentabilidade do sistema de produção e minorar os problemas ambientais. Segundo Newton et al. (2003), a produção de forragem remove e recicla mais nutrientes do solo que outras alternativas, especialmente quando utilizadas as plantas de alto valor nutritivo para o gado.

No Rio Grande do Sul, os campos nativos apresentam em sua maioria, quantidade de cálcio suficiente para suprir as exigências nutritivas dos animais em regime de pastoreio (GAVILLON & QUADROS, 1970). O cálcio é um elemento que apresenta baixa mobilidade nos tecidos das plantas, aumentando assim sua concentração nos tecidos velhos das forrageiras (GOMIDE, 1976).

Scheffer-Basso et al. (2000) obtiveram 3% de Ca em uma leguminosa nativa do Sul do Brasil, *Adesmia latifolia* Spreng. Cavalheiro & Trindade (1992), em pastagens nativas do RS, durante as quatro estações do ano, verificaram que o teor médio de Ca foi de 0,30% na MS, sendo que no inverno, primavera e outono foi de 0,32% e no verão 0,24%. Agostini & Kaminski (1976) obtiveram 0,43% e 0,34% de Ca em pastagens nativas do RS no período de primavera e verão, respectivamente. Abrahão (1985) verificou, nas pastagens naturais de Lages, SC, de 0,15% a 0,34% de Ca no verão e de 0,19% a 0,30% no inverno. Cuenca et al. (1981), no Uruguai, determinaram concentrações médias de Ca entre 0,23% a 0,74% na MS da pastagem nativa.

O magnésio é encontrado nas plantas como um componente da clorofila (VIANA, 1976). O Brasil não apresenta registros de deficiência deste mineral nas pastagens, segundo Fick et al. (1976b). Cavalheiro & Trindade (1992) assinalaram teores médios de Mg de 0,20% nas pastagens naturais.

O potássio é um elemento mineral muito móvel nos tecidos e com o avanço de idade da planta o conteúdo deste diminui (GOMIDE, 1976; NASCIMENTO et al. 1976). Segundo Agostini & Kaminski (1976), no RS, os teores médios de potássio no tecido vegetal são satisfatórios para animais em pastoreio. Cavalheiro & Trindade (1992) observaram ainda que os teores médios de K encontrados na pastagem nativa foi de 0,95%. Conforme Abrahão (1985), em Lages, os teores de K encontrados em pastagens nativas variou de 1,11% a 1,38% no verão e de 0,51 a 0,96% no inverno.

Trentin et al. (2002), no RS, obtiveram produções de milho, de 3,3; 5,6; e 6,5 t.ha⁻¹ de MS, para as doses de 20, 40 e 80 m³.ha⁻¹ de esterco, respectivamente. Em relação ao acúmulo de K, Ca e Mg na parte aérea foi de 33,4; 68,9 e 114,7 kg.ha⁻¹; para as doses de 20, 40 e 80 m³.ha⁻¹, respectivamente; o acúmulo de Ca e Mg na parte aérea foi de 7,9; 15,6 e 18,9 kg.ha⁻¹, e 6,0; 16,9 e 17,6 kg.ha⁻¹ para as doses de 20, 40 e 80 m³.ha⁻¹, respectivamente.

Soder & Stout (2003), ao aplicarem chorume em capim-dos-pomares, verificaram que o teor médio de P na forragem não foi afetado, mas os teores de Ca e Mg sofreram redução com o incremento das doses do adubo (0, 168, 336, e 672 kg.ha⁻¹).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na área experimental da Escola Agrotécnica Federal de Concórdia, em 2004/2005. O município de Concórdia, Santa Catarina, está situado a 27°13'55'' de latitude e 52°00'26'' de longitude (IBGE, 2003).

A altitude média é de 596 m e o clima, de acordo com a classificação de Köppen, é predominantemente subtropical úmido (Cfa), apresentando temperatura média anual de 17,9 C° e precipitação pluvial anual de 1.700 a 2.200 mm (Embrapa Suínos e Aves, 2003). Na Figura 1 estão apresentados os dados referentes às temperaturas médias e precipitação mensal do período experimental, bem como as normais regionais.

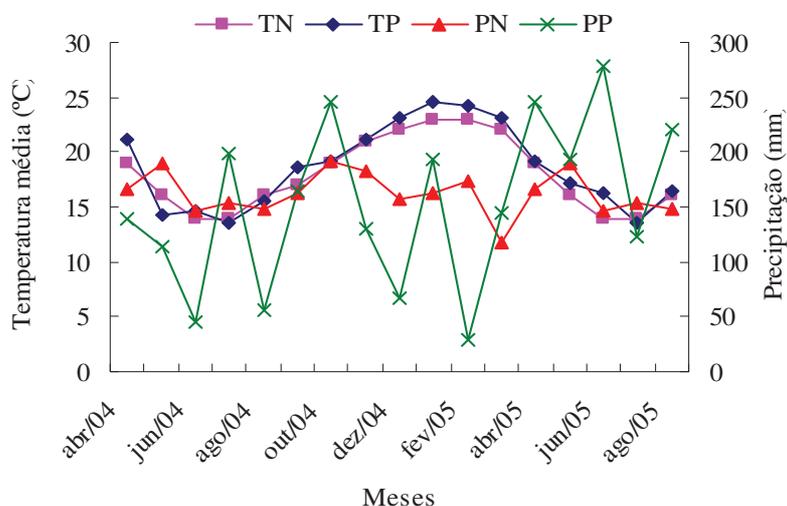


Figura 1- Temperaturas médias (TP= período; TN= normais) e precipitação mensal (PP= período; PN= normais). Fonte: Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC.

A área do ensaio foi escolhida em função de ser plana e com cobertura vegetal típica das pastagens naturalizadas da região, com predomínio de gramíneas estivais dos gêneros *Axonopus* Beauv. e *Paspalum* L. (Figura 2).



Figura 2- Vista geral da fisionomia da pastagem na área experimental, com detalhe para a cobertura de gramíneas. Concórdia, SC, 2004.

O solo da área experimental é do tipo Nitossolo Vermelho eutroférico chernossólico. Em virtude do baixo pH (4,8) e da alta concentração de alumínio ($1,5 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$), em novembro de 2003, cerca de seis meses antes da introdução das leguminosas, foram aplicadas $4 \text{ t de calcário}.\text{ha}^{-1}$ na superfície, o que equivaleu a um terço do total exigido pelas leguminosas temperadas, no caso de incorporação do mesmo (JACQUES & NABINGER, 2003).

A distribuição do calcário foi realizada após a área ter sido roçada e ter sido removido o material vegetal da superfície do solo. Para uma melhor uniformização da aplicação, a área da parcela foi dividida em quatro pares iguais e, nessas, aplicadas as quantidades proporcionais do corretivo. Em abril de 2004 foram realizadas amostragens do solo da área experimental, com pá-de-corte, com 28 subamostras. Essas foram analisadas pelo Laboratório de Solos da UPF, com metodologia de rotina (TEDESCO et al., 1995). Na Tabela

1 estão apresentados os dados referentes aos atributos físico-químicos do solo, após a calagem e anterior à aplicação dos tratamentos de adubação e da sobressemeadura das leguminosas.

Tabela 1- Atributos físico-químicos do solo após a calagem e anterior à adubação. Concórdia, SC, 2004

Atributos físico-químicos	Camada		
	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
Argila %	38,0	38,0	46,0
pH em H ₂ O	5,5	5,3	5,1
Ind. SMP	5,0	4,8	4,5
P (mg.dm ⁻³)	2,0	2,0	2,0
K (mg.dm ⁻³)	167,0	118,0	98,0
M.O (%)	3,4	2,9	2,3
Al (cmol _c .dm ⁻³)	3,1	3,5	4,6
Ca (cmol _c .dm ⁻³)	3,8	3,0	2,3
Mg (cmol _c .dm ⁻³)	2,3	1,6	1,3
H +Al (cmol _c .dm ⁻³)	13,7	17,3	24,4
CTC potencial (cmol _c .dm ⁻³)	20,3	22,2	26,2

O experimento constou de dez tratamentos, sendo: testemunha negativa (sem adubação), testemunha positiva (adubação mineral na forma de superfosfato triplo, SFT, na dose de 180 kg.ha⁻¹ de P₂O₅), adubação orgânica à base de dois tipos de camas sobrepostas de suínos, de acordo com o substrato de origem (maravalha, MA; casca de arroz, CA), em quatro doses, equivalentes a 180, 360, 540 e 720 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ total. Essas doses representaram índices de eficiência do P₂O₅ de 100, 50, 33 e 25%, respectivamente. A dose-referência para a quantidade de fósforo aplicada com SFT foi escolhida de acordo com recomendações oficiais (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004), para as leguminosas de inverno que seriam sobressemeadas sobre a pastagem, trevo-branco e cornichão. Na Tabela 2 estão apresentadas as quantidades de camas

aplicadas, que variaram em função da concentração de P_2O_5 presente nas mesmas. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados, com três repetições.

Tabela 2- Tratamentos, quantidades de adubo (CA=casca de arroz, MA=maravalha) aplicadas em função das doses de P_2O_5 , total de P_2O_5 e índice de eficiência do P_2O_5 para o primeiro ano. Concórdia, SC, 2004

Tratamentos	Quantidade aplicada	P_2O_5 total	P_2O_5 IEL
	-----kg.ha ⁻¹ -----		-----%-----
Superfosfato triplo (SFT)	439	180*	100
Ausência de adubo (AA)	0	0	
CA1	30.000	180	100
CA2	60.000	360	50
CA3	90.000	540	33
CA4	120.000	720	25
MA1	20.625	180	100
MA2	41.250	360	50
MA3	62.189	540	33
MA4	82.812	720	25

* Solúvel em citrato neutro de amônio + água.

As camas foram oriundas da Escola Agrotécnica Federal de Concórdia, onde é feita a criação de suínos em sistema do tipo cama sobreposta. Nesse sistema, as camas são colocadas sobre piso de chão batido, em camadas de aproximadamente 50 cm, sendo destinado 1,20 m² por animal. Os animais permanecem alojados por cerca de 90 dias ou até atingirem o peso de abate (100 a 110 kg). As camas aplicadas utilizadas neste trabalho foram oriundas de três lotes do ano de 2003. As características físico-químicas das duas camas sobrepostas de suíno estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3- Características físico-químicas das camas sobrepostas de suíno aplicadas sobre a pastagem. Concórdia, SC, 2004

Características físico-químicas	Cama sobreposta	
	Casca de arroz	Maravalha
Físicas		
(tamanho das partículas)		
> 6,0 mm	0,00 %	4,18 %
6,0 – 4,60 mm	9,80 %	3,40 %
4,6 – 2,0 mm	9,80 %	15,50 %
< 2,0 mm	90,20 %	76,92 %
Químicas		
N total (%)	0,61	0,80
N mineral (%)	0,16	0,35
P ₂ O ₅ Total (%)	0,60	0,87
K ₂ O Total (%)	0,58	1,09
Umidade a 65°C	41,87	45,29
M.O (%)	34,76	45,84
C/N (%)	31,65	31,83
pH em CaCl ₂ 0,1M (1:5)	8,30	8,80
CE (mS/cm)	2,01	3,06
Ca (%)	0,72	0,41
Mg (%)	0,21	0,08
Mn (%)	0,02	0,01
Cu (%)	0,01	0,01
Zn (%)	0,01	0,01
Fe (%)	0,31	0,09
B (%)	0,00	0,00
Co (%)	0,00	0,00
Mo (%)	0,00	0,00
S (%)	0,08	0,06

As unidades experimentais foram formadas por parcelas de 4 m x 8 m (32 m²), distantes 1 m entre si nos blocos, com 1 m entre blocos. A distribuição dos adubos foi realizada manualmente e sobre a superfície da pastagem recém-roçada a, aproximadamente, 7 cm, em 21/04/2004; após o assentamento dos adubos, em decorrência das chuvas ocorridas na semana seguinte, foi feita a sobressemeadura de duas espécies de leguminosas (3/05/2004) em superfície e a lanço: cornichão cv. São Gabriel, na densidade de 8 kg.ha⁻¹ e trevo-branco cv. Yi, com 2 kg.ha⁻¹.

As sementes foram inoculadas com rizóbio específico e peletizadas imediatamente antes da semeadura. Não foi necessária a aplicação de potássio, em virtude do teor desse elemento estar de acordo com as exigências das leguminosas e gramíneas presentes na área. Na Figura 3 pode ser observado o aspecto da área experimental e das parcelas por ocasião da aplicação dos tratamentos.



Figura 3- Aspecto da área experimental e das parcelas por ocasião da aplicação dos tratamentos de adubação. Concórdia, 2004.

A pastagem foi manejada com cortes periódicos a cada 42 dias, a partir de 17 de setembro de 2004, tendo sido realizados dois cortes por estação, durante um ano, finalizando em 26/08/2005. Assim, após o primeiro corte, considerado como aquele que avaliou o estabelecimento das leguminosas, foram somados, dois a dois, os demais cortes, totalizando nove cortes ao longo de 11 meses, compreendendo as quatro estações do ano. O cronograma dos procedimentos experimentais encontra-se na Tabela 4.

Os cortes foram realizados com auxílio de uma tesoura de aparar gramado, deixando-se uma altura de resteva de cerca de 7 cm; para a quantificação da produção de MS foi considerada uma área

amostral de 1 m² localizada no centro das parcelas (Figura 4). Imediatamente antes dos cortes foi avaliada a estatura da pastagem, com auxílio de uma lâmina plástica colocada sobre o dossel. Além disso, foram determinadas a estatura dos componentes principais da pastagem: gramíneas, cornichão e trevo-branco. O material cortado foi pesado imediatamente e desse montante foi retirada, uma amostra de aproximadamente 300 g para determinação do teor de matéria seca e demais parâmetros relativos à composição química da forragem.

Tabela 4- Cronograma dos procedimentos experimentais. Concórdia, SC, 2004-2005

Procedimentos	Data
A) Calagem	novembro/2003
B) Aplicação dos adubos	21/04/2004
C) Semeadura	03/05/2004
D) Cortes	
a) Para avaliação do estabelecimento das leguminosas	17/09/2004
b) Para avaliação da produção primaveril	29/10/2004
	10/12/2004
c) Para avaliação da produção estival	21/01/2005
	04/03/2005
d) Para avaliação da produção outonal	15/04/2005
	27/05/2005
e) Para avaliação da produção hibernal	08/07/2005
	19/08/2005
E) Amostragem do solo	19/10/2003
	12/04/2004
	25/01/2006

Para a determinação da quantidade de leguminosas e gramíneas presentes na pastagem foram retiradas amostras do material vegetal presente em uma área de 0,25 m² (0,50 m x 0,50 m), contígua à área amostral central utilizada para a estimativa da produção de MS. O corte também foi realizado a 7 cm da base das plantas, com posterior

acondicionamento do material em sacos plásticos e armazenamento em geladeira, até o momento da separação botânica.



Figura 4- Aspecto da amostragem para quantificação da produção de massa seca. Concórdia, 2004/2005.

Foram separados os seguintes componentes: grama-forquilha, grama-jesuíta, trevo-branco, cornichão, material vegetal morto, outras gramíneas (*Paspalum* spp., *Panicum* sp., *Setaria* sp.) e outras leguminosas. Esses foram secos em estufa com ar forçado, à 60°C, até peso constante; posteriormente, foram pesados e descartados. Os valores de cada componente foram pesados para totalizar a quantidade de MS colhida na amostra e, em seguida, foi realizado o cálculo do percentual de cada um na mesma. Esses percentuais foram, posteriormente, utilizados para calcular a quantidade de trevo-branco, cornichão, grama-forquilha, jesuíta e gramíneas totais presentes na forragem obtida com os distintos tratamentos.

Após a amostragem, as parcelas foram roçadas, com roçadeira do tipo costal, à gasolina, deixando-as niveladas à mesma

altura na qual foram cortadas as áreas amostrais acima descritas; em seguida, com auxílio de ancinhos, foi retirado todo o material vegetal roçado, presente sobre as parcelas.

Os dados referentes ao primeiro corte (estabelecimento) e à produção anual (soma de oito cortes, entre o segundo e o último corte) foram submetidos à análise da variância, com comparação de médias por meio do teste de Tukey a 5% de significância. Para os dados relativos à produção estacional, a análise estatística obedeceu ao modelo de parcela subdividida no tempo, sendo os tratamentos de adubação, a parcela principal e as estações, as subparcelas. Nesses dois procedimentos foram feitas análises com o total de tratamentos e, posteriormente à interpretação dos resultados, foram realizadas análises em modelo de bifatorial, com apenas as camas e suas doses. O modelo estatístico utilizado para a análise estatística no experimento foi o seguinte:

Para um delineamento em blocos ao acaso, o modelo é

$$Y_{ij} = \bar{Y} + \tau_i + \beta_j + e_{ij},$$

onde:

- Y_{ij} é o valor associado a cada observação;
- \bar{Y} é a média geral ou uma constante;
- τ_i o efeito do tratamento i , ($i= 1,2,3, \dots, 10$);
- β_j o efeito do bloco j , ($j=1,2,3$) e
- e_{ij} o erro associado a cada observação.

Para um delineamento em blocos ao acaso, com parcela subdividida o modelo é

$$Y_{ij} = \bar{Y} + \tau_i + \beta_j + e_{ij} + \tau'_k + e_{kj} + \tau\tau'_{ik} + e_{ijk}$$

onde:

- Y_{ijk} é o valor associado a cada observação;
- \bar{Y} é a média geral ou uma constante;
- τ_i o efeito do nível do fator A das parcelas, ($i = 1, 2, 3, \dots, 10$);
- β_j o efeito do bloco j , ($j = 1, 2, 3$);
- e_{ij} o efeito experimental a nível de parcelas ($j = 1, 2, 3$);
- τ'_k o efeito do nível k do fator B da subparcela, ($k = 1, 2, 3, 4$);
- $\tau\tau'_{ik}$ o efeito da interação do nível i do fator A com o nível k do fator B;
- e_{ijk} o erro experimental a nível de subparcelas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Estabelecimento

A análise da variância mostrou efeito significativo ($P < 0,05$) da adubação sobre a produção da pastagem, no período de estabelecimento, avaliado aos 134 dias da sobressemeadura das leguminosas. Nesse período, a aplicação da cama sobreposta de maravalha (MA), nas duas maiores doses, promoveu maior produção em relação à adubação mineral e à cama sobreposta de casca de arroz (CA) na dose 2 (Figura 5).

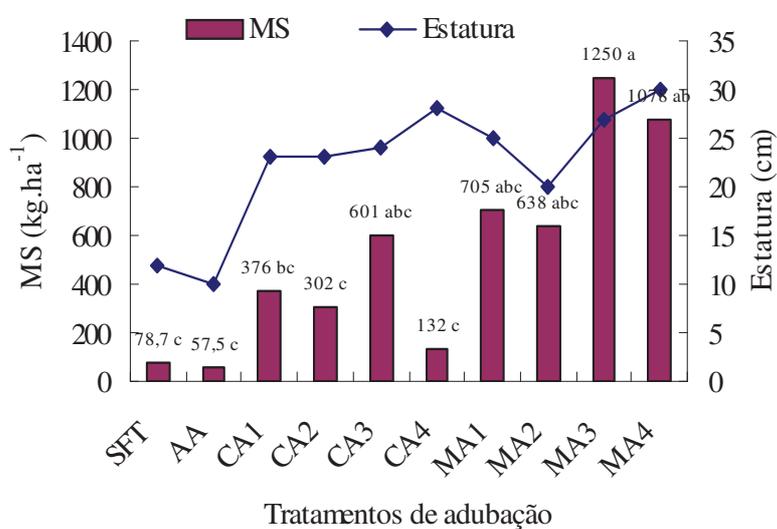


Figura 5- Efeito da adubação (SFT= superfosfato triplo, AA= ausência de adubação; CA= casca de arroz, MA= maravalha) sobre a produção de massa seca (MS) de uma pastagem naturalizada aos 134 dias (17/09/2004) da sobressemeadura das

leguminosas. Concórdia, SC, 2004. *[Médias, indicadas nas colunas, seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($P>0,05$)].*

Quanto ao desempenho das camas sobrepostas, obteve-se aumento na MS com aplicação de até 62 t.ha^{-1} (MA3) e 90 t.ha^{-1} (CA3). O aumento proporcionado ao se aplicar a dose 3 em relação à dose 2 foi de 99% para CA e 96% para MA; no entanto, comparando-se as doses 3 e 4 houve redução de 77,8% para a CA e de somente 13,7% para a MA. A mesma tendência foi observada na estatura da pastagem, com exceção do tratamento CA4, onde apesar da estatura ter sido uma das maiores, tal aspecto não se refletiu na produção, por haver poucas plantas de trevo-branco nas parcelas. Uma das hipóteses para as menores produções obtidas com CA4 foi a supressão da luminosidade sobre as plantas (Figura 6), em virtude da grande quantidade de cama utilizada nessa dose (120 t. ha^{-1}).



Figura 6- Aspecto de uma parcela onde foi aplicada a dose máxima de cama sobreposta de suíno à base de casca de arroz, aos 90 dias da sossesmeadura das leguminosas. Concórdia, 2004.

Além do fator físico, relativo à elevada camada de casca de arroz na dose máxima, algumas questões poderiam ser levantadas, para futuros estudos. A superioridade da MA poderia ter sido em função de sua maior concentração de N e K? O fato da casca de arroz apresentar maior quantidade de partículas menores que 2,0 mm (Tabela 3) indicariam que esse material já estaria mais humificado e, portanto, com menor liberação de N e P? A casca de arroz, pelo fato de possuir sílica, poderia inibir o crescimento do trevo-branco?

No cultivo de leguminosas exóticas, deve-se destacar que se trata de espécies com exigências particulares de fósforo. Então, para se alcançar uma boa implantação, é imprescindível o fornecimento deste nutriente em quantidades adequadas (Carámbula et al., 1994). Segundo Mas (1994), as leguminosas apresentam exigências de fósforo superiores às já existentes na condição original, adaptadas, de alguma forma, aos baixos níveis do nutriente que caracterizam os solos em seu estado natural.

Quanto à pouca resposta da pastagem à adubação mineral, pode-se supor que outras limitações do solo restringiram seu efeito, pois esse tratamento constou de somente fósforo e o solo ainda possuía elevada concentração de Al, com pH 5,5 (Tabela 1), além de possuir, médio teor de M.O. No entanto, em pastagens naturais, o melhoramento, através de adubação, calagem e introdução de espécie, não ocorre no primeiro ano. Trata-se de medidas de manejo para alteração na produção, qualidade e composição botânica em médio e longo prazo. Portanto, mesmo com a menor resposta da adubação mineral e considerando-se que o calcário ainda não havia sido totalmente incorporado pelas chuvas, não se pode descartar sua

utilização. Rich & Odland (1947) verificaram que na fase de estabelecimento, o trevo-branco depende da oferta de P para o tecido radical, e, que por isso, em solos com pH entre 5 e 6, a calagem é fundamental para a aumentar a disponibilidade desse elemento.

Quanto à composição botânica, nas parcelas que receberam as duas maiores doses de MA a produção foi basicamente composta por trevo-branco, equivalendo a 80% do total produzido (Figura 7).

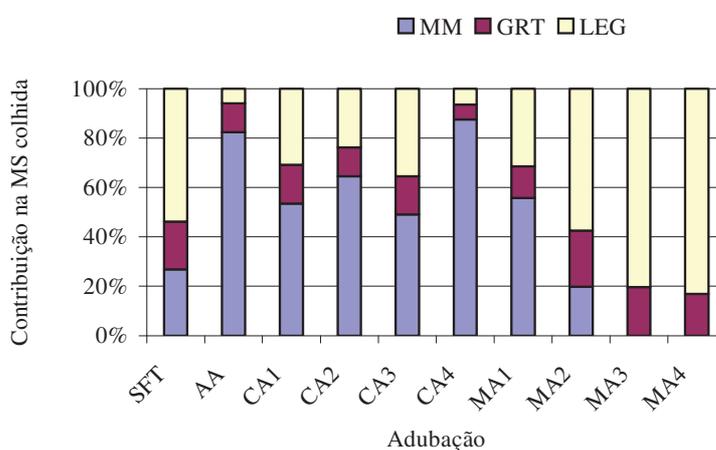


Figura 7-Efeito da adubação (SFT= superfosfato triplo, AA= sem adubação, CA= casca de arroz, MA= maravalha) na contribuição de massa seca (MS) de material morto (MM), gramíneas totais (GRT), trevo-branco + cornichão (LEG) em uma pastagem naturalizada, aos 134 dias da sobressemeadura das leguminosas (17/09/2004). Concórdia, SC, 2004/2005.

Com a dose intermediária (MA2) a contribuição dessa leguminosa foi similar ao observado com a aplicação do SFT. A contribuição do trevo-branco foi semelhante à aplicação de CA1 e CA2 e na MA1; no entanto, com a CA4, observou-se a menor

participação dessa leguminosa e a maior contribuição de material morto, similar ao que se obteve com a ausência de adubo.

Com exceção dos tratamentos MA3 e MA4, que não apresentaram material morto em quantidades passíveis de serem estimadas, os demais tiveram contribuições variáveis desse componente, especialmente o tratamento sem adubação e a CA4 (Figura 7). Nesses dois casos, o fato do trevo-branco ter tido menor participação, e sendo uma espécie de inverno, contribuiu para que houvesse maior quantidade de material morto. A aplicação das duas maiores doses de MA proporcionou melhor composição botânica da pastagem, com cerca de 20% de gramíneas e o restante de trevo-branco, em pleno inverno (Figura 8).



Figura 8- Aspecto das parcelas que receberam os tratamentos de maravalha, em doses crescentes. Concórdia, julho de 2004.

Evidentemente que, em nível de manejo com animais, haveria restrição quanto ao tempo de permanência dos mesmos nos piquetes com elevada quantidade de trevo-branco, em virtude do risco de timpanismo; seria possível, no entanto, a sua utilização como banco de proteína, especialmente no inverno. Salienta-se, porém, que esse período de tempo foi muito curto, abrangendo a fase de estabelecimento das leguminosas e, que, em longo prazo, se esperaria alteração nessa composição botânica.

O trevo-branco teve seu estabelecimento, desde a germinação, mais lento nas CAs, ao contrário do que ocorreu com a MAs. É possível que as distintas composições químicas dos substratos, além das quantidades aplicadas, conforme comentado anteriormente, tenham contribuído para isto. Sabe-se que a casca de arroz é rica em sílica, sendo utilizada, inclusive, para a produção deste material em nível industrial. A ocorrência de algum efeito alelopático sobre as leguminosas poderia ser investigada.

Santos et al. (2002) obtiveram resultados divergentes do efeito entre os extratos de casca de café e casca de arroz sobre a emergência de caruru (*Amaranthus viridis* L.) que poderiam ser resultantes da concentração de seus aleloquímicos no meio. Substâncias consideradas inibitórias à germinação possuem efeito estimulante sobre esse processo, em baixas concentrações, com os inibidores parecendo agir sobre a atividade enzimática e outras atividades fisiológicas da planta (MARQUES, 1992). Isso, provavelmente, deve ocorrer com a casca de arroz, pois conforme Tamak et al. (1994), à medida que aumenta a concentração de extrato

aquoso de resíduos de arroz aumenta a inibição na germinação de determinadas espécies.

Assim, as diferenças de produção de MS entre os tratamentos foram basicamente em função da resposta do trevo-branco (Figura 9), pois as gramíneas presentes na área eram tipicamente subtropicais e paralisam seu crescimento no outono-inverno, como, de fato, foi verificado neste ensaio (Figura 10). Vale destacar também, que neste período houve ocorrência de geadas, que aumentaram ainda mais a quantidade de material morto. Tais produções variaram de precárias a exuberantes e determinaram a produção total da pastagem obtida nesse período, visto os demais componentes não terem diferido entre os tratamentos.

O efeito benéfico das camas no estabelecimento do trevo-branco foi atribuído ao seu conteúdo de minerais, além do efeito condicionador das mesmas, especialmente na manutenção da umidade em nível de estolão.

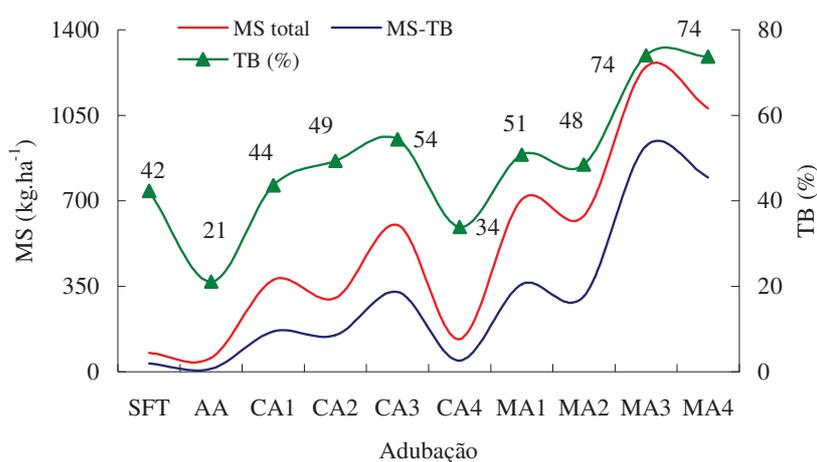


Figura 9- Efeito de adubação (SFT= superfosfato triplo, AA= ausência de adubação; CA= casca de arroz, MA= maravalha) na produção total de massa seca (MS) de uma pastagem naturalizada, do trevo-branco (TB) e da participação de trevo-branco aos 134 dias da sobressemeadura das leguminosas (17/09/2004). Concórdia, SC, 2004.



Figura 10- Aspecto geral da área experimental por ocasião do inverno de 2004, com detalhe para o material senescente da pastagem. Concórdia, 2004.

O cornichão obteve uma produção muito pequena no período de inverno (Tabela 5), comprovando seu lento estabelecimento (Ettlin & Laverack, 1996), especialmente em condição de competição com a vegetação natural. Segundo Santiñaque & Carámbula (1981), o fato do pico de produção dessa leguminosa ser na primavera-verão, dificulta seu estabelecimento entre as gramíneas subtropicais. Por isso mesmo, para Taylor et al. (1973), sua persistência é altamente dependente da ressemeadura natural, para garantir sua persistência no campo.

Tabela 5- Efeito da adubação (SFT= superfosfato triplo, AA= sem adubação, CA= casca de arroz, MA= maravalha) na produção de massa seca (MS) de cornichão, trevo-branco e gramíneas de uma pastagem naturalizada, aos 134 dias (17/09/2004) da sobressemeadura das leguminosas. Concórdia, SC, 2004

Adubação	Cornichão	Trevo-branco		Gramíneas	
		----- MS (kg.ha ⁻¹) -----			
SFT	9 ns	33	b	15	a
AA	3	12	b	30	a
CA1	44	164	a b	106	a
CA2	16	149	a b	83	a
CA3	63	327	a b	170	a
CA4	1	45	a b	45	a
MA1	83	358	a b	180	a
MA2	58	309	a b	145	a
MA3	79	924	a	246	a
MA4	101	795	a b	182	a
C.V (%)	99,3	90,8		100,8	

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

Quanto à composição química da pastagem, foram obtidos elevados teores de PB, especialmente naqueles tratamentos onde a produção de trevo-branco foi mais elevada, assim como os menores teores de FDA (Tabela 6). Este resultado mostra a importância da introdução de leguminosas em pastagens naturais como meio de melhorar quantitativamente e, especialmente, qualitativamente o valor nutricional das pastagens, conforme destacado por Maraschin (1985) e comprovado por Quadros & Maraschin (1987). No Rio Grande do Sul, Scheffer-Basso et al. (2002) obtiveram 13.663 kg.ha⁻¹ de MS em misturas de cornichão e festuca, com participação de 80% do

cornichão no ano de estabelecimento. Em outro trabalho, Scheffer-Basso et al. (2001) estimaram que a produção do cornichão no verão foi de 3.500 kg.ha⁻¹ de MS, valor superior ao obtido por Viégas & Saibro (1998), de 2.273 kg.ha⁻¹ de MS na primavera de 1989 no RS. A qualidade do cornichão foi atestada por Quadros & Maraschin (1987), que constataram GPD de até 1.018 g em consorciações com azevém e trevo-branco, o que demonstra a elevada qualidade da mistura

Tabela 6- Efeito da adubação (SFT= superfosfato triplo, AA= sem adubação, CA= casca de arroz, MA= maravalha) no conteúdo de proteína bruta e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) da massa seca obtida no primeiro corte de uma pastagem naturalizada, aos 134 dias (17/09/2004) da sobressemeadura das leguminosas (03/05/2004). Concórdia, SC, 2004

Adubação	Proteína bruta		FDA	
	-----%			
SFT	17,2	a b	33,3	a b
AA	10,5	b	49,6	a
CA1	19,0	a	35,5	a
CA2	21,6	a	29,4	c
CA3	21,0	a	30,5	a
CA4	17,4	a b	40,0	a
MA1	20,5	a	30,0	b
MA2	21,0	a	33,0	a
MA3	21,3	a	34,2	b
MA4	23,8	a	27,0	bc
C.V (%)	17,8		12,2	

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

2. Produção estacional

A análise da variância mostrou efeito significativo (P<0,05) da interação Estação x Adubação na produção de massa seca estacional. A adubação, mineral e orgânica, promoveu significativo

aumento na produção de forragem, especialmente na primavera, outono e inverno (Tabela 7).

Na média geral de tratamentos, a primavera, que correspondeu ao período imediatamente após o corte de avaliação do estabelecimento, foi a estação com maior produção de forragem, num reflexo da boa condição pluviométrica e térmica em outubro (Figura 1), quando se verificou uma excelente produção do trevo-branco e a retomada do crescimento das gramíneas estivais.

Tabela 7- Efeito da interação adubação (SFT= superfosfato triplo, AA= sem adubação CA= casca de arroz, MA= maravalha) e estação na produção de massa seca (MS) de uma pastagem naturalizada sobressemeada com leguminosas. Concórdia, SC, 2004/2005

Adubação	Primavera		Verão		Outono		Inverno	
	set-dez		jan-mar		abr-jun		jul-ago	
----- MS (kg.ha ⁻¹)-----								
SFT	1697	A ab	1073	AB a	761	A bc	682	B b
AA	858	A b	959	A a	761	A bc	493	A b
CA1	2927	A a	1884	AB a	1796	AB ab	1581	B ab
CA2	2888	A a	1608	A a	1902	A a	1685	A ab
CA3	2550	A a	1339	A a	1300	A abc	1476	A ab
CA4	2148	A ab	2347	A a	1475	A abc	1446	A ab
MA1	3105	A a	1229	B a	1321	B abc	1060	B ab
MA2	2797	A a	1480	A a	1718	AB ab	1126	B ab
MA3	3044	A a	1298	B a	1974	AB a	1846	AB ab
MA4	2785	A a	1021	B a	1907	AB a	2563	A a
Média	2480	A	1424	B	1492	B	1396	B
C.V (%)	19,3		38,8		24,4		42,8	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

No verão, não houve diferença entre os tratamentos, principalmente porque essa estação não foi favorável ao crescimento

do trevo-branco, principal leguminosa da pastagem. A pouca produção ocorrida nessa estação foi atribuída à estiagem, que castigou, especialmente, essa espécie, além de inibir o pleno crescimento das gramíneas estivais. O trevo-branco tem sua persistência comprometida sob estiagem (Jones, 1980), pois seus estolões são superficiais e as raízes adventícias deles oriundas também o são, o que impõe um estresse significativo. Assim, a produção no verão foi comparável àquelas obtidas no outono e inverno, o que não é comum na região, e, nem é desejável.

A produção total média de primavera-verão-outono foi de 5.922 kg.ha⁻¹ de MS, inferior ao obtido (7.150 kg.ha⁻¹ de MS) por Rosa (1998), em trabalho realizado em campo nativo, no Planalto Catarinense. Normalmente, a melhor estação é o verão para a produção das pastagens naturais no sul do Brasil (Moraes et al., 1995), o que não ocorreu em 2004-2005, nesta região.

Apesar das condições pluviométricas terem sido inadequadas para a pastagem, a adubação, ao permitir a introdução das leguminosas, evidenciou a importância dessa prática para reduzir a estacionalidade da produção dos campos nativos, especialmente no outono (vazio outonal) e inverno. Segundo Córdova et al. (2004), o principal motivo da introdução de espécies de estação fria em pastagens nativas é atenuar a flutuação estacional da oferta de alimentos, para reduzir ou até eliminar os prejuízos provocados durante o período outono-inverno. Se for comparada a produção de MS, nas diferentes estações, entre os piores tratamentos de cama e a ausência de adubação, mesmo assim obteve-se 150% a mais de forragem (CA4), na primavera, 71% (CA3) no outono e 55% (MA1),