HERNAN VIELMO

DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS NA ADUBAÇÃO DE PASTAGEM DE TIFTON 85.

CURITIBA

2008

HERNAN VIELMO

DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS NA ADUBAÇÃO DE PASTAGEM DE TIFTON 85.

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Amadeu Bona Filho

CURITIBA

2008

A Deus.

A minha esposa Silvana,

As minha filhas Natasha e Manuella

Aos meus pais Hermes e Enadir

E, em especial ao meu sogro Edecir (in memorian).

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná pela oportunidade;

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo apoio;

Ao programa de Pós-graduação em Agronomia – Produção Vegetal – Curitiba - PR;

Ao professor Dr. Amadeu Bona Filho pela orientação, apoio, confiança e amizade;

Aos professores co-orientadores: Dra. Tangriani Simioni Assmann, Dr. André Brugnara Soares, pelo incentivo e contribuição para minha formação acadêmica e profissional;

Aos colegas professores: Alfredo de Gouvêa, Celso Ramos, Sérgio Miguel Mazaro, pela amizade e convívio durante uma caminhada de mais de 10 anos;

Aos amigos e colegas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo incentivo, apoio e amizade, em especial aos professores Neudi Artêmio Schoulten e Thomas Newton Martin.

Ao Laboratório de Solos da UTFPR – Campus Pato Branco, em especial as alunas do Curso de Agronomia, Luciane e Joice, pelo auxílio na realização das análises de solo e DLS;

Ao Laboratório de Nutrição da UFPR, especialmente ao senhor Air Ferrarini, pela execução das análises bromatológicas;

Aos alunos do curso técnico Agrícola da UTFPR – Campus Dois Vizinhos pelo inestimável auxílio durante a execução do trabalho de campo;

Aos professores, funcionários e colegas do Curso de Pós-Graduação, pelo convívio, troca de experiências e amizade.

“Batei e abrir-se-vos-á, Pedi e vos será dado, Buscai e achareis”.

“Se pedires, Deus te dará. Se buscares, Deus te fará encontrar. Se bateres, Deus te abrirá as portas. Pois tudo o que pedes, recebes de Deus. O que buscas, encontras em Deus e a quem Bate, Deus abrirá todas as portas” (Santo Evangelho).

BIOGRAFIA DO AUTOR

HERNAN VIELMO, filho de Hermes Antonio Vielmo e Enadir Obregon Vielmo, nasceu em Santiago – RS, em 20 de outubro de 1965. É casado com Silvana Amaral Kolinski Vielmo, com quem tem duas filhas: Natasha e Manuella.

Cursou Agronomia e Zootecnia na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) de 1983 a 1992, posteriormente dedicou-se ao mestrado em Zootecnia – Produção Animal, na mesma Instituição, nos anos de 1995 a 1997.

Atua na docência desde 1994, inicialmente como professor substituto na UFSM e posteriormente na Escola Agrotécnica Federal de São Vicente do Sul/RS (EAFSVS). A partir de 1998, passou a atuar como professor efetivo da Escola Agrotécnica Federal de Rio do Sul – UNED, Dois Vizinhos (EAFRS), até 2004. Posteriormente, em 2005, ingressou no Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR), hoje Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), atuando inicialmente no Campus Dois Vizinhos e atualmente no Campus Francisco Beltrão, onde ministra a disciplina de Desenho Técnico e responde pelo Departamento de Relações Empresariais e Comunitárias. Em fevereiro de 2005 iniciou o Curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná.

SUMÁRIO Página

LISTA DE TABELAS..... viii

LISTA DE FIGURAS ix

LISTA DE ANEXOS xi

LISTA DE ABREVIATURAS xii

RESUMO..... xiii

ABSTRACT..... xiv

1 INTRODUÇÃO 1

2 CAPÍTULO I - REVISÃO DE LITERATURA.....3

2.1 A atividade suinícola 3

2.2 Produção e características dos dejetos suínos 5

2.3 Dejeto líquido de suínos na adubação de pastagens 7

2.4 Dejeto líquido de suínos na adubação de Tifton 85.....10

2.5 Caracteristicas da Tifton 85 13

2.6 Dejeto líquido de suínos como fonte de nitrogênio.....15

2.7 Vias de perdas do N aplicado no sistema solo-planta 18

2.8 Recuperação do nitrogênio aplicado.....21

3 MATERIAL E MÉTODOS 25

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 32

4.1 Taxa de acúmulo de matéria seca (TMS).....32

4.1.1 TMS no primeiro corte.....33

4.1.2 TMS no segundo corte.....35

4.1.3 TMS no terceiro corte.....36

4.1.4 TMS no quarto corte 38

4.1.5 Estimativa da produção de matéria seca por corte (EMS) e total (ETMS) 38

4.2 Proteína Bruta (PB) e Fibra em Detergente Neutro (FDN) 41

4.2.1 PB e FDN no primeiro corte 42

4.2.2 PB e FDN no segundo corte 44

4.2.3 PB e FDN no terceiro corte 45

4.2.4 PB e FDN no quarto corte.....46

4.3 Eficiência de Utilização do Nitrogênio (EUN) e Recuperação Aparente do Nitrogênio (RAN).....47

4.4 Comportamento do nitrogênio mineral no solo (N-min) 48

4.4.1 Comportamento do N-min em relação à aplicação de doses de DLS.....48

4.4.2 Ocorrência de perdas de N 50

4.4.3 Comportamento do N-min no solo em relação aos cortes realizados na pastagem de Tifton 85.....54

4.5 Disponibilidade de N para a Tifton 85 56

4.6 Dose de dejeto líquido de suínos a ser aplicada 58

5 CONCLUSÕES.....63

6 REFERÊNCIAS 64

7 ANEXOS.....73

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Características químicas médias do solo antes da instalação do experimento, nas profundidades avaliadas, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 25

TABELA 2 – Matéria Seca (MS, %), nitrogênio total (N-total, kg m^{-3}), nitrogênio mineral (N-min, kg m^{-3}) e nitrogênio orgânico (N-org, kg m^{-3}), fósforo total (P_2O_5-Total, kg m^{-3}) e potássio total (K_2O-Total, kg m^{-3}) do DLS utilizado nas aplicações em Tifton 85, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 28

TABELA 3 – Matéria Seca (MS, kg ha^{-1}), nitrogênio total (N-total, kg ha^{-1}), nitrogênio mineral (N-min, kg ha^{-1}) e nitrogênio orgânico (N-org, kg ha^{-1}), fósforo total (P_2O_5-Total, kg ha^{-1}) e potássio total (K_2O-Total, kg ha^{-1}) das doses de DLS (0, 40, 80 e 160, m^3 ha^{-1}) utilizado nas aplicações (1 e 2), em pastagem de Tifton 85, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 28

TABELA 4 – Número de dias para a realização dos cortes (C1, C2, C3 e C4), em Tifton 85, adubado com diferentes doses de DLS (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), em duas aplicações, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006. 32

TABELA 5 – Rendimento de MS (kg ha^{-1}) por corte (C1, C2, C3 e C4), realizado em Tifton 85, adubado com diferentes doses de DLS (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), em duas aplicações, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 33

TABELA 6 – Taxa de acúmulo de matéria seca (TMS, kg ha^{-1} dia^{-1}) por corte (C1, C2, C3 e C4), em Tifton 85, adubado com diferentes doses de DLS (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), em duas aplicações, UTFPR, em Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 33

TABELA 7 – Estimativa da produção de matéria seca por corte (EMS, kg ha^{-1}) e estimativa da produção de matéria seca do período experimental (EMST, kg ha^{-1}), em Tifton 85, adubado com diferentes doses de DLS (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), em duas aplicações, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 39

TABELA 8 – Percentual de proteína bruta (PB, %), por corte (C1, C2, C3 e C4), realizado em Tifton 85, adubado com diferentes doses de DLS (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), em duas aplicações, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 41

TABELA 9 – Percentual de fibra em detergente neutro (FDN, %), por corte (C1, C2, C3 e C4), realizado em Tifton 85, adubado com diferentes doses de DLS (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), em duas aplicações, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 41

TABELA 10 – Eficiência de Utilização do Nitrogênio (EUN, kg MS kg^{-1} N) e Recuperação Aparente do Nitrogênio (RAN, %), em Tifton 85, adubado com diferentes doses de DLS (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 47

TABELA 11 – Custo (R$)* de distribuição dos dejetos em diferentes sistemas..... 60

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Balanço hídrico (Rolin *et al.*, 1998), normal decendial, do período experimental (18 de outubro 2005 a 21 de março 2006), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 26

FIGURA 2 – Taxa de acúmulo de matéria seca (TMS, kg ha^{-1} dia^{-1}), no primeiro corte, da Tifton 85 adubada com diferentes doses de dejeto líquido de suínos (DLS, m^3 ha^{-1}), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 34

FIGURA 3 – Taxa de acúmulo de matéria seca (TMS, kg ha^{-1} dia^{-1}), no terceiro corte, do Tifton 85 adubado com diferentes doses de dejeto líquido de suínos (DLS, m^3 ha^{-1}), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 37

FIGURA 4 – Estimativa da produção de matéria seca (EMS, kg ha^{-1}), nos cortes um e três, em pastagem de Tifton 85, adubado com diferentes doses de DLS (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), em duas aplicações, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 39

FIGURA 5 – Estimativa de produção de matéria seca no período experimental (EMST, kg ha^{-1}), em pastagem de Tifton 85, adubado com diferentes doses de DLS (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), em duas aplicações e quatro cortes, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 40

FIGURA 6 – Percentual de proteína bruta (PB, %) e de fibra em detergente neutro (FDN, %), na MS, no primeiro corte, do Tifton 85 adubado com diferentes doses de dejeto líquido de suínos (DLS, m^3 ha^{-1}), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 42

FIGURA 7 – Percentual de proteína bruta (PB, %) e de nitrogênio (N, %), na MS, no segundo corte, do Tifton 85 adubado com diferentes doses de dejeto líquido de suínos (DLS, m^3 ha^{-1}), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.... 44

FIGURA 8 – Percentual de proteína bruta (PB, %) e de fibra em detergente neutro (FDN, %), na MS, no terceiro corte, do Tifton 85 adubado com diferentes doses de dejeto líquido de suínos (DLS, m^3 ha^{-1}), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 45

FIGURA 9 – Percentual de proteína bruta (PB, %) e de fibra em detergente neutro (FDN, %), na MS, no quarto corte, do Tifton 85 adubado com diferentes doses de dejeto líquido de suínos (DLS, m^3 ha^{-1}), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 46

FIGURA 10 – Concentração de nitrogênio mineral no solo (N-min, mg dm^{-3}), nas doses de DLS aplicadas em Tifton 85 (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 49

FIGURA 11 – Teste de comparação de médias (Tukey) na Concentração de nitrogênio mineral no solo (N-min, mg dm^{-3}), nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, nas doses de DLS aplicadas em Tifton 85 (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^1), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 51

FIGURA 12 – Teste de comparação de médias (Tukey), na concentração de nitrogênio mineral no solo (N-min, mg dm^{-3}), entre os cortes (1, 2, 3 e 4), realizados em Tifton 85, adubado com diferentes doses de DLS, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 54

FIGURA 13 – Teor de N na parte aérea das plantas de Tifton 85, em %, em função da estimativa da quantidade de matéria seca total acumulada (EMST, Mg ha^{-1}), nos cortes realizados em Tifton 85 (C1, C2, C3 e C4), adubado com diferentes doses de DLS (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), em duas aplicações, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 57

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 - Quadrado médio das fontes de variância para as variáveis dependentes: taxa de acúmulo de matéria seca (TMS), estimativa da produção de matéria seca durante o período experimental (EMST), proteína bruta (PB), nitrogênio (N) e fibra em detergente neutro (FDN), do Tifton 85 adubado com diferentes doses de dejeto líquido de suínos (DLS), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 73

ANEXO 2 – Quadrado médio das fontes de variância para a variável dependente nitrogênio mineral no solo (N-min), em Tifton 85 adubado com diferentes doses de dejeto líquido de suínos (DLS), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 73

ANEXO 3 – Equações de regressão, coeficiente de determinação (r^2) e probabilidade (P) das variáveis: taxa de acúmulo de matéria seca (TMS), estimativa da produção de matéria seca total durante o período experimental (EMST), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), nitrogênio (N) e concentração de nitrogênio mineral no solo, na profundidade de 0 a 20 cm, nos quatro cortes (C1, C2, C3 e C4), do Tifton 85 adubado com diferentes doses de dejeto líquido de suínos (DLS; 0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), em duas aplicações, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 74

ANEXO 4 - Detalhes da aplicação do DLS..... 75

ANEXO 5 - Detalhes do corte da pastagem..... 76

ANEXO 6 - Detalhes da coleta de solos..... 77

ANEXO 7 – Data da realização dos cortes (C1, C2, C3 e C4), em Tifton 85, adubado com diferentes doses de DLS (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), em duas aplicações, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006..... 79

ANEXO 8 – Tabela para conversão de dejetos de suínos..... 79

LISTA DE ABREVIATURAS

A – Aplicação de DLS

C – Corte da pastagem

DLS – Dejeto líquido de suínos

EUN – Eficiência de utilização do nitrogênio

FDN – Fibra em detergente neutro

MET – Máxima eficiência técnica

MS – Matéria seca

EMS – Estimativa da produção de matéria seca por corte

EMST – Estimativa da produção de matéria seca durante o período experimental

N – Nitrogênio

Nc – Nitrogênio crítico

N-min – Nitrogênio mineral

PB – Proteína bruta

RAN – Recuperação aparente do nitrogênio

TAD – Taxa de acúmulo diário

TMS – Taxa de acúmulo de matéria seca

T – Tratamento

RESUMO

A suinocultura no Brasil é uma atividade predominante de pequenas propriedades rurais e muito importante do ponto de vista social, econômico, especialmente, como instrumento de fixação do homem no campo. Entretanto, a criação de suínos é considerada pelos órgãos ambientais como de grande potencial poluidor, em função do tipo (líquido) e da composição (nutrientes) do dejeto produzido. Por outro lado, os dejetos podem se utilizados como fertilizante, melhorando as condições do solo e fornecendo nutrientes essenciais às plantas. Sendo assim, foi desenvolvido na UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos – PR, nos anos de 2005 e 2006, um trabalho com o objetivo de avaliar o uso do dejeto líquido de suínos (DLS) na adubação de pastagem, determinando a dose de DLS que promove a máxima eficiência técnica (MET) na taxa de acúmulo de matéria seca (TMS), estimativa da produção de matéria seca total (EMST), percentual de proteína bruta (PB), percentual de fibra em detergente neutro (FDN), eficiência de utilização do nitrogênio (EUN) e na recuperação aparente do nitrogênio (RAN) da pastagem de Tifton 85 (*Cynodon sp*), bem como, verificar o comportamento do nitrogênio mineral no solo (N-min). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, em parcelas subdivididas no tempo. Para as variáveis da planta, utilizou-se um esquema fatorial 4x4. Nas parcelas principais foram casualizadas quatro doses de DLS (0, 80, 160 e 320 m^3 ha^{-1}), divididas em duas aplicações (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), uma no início do experimento e a outra 80 dias após. Nas subparcelas foram considerados os quatro cortes consecutivos realizados na pastagem (C1, C2, C3 e C4). Para a variável de solo, utilizou-se um esquema fatorial 4x4x3. Nas parcelas principais foram casualizadas as quatro doses de DLS. Nas subparcelas foram considerados os quatro cortes consecutivos realizados na pastagem e nas sub-subparcelas três profundidades de solo (0-5; 5-10 e 10-20 cm). As variáveis foram submetidas à análise de variância e a relação da variável independente (dose de DLS) com as dependentes foi estabelecida pela análise de regressão. O nível de significância adotado foi de 5%. Os resultados demonstraram que o incremento das doses de DLS promoveu aumentos na produção de matéria seca (TMS e EMST) e uma melhora no valor nutritivo da pastagem (aumento da PB e redução da FDN) até a dose de 235 m^3 ha^{-1} de DLS (423 kg ha^{-1} de N). A EUN e RAN sofreram decréscimo com o aumento da dose de DLS e observou-se que o DSL promoveu acréscimos nas concentrações de N-min no solo, no entanto, foram observados decréscimos com a profundidade.

Palavras-chave: *Cynodon* sp, produção de matéria seca, eficiência de utilização do nitrogênio, recuperação aparente do nitrogênio, N mineral, adubação orgânica.

ABSTRACT

The hog raising in Brazil is a predominant activity of small farms and it is very important in the social, economic view, especially as a tool for settling the man in the field. Meanwhile, pigs raising is considered by the environmental departments as an "activity of great polluting potential", due to its type (liquid) and composition (nutrients) of the produced excrement. On the other hand, the excrements can be used as fertilizers, improving the soil conditions and providing essential nutrients to plants. So, it was developed at the UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos- PR, in the years 2005 and 2006, a job to evaluate the use of liquid pig excrement (DLS) in fertilization of pasture, determining the dose of DLS, which promotes the most efficient technique (MET) in the rate of accumulation of dry matter (TMS), estimate the total dry matter production (EMST), the percentage of crude protein (PB), the percentage of neutral detergent fiber (FDN), of nitrogen use efficiency (EUN) and in the apparent recovery of nitrogen (RAN) of Tifton 85 pasture (*Cynodon* sp), and verify the performance of the mineral nitrogen in the soil (N-min). The experimental delineation was in blocks at random with four repetitions, in plots subdivided in time. For the plant variables it was used a bifactorial arrangement 4x4. In the main plots were randomized four doses of DLS (0, 80, 160 and 320 m^3 ha^{-1}), divided into two applications (0, 40, 80 and 160 m^3 ha^{-1}), the first in the beginning of the experiment and the other 80 days after. In the subplots were considered the four consecutive cuts of pasture (C1, C2, C3 and C4). To the soil variable it was used a factorial arrangement 4x4x3. In the main plots were randomized the four doses of DLS. In the subplots were considered the four consecutive cuts made in the pasture and in the subplots three depths of soil (0-5; 5-10 and 10-20 cm). The variables were submitted to variance analysis and the relation of the independent variable (DLS dose) with the dependent ones was established by the regression analysis. The significance level adopted was of 5%. The results showed that the increased doses of DLS promoted increases in the production of dry matter (TMS and EMST) and an improvement in the nutritional value of the pasture (increased of PB and reduction of FDN) to the dose of 235 m^3 ha^{-1} of DLS (423 kg ha^{-1} of N). The EUN and RAN suffered decrease with the increasing dose of DLS and it was observed that the DSL promoted increases in the concentrations of N-min in the soil, however, decreases were observed with the depth.

Keywords: Cynodon sp, dry matter production, efficiency of nitrogen use, the apparent recovery of nitrogen, N mineral, organic fertilizer.

1- INTRODUÇÃO

Uma das grandes questões da atualidade envolvendo a problemática ambiental, diz respeito à preservação da água, como condição essencial para a vida vegetal, animal ou humana, em quantidade e qualidade, pois os recursos hídricos podem sofrer contaminações de diversos poluentes, entre eles os resíduos das atividades industriais, agrícolas e domésticas.

A suinocultura, por suas características, se enquadra como uma atividade geradora de poluição. Sua importância no contexto nacional reside no grande contingente de produtores envolvidos e de empregos gerados, e pela produção de grande quantidade de proteína, em reduzido espaço físico e curto período de tempo, quando comparada a outras espécies de animais domésticos.

No entanto, os resíduos provenientes desta atividade possuem um elevado potencial de contaminação das águas, especialmente em criações que utilizam a água como meio de tratamento destes dejetos, notadamente as esterqueiras.

Neste sentido, um componente importante para os sistemas de produção é o aproveitamento dos resíduos gerados por essa atividade como insumo agrícola, dando um destino adequado a estes resíduos e procurando um sinergismo entre os diversos elos da cadeia produtiva, maximizando a produtividade, reduzindo os custos, gerando maior renda ao produtor e minimizando os danos ao meio ambiente.

O dejeto líquido de suínos (DLS) é uma excelente fonte de nutrientes, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio e, quando manejado corretamente, pode substituir parcial ou totalmente o fertilizante químico, melhorando as características químicas, físicas e microbiológicas do solo, sendo considerado um insumo de baixo custo e de alto retorno econômico para a agropecuária.

Sua utilização como fertilizante, normalmente é realizada em culturas anuais, mas a sua aplicação em pastagens perenes surge como uma alternativa de maximização do seu uso. Os híbridos do gênero *Cynodon*, em especial o Tifton 85, por suas características forrageiras, são uma importante alternativa para o uso na alimentação de ruminantes e, a adubação com DLS, torna-se uma alternativa para este tipo de pastagem. A mesma é exigente em fertilidade, principalmente em sistemas de produção intensivos, necessitando de uma correspondente reposição de nutrientes para a manutenção de níveis elevados de produção; principalmente os mais solúveis como o N e o K, justamente os que têm maior impacto sobre a produção.

Dentre os nutrientes presentes nos dejetos, o nitrogênio é apontado como o de maior potencial poluente. Isso porque está presente em grande quantidade nos dejetos e sua forma mineral é muito móvel no solo. Neste sentido, seu monitoramento é de fundamental importância para a constatação de possíveis contaminações do solo e da água a partir do uso de DLS na fertilização de pastagens.

Com base no exposto, o presente trabalho justifica-se em função de que o Brasil, caracteriza-se por apresentar a atividade agropecuária como base de sua economia, sendo que a integração da atividade agrícola com a criação de animais domésticos vem a contribuir para a auto-sustentabilidade das propriedades.

Tem como hipótese que o uso dejeto líquido de suínos aumenta a produtividade de matéria seca e melhora a composição nutricional da Tifton 85, sem promover alterações na concentração do nitrogênio mineral no solo, podendo ser utilizado como fonte de nutrientes para esta pastagem.

Seu objetivo geral é verificar o desempenho da pastagem de Tifton 85 ao ser submetida a diferentes doses de dejeto líquido de suínos e a possibilidade das mesmas promoverem alterações nas concentrações do nitrogênio mineral no solo.

Como objetivos específicos:

Determinar a dose de dejeto líquido de suínos que promove a máxima eficiência técnica (MET) na taxa de acúmulo de matéria seca (TMS) na pastagem de Tifton 85 e seu possível efeito sobre o valor nutritivo da forragem.

Verificar a eficiência de utilização do nitrogênio (EUN) e de recuperação aparente do nitrogênio (RAN) fornecido via dejeto líquido de suínos.

Verificar o comportamento do N mineral no solo, por meio da determinação da concentração de nitrogênio mineral de forma estratificada.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A atividade suinícola

A suinocultura no Brasil e especialmente na região sul, tradicionalmente é desenvolvida em pequenas áreas, principalmente em sistema de produção intensivo, juntamente com a bovinocultura de leite e uma pequena produção de grãos.

O marco inicial na produção de suínos foi entre a década de 70 e 80, quando iniciou o processo de integração e aumento do plantel no sul do país. No Oeste de Santa Catarina, em 1980 existiam cerca de 67.000 suinocultores, sendo 3.860 integrados, tendo aumentado para 26.176 integrados em 1986. Em 2002 a quantidade de suinocultores diminuiu para cerca de 15 mil, sendo que 11.100 são produtores integrados. A quantidade de produtores integrados foi dividida pela metade e o número total de produtores foi diminuído em 340%, o que resultou na saída de 52.000 produtores do setor (Testa *et al*., 1996).

Fato semelhante ocorreu na suinocultura gaúcha, onde a Associação de Criadores de Suínos (ACSURS) constatou um aumento no rebanho suíno, porém uma diminuição no número de suinocultores de 28.000 em 2004 para 25.000 em 2005, revelando uma maior concentração da produção por unidade de área (ACSURS, 2007).

Na década de 90 houve um fortalecimento no processo de integração, e um aumento cada vez maior nos volumes produzidos em parcerias. Junto com isso, grandes indústrias surgiram no mercado, detendo 90% da carne de suínos produzida em seu domínio. Neste período as propriedades rurais detinham todo o ciclo de produção (sistema de criação, recria e engorda), sendo que era mantido um processo de integração com as empresas de abate. A suinocultura nesta década passou por crises bastante severas, onde grande parte das pequenas propriedades rurais teve que optar por gerenciar parte do sistema de produção, surgindo assim, as parcerias de criação e parcerias de terminação de suínos. A verticalização do processo de produção de suínos é muito semelhante ao de produção de aves, onde o produtor rural recebe os animais, ração e medicamentos para fazer a engorda ou a produção dos leitões (Berwanger, 2006).

Atualmente, a carne suína é a mais produzida no mundo e o Brasil foi responsáve,l em 2006, por 3,0% da produção mundial, representando 3,23 milhões de toneladas. O Brasil é o quarto maior produtor mundial, logo abaixo da China, União Européia e Estados Unidos.

A exportação de carne suína pelo Brasil atingiu 528 mil toneladas em 2006, representando U$ 1,037 milhão. Um dos motivos para tal é que a suinocultura brasileira é uma das mais desenvolvidas do mundo apresentando alto potencial genético. No Brasil são em média 24 suínos terminados por matriz anualmente, que alcançam média de 100 kg no período de 160 dias.

A Suinocultura Paranaense ocupa posição de destaque no país, com uma capacidade instalada de abate de 15.000 cabeças/dia e mais de 230 mil matrizes industriais alojadas. O estado é hoje o terceiro maior produtor, atrás de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Segundo dados da Pesquisa Pecuária Municipal (IBGE, 2007), o Paraná fechou 2006 com um rebanho suíno de 4,5 milhões de cabeças, ou 13% do volume nacional. Dos 399 municípios do estado do Paraná, 37 cidades concentram mais de 50% da produção. As regiões oeste e sudoeste detém 25% da produção. A cidade de Toledo, localizada na região oeste, é a maior produtora, com mais de 8% da produção do Estado, com um rebanho estimado em mais de 400 mil animais.

É importante observar que o Brasil tem enorme potencial para aumentar sua participação na produção mundial de carne suína porque apenas 18% da produção brasileira é exportada. A contribuição da suinocultura à economia brasileira pode ter reflexo em todo o país porque é praticada com maior ou menor intensidade em todos os estados, embora 40% esteja concentrada na região Sul. Nesta região existem cerca de 20,5 milhões de cabeças, sendo 27,4% no Paraná, 29,6% no Rio Grande do Sul e 43% em Santa Catarina (ABIPECS, 2007).

Este potencial de crescimento já foi previsto através de documento emitido pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 1995). O estudo mostra que em 1978, 60% da produção de suínos estava nos países desenvolvidos e que somente 40% encontrava-se nos países em desenvolvimento. Este percentual, porém, tem se modificado drasticamente nos últimos anos, pois o crescimento da produção de suínos tem se concentrado, em maior proporção, nos países em desenvolvimento. Pelas conclusões do relatório, no ano 2010, ter-se-á exatamente a situação inversa do que em 1978: 60% da produção de suínos no mundo estará nos países em desenvolvimento.

A expansão prevista da atividade suinícola na América do Sul, em especial no Brasil, baseia-se em algumas características específicas, consideradas como vantagens, entre elas podemos destacar: as dimensões territoriais (46% das terras do continente); o grande potencial de crescimento de sua produção agrícola, pois aproveita atualmente 28,7 % do seu território; a auto-suficiência e baixo custo na produção de grãos; os menores custos de instalações, de mão-de-obra e das terras; o clima favorável; o baixo custo para produção de

suínos (US$ 0,62 por quilo de suíno vivo) e por conseqüência com preços competitivos em relação às varias regiões do mundo, as possibilidades de aumento no consumo interno; estar erradicando e/ou livre das principais doenças do suíno (Febre Aftosa, Peste Suína Clássica e Síndrome Respiratória e Reprodutiva do Suíno), bem como a sua grande disponibilidade de água doce (Roppa, 2007).

Importante destacar que, juntamente com esta expectativa de crescimento da atividade, alguns fatores negativos devem ser considerados, sendo um deles o incremento na produção de dejetos. Uma característica intrínseca da atividade suinícola é a concentração de um grande número de unidades produtivas em uma pequena área, bem como a intensificação destas unidades. Sabe-se que estas duas características apresentam um passivo ambiental muito grande, o que dificulta o manejo dos dejetos, de formas ambientalmente e economicamente viáveis (Miner, 1999; Palhares *et al*. 2002). Assim, o grande desafio a ser vencido é atender a crescente conscientização do mercado consumidor e as exigências dos mercados importadores em adquirir somente produtos gerados de forma ambientalmente correta.

2.2 Produção e características dos dejetos suínos

O esterco líquido de suínos, também chamado de dejeto líquido, liquame ou chorume, oriundo dos sistemas de confinamento, é composto por fezes, urina, resíduos de ração, do excesso da água dos bebedouros e higienização, dentre outros componentes decorrentes do processo criatório (Konzen et al., 1997).

O sistema de produção utilizado em cada granja é o que define o grau de diluição dos dejetos e suas características físico-químicas (Castamann, 2005). Porém, as diferenças encontradas na composição físico-química do esterco provêm das variações dos seguintes itens: idade dos animais, manejo, alimentação e tipo de estocagem, sendo que a quantidade total de esterco produzido por um suíno em determinada fase do seu desenvolvimento é fundamental no planejamento das instalações de coleta e estocagem (Scherer et al., 1995).

Para um suíno que consome, em média, 2,4 kg de ração e 5 litros de água por dia, foi constatado que apenas 30% dos alimentos (ração e água) ingeridos são convertidos pelo organismo em forma de crescimento e ganho de peso, sendo os 70% restantes eliminados pelas fezes e urina (Konzen *et al*., 1997).

Nesse sentido pode-se inferir que a quantidade total de dejetos produzida por um animal depende essencialmente da sua alimentação, da água desperdiçada nos

bebedouros, volume de água utilizado na higienização das instalações e dos animais, desempenho dos animais, ganho de peso e da eficiência de transformação dos nutrientes (Penz Junior, 2000).

De modo geral, criações de suínos de ciclo completo geram de 140 a 170 litros de dejeto por dia por fêmea no plantel; para o núcleo de produção de leitões o volume de dejetos por matriz no plantel é de 35 a 40 litros por dia e, na terminação (leitões de 25 a 110 kg), a produção diária varia de 12 a 15 litros por suíno, para os sistemas de manejo líquido. Esses valores devem ser acrescidos de 20%, como medida de segurança, para o cálculo da capacidade de armazenamento. A maior parte dos criatórios suinícolas produzem dejetos líquidos com sólidos que variam de 1,7% a 3,0%, podendo chegar a 5% (Konzen, 2003).

Estudos realizados com 118 amostras de dejetos coletados em oito dos principais municípios produtores de suínos de Santa Catarina (Scherer *et al*., 1995), constataram que o maior problema foi o desperdício de água na criação e outros problemas de construção civil, onde a água do telhado entrava diretamente nas canaletas de coleta dos dejetos. Para diluir ainda mais os dejetos, 76% das esterqueiras amostradas não continham telhado, resultando que 50% das amostras analisadas continham menos de 2% de matéria seca, sendo que a média final de matéria seca foi de 3%.

Os fatores citados acima aumentam o volume final dos dejetos, encarecendo o custo de estocagem e transporte, reduzindo, ao mesmo tempo, o valor como fertilizante orgânico, devido à alta diluição (Dartora *et al*., 1998).

Mesmo com este inconveniente, Perdomo (1999) considera que o dejeto líquido de suíno pode constituir-se em excelente fertilizante para pastagem, pois melhora as condições físicas, químicas e biológicas do solo, além de fornecer nutrientes essenciais às plantas.

Por outro lado, o uso do dejeto como adubo no solo, apesar de parecer a maneira mais fácil de resolver o problema, pode propiciar a poluição do ambiente, porque as plantas nem sempre conseguem retirar todos os nutrientes que são colocados junto com os dejetos (Seganfredo, 2000).

No intuito de subsidiar os produtores na utilização mais adequada do DLS em lavouras de milho, a Embrapa Suínos e Aves lançou uma tabela com a composição aproximada em nutrientes (kg m^{-3} de N, P_2O_5 e K_2O) baseado na densidade do dejeto. Pela tabela constata-se a existência de uma grande variabilidade na composição em nutrientes do DLS em função da diluição (Miranda *et al.*, 1999).

Mesmo assim, os efeitos proporcionados pela matéria orgânica, justificam a aplicação de dejetos de suínos no solo. Tais efeitos podem ser divididos em efeitos físicos, caracterizados pelas modificações na estrutura do solo, pelo aumento da capacidade de

retenção de água, pela redução da plasticidade e coesão e pela uniformização da temperatura. Os efeitos químicos caracterizam-se pelo aumento da capacidade de troca catiônica, pela formação de quelatos e pelo aumento do poder tampão. A intensificação das atividades microbianas e enzimáticas dos solos é o principal benefício do efeito biológico (Kiehl, 1985). O autor cita ainda que, a utilização de fertilizantes organominerais em pastagens é recomendada, pois possuem mais de 50% de material orgânico e as fontes para seu preparo encontram-se, na maioria das vezes, próximas à propriedade. Além disso, o aumento da quantidade de dejetos de suínos adicionado ao solo, promove a elevação dos teores de N, K, P, S, Ca e Mg, evidenciando o potencial do resíduo de suínos como fertilizante (Azevêdo, 1991).

Além disso, a quantidade de biomassa microbiana reflete o estado de fertilidade do solo. A matéria orgânica do solo contém N, S e P na própria estrutura das moléculas e mantém diversos nutrientes minerais adsorvidos superficialmente, por apresentar cargas negativas livres e, portanto possuem elevada capacidade de troca catiônica (Primavesi *et al.*, 2006b). Da mesma forma, as propriedades biológicas do solo são alteradas com a aplicação de compostos orgânicos, pois servem como fonte de alimento para os microrganismos heterotróficos do solo (Cardoso, 1992) e melhoram a condutividade hidráulica, a capacidade de retenção de água, aumentam de porosidade e reduzem a densidade do solo (Felton, 1992).

2.3 Dejetos Líquido de Suínos na adubação de pastagens.

No Brasil, a aplicação de dejeto de suíno para recuperação de pastagens merece atenção, pois existem cerca de 100 milhões de hectares de pastagens no Brasil que necessitam de recuperação (Aguiar e Drumond, 2002).

A aplicação de dejetos normalmente é realizada em culturas anuais, mas em determinadas épocas do ano essas áreas estão sendo ocupadas e muitos agricultores optam em aplicar os dejetos em pastagens naturais ou cultivadas, sendo que as alternativas de utilização dos dejetos de suínos mais conhecidas e praticadas no Centro-Oeste Brasileiro, são as integrações de suínos com produção de grãos e pastagens para bovinos de corte e de leite (Konzen, 2003).

Com o intuito de avaliar a eficiência e a freqüência de utilização de DLS na produção de matéria seca e o acúmulo de nutrientes em pastagem natural, Durigon *et al.* (2002) realizaram um experimento com início em novembro de 1995, estendendo-se a novembro

de 1999, nas quatro estações do ano, no município de Paraíso do SuI (RS), em condomínio de suinocultores. Os tratamentos consistiram na aplicação de doses de 0, 20 e 40 m^3 ha^{-1} de esterco líquido de suínos, fornecidas em intervalos de 45 a 60 dias. Houve aumento na produção de matéria seca, em função da dose de DLS, em todas as estações do ano, mas foram mais expressivos no verão e na primavera, quando a maior insolação e temperatura favorecem o crescimento vegetativo. Os autores citam que embora tenha sido observada tendência de aumento na produção de matéria seca com o uso de 40 m^3 ha^{-1}, não foram verificadas diferenças significativas entre as doses de DLS, com exceção da dose testemunha, sendo este efeito atribuído ao elevado coeficiente de variação. Sendo assim, concluíram que a aplicação de 20 m^3 ha^{-1} de DLS (equivalente a 129 kg de N ha^{-1}), em intervalos de 45 a 60 dias, foi mais eficiente para o suprimento de nutrientes às plantas.

Demonstrando a grande capacidade das pastagens de converter os nutrientes oriundos de DLS em MS, Rosa (2002), utilizando doses de 100; 150 e 200 m^3 ha^{-1} ano^{-1} de DLS, em pastagem de braquiarão (Brachiaria brizantha cv. Marandu), no estado de Goiás, obteve na dose de 200 m^3 ha^{-1} ano^{-1}, uma produção de 8.518 kg ha^{-1} de MS por ciclo de 35 dias.

Comparando a adubação química com a orgânica, utilizando como tratamento químico 60 kg ha^{-1} de N, 30 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 37,5 ha^{-1} de K_2O, e como orgânico diferentes doses de DLS (50; 100 e 150 m^3 ha^{-1} ano^{-1}), em pastagem de braquiarão (Brachiaria brizantha cv. Marandu), no estado de Goiás, Barnabé *et al.* (2007), recomendaram a dose de 150 m^3 ha^{-1} ano^{-1} de DLS (499,5 kg de N, 154,5 kg de P_2O_5 e 124,5 kg de K_2O) em substituição à adubação química. Esta recomendação baseou-se na produção de matéria seca da pastagem. No entanto, é importante considerarmos o custo desta aplicação. Conforme trabalho realizado por Kuns *et al*. (2005), o custo para a distribuição deste 150 m^3 ha^{-1} de DLS, variou de R$ 382,71 à R$ 1.950,27, para percorrer a distância de um a dez quilômetros, respectivamente (transportar até o local, distribuir e o retornar). Neste trabalho, os autores também avaliaram o custo para aplicação de dejeto de suínos sólido e com o uso de bombeamento, sendo que os custos mais baixos foram obtidos pela distribuição com bomba.

Quando do uso de DLS em espécies vegetais, a dose a ser aplicada deve seguir o princípio da exportação de nutrientes para a produção da espécie, com isso os riscos ambientais são minimizados (Konzen, 2002). O autor cita que, em pesquisa realizada em Patos de Minas - MG, foram obtidas produtividades crescentes, variando de 5.200 a 7.700 kg ha^{-1} de milho, com aplicação de 45 a 180 m^3 ha^{-1} de dejetos de suínos, respectivamente.

Não ocorreu efeito da aplicação de nitrogênio em cobertura, levando à conclusão de que as quantidades de dejetos aplicadas supriram as necessidades de nitrogênio para produções de 7.000 a 8.000 kg ha^{-1} de milho. A pesquisa demonstrou, ainda, que os dejetos de suínos apresentam baixo efeito residual, mesmo com doses de 180 m^3 ha^{-1}.

Estudando os efeitos do DLS no rendimento da matéria seca e na recuperação de N e P em uma mistura entre grama bermuda (*Cynodon dactylon cv*. Russell) e azevém anual (*Lolium multiflorum*), utilizando um tratamento com nitrato de amônio (560 kg de N ha^{-1} ano^{-1}) e três tratamentos com DLS nas doses de 560, 1120 e 2240 kg de N ha^{-1} ano^{-1}, Liu-Fuhan *et al.* (1997), constataram que o rendimento de matéria seca dos tratamentos com DLS não diferiram significativamente do tratamento com nitrato de amônio, apesar das diferentes concentrações de N e P. O tratamento com DLS mais concentrado em nutrientes, adicionou 4 vezes mais N e 11 vezes mais P que as taxas normalmente recomendadas para as forragens. O rendimento da matéria seca total dos tratamentos com fontes de nutrientes (N e P) foi significativamente maior do que o tratamento controle. O aumento da dose de DLS proporcionou um aumentou na concentração total de N e P nas forragens. As recuperações foram de aproximadamente 32% para N e 20% para P na dose mais baixa de DLS, e aproximadamente 13% para N e 9% para P na dose mais elevada. As baixas recuperações de N e de P com doses mais elevadas de DLS podem ter implicações ambientais para a qualidade do solo, das águas profundas e de superfície. Neste sentido, a aplicação de 560 kg N ha^{-1}, na forma de DLS, foi considerada a melhor taxa de aplicação devido ao menor impacto ambiental no solo.

O efeito de aplicações sucessivas de DLS foi avaliado por Burns *et al.* (1990), utilizando dose baixa, média e alta de DLS (335, 670 e 1340 kg N ha^{-1} ano^{-1}) em *Cynodon dactylon*, nos anos de 1973 a 1983. Os autores observaram que os rendimentos de matéria seca no 11^{o} ano foram significativamente maiores na dose alta (19,6 Mg ha^{-1}) e média (19,0 Mg ha^{-1}) do que na dose baixa (13,1 Mg ha^{-1}). Verificaram uma concentração maior de N, P, K, Mg, Cl e Zn na forragem em 1983 em comparação a 1973, sendo que o cálcio permaneceu inalterado e as concentrações de Cu, Fe e Na reduziram-se. A concentração de nitrato foi mais elevada no último ano (1,57 g kg^{-1}), tanto que, a sua concentração na forragem, nas doses mais elevadas, aproximou-se ou excedeu o ponto inicial de toxidez em todas as colheitas do verão. Entretanto, somente a doses mais elevada de DLS produziu forragem com concentração potencialmente tóxica de nitrato, isso se fornecida como único alimento aos ruminantes. Além disso, resultou em quantidades desproporcionalmente maiores de N, P, K, Cl e Na, remanescentes no solo, podendo potencialmente contaminar o próprio solo e a água.

No Reino Unido foi desenvolvido um software (MANNER - Manure Nitrogen Evaluation Routine), baseado em dados de pesquisas realizadas ao longo de vários anos, com a finalidade de orientar a dose de fertilizante nitrogenado (orgânico ou inorgânico) a ser aplicada. Com base neste programa, Chambers *et al* (2000), recomendam que sempre que possível deve-se evitar a aplicação de dejetos contendo grande quantidade de N disponível, em pastagens naturais, no período de outono e inverno, para com isso, reduzir perdas de nitrato. As taxas de aplicações de dejetos devem ser limitadas a no máximo 250 kg de N ha^{-1} ano^{-1}, visando a utilização eficiente dos nutrientes e redução dos riscos de poluição. Este é o limite para aplicação de dejetos em regiões vulneráveis a nitrato, bem como o limite recomendado no Código de Boas Práticas Agrícolas para a Proteção da Água.

No trabalho realizado por Harvey *et al.* (1996), objetivando verificar o efeito de diferentes doses de N provenientes de DLS (456 e 873 kg de N ha^{-1}), sobre as características forrageiras da grama bermuda, na qualidade da água e no desempenho de bovinos, foi constatado que o nível de fertilização com nitrogênio, via DLS, não teve efeito no ganho de peso dos bovinos, no tempo de pastejo, na digestibilidade in vitro da matéria seca, na FDN e na FDA de amostras da forragem, no entanto, as concentrações de proteína e de nitrato na planta foram maiores nas amostras da forragem que receberam a dose mais elevada de N.

2.4 Dejeto Líquido de Suínos na adubação de Tifton 85

Observa-se pela literatura que a utilização de adubação nitrogenada (via DLS) em pastagens, promove aumentos significativos na produção de matéria seca. Entretanto, os resultados obtidos variam em função das condições em que o trabalho foi realizado, como: período do ano, fonte do nutriente utilizada, freqüência de corte, entre outros, como se viu acima. Neste sentido, procuramos agrupar dados mais específicos sobre a Tifton 85.

Em um primeiro momento, citar-se-á alguns trabalhos relativos ao uso de fontes sintéticas de N, apesar de não se ter trabalhado com este tipo de fonte. Mas considerando-se que no presente trabalho elencou-se este nutriente para ser monitorado, é interessante verificar o seu comportamento, independente da fonte utilizada.

Assim sendo, foram observados por Alvim *et al.* (1999) aumentos progressivos na produção anual de matéria seca e nas produções estacionais (época das chuvas e da seca), do Tifton 85, ao elevar a dose anual de nitrogênio até 600 kg ha^{-1} ano^{-1} (sulfato de amônio). As produções anuais de matéria seca, bem como as relativas aos períodos das chuvas e da

seca, oscilaram, respectivamente, de 2,6; 1,9 e 0,7 Mg ha^{-1}, obtidas na ausência de adubação nitrogenada e no menor intervalo de cortes (2 semanas), a 23,1; 17,8 e 5,3 Mg ha^{-1}, alcançadas com aplicação de 600 kg ha^{-1} de N no maior intervalo de cortes (8 semana).

Da mesma forma, avaliando a produção de matéria seca de três cultivares de *Cynodon dactylon* (Coastcross, Tifton 68 e Tifton 85) submetidos a quatro doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 400 kg ha^{-1}), na forma de sulfato de amônio, aplicados parceladamente (30, 40 e 30%), após 3 cortes, em intervalos de 42 dias, Rocha *et al.* (2002) verificaram um efeito linear nas 3 cultivares em resposta as doses de N. Observou-se aumento significativo correspondente a 16 kg na produção de matéria seca para cada kg de nitrogênio aplicado. Sendo o Tifton 85, considerado pelos autores, o que apresentou a maior produção de matéria seca (10,99 Mg ha^{-1} na dose de 400 kg de N ha^{-1}).

Na comparação entre os capins Coastcross, Tifton 68 e Tifton 85, em função de doses crescentes de N (0, 100, 200 e 400 kg ha^{-1}, na forma de sulfato de amônio), Rocha *et al.* (2000) verificaram um aumento linear expressivo, correspondente a 0,80 unidades na produção de MS para cada kg de N aplicado, sendo que as gramíneas comportaram-se de maneira semelhante. A cultivar Tifton 85 apresentou significativamente ($P<0,05$) maior produção de matéria seca média que os demais cultivares.

Em trabalho similar ao anterior, Menegatti *et al.* (2002) realizaram experimento, com três cultivares de cynodon, entre elas o Tifton 85, aplicando diferentes doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 400 kg ha^{-1}) na forma de sulfato de amônio e obtiveram incremento na produção de matéria seca das gramíneas estudadas. A resposta à adubação nitrogenada foi semelhante para as três gramíneas e comportou-se de forma linear ($Y = 2,47114 + 0,00466x$), sendo obtido uma produção de 4,31 Mg ha^{-1} de MS para o Tifton 85 adubado com 400 kg de N ha^{-1}. Observa-se que as produções de MS obtidas neste experimento estão muito abaixo das citadas até o momento, sendo que os autores atribuíram ao fato de que os cortes foram feitos no final do período de crescimento da pastagem (19/02 a 30/04), onde as precipitações foram menores, bem como a luminosidade e temperatura.

Considerando que a umidade é fator determinante para o crescimento vegetal, Marcelino *et al.* (2003) conduziram na Embrapa Cerrados, Planaltina (DF), um experimento objetivando avaliar a influência de tensões hídricas (35, 60, 100 e 500 kPa) e doses de nitrogênio (0 - Testemunha, 45, 90, 180, 360 kg ha^{-1}, na forma de sulfato de amônio) sobre a produção de matéria seca (MS), entre outros, do capim Tifton 85. Os autores constataram que na menor tensão hídrica (35 kPa), a resposta de produção de MS foi linear em relação a doses de N, e atribuíram este resultado à eficiência no aproveitamento do N em condições

de maior umidade no solo. As doses de nitrogênio influenciaram a produção de matéria seca em todas as tensões, onde a maior produtividade (41,8 Mg ha^{-1} de MS) foi obtida na tensão de 35 kPa e na dose de 360 kg ha^{-1} de N e menor produtividade (17,3 Mg ha^{-1} de MS), na tensão de 100 kPa sem adição de N.

Como foi destacado no inicio deste subitem, os trabalhos até então citados referem-se ao uso de fontes sintéticas de N (sulfato de amônio). A partir deste parágrafo, citar-se-á alguns trabalhos onde se utilizou o DLS como fonte de N para adubação de espécies do gênero Cynodon.

Com o objetivo de comparar o efeito do uso de DLS na produção de matéria seca de diferentes tipos de grama bermuda (*Cynodon dactylon*), entre elas o Tifton 85, em dois tipos de solos (Brooksville silty clay loam e Atwood silt loam), aplicando doses de dejeto iguais para todas as cultivares de Cynodon, mas diferentes entre os solos (Brooksville = 370 e Atwood = 200 kg ha^{-1} ano^{-1}), Brink *et al.* (2003), verificaram que os rendimentos de matéria seca foram similares entre os Cynodons em ambos os solos, variando de 23,3 a 24,2 e de 12,3 a 14,1 Mg ha^{-1}, respectivamente, nos solos de Brooksville e Atwood.

No trabalho de Adeli *et al.* (2003), conduzido nos anos de 1998 e 1999, objetivando determinar os efeitos de diferentes doses de DLS (214, 373, 522 e 665 kg ha^{-1} de N), no crescimento da grama bermuda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), os pesquisadores verificaram que, em ambos os anos, o rendimento de matéria seca da grama bermuda aumentou de forma quadrática com doses crescente de DLS, obtendo-se como produção máxima, 12.069 kg de MS ha^{-1} na dose de 660 kg de N ha^{-1}. Segundo os autores, poucas vantagens no rendimento foram obtidas com aplicações de doses de DLS acima de 373 Kg ha^{-1} de N (10.300 kg de MS ha^{-1}).

Para determinar a produção de matéria seca da Tifton 85 com DLS, Drumond *et al.* (2006) conduziram um experimento na Fazenda-Escola da Universidade de Uberaba utilizando quatro doses de DLS (0; 50; 100 e 200 m^3 ha^{-1} ano^{-1}), aplicadas através de irrigação por aspersão em malha, parceladas em 24 vezes, em intervalos de uma semana. Os autores verificaram efeito significativo das doses de DLS na produção de matéria seca, sendo que o fornecimento de 200 m^3 ha^{-1} ano^{-1}, possibilitou a produção de 5.928 kg de MS por ciclo de 28 dias. Estes resultados demonstraram que o parcelamento da dose e o uso de sistema de irrigação possibilitaram a Tifton 85 produzir cerca de duas vezes mais que o tratamento que recebeu somente água (2.822 kg de MS da testemunha).

Quando se comparou, através da literatura, diferentes fontes de N (sintéticas ou orgânicas), verificamos que os trabalhos consultados não constataram diferenças significativas entre as produções de matéria seca entre as diferentes fontes.

Destaca-se o trabalho de Adeli e Varco (2001), objetivando determinar os efeitos de taxas variáveis de dejeto líquido de suínos e nitrato de amônio no rendimento em matéria seca da grama bermuda (*Cynodon dactylon*) e do sorgo (*Sorghum halepense*), em três anos consecutivos (1994 a 1996), utilizando doses variando entre 0 e 672 kg de N ha^{-1}.

Os autores verificaram que os rendimentos de matéria seca da grama bermuda e do sorgo foram aumentados significativamente com taxas crescentes de N nas duas formas aplicadas. As análises de regressão mostraram tendência quadrática, para ambas as espécies, no rendimento de matéria seca, em todos os anos. Com base na equação obtida no ano de 1996, para a grama bermuda, foi possível estimar a produção máxima de matéria seca em 9,44 Mg ha^{-1} na dose de 500 kg de N ha^{-1}, com o uso de dejeto líquido de suíno. Os autores verificaram que, entre as fontes de N, para ambas as espécies, não houve diferença significativa no rendimento cumulativo da matéria seca, sugerindo que as fontes de N são similares na disponibilidade do nutriente nas taxas utilizadas.

Em trabalho semelhante ao anterior, realizado posteriormente, Adeli *et al.* (2005), comparando três doses DLS com similares doses de fertilizante comercial (NPK), em dois anos consecutivos (1995 e 1996), verificaram que o rendimento em matéria seca da grama bermuda em função das doses de DLS e de fertilizante comercial aumentou até a dose de 450 kg de N ha^{-1}, depois disso, não houve resposta a níveis mais elevados de fertilização. Não foi verificada diferença significativa no rendimento da matéria seca total entre o DLS e o fertilizante comercial, nos anos de estudo, sugerindo ambas as fontes nutrientes foram similares na disponibilidade de nutriente nas doses utilizadas. Estimou-se em 426 kg de N ha^{-1} ano^{-1}, a dose de N de máxima produção de MS (6.432 kg de MS ha^{-1} ano^{-1}).

Observa-se que a produção de matéria seca de forrageiras do gênero *Cynodon*, em especial a Tifton 85, apresenta grandes variações, sendo que o potencial de produção de matéria seca encontra-se próximo de 20.000 kg de MS ha^{-1} ano^{-1}, com doses variando entre 400 a 500 kg de N ha^{-1} ano^{-1}, mas no caso de irrigação este potencial pode dobrar.

2.5 Características da Tifton 85

Uma classificação do gênero *Cynodon*, com indicação da distribuição das espécies, estabelecendo a denominação de grupos dentro do gênero, como de grama estrela (“stargrass”), usada para tipos robustos, não rizomatosos, e bermuda (“bermuda grass”) para as formas rizomatosas foi apresentada por Harlan (1970). Este autor agrupou o gênero em oito espécies de acordo com a sua distribuição geográfica. Destas espécies somente

quatro são mais estudadas: *Cynodon dactylon, C. nlemfuensis, C. plectostachyus e C. aethiopicus*, encontrando-se distribuídas sobre o leste tropical e às vezes subtropical da África.

Cynodon dactylon (L) Pers. é, entre as espécies, a mais dinâmica e agressiva e tornou-se uma invasora de ambientes com distúrbios, tendo uma distribuição extraordinária não apenas na África mas em todos os continentes, exceto na Antártica (Harlan & Wet, 1969).

Convém destacar que, de maneira geral, as espécies do gênero Cynodon são exigentes em fertilidade, principalmente em sistemas de produção intensivos, portanto necessitam de uma correspondente reposição para a manutenção de níveis elevados de produção. Principalmente os mais solúveis como o N e o K, justamente os que têm maior impacto sobre a produção. Ainda assim, nutrientes menos solúveis como o Ca devem ser monitorados, com a saturação por bases (V%), mantida ao redor de 70% e micronutrientes em suprimento adequado, para que a fertilidade não seja fator limitante em situações de exploração intensiva (Pedreira *et al.,* 1998).

O cv. “Tifton 85” é um híbrido interespecífico (*Cynodon spp*.), selecionado do cruzamento entre uma bermuda (*Cynodon dactylon*) do sul da África (PI290884) e o capim bermuda cv “Tifton 68” (*C. nlemfuensis*), em que se introduziram genes para resistência ao frio, seca e pisoteio. O “Tifton 85” é uma planta de porte mais alto, com hastes grandes, folhas mais estreitas e de cor verde mais escura que os outros híbridos, apresentando rizomas bem desenvolvidos (Burton *et al*., 1993), o que torna esta forrageira resistente ao frio e à seca, apresenta melhor relação folha/colmo do que o Tifton 68. Este cultivar foi selecionado por causa de seu elevado potencial produtivo de forragem com elevada digestibilidade comparativamente às outras bermudas. É uma gramínea altamente produtiva, capaz de suportar elevadas taxas de lotação, com excelente ganho de peso para animais em crescimento, tendo se mostrado como de grande persistência em testes realizados durante os últimos 20 anos na Flórida (Sollenberger *et al*., 1995).

A composição bromatológica do Tifton 85 foi determinada nos trabalhos de Parente *et al*. (2005) e Parente *et al*. (2007), sendo que os teores médios de matéria seca ficaram em torno de 18,73%, a proteína bruta em 12,84%, a fibra em detergente neutra e fibra em detergente ácido em 66,24 e 36,22 %, respectivamente e a matéria mineral em 11,25%.

Nos Estados Unidos, Hill *et al*. (1996) verificaram que o tifton 85 apresentou elevado potencial para produção de forragem, tendo registrado produções de matéria seca que variaram de 14,7 a 18,6 t/ha, dependendo da adubação nitrogenada e da freqüência de cortes.

2.6 Dejeto líquido de suínos como fonte de nitrogênio.

Dentre o manejo da fertilidade, um dos elementos mais influenciados nos sistemas de produção das culturas é o nitrogênio, o qual possui uma dinâmica extremamente complexa devido à diversidade das formas químicas, reações e processos aos quais está envolvido, refletindo diretamente sobre a eficiência do aproveitamento pela cultura do nutriente oriundo de fertilizantes (Fillery *et al.,* 1984 e Scherer & Baldissera, 1994).

De acordo com Raij (1991), o N é o nutriente mineral exigido em maior quantidade pelas culturas e, normalmente, proporciona maior resposta em produtividade; porém, a complexidade dos fatores que afetam o seu aproveitamento pelas plantas, faz com que o mesmo seja objeto de um grande número de estudos, a maioria realizados com o objetivo de avaliar seu comportamento no solo e a sua relação com a eficiência da adubação.

No sistema solo-planta-atmosfera, a quantidade mais significativa do N se encontra na atmosfera em forma combinada de N_2 (Melgar *et al.*, 1999). O processo de transferência do nitrogênio atmosférico para o solo se dá por: (1) descargas elétricas na atmosfera quando o nitrogênio elementar é reduzido a óxidos, passando de N_2 para N_2O, NO, NO_2 e NO_3; (2) fixação biológica do nitrogênio por bactérias não simbióticas de vida livre ou em associações simbióticas com leguminosas; e (3) fixação industrial do N onde, através do processo de síntese de amônia e acido nítrico são produzidos os vários tipos de fertilizantes nitrogenados.

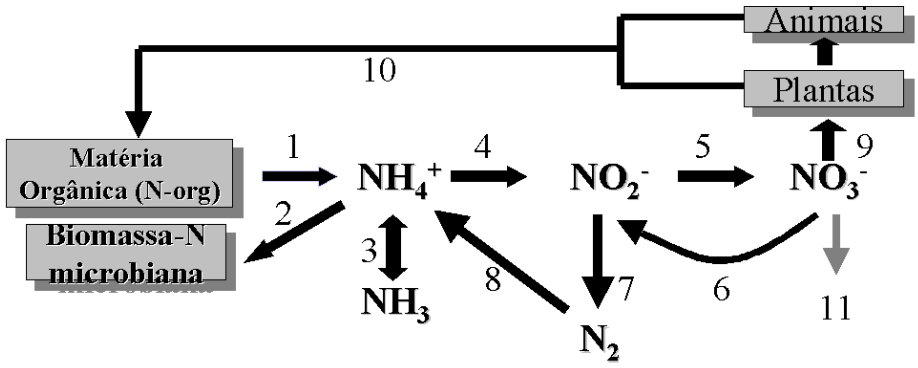
No solo, o N está presente em formas orgânicas (ao redor de 98% do total) fazendo parte dos restos culturais e da matéria orgânica, e em formas minerais, especialmente como nitrato e amônio na solução do solo e adsorvido aos colóides, e em formas gasosas combinadas, tais como NH_3, N_2O e NO. Da quantidade total de N presente no solo, apenas cerca de 2% encontra-se disponível as plantas. Em solo não fertilizado, o N disponível do solo é praticamente todo proveniente da mineralização do N orgânico presente na matéria orgânica, a qual é realizada por microorganismos que transformam o N orgânico nas formas amoniacal e nítrica, que são as duas formas minerais passíveis de serem absorvidas pelas plantas. Considera-se, como uma estimativa média, que são liberados, anualmente, cerca de 20 a 30 kg ha^{-1} de N para cada ponto percentual de matéria orgânica contida no solo (Stevenson, 1986). Diante disso, uma avaliação simplista do grau de disponibilidade de N no solo é baseada na análise do teor de matéria orgânica, através da determinação da concentração de carbono orgânico do solo.

Nas plantas, o nitrato absorvido, deve ser primeiramente reduzido a amônio antes de ser assimilado, da seguinte forma: uma vez absorvido pela planta o nitrato é reduzido a

nitrito pela nitrato redutase no citossol das células, o nitrito é subseqüentemente reduzido a amônio pela nitrito redutase nos plastídios e então incorporado aos aminoácidos (Carelli *et al.* 2006).

O nitrogênio é considerado elemento essencial para as plantas, pois participa de uma série de rotas metabólicas chaves na bioquímica da planta, sendo constituinte essencial das mais importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas de armazenamento, ácidos nucléicos, parede celular, inúmeras enzimas e de uma série de outros componentes (Taiz e Zeiger, 2004).

As principais transformações do nitrogênio, segundo Cassini (2007), encontram-se resumidas abaixo:



1) Mineralização (Amonificação); 2) Imobilização (Assimilação); 3) Equilíbrio químico (dependente do pH); 4 e 5) Nitrificação; 6 e 7) Desnitrificação; 8) Fixação; 9) Imobilização (Redução Assimilativa - Plantas); 10) Decomposição e complexação 11) Lixiviação.

Adubações nitrogenadas merecem destaque, pois aceleram o ritmo de crescimento da planta, visto que as espécies forrageiras tropicais são responsivas à adição de elevadas doses desse nutriente, sendo as respostas lineares até patamares superiores a 400 kg $N.ha^{-1}.ano^{-1}$, quando as condições climáticas e edáficas são favoráveis ao crescimento (Vicente-Chandler, 1973). Além disso, a adição de N ao sistema promove a potencialização do uso de outros nutrientes, como o P e o K.

Quanto às respostas das plantas forrageiras tropicais à adubação nitrogenada, existe uma amplitude larga de valores variando de 5 a 89 kg MS kg^{-1} de N aplicado (Balsalobre *et al.*, 2002). Os autores justificam que tal variação é decorrente de fatores como espécie forrageira, fonte do nutriente, tempo de rebrota, dosagem de adubo aplicado, condições climáticas, estádio de desenvolvimento da planta e fertilidade do solo.

De maneira geral, quanto maior as doses de nitrogênio empregadas no sistema, menores serão suas conversões em produção de forragem. Além disso, fatores ambientais como fotoperíodo e temperatura decrescente, assim como escassez de chuvas também afetam negativamente as respostas das plantas forrageiras à adubação nitrogenada, tanto restringindo o crescimento do capim quanto impedindo melhor eficiência de uso desse fertilizante (Primavesi *et al.*, 2001).

Segundo Korndörfer *et al.* (1997), uma maior eficiência da adubação nitrogenada pode ser observada quando o nutriente é aplicado em plantas que apresentam sistema radicular mais desenvolvido, o que proporcionaria maior absorção de N pelas plantas. A presença de maiores teores de matéria orgânica contribui para imobilização temporal do nutriente que posteriormente ficaria disponível para as próximas culturas, reduzindo os índices de perdas de N. Apesar do processo de imobilização ser algumas vezes considerado negativo, em determinadas situações poderá ser favorável, visto ser um processo temporário e portanto, consistindo em reservatório potencial de nutrientes para as plantas (Paul e Clark, 1996).

Neste sentido, a biomassa microbiana é de fundamental importância, tendo em vista ser um indicador sensível de variações da matéria orgânica do solo e ciclagem de nutrientes, além de ser fonte potencial de nutrientes. Assim, a biomassa microbiana é a fração ativa da matéria orgânica no solo e a determinante na dinâmica da matéria orgânica, atuando na mineralização ou na imobilização, aumentando ou reduzindo a disponibilidade de nutrientes para as plantas (Duda, 2000).

Por outro lado, Reddy *et al*. (1979), citados por Scherer e Baldissera (1994), destaca que os efeitos dos dejetos líquidos no teor de matéria orgânica do solo são insignificantes, pois, além do baixo teor de matéria seca que contêm, os compostos orgânicos dos dejetos de suínos são de fácil mineralização e desaparecem em questão de dias.

Grande parte do nitrogênio presente nos dejetos líquidos de suínos está na forma mineral (cerca de 55%), isto é, prontamente disponível para as plantas e, também, mais sujeito a ser perdido por volatilização de NH_3^+ ou lixiviação de NO_3^-, sendo que para aumentar o teor de matéria orgânica do solo, necessário seria a aplicação de doses elevadas de dejetos sólidos com compostos orgânicos de difícil degradação, o que não acontece normalmente com os dejetos líquidos de suínos (Scherer e Baldissera, 1994).

Na fração sólida dos dejetos, a quase totalidade do nitrogênio encontra-se fazendo parte dos compostos orgânicos e, para tornar-se disponível para as plantas, deve passar pelo processo de mineralização. O manejo dos dejetos na forma líquida exige maior cuidado e investimento em estrutura e equipamentos para armazenagem, transporte e distribuição. A

baixa concentração de nutrientes por unidade de volume (2 a 4 Kg por m³ 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 (Perdomo, 2001).

2.7 Vias de perdas do Nitrogênio aplicado no sistema solo-planta

O fertilizante nitrogenado aplicado na pastagem pode ter diferentes destinos: ser recuperado pela planta, permanecer no solo, ficar imobilizado no liter ou liteira, e ser perdido do sistema solo-planta (Martha Junior, 1999). Dificilmente a recuperação de 100% do fertilizante aplicado nas culturas agrícolas é conseguida, independente da fonte nitrogenada utilizada. Quanto às perdas de nitrogênio do sistema, o conhecimento e quantificação dessas vias devem ser determinados para se estabelecer estratégias visando aumentar a eficiência de uso desse nutriente e minimizar o impacto ambiental do mesmo (Martha Junior, 2003). As perdas de nitrogênio do sistema solo-planta podem ocorrer através da desnitrificação; da lixiviação de $N\text{-}N0_3^-$; da volatilização de $N\text{-}NH_3$ e da erosão do solo, podendo esta ser desprezada.

As perdas de N através da lixiviação e desnitrificação parecem não ser representativas em ambientes de pastagens bem manejadas e vegetadas sobre solos profundos e bem drenados, representando valores ao redor de 5%. Entretanto as perdas por volatilização podem interferir na economicidade do processo (Primavesi *et al.*, 2001).

A desnitrificação, definida como a redução microbiológica do $N\text{-}NO_3^-$ a N_2O e NO, é afetada por fatores do solo, sendo os principais a estrutura e textura, conteúdo de água, concentração e forma de N mineral (Arah *et al.*, 1991). Esses fatores influenciam na disponibilidade de O_2 no sistema, além de determinar o estoque de N disponível para o processo.

Em revisão sobre o assunto, Martha Junior (2003) reportou perdas que variaram de 2 a 7% do N aplicado devido a desnitrificação, podendo esses valores, em alguns casos, chegarem ao redor de 20%. Esse autor também comentou que o problema da desnitrificação merece maior atenção em situações de pastagens irrigadas, uma vez que estas estão mais sujeitas à anaerobiose e compactação do solo.

As perdas de nitrogênio por volatilização de amônia podem ocorrer durante o armazenamento, quando o esterco é armazenado por um longo período e, principalmente após aplicação no campo (Scherer *et al.*, 1995). Durante a distribuição do esterco a campo e em superfície, as perdas raramente ultrapassam a 1% do que é perdido após a aplicação

(Pain et al., 1989). A maioria dos trabalhos mostra que as perdas de N-NH_3 ocorrem nas primeiras horas após a aplicação do esterco (Sommer *et al.*, 1997 e Subair *et al.*, 1999), quando essas podem ser pequenas ou até superiores a 90% do N mineral aplicado (Thompson *et al.*, 1990 e Basso, 2003).

O horário de aplicação também pode afetar a quantidade de N volatilizado. No trabalho de Moal *et al.* (1995), 75% das perdas de N-NH_3 ocorreram até 15 horas após aplicação do esterco e diminuíram quando a aplicação foi ao meio dia, no entardecer e próximo a meia noite, respectivamente. Os autores atribuíram tais diferenças às variações na temperatura do ar e do solo, que juntamente com a matéria seca do esterco e total de N amoniacal, foram considerados como os principais fatores que afetaram as perdas de N-NH_3 por volatilização.

No trabalho realizado por Basso (2003), o autor constatou que o horário de aplicação do dejeto não afetou as perdas de N-NH_3, mas os resultados mostraram evidências de maior potencial de perdas com a aplicação às 18:00 horas, em comparação com a aplicação às 10:00 horas. Este resultado é explicado pela elevada correlação entre temperatura do solo e perdas de N-NH_3. Os autores verificaram que no verão a temperatura do solo a 2 cm de profundidade, foi maior às 18:00 (30^oC) do que às 10:00 (25^oC).

Segundo Thompson *et al.* (1990) a taxa inicial de volatilização de amônia do dejeto líquido aplicado na superfície do solo poder ser determinada por dois componentes: o primeiro pelo potencial de volatilização de amônia do esterco e o segundo pela expressão do seu potencial, sendo o primeiro determinado por características próprias do esterco como matéria seca, concentração de amônio e pH do dejeto, e o segundo influenciado pelos fatores ambientais e manejo dado ao dejeto. A incorporação ou a manutenção do esterco na superfície do solo são fatores que afetam a volatilização de NH_3 e isso ficou demonstrado no trabalho de Bless *et al.* (1991), onde a imediata incorporação do esterco líquido de suínos diminuiu as perdas de N-NH_3. Entretanto, a incorporação do dejeto não é realizada na maioria das propriedades pelo uso do sistema plantio direto ou em aplicações em pastagens.

As perdas por lixiviação, conforme indicado pela presença de nitrogênio marcado em diferentes profundidades do solo, não são significativas em ambientes de pastagens bem manejadas (Martha Junior, 1999). Esses estudos indicaram perdas inferiores a 5% do N proveniente do fertilizante, em profundidades ao redor de 30 cm. Justificam-se esses baixos níveis de perdas por lixiviação devido ao fato de que os solos sob pastagens, de maneira geral, são profundos e vegetados por plantas forrageiras de elevada capacidade de extração de nutrientes (Martha Junior e Vilela, 2002).

As perdas de N por lixiviação são consideráveis em solos de baixa CTC, rasos, em ambientes de elevada precipitação e condições de pastagens mal manejadas. Nessa situação o caminhamento do N no perfil do solo é potencializado e a capacidade da planta em recuperar esse nutriente diminuída (Corsi *et al.*, 2001).

Pesquisas têm identificado a maioria dos fatores determinantes para a magnitude de lixiviação de N. Dois desses fatores são textura e conteúdo de matéria orgânica do solo. Bergström e Johansson (1991) constataram que as maiores perdas de nitrogênio por lixiviação (65 kg ha^{-1} ano^{-1} de N) ocorreram em solos arenosos que continham pequena quantidade de matéria orgânica. As menores perdas de N (20 kg ha^{-1} ano^{-1} de N) ocorreram nos solos argilosos ou nos solos arenosos ricos em matéria orgânica. Macduff *et al.* (1990), citado por Whitehead (1995) também observaram taxas de lixiviação de nitratos duas a três vezes maiores em solos arenosos que aquelas constatadas em solos argilosos.

Solos argilosos possuem maior capacidade de retenção de nitrogênio, principalmente na forma de NH_4^+, do que solos arenosos. A maior capacidade de armazenamento de água dos solos argilosos reduz a percolação da água pelo perfil e, conseqüentemente, o arraste de nitrato para camadas inferiores do solo (Bortolini, 2000).

A lixiviação de nitrato é considerada a principal perda do N disponível às plantas. Ela é influenciada diretamente pelos fatores que determinam o fluxo de água no solo e pela concentração de NO_3^- na solução. Fatores como sistema de preparo do solo, tipo de solo e forma de aplicação dos fertilizantes nitrogenados, pode influenciar tanto o fluxo de água quanto na concentração de nitrato na solução do solo (Errebhi, 1998).

Além da textura, o conteúdo de matéria orgânica também pode interferir no aumento da lixiviação de nitrato, em função da maior disponibilidade de nitrogênio decorrente da decomposição da MO, principalmente quando a área não está sendo cultivada. Outro fator que pode influenciar as perdas de N por lixiviação é a forma de aplicação do adubo nitrogenado. Perdas de amônia (NH_3^+) por volatilização são potencialmente maiores quando os fertilizantes amoniacais e amídicos são aplicados em superfície e em solos secos (Bouweester *et al.*, 1985 e Basso, 2003). Além disso, a volatilização pode ser intensificada quando os resíduos culturais ficam sobre a superfície do solo. Desta forma, a lixiviação de N pode ser maior quando se incorpora o adubo nitrogenado devido à redução na possibilidade de perdas de N por volatilização, resultando em maiores concentrações deste nutriente na solução do solo (Sangoi *et al.*, 2003).

Os resultados obtidos por Primavesi *et al*. (2006), ratificam as afirmações de que quando as pastagens são bem manejadas, mesmo que intensivamente, parecem apresentar impacto ambiental positivo, não se tornando preocupantes as perdas de N por lixiviação

quando se aplicam quantidades de N normalmente absorvidas pelas plantas e quando o lençol freático não é superficial. Uma das explicações para este fato é que as gramíneas tropicais são excelentes extratoras de nitrogênio do solo (Primavesi et al., 2001; Cantarella et al., 2002; Martha Jr. & Vilela, 2002), em especial quando submetidas ao manejo rotacionado, com intensa atividade de morte-renovação do sistema radicular.

2.8 Recuperação do nitrogênio aplicado

A eficiência de uso de fertilizantes em pastagens pode ser obtida através da recuperação do mesmo pela planta, ou seja, a quantidade de nutriente proveniente do fertilizante presente na planta em relação ao total aplicado. A quantificação da recuperação do adubo nitrogenado pode ser feita de maneira indireta (aparente) ou direta (real). A recuperação aparente é obtida quando uma parcela adubada com nitrogênio é comparada com outra que não recebeu o adubo, enquanto que a recuperação real é obtida através de traçadores, utilizando isótopos marcados como o ^{15}N, por exemplo. A recuperação real é mais precisa, uma vez que consegue distinguir o N proveniente do fertilizante, daquele presente no solo ou originário da atmosfera, além de prover maiores detalhes sobre o movimento e transformações do N do fertilizante na planta forrageira (Martha Junior, 2003). Entretanto, o custo elevado do nutriente marcado e das análises isotópicas limita o seu uso em pesquisas.

Para Primavesi *et al.* (2006) a recuperação aparente do N do fertilizante (RAN), isto é, a diferença do N absorvido por plantas de parcelas adubadas em relação às plantas de parcelas não adubadas, apresenta a conveniência de ser de fácil estimativa e de baixo custo, pois utiliza apenas o teor de N total da planta e a produção de forragem.

A desvantagem dessa técnica está na incapacidade de distinguir a origem do nutriente presente na planta, além de superestimar os valores reais, podendo estes ultrapassar a casa dos 100%. Entretanto, quando o objetivo da experimentação é simplesmente determinar a recuperação do N do fertilizante na parte aérea da pastagem e há possibilidade de se trabalhar com um tratamento controle, o método aparente seria mais adequado (Martha Junior, 2003).

Normalmente a recuperação aparente do N do fertilizante aplicado em pastagens está dentro dos limites de 50 a 80% e, com maior freqüência, entre 65 e 70%, sendo que com aumento das doses de N, menos N é recuperado (Primavesi *et al.*, 2004).

Os autores ratificaram essa afirmação em dois trabalhos realizados posteriormente (Primavesi *et al.,* 2006a e 2006b). O primeiro tendo por finalidade avaliar os nutrientes extraídos pela fitomassa de capim-marandu, submetido a diferentes fontes e doses de N e seu efeito na recuperação aparente do N, onde foram aplicadas doses de 200, 400 e 800 kg de N ha^{-1}, nas formas de uréia e de nitrato de amônio, divididas e aplicadas, após quatro cortes consecutivos na estação chuvosa, além da testemunha, sendo que a recuperação média do N, pela forragem, na forma de uréia foi de 43, 39 e 32% e na forma de nitrato de amônio foi de 44, 51 e 38%, respectivamente, para as doses de N aplicadas.

O segundo, trabalhando em capim-coastcross, com doses de N variando de 0 a 1000 kg ha^{-1}, aplicadas parceladamente, oriundos de duas fontes (uréia e nitrato de amônio). Da mesma forma que o trabalho anterior, verificaram que houve um decréscimo na recuperação aparente do N com o aumento das doses, independente da fonte, sendo que a recuperação média do N foi de 55%. Segundo os autores, os dados obtidos mostram o alto potencial de extração de N pela pastagem, considerando que parte do N não determinado, foi também acumulado pelas raízes e estolões e pela biomassa microbiana, principalmente em sistemas intensivos de utilização das forrageiras. Neste sentido, tentado melhor dimensionar o potencial das pastagens na recuperação aparente do N, os mesmos relatam que Impithuksa e Blue (1985), trabalhando com capim-estrela adubado com nitrato de amônio, obtiveram recuperação de 70% do N aplicado, sendo 13% de N recuperado pelas raízes e estolões, 22% pela biomassa microbiana do solo e 35% pela forragem. Esta alta extração de N pelas gramíneas tropicais contribui para redução de riscos ambientais, tais como as perdas de nitrato, principalmente em solos tropicais profundos.

Resultados semelhantes foram encontrados anteriormente por Brunet *et al.* (1990), que observaram, em capim Coastcross, decréscimos na porcentagem de recuperação do N, à medida que se aumentou o N na adubação, passando de 45%, na dose de 80 kg ha^{-1} ano^{-1} de N, para 30% , na dose de 240 kg ha^{-1} ano^{-1} de N, bem como, Fernandez *et al.* (1986) estudando capim *coastcross* recém-estabelecido recebendo doses de 0, 225, 450, 675 e 810 kg ha^{-1} ano^{-1} de N, divididas em quantidades iguais em cada um dos nove cortes anuais, obtiveram 78% de recuperação do N na dose de 225 kg ha^{-1} ano^{-1} e de 60% na dose de 450 kg ha^{-1} ano^{-1}.

Em trabalhos conduzidos por Adeli e Varco (2001) e Adeli *et al.* (2003 e 2005), objetivando determinar os efeitos de taxas variáveis de dejeto líquido de suínos e nitrato de amônio no rendimento em matéria seca e recuperação aparente do N em grama bermuda (*Cynodon dactylon*), em três anos consecutivos (1994, 1995 e 1996), utilizando doses variando entre zero a 672 kg de N ha^{-1}, verificaram que a recuperação aparente de N tende

a diminuir com taxas crescentes de N nas formas aplicadas e não encontraram diferença significativa na recuperação do N entre as fontes de N utilizadas. Os autores constataram que a recuperação do N na parcela colhida é um indicador importante da eficiência do uso do N e reflete as quantidades relativas de N restantes dentro ou perdidas do solo

Neste mesmo estudo, os autores utilizaram, após a estação preferencial de crescimento, dois novos tratamentos, objetivando comparar o efeito de doses aplicadas tardiamente. Sendo o primeiro tratamento a aplicação de 487,5 e 471,5 kg de N ha^{-1} em 1998 e 1999, respectivamente, em 1^{o} de setembro e o segundo, a mesma dose, aplicada em 1^{o} de outubro, tendo um tratamento controle de 381 e 365 kg de N ha^{-1} em 1998 e 1999, respectivamente. A RAN, em 1998, do DLS aplicado em setembro foi similar às aplicações da estação de crescimento (51%), mas a RAN de outubro foi reduzida drasticamente (20%). As aplicações de DLS em setembro e outubro resultaram em uma recuperação menor de N em 1999 do que 1998. Os autores atribuíram ao reduzido crescimento da grama bermuda no período e ao maior potencial de volatilização do NH_3, em função do período ter sido mais seco.

A diminuição da RAN com o aumento da dose de N, independente da fonte, segundo Griffith *et al.* (1997) e Guimerà (1998), ocorre porque as perdas são proporcionais à dose aplicada, sendo que, além de diminuir a recuperação e eficiência no uso do nitrogênio, podem trazer problemas de contaminação da água subterrânea por excesso de nitrato.

Para demonstrar a elevada capacidade de recuperação de N pelos cultivares do gênero Cynodon, Mclaughlin *et al.* (2004) compararam diferentes espécies produtoras de feno, entre elas duas Grama Bermuda (Comum e Coastal), no estado do Mississippi (E.U.A.) em relação a produção de matéria seca, remoção e recuperação de nutrientes, fertilizadas com DLS (371; 61 e 629 kg ha^{-1} ano^{-1} de N, P e K, respectivamente) em oito anos consecutivos de estudo. Os dados obtidos até o terceiro ano, demonstram que as recuperações anuais mais elevadas de N, seguiram a seguinte ordem decrescente: Bermudagrass comum, Bermudagrass Coastal, Johnsongrass, Gamagrass, Switchgrass e Indiangrass, com respectivamente, 314; 280; 188; 181; 167 e 106 kg de N ha^{-1}.

Da mesma forma, Paciulli *et al.* (2000), objetivando verificar o rendimento de matéria seca e proteína bruta de três gramíneas forrageiras do gênero Cynodon (Estrela-Africana-Roxa, Estrela-Africana-Branca e Coastcross) sob diferentes níveis de adubação nitrogenada (zero, 100, 200 e 400 kg de N ha^{-1}), na forma de sulfato de amônio, submetido a três cortes consecutivos com intervalos de 35 dias, verificaram que com o aumento da dose de N houve um decréscimo na RAN, nas três cultivares. O autores comentam que a planta possui uma maior possibilidade em responder à adubação nitrogenada quando está com deficiência

desse elemento do que quando está com níveis adequados. Uma observação interessante feita pelos autores é que o parcelamento da dose de N propiciou um aumento na RAN, especialmente para a Estrela Africana Branca e o Coastcross.

Em outro trabalho comparativo entre gramíneas forrageiras do gênero Cynodon, quanto à produção de matéria seca, teor e rendimento de proteína bruta entre os capins Coastcross, Tifton 68 e Tifton 85, submetidos a quatro doses de nitrogênio (zero, 100, 200 e 400 kg ha^{-1}), na forma de sulfato de amônio, Menegatti *et al.* (2002) também observaram um declínio na RAN à medida que as doses de nitrogênio foram aumentadas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos (UTFPR/DV), situado no município de Dois Vizinhos (latitude 25º 44' 57" S e longitude 53º 03' 41" W), a uma altitude de 534 m, na região Sudoeste do Paraná, no período de 18 de outubro de 2005 a 21 de março de 2006.

O clima da região é subtropical, encontrando-se na fase de transição entre Cfb e Cfa, segundo a classificação de Köppen (Maak, 1968), com verões quentes e invernos frios (geadas freqüentes), com temperatura média máxima anual de 25,2^{0}C e mínima de 14,7^{0}C, com precipitação mensal média de 177 mm.

O solo característico da região é o Latossolo vermelho distroférrico (Embrapa, 1999). Por ocasião da instalação do experimento, foi realizada uma amostragem de amostras de solo, conforme instruções do Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2004), de todas as parcelas, com pá de corte, nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, para caracterização química do solo (Tabela 1).

TABELA 1 - Características químicas médias do solo antes da instalação do experimento, nas profundidades avaliadas, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2006.

Prof.	pH	MO	Al^{+3}	H+Al	Ca	Mg	K	P	V	N-min
cm	$CaCl_2$	g dm^{-3}	----------		$cmol_c$ dm^{-3}	----------		mg dm^{-3}	%	mg dm^{-3}
0 - 5	5,44	45,23	0,00	4,28	6,17	3,84	0,85	5,20	71,43	48,94
5 - 10	5,29	42,30	0,00	4,63	5,39	3,52	0,66	3,83	67,08	37,93
10 - 20	4,73	38,79	0,57	6,15	3,61	2,64	0,43	2,45	51,82	36,60

N-min= $N\text{-}NO_3^-$ + $N\text{-}NH_4^+$; V= Saturação por bases

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, em parcelas subdivididas no tempo.

Para as variáveis da planta, utilizou-se um esquema fatorial 4x4. Nas parcelas principais foram casualizadas quatro doses de DLS (0, 80, 160 e 320 m^3 ha^{-1}), divididas em duas aplicações (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), uma no início do experimento (18/10/2005) e a

outra 80 dias após (06/01/2006). Nas subparcelas foram considerados os quatro cortes consecutivos realizados na pastagem (C1, C2, C3 e C4).

Para a variável de solo, utilizou-se um esquema fatorial 4x4x3. Nas parcelas principais foram casualizadas as quatro doses de DLS (0, 80, 160 e 320 m^3 ha^{-1}). Nas subparcelas foram considerados os quatro cortes consecutivos realizados na pastagem (C1, C2, C3 e C4) e nas sub-subparcelas as três profundidades de solo (0-5; 5-10 e 10-20 cm). O tamanho da parcela foi de 5 m x 5 m (25 m^2).

As variáveis da planta avaliadas foram: taxa de acúmulo de matéria seca (TMS, kg ha^{-1} dia^{-1}), estimativa de produção de matéria seca durante o período experimental (ETMS, kg ha^{-1}), proteína bruta (%), nitrogênio (%) e fibra em detergente neutro (%). A variável de solo avaliada foi o teor de nitrogênio mineral no solo (N-min, mg dm^{-3}) nas camadas avaliadas (0-5; 5-10 e 10-20 cm).

A espécie vegetal utilizada para as avaliações foi a Tifton 85 (*Cynodon sp*), com quatro anos de implantação.

As medições das precipitações pluviométricas, durante o período experimental, foram realizadas através da instalação de um pluviômetro no local do experimento. As coletas de dados foram realizadas diariamente às 09:00 h. As temperaturas médias máximas e mínimas, durante o período experimental, foram fornecidas pela Estação Meteorológica de Nova Prata do Iguaçu/PR, integrante do Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), por ser a mais próxima do local do experimento. A partir dos dados de precipitação e temperatura determinou-se o balanço hídrico (Rolin *et al.*, 1998) do período experimental, que se encontra na Figura 1.

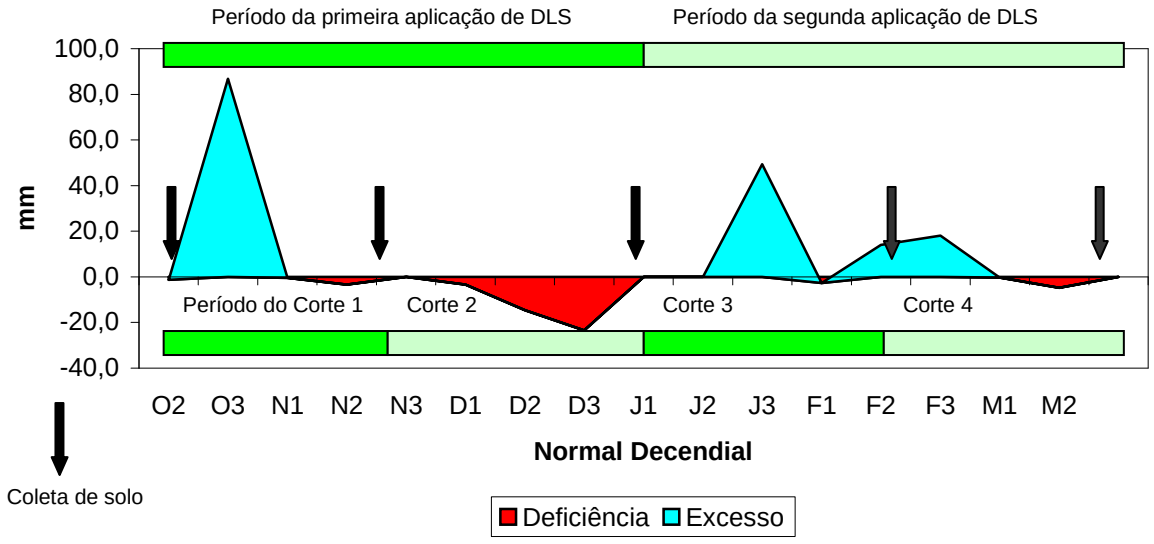


FIGURA 1 – Balanço hídrico (Rolin *et al.*, 1998), normal decendial, do período experimental (18 de outubro 2005 a 21 de março 2006), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

O dejeto líquido de suínos utilizado foi obtido da Unidade Produtora de Leitões do Setor de Suinocultura da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos/PR. Os procedimentos foram os mesmos para as duas aplicações. Ambas foram realizadas por volume, sendo que as quantidades aplicadas nas parcelas foram de 0, 100, 200 e 400 litros de DSL para as doses de 0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}, respectivamente. A retirada dos DLS da esterqueira foi feita com equipamento tratorizado de distribuição de DLS. Primeiramente, foi realizada a homogeneização do volume, através de agitação mecânica e posteriormente a transferência para o tanque de transporte e sua condução até a área experimental, onde foi distribuído manualmente com o uso de regadores e/ou baldes (Anexo 4). As amostras coletadas foram analisadas quimicamente no laboratório de solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco.

A análise do pH, e dos teores de nitrogênio total e amoniacal ($N\text{-}NH_4^+$), bem como os teores de Fósforo e Potássio totais foram determinados no dejeto “in natura” (fração líquida + pastosa), ou seja, da mesma forma em que foi aplicado no solo. Para a determinação do teor de nitrogênio total e amoniacal da amostra, realizou-se a separação das frações líquida e pastosa, seguindo o proposto por Scherer et al., (1996).

Na análise, aproximadamente 50 gramas de dejeto foram centrifugadas durante 20 minutos a 2500 rpm, obtendo-se as frações líquida e pastosa. Esse procedimento é necessário para calcular as proporções de ambas as frações que deverão ser observadas durante a pesagem das amostras para a avaliação dos teores de N, reconstituindo-se assim as duas frações originalmente presentes no esterco. O N amoniacal do dejeto ($N\text{-}NH_4^+$), foi determinado após pesagem da amostra, adição de 20 ml de KCl 1M e posterior destilação em destilador de arraste de vapor semi-micro Kjeldahl, após a adição de 0,2 g de MgO (Tedesco et al., 1995).

Na determinação do N, P e K total do esterco “in natura” procedeu-se a digestão das amostras na presença de ácido sulfúrico concentrado e de uma mistura de digestão (Na_2SO_4 + $CuSO_4$. $5H_2O$), conforme descrito em Tedesco et al. (1995). Em relação a metodologia, não se utilizou H_2O_2, com o intuito de evitar a subida de material nas paredes dos tubos durante a digestão. Posteriormente, utilizando-se uma amostra da alíquota obtida na digestão, determinou-se os teores totais de N total, P total, K total, por destilador de arraste de vapor semi-micro Kjeldhal, fotocolorimetria e fotometria de chama respectivamente, segundo Tedesco *et al*. (1995).

O percentual de MS, as quantidades de nitrogênio total (kg m^{-3}), nitrogênio mineral (kg m^{-3}), nitrogênio orgânico (kg m^{-3}), P_2O_5 total (kg m^{-3}) e K_2O total (kg m^{-3}), encontram-se na Tabela 2.

TABELA 2 – Matéria Seca (MS, %), nitrogênio total (N-total, kg m^{-3}), nitrogênio mineral (N-min, kg m^{-3}) e nitrogênio orgânico (N-org, kg m^{-3}), fósforo total (P_2O_5-Total, kg m^{-3}) e potássio total (K_2O-Total, kg m^{-3}) do DLS utilizado nas aplicações em Tifton 85, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Aplicação	MS	N-total	N-min	N-org	P_2O_5-Total	K_2O-Total
	(%)	----------	----------	(kg m^{-3})	----------	----------
1	1,89	2,03	1,36	0,67	1,51	1,20
2	1,45	1,57	1,07	0,50	1,05	1,00

A partir dos dados da Tabela 2, foram estabelecidas as quantidades dos nutrientes aplicados em cada dose de DLS e em cada aplicação (Tabela 3).

TABELA 3 – Matéria Seca (MS, kg ha^{-1}), nitrogênio total (N-total, kg ha^{-1}), nitrogênio mineral (N-min, kg ha^{-1}) e nitrogênio orgânico (N-org, kg ha^{-1}), fósforo total (P_2O_5-Total, kg ha^{-1}) e potássio total (K_2O-Total, kg ha^{-1}) das doses de DLS (0, 40, 80 e 160, m^3 ha^{-1}) utilizado nas aplicações (1 e 2), em pastagem de Tifton 85, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Aplicação	Dose	MS	N-Total	N-min	N-org	P_2O_5-Total	K_2O-Total
	(m^3)	----------	----------	(kg ha^{-1})	----------	----------	----------
1	40	756	81,2	54,4	26,8	60,4	48,0
	80	1512	162,4	108,8	53,6	120,8	96,0
	160	3024	324,8	217,6	107,2	241,6	192,0
2	40	580	62,8	42,8	26,8	42,0	40,0
	80	1160	125,6	85,6	53,6	84,0	80,0
	160	2320	251,2	171,2	107,2	168,0	160,0
Total	80	1336	144	97,2	53,6	102,4	88
	160	2672	288	194,4	107,2	204,8	176
	320	5344	576	388,8	214,4	409,6	352

Para verificação do efeito das diferentes doses de DLS sobre a produção da pastagem, foram realizados cortes da parte aérea das plantas de cada parcela, sempre que a altura média da pastagem nas parcelas do tratamento atingisse 40 cm de altura.

Periodicamente media-se a altura da pastagem utilizando uma régua de 50 cm de comprimento, graduada em milímetros. Esta régua era introduzida no interior da pastagem, sendo a medida determinada pela altura compreendida entre o solo e o topo da folha mais alta da pastagem na parcela. Com as quatro medidas, de altura das parcelas, calculava-se a média da altura do tratamento.

Para a execução dos cortes foi utilizada uma estrutura metálica medindo 62,5 cm de comprimento por 40 cm de largura por 10 cm de altura. Estas dimensões proporcionavam o corte de uma área equivalente a 0,25 m^2. Em cada corte realizado na parcela, foram amostrados dois locais, sendo que a área de corte foi de 0,5 m^2. O material cortado foi colocado em um único saco, devidamente identificado e encaminhado para a pesagem. Os valores foram convertidos para kg ha^{-1} (Anexo 5).

Durante o experimento, foram realizados quatro cortes (dois para cada aplicação de DLS). O intervalo de dias entre os cortes foi determinado pela subtração das datas entre dois cortes subseqüentes.

Após a realização do corte o material foi pesado em balança digital (3kg/1g) para determinação do peso da matéria verde. Posteriormente, o material foi seco em estufa ventilada (55 ^oC) por 72 horas e na seqüência pesado para obtenção do peso da matéria parcialmente seca. A matéria seca total foi obtida após secagem do material em estufa a 105 ^oC.

Uma porção do material parcialmente seco foi moída em moinho de faca tipo Willey (< 0,4 mm) para a análise bromatológica do percentual de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) contido nas amostras, através do Sistema de Análise do Infravermelho (NIRs). A quantificação do percentual de nitrogênio nas amostras foi obtida pela divisão do percentual de PB das amostras pelo fator 6,25.

Visando minimizar o possível efeito das doses de DLS no número de dias para a realização do corte, considerando que os cortes apresentaram números diferentes de dias em função das doses de DLS, estipulou-se o ajuste pela determinação da taxa de acúmulo diário por corte (TAD) para as variáveis TMS. Sendo as mesmas determinadas pela seguinte fórmula:

$$TAD = \frac{QP}{Dias}$$

Onde a TAD é a Taxa de acúmulo diário da variável no corte (kg ha^{-1} dia^{-1}); o QP é a quantidade de unidades produzida da variável no corte (kg ha^{-1}) e “Dias” é o número de dias para produzir a quantidade de unidades da variável.

Para o cálculo da Eficiência de utilização do nitrogênio (EUN), que determina quantos kg de MS foram produzidas para cada kg de N aplicado, utilizou-se a seguinte equação:

$$EUN = \frac{\text{kg de MS produzida na dose “a” – kg de MS produzida na dose zero}}{\text{kg de N aplicado na dose “a”}}$$

E para o cálculo da Recuperação aparente do nitrogênio (RAN), que determina a percentagem do N aplicado que foi recuperado (acumulado) pela planta, pela equação:

$$RAN = \frac{\text{kg de N acumulado na MS na dose “a” – kg de N acumulado na dose zero}}{\text{kg de N aplicado na dose “a”}} \times 100$$

O fator determinante, utilizado neste experimento, para a realização dos cortes foi a altura da pastagem (40 cm). Sendo assim, para a estimativa da produção de matéria seca dos tratamentos durante o período experimental, realizou-se o ajuste do número de dias para a realização dos cortes da seguinte maneira:

Considerou-se um período experimental de 154 dias, obtido pela soma de dias que o tratamento testemunha levou para atingir o ponto de corte em cada um dos corte (corte 1 = 37; corte 2 = 42; corte 3 = 40 e corte 4 = 35 dias).

A estimativa da produção de matéria seca (EMS) em cada corte (C) foi determinada multiplicando-se a respectiva TAD do tratamento (T) pelo número de dias para o corte.

EMS T1 = TAD T1 C1 x 37; TAD T1 C2 x 42; TAD T1 C3 x 40 e TAD T1 C4 x 35

A estimativa da produção total do tratamento no período experimental (EMST) foi determinada pela soma das produções de matéria seca nos quatro cortes.

EMST T1 = EMS T1 C1 + EMS T1 C2 + EMS T1 C3 + EMS T1 C4

Durante o experimento foram realizadas coletas de amostras de solo, sempre que se realizavam os cortes da pastagem, para verificação do efeito das diferentes doses de DLS sobre as quantidades de nitrogênio mineral no solo (N-min, mg dm^{-3}), conforme instruções do Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2004).

As coletas de solo foram realizadas, simultaneamente, em todas as parcelas dos tratamentos, coincidindo com o momento em que o primeiro tratamento atingisse o ponto de corte. Foram realizadas quatro coletas de amostras de solo durante o período experimental, coincidente aos cortes um, dois, três e quatro da pastagem de Tifton 85.

As amostras de solo foram coletadas com pá de corte, na profundidade de 20 cm, e dividida nas três profundidades estudadas (0-5; 5-10 e 10-20 cm), sendo armazenadas em

sacos plásticos individuais, devidamente identificados. Os mesmos foram congelados, para posterior análise em laboratório (Anexo 6).

A metodologia utilizada para determinação das quantidades de N-min no solo foi a proposta por Tedesco *et al.* (1995), sendo obtidas pela soma do nitrogênio nas formas de nitrato ($N\text{-}NO_3^-$) e de amônio ($N\text{-}NH_4^+$).

A determinação da relação entre a absorção de N pela planta e a produção de biomassa pela cultura foi determinada segundo Lemaire (1997), através da seguinte fórmula:

$Nc = 3,4\ (MS)^{-0,37}$, onde:

Nc é a quantidade de N absorvida em kg ha^{-1}; 3,4 corresponde ao percentual de N necessário para a produção de 1 Mg ha^{-1} de biomassa, MS corresponde a produção de matéria seca em Mg ha^{-1} e -0,37 corresponde ao coeficiente entre a quantidade de absorvida e a taxa de crescimento de biomassa pela cultura.

As variáveis da planta: TMS, EMST, PB, N, FDN e de solo: N-min nas diferentes profundidades (0-5, 5-10 e 10-20 cm), foram submetidas à análise de variância, para determinar o nível de significâncias das fontes de variação. A relação da variável independente (dose de DLS) com as variáveis dependentes foi estabelecida pela análise de regressão. Procurou-se, dentre os modelos, o que melhor se ajustava à relação entre as variáveis, testando-se as regressões linear e quadrática. Para as variáveis qualitativas utilizou-se o teste de Tukey para comparação entre as médias. As análises foram realizadas utilizando-se o programa estatístico Statgraphics Plus 4.1, sendo que o nível de significância adotado foi de 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o Anexo 1, constatou-se pela análise estatística que as variáveis independentes Dose e Corte, promoveram efeitos significativos em todas as variáveis dependentes avaliadas. O efeito da dose se manifestou de forma diferenciada para cada corte ao longo dos cortes (Dose x Corte) para as variáveis TMS, EMST, PB, FDN e N.

Como houve interação entre dose e corte para as variáveis TMS, EMST, PB, FDN e N, os efeitos das doses de DLS serão discutidos em cada um dos cortes realizados no Tifton 85.

O estudo de regressão possibilitou a determinação das equações que melhor se ajustaram à resposta do Tifton 85 às variáveis avaliadas. As referidas equações, o coeficientes de determinação e a probabilidade para cada variável, encontram-se no Anexo 2.

4.1 Taxa de acúmulo de matéria seca (TMS).

O tempo necessário, em dias, para a realização dos cortes em Tifton 85 em função das doses de DLS aplicadas e o conseqüente rendimento de matéria seca por tratamento, encontra-se nas Tabelas 4 e 5, respectivamente. As datas de realização dos cortes encontram-se no Anexo 7.

TABELA 4 – Número de dias para a realização dos cortes (C1, C2, C3 e C4), em Tifton 85, adubado com diferentes doses de DLS (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), em duas aplicações, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Dose (m^3)	Número de dias para o corte				Total (dias)
	Aplicação 1		Aplicação 2		
	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	
0	37	42	40	35	154
40	29	33	35	39	136
80	29	28	33	34	124
160	29	28	31	35	123

O parâmetro utilizado para definir o momento de corte da Tifton 85 (altura), proporcionou diferenças no número de dias para a realização do corte na pastagem (Tabela 4).

Esta redução no número de dias está associada ao incremento das doses de DLS. No entanto, observou-se que a produção total de matéria seca foi semelhante entre os tratamentos, conforme pode ser observado na Tabela 5.

TABELA 5 – Rendimento de MS (kg ha^{-1}) por corte (C1, C2, C3 e C4), realizado em Tifton 85, adubado com diferentes doses de DLS (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), em duas aplicações, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Dose (m^3)	Rendimento de matéria seca (MS, kg ha^{-1})				
	Aplicação 1		Aplicação 2		Total dos
	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	corte
0	5.147	5.047	4.499	3.431	18.124
40	4.878	4.565	5.406	3.756	18.605
80	5.675	3.804	5.735	3.536	18.751
160	5.961	3.820	5.033	3.573	18.388

Este resultado já era esperado, pois a altura de corte foi a mesma para todos os tratamentos e, conseqüentemente, a produção de matéria seca total dos mesmos estaria assemelhadas, embora o tempo necessário para alcançar a altura definida seja menor para o DLS. Esta opção por usar um parâmetro da planta para determinar o ponto de corte, baseia-se no fato de que para se comparar adequadamente uma determinada variável, as plantas devem estar em uma condição fisiológica semelhante (Gardner, 1986).

Neste sentido, para se avaliar o efeito das doses de DLS na produção de MS, utilizou-se a variável taxa de acúmulo diário de matéria seca (TMS) cujos resultados encontram-se na Tabela 6.

TABELA 6 – Taxa de acúmulo de matéria seca (TMS, kg ha^{-1} dia^{-1}) por corte (C1, C2, C3 e C4), em Tifton 85, adubado com diferentes doses de DLS (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), em duas aplicações, UTFPR, em Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Dose (m^3)	Taxa de acúmulo de matéria seca (TMS, kg ha^{-1} dia^{-1})				Média
	Aplicação 1		Aplicação 2		
	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	
0	139,10	120,17	112,47	98,03	117,44
40	168,21	138,32	154,46	96,32	139,33
80	195,68	135,86	173,80	104,01	152,34
160	205,56	136,44	162,36	102,08	151,61

4.1.1 Taxa de acúmulo de matéria seca no primeiro corte

Observou-se influência significativa da interação dose x corte (Anexo 1) sobre a

TMS. Na Figura 2, observa-se que no primeiro corte a Tifton 85 respondeu positivamente com aumento na TMS (207 kg ha^{-1} dia^{-1}) até a dose de 143 m^3 de DSL ha^{-1} (dose de máxima eficiência técnica, MET), equivalente a 290 kg de N ha^{-1}. Significando que dose acima deste valor não promove acréscimos na TMS. Este resultado é significativo, no momento em que fornece parâmetro de dose de fertilizante na forma de DLS, considerando que a dose a ser aplicada é de extrema importância no estudo do DLS como fertilizante, evitando a falta ou o excesso de nutrientes e suas possíveis conseqüências para as plantas e para o meio ambiente.

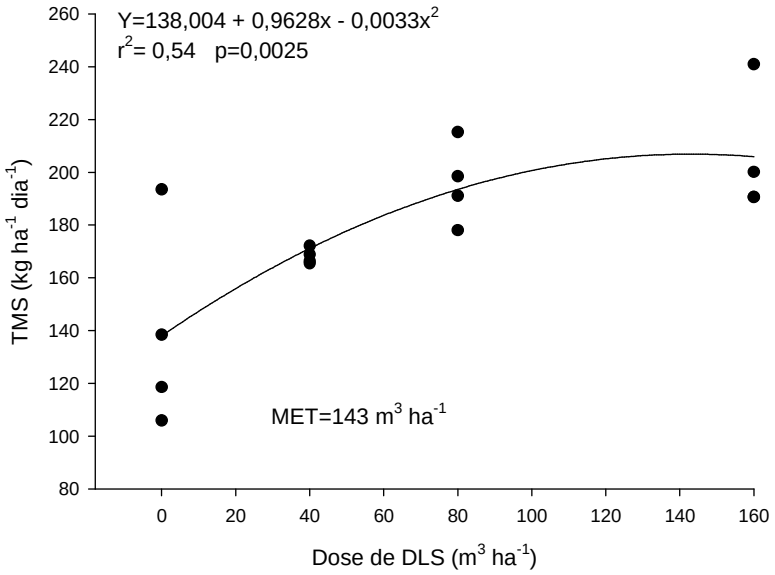


FIGURA 2 – Taxa de acúmulo de matéria seca (TMS, kg ha^{-1} dia^{-1}), no primeiro corte, do Tifton 85 adubado com diferentes doses de dejeto líquido de suínos (DLS, m^3 ha^{-1}), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Para a estimativa das quantidades de nitrogênio (N), fósforo (P_2O_5) e potássio (K_2O) que foram aplicadas ao solo, por meio do DLS e que proporcionaram ao Tifton 85 alcançar a MET, utilizou-se os dados da Tabela 2 da qual obteve-se 290, 214 e 171 kg de ha^{-1}, respectivamente, de N, P_2O_5 e K_2O.

Ao se comparar com a recomendação de adubação para a pastagem de Tifton 85, segundo CQFS-RS/SC (2004), para a condição de fertilidade do solo experimental (150, 70 e 60 kg ha^{-1} de N, P_2O_5 e K_2O, respectivamente), verificou-se que a quantidade de nutrientes fornecidos pelo DLS, na dose que proporcionou a MET para TMS, está além da recomendada pela literatura utilizada.

A princípio é possível se pensar que as recomendações oficiais estariam subestimando o potencial de resposta à adubação desta espécie forrageira. No entanto, acredita-se ser uma hipótese mais consistente, a possível interação entre os diversos

nutrientes da composição do DLS que potencializam a resposta da planta. Este argumento fundamenta-se na Lei da Interação, onde “cada fator de produção é tanto mais eficaz quando os outros estão mais perto do seu ótimo”.

No entanto, esta MET indica que o DLS pode ser usado como fonte de nutrientes para a pastagem de Tifton 85, pois promove acréscimo de até 50% na TMS (69 kg ha^{-1} dia^{-1} de MS) no primeiro corte após sua aplicação em relação à testemunha (138 kg ha^{-1} dia^{-1} da testemunha contra 207 kg ha^{-1} dia^{-1} na dose de MET do DLS). Em outras palavras, isto significa se dizer que a pastagem de Tifton 85 quando adubada com DLS atinge ponto de corte mais rapidamente e proporcionalmente à dose fornecida. Desta forma poder-se-ia obter um maior aproveitamento da pastagem ao longo do seu período de crescimento.

É importante se destacar que este efeito de incremento na TMS poderia ser mais evidente, caso a fertilidade do solo utilizado no experimento estivesse mais baixa. A interpretação das quantidades de macronutrientes (N, P_2O_5 e K_2O) contidos inicialmente no solo experimental demonstra que todos os elementos encontravam-se em níveis altos no solo. Neste sentido supõe-se que esta elevada fertilidade natural do solo propiciou um crescimento satisfatório da pastagem mesmo no tratamento testemunha (0 m^3 ha^{-1} de DLS). Este fato indica que a dose obtida como MET neste experimento esteja mais adequada ao cultivo de Tifton 85 em boas condições de fertilidade do solo. No entanto demonstra que mesmo em solos com fertilidade elevada o DLS promove incrementos na produção de MS da pastagem de Tifton 85 e por outro lado comprova a elevada capacidade desta espécie de absorver nutrientes e convertê-los em MS.

4.1.2 Taxa de acúmulo de matéria seca no segundo corte

No segundo período de crescimento da pastagem (Tabela 6, corte 2), subseqüente ao primeiro em que ocorreu a aplicação de DLS, constatou-se pela análise estatística, que não houve diferenças significativas na TMS do Tifton 85 em relação às doses de DLS aplicadas.

Este comportamento sugere que o incremento na TMS proporcionado pelo DLS, evidenciado no primeiro corte, não se prolongou para o posterior período de crescimento da pastagem. Este efeito se restringiu ao primeiro período de crescimento após a aplicação do DLS (aproximadamente 30 dias). Sendo assim, pode-se inferir que não se constatou efeito residual do DLS para a produção de MS, em pastagem de Tifton 85, com dose de até 160 m^3 ha^{-1} (325 kg de N ha^{-1}).

Pode-se também supor que a capacidade de absorção de nutrientes do Tifton 85

estivesse aquém das disponíveis no solo no segundo período de crescimento em todos os tratamentos, o que justificaria a afirmação de que não ocorreu efeito residual da aplicação de DLS para o segundo corte, indicando que a pastagem de Tifton poderia receber uma nova aplicação do fertilizante orgânico. Esta constatação pode ser observada pela TMS que não diferiu estatisticamente neste segundo corte.

A resposta obtida no segundo corte, comparada com a do primeiro, demonstra que a adubação com DLS aumenta a taxa de acúmulo de matéria seca, ou seja, se a pastagem dispuser de mais nutrientes ela responde mais rapidamente em acúmulo de matéria seca. No segundo corte, a taxa com que a mesma acumulou matéria seca não diferiu entre os tratamentos, indicando que, para um mesmo período de produção, a disponibilidade de matéria seca será maior com o uso de DLS.

4.1.3 Taxa de acúmulo de matéria seca no terceiro corte.

No terceiro corte, após a reaplicação das doses de DLS (80 dias após a primeira aplicação), constatou-se que o Tifton 85 respondeu de maneira semelhante à primeira aplicação (corte 1). Isto demonstra que a aplicação de DLS promove aumentos na TMS da pastagem, evidenciando o elevado potencial que esta espécie tem para utilização dos nutrientes disponibilizados.

O comportamento quadrático demonstrou que neste período (terceiro corte, primeira metade do verão de 2006), a resposta da pastagem de Tifton 85 se processou de maneira semelhante, mas com menor intensidade, em relação ao primeiro corte ocorrido na primeira metade da primavera de 2005 (Figura 3).

Esta menor intensidade observada pode ser comprovada através da dose de MET para as duas variáveis. No primeiro corte tem-se, para TMS, uma MET de 143 e no terceiro corte de 106 $m^3\ ha^{-1}$.

Da mesma forma como efetuado no primeiro corte, pode-se estimar a quantidade dos macronutrientes primários (N, P_2O_5 e K_2O), contidos na dose de DLS que promoveu a MET para TMS, utilizando-se os dados da Tabela 2. Desta forma obteve-se 166, 111 e 106 $kg\ m^{-3}$ de N, P_2O_5 e K_2O, respectivamente. É importante ressaltar, neste contexto, a falta de consistência em recomendar adubação de pastagens pelo uso de DLS sem a devida análise do material, considerando-se que é um produto com uma composição muito variável, em função das condições de origem.

Pela soma das MET para TMS, obtidas na primeira e segunda aplicação de DLS, pode-se determinar a dose total de DLS que promoveu o melhor desempenho do Tifton 85 em relação a TMS e a sua concentração em macronutrientes primários.

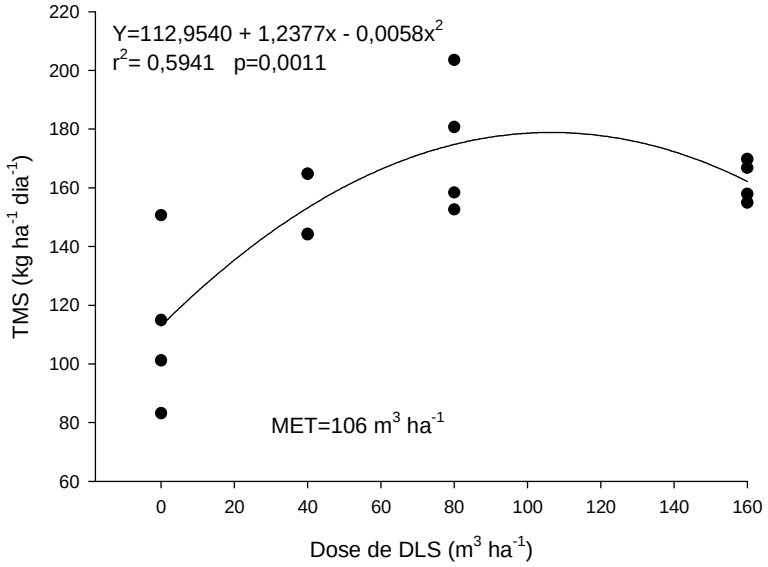


FIGURA 3 – Taxa de acúmulo de matéria seca (TMS, kg ha^{-1} dia^{-1}), no terceiro corte, do Tifton 85 adubado com diferentes doses de dejeto líquido de suínos (DLS, m^3 ha^{-1}), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Considerando a MET da primeira aplicação (143 m^3 ha^{-1}, equivalente a 290, 214 e 171 kg ha^{-1} de N, P_2O_5 e K_2O, respectivamente) e a MET da segunda aplicação (106 m^3 ha^{-1}, equivalente a 166, 111 e 106 kg ha^{-1} de N, P_2O_5 e K_2O, respectivamente), obter-se-á 249 m^3 ha^{-1} de DLS como dose total, equivalente respectivamente, a 450, 325 e 277 kg ha^{-1} de N, P_2O_5 e K_2O.

Estes dados estão de acordo com a literatura, pois experimentos conduzidos com DLS demonstram que a elevação da dose promove um incremento na produção de matéria seca e proteína bruta de gramíneas tropicais forrageiras, sendo que as melhores respostas foram obtidas com doses variando de 400 a 500 kg de N ha^{-1} (Adeli & Varco, 2001; Adeli *et al*., 2003; Adeli *et al*., 2005; Brink *et al*., 2003 e Drumond *et al*., 2006).

Outra explicação para uma menor TMS neste terceiro corte, um tanto quanto contraditória à hipótese anterior, da menor concentração em nutrientes no DLS aplicado é a redução causada por um possível aumento nas concentrações dos nutrientes no solo em função da reaplicação das doses de DLS. Este aumento causaria um efeito antagônico entre os nutrientes refletindo em uma redução na produção da espécie vegetal. Duas leis sustentam esta segunda hipótese, a Lei dos Incrementos Decrescentes, onde doses crescentes de nutrientes proporcionam uma redução na produção ao longo do tempo e a Lei

do Máximo, onde o excesso de nutrientes no solo reduz a eficácia de outros, com conseqüente prejuízo à produção.

No entanto, os resultados obtidos neste terceiro corte demonstram, assim como no primeiro, que o Tifton 85 responde ao incremento de doses de DLS, mesmo em solos com boa fertilidade e, da mesma forma, reforçam a expectativa de que aplicações de DLS logo após o corte, possam promover aumentos na produção de MS ao longo do período de crescimento da pastagem.

4.1.4 Taxa de acúmulo de matéria seca no quarto corte.

A análise estatística demonstrou a inexistência de resposta significativa do Tifton 85 ao incremento da dose de DLS no quarto corte, para a variável avaliada (TMS).

Este resultado se assemelha ao que ocorreu no segundo corte, onde não se observou diferença significativa entre os tratamentos, demonstrando que o efeito do DLS manifesta-se no primeiro período de crescimento da pastagem, após a aplicação do fertilizante.

Pela semelhança nos resultados entre o segundo e o quarto corte, atribui-se como sendo a provável causa da ausência de diferenças significativas na TMS entre os tratamentos a uma menor disponibilidade de algum(ns) nutriente(s), pela não aplicação de DLS.

4.1.5 Estimativa da produtividade de matéria seca por corte (EMS) e total (EMST).

Como visto anteriormente, o incremento de doses de DLS promoveu um aumento na TMS. Com isso constatou-se que a pastagem de Tifton atingiu o ponto de corte em menos tempo (dias) quando estimulada pelo uso de doses crescentes de DLS, em comparação com a testemunha (Tabela 4).

Entretanto, uma informação relevante para o estudo da utilização do DLS em pastagem de Tifton 85, refere-se ao total de matéria seca produzida durante o período experimental, ou seja, qual é o possível aumento na produção total de MS proporcionado pelo incremento de doses de DLS, considerando que a quantidade de MS disponível afeta diretamente a capacidade de produção animal. A estimativa da produção total de matéria seca durante o período experimental encontra-se na Tabela 7.

TABELA 7 – Estimativa da produtividade de matéria seca por corte (EMS, kg ha^{-1}) e estimativa da produtividade de matéria seca do período experimental (EMST, kg ha^{-1}), em Tifton 85, adubado com diferentes doses de DLS (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), em duas aplicações, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Dose (m^3)	Matéria seca (EMS, kg ha^{-1})				EMST (kg ha^{-1})
	Aplicação 1		Aplicação 2		
	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	
0	5.147	5.047	4.499	3.431	18.124
40	6.224	5.810	6.178	3.371	21.583
80	7.241	5.706	6.952	3.640	23.540
160	7.606	5.730	6.494	3.573	23.403

A partir dos dados da Tabela 7, gerou-se as Figuras 4 e 5, bem como as respectivas equações de regressão.

Pelas equações, determinou-se as doses de DLS que promoveram a MET para produção de matéria seca nos cortes onde houve a aplicação de DLS. Sendo, de 143 e 106 m^3 (7.655 e 7.154 kg ha^{-1} de EMS), respectivamente, para os cortes 1 e 3. E para os cortes onde não houve aplicação de DLS (cortes 2 e 4), utilizou-se a média dos tratamentos (5.573 e 3.504 kg ha^{-1} de EMS), em função de não haver determinação do ponto de MET.

Quando se compara os valores com DLS (7.655 e 7.154 kg ha^{-1} de EMS) e sem DLS (5.573 e 3.504 kg ha^{-1} de EMS), verifica-se que a aplicação de DLS promoveu um aumento significativo na EMS em Tifton 85.

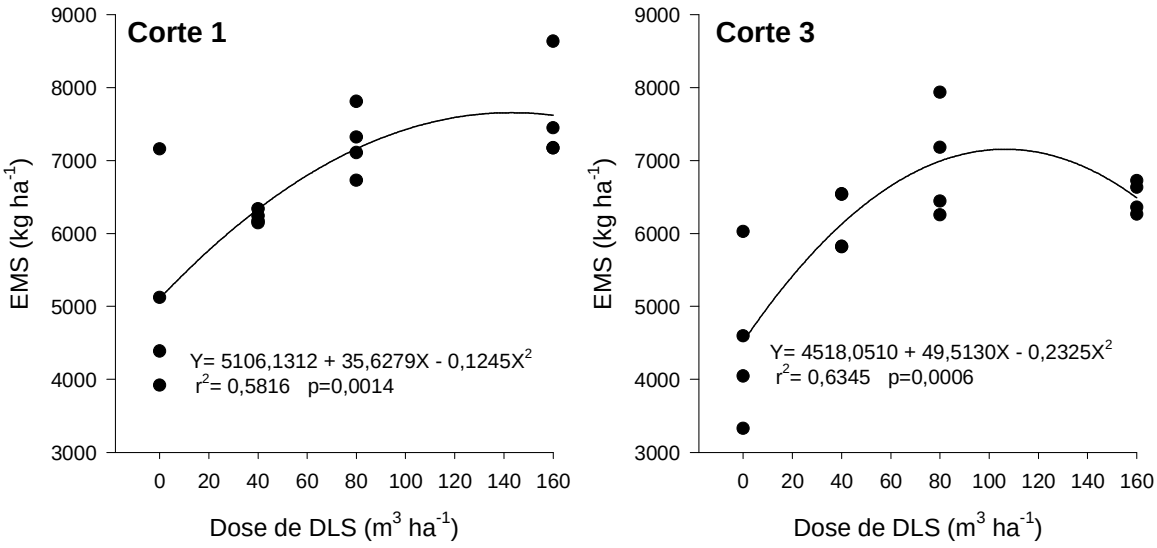


FIGURA 4 – Estimativa da produção de matéria seca (EMS, kg ha^{-1}), nos cortes um e três, em pastagem de Tifton 85, adubado com diferentes doses de DLS (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), em duas aplicações, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Pela figura 5, onde se somam as duas aplicações de DLS e as produções de MS de cada dose, em cada corte, verifica-se, através da equação de regressão, que o incremento das doses de DLS promoveu acréscimos na EMST até a dose de 235 m^3 ha^{-1} (423 kg ha^{-1} de N), correspondente a 24.180 kg ha^{-1}. Este valor é um indicativo da dose de DLS a ser aplicada em Tifton 85 e a respectiva expectativa de produção de MS.

Estes resultados estão de acordo com os observados por Alvin et al. (1999), Menegatti et al. (2002), Rocha et al. (2002),Marcelino et al. (2003), Brink et al. (2003), Adeli & Varco (2001), Adeli et al. (2003), Adeli et al. (2005) e Drumond et al. (2006).

Quando se compara a MET da EMST das doses com a EMST da testemunha, verifica-se que o DLS promoveu um acréscimo de 6.056 kg ha^{-1} de MS a mais que a dose testemunha (24.180 contra 18.124 kg ha^{-1} de MS). Este aumento da EMST, para um mesmo período de produção, permite uma maior exploração desta pastagem, considerando que a taxa de lotação animal está baseada na produção de MS.

É passível de abstração que, nestas condições, o número de animais possíveis de serem manejados em uma mesma área (um ha), levando em consideração uma taxa de desaparecimento de matéria seca de 4% do peso vivo animal e, considerando um peso vivo de 450 kg (18 kg dia^{-1} de MS), durante o período experimental, seria em torno de 6,5 UA sem o uso de DLS, e com o seu uso, na dose de MET, mantido em torno de 9 UA.

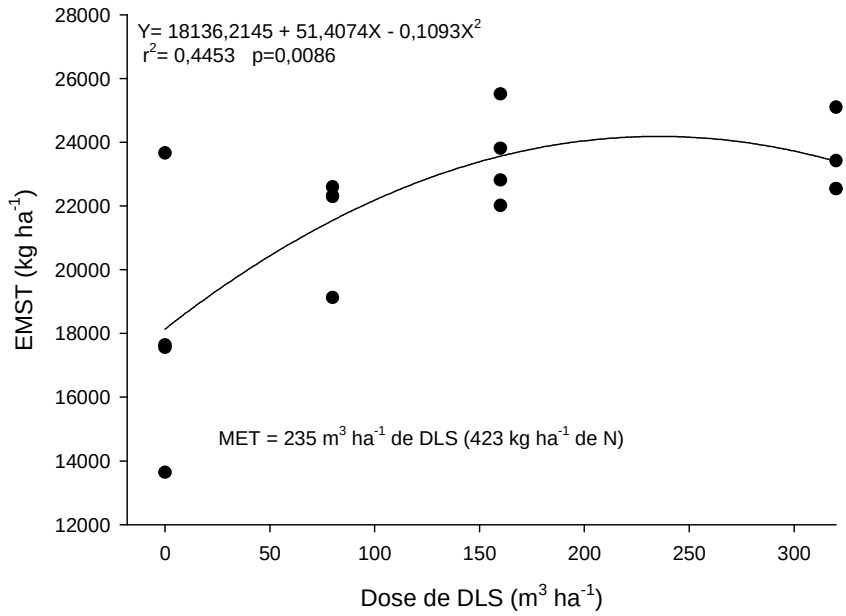


FIGURA 5 – Estimativa de produção de matéria seca no período experimental (EMST, kg ha^{-1}), em pastagem de Tifton 85, adubado com diferentes doses de DLS (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), em duas aplicações e quatro cortes, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Este aumento pode ser considerado pequeno, levando-se em conta as doses de DLS aplicadas. No entanto, deve-se lembrar que se trata de um solo com uma boa fertilidade inicial. Isto indica que estes valores possam ser ainda maiores caso se utilizasse um solo menos fértil. Destaca-se que, mesmo em solos com boa fertilidade, é possível obter-se bons resultados de produção vegetal, com a aplicação de DLS em Tifton 85.

Outro aspecto relevante é o aumento no valor nutritivo com o uso de DLS, isso faria com que a produção individual dos animais fosse aumentada, além do incremento na capacidade de suporte pelo maior acúmulo de forragem, ou seja, os dois fatores que definem a produção animal por área são favorecidos com o uso de DLS.

4.2 Proteína Bruta (PB) e Fibra em Detergente Neutro (FDN)

Nas Tabelas 8 e 9, encontram-se os resultados dos percentuais de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN), da Tifton 85 adubada com diferentes doses de DLS.

TABELA 8 – Percentual de proteína bruta (PB, %), por corte (C1, C2, C3 e C4), realizado em Tifton 85, adubado com diferentes doses de DLS (0, 40, 80 e 160 $m^3\ ha^{-1}$), em duas aplicações, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Dose (m^3)	Proteína Bruta (PB, %)				Média (%)
	Aplicação 1		Aplicação 2		
	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	
0	17,2	16,2	16,6	18,7	17,2
40	17,7	16,2	17,1	18,9	17,5
80	18,4	18,2	18,0	19,6	18,5
160	18,3	18,4	18,7	20,1	18,9

TABELA 9 – Percentual de fibra em detergente neutro (FDN, %), por corte (C1, C2, C3 e C4), realizado em Tifton 85, adubado com diferentes doses de DLS (0, 40, 80 e 160 $m^3\ ha^{-1}$), em duas aplicações, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Dose (m^3)	Fibra em detergente neutro (FDN, %)				Média (%)
	Aplicação 1		Aplicação 2		
	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	
0	66,9	69,8	67,8	66,1	67,6
40	63,4	67,3	67,8	65,9	66,1
80	64,3	63,7	66,6	62,1	64,2
160	63,4	63,6	64,9	59,4	62,8

Os resultados da análise de variância indicaram significância na interação entre dose e corte sobre os percentuais de PB e FDN na matéria seca da Tifton 85, adubado com DLS.

4.2.1 PB e FDN no primeiro corte

O estudo de regressão para as variáveis PB e FDN, demonstrou que as mesmas responderam de forma quadrática ao incremento das doses de DLS. Para a variável PB houve um aumento da concentração na planta com o incremento das doses de DLS e para a variável FDN ocorreu o inverso, conforme pode ser observado na Figura 6.

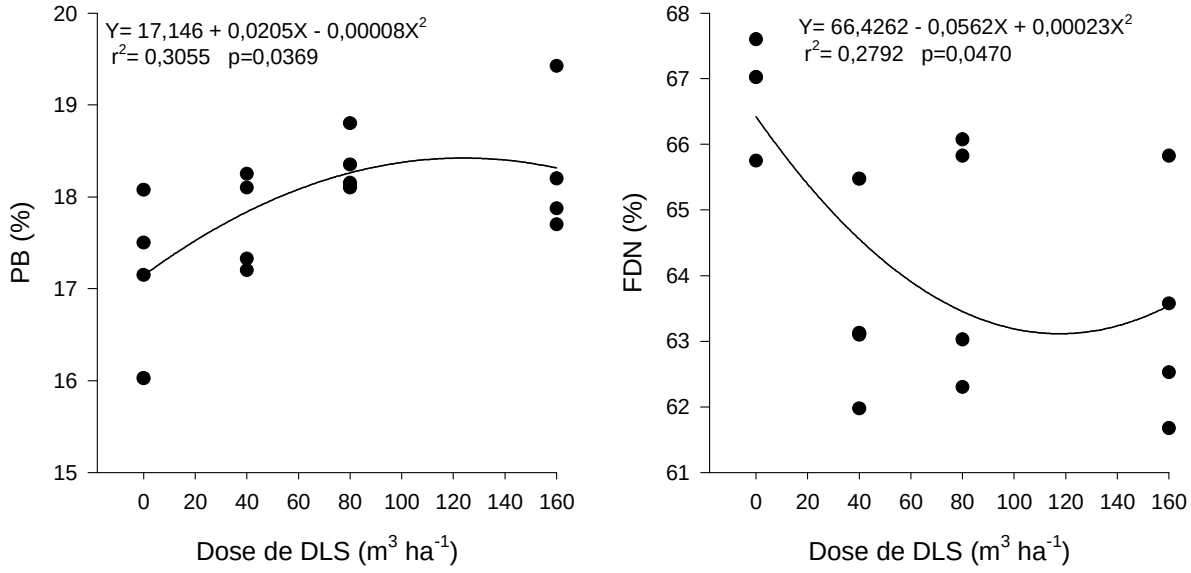


FIGURA 6 – Percentual de proteína bruta (PB, %) e de fibra em detergente neutro (FDN, %), na MS, no primeiro corte, do Tifton 85 adubado com diferentes doses de dejeto líquido de suínos (DLS, m^3 ha^{-1}), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Através das equações da PB e FDN, determinou-se as doses de MET para cada variável, sendo de 124 e 118 m^3 ha^{-1} de DLS, respectivamente. Estas doses equivalem a 18,42% PB e 63,12% de FDN.

Este resultado indica que os teores de N aumentam na planta, em resposta as doses de N aplicadas, no período subseqüente a aplicação da adubação com DLS.

Esta informação é significativa, pois o teor de N na planta está diretamente relacionado com o teor de proteína (em média 16% de N na PB), podendo sugerir que o incremento de doses de nitrogênio, via DLS, promovem aumentos nos teores de proteína na pastagem de Tifton 85 e, conseqüentemente no seu valor nutritivo. Através da Figura 6, pode-se observar que o aumento da PB está associado a uma redução na concentração da

fibra, representada pela FDN, indicando que o DLS promove uma melhora na composição nutricional da forragem de Tifton 85. Esse decréscimo pode estar associado, segundo Rocha, *et al.* (2002), ao efeito de diluição, uma vez que os aumentos nas doses de N promovem aumentos na produção de MS. Para os autores, estes decréscimos são desejáveis, pois a redução da fibra na forragem vai possibilitar melhorias na sua digestibilidade e no consumo.

O aumento na concentração de PB, com a elevação da dose de nitrogênio, também foi constatado nos trabalhos realizados por Alvim *et al.*, 1998; Oliveira *et al.*, 2000; Dias *et al.*, 2000; Paciulli *et al.*, 2000; Menegatti *et al.*, 2002 e Gonçalves *et al.*, 2003.

Esses experimentos demonstraram que a elevação da dose de N promoveu um incremento nas produções de MS e PB de gramíneas tropicais forrageiras, sendo que as melhores respostas foram obtidas com doses variando de 400 a 500 kg de N ha^{-1}. Estas respostas variam em função da espécie, da época do ano, do número e do intervalo entre cortes, da fonte de nutrientes, do estádio de desenvolvimento da planta e da fertilidade do solo (Balsalobre *et al.*, 2002), sendo que quanto maior as doses empregadas, menores são suas conversões em produção de forragem (Primavesi *et al.*, 2001). Os resultados obtidos neste experimento estão de acordo com as afirmações dos autores acima citados, conforme pode ser observado na Figura 3. Acima da dose de 124 m^3 de DLS (252 kg ha^{-1} de N) o Tifton 85 não responde em aumento na concentração de N na planta.

Ao comparar a MET da TMS (143 m^3 de DLS ha^{-1}) com a MET do N (124 m^3 de DLS ha^{-1}), verifica-se que a inflexão da curva ocorreu antes para o N, sugerindo que a planta continuou produzindo matéria seca sem um proporcional aumento na concentração de nitrogênio. Este fato demonstra que a resposta da Tifton 85 ao DLS não está relacionada diretamente ao nutriente nitrogênio, podendo outro(s) fator(es) estar(em) influenciando na produção de matéria seca da pastagem, ou seja, as necessidades de nitrogênio da pastagem encontram-se supridas na dose de 124 m^3 de DLS ha^{-1}, mas a planta continua produzindo matéria seca até o suprimento adequado do(s) outro(os) fator(es).

Importante observar que as doses de nitrogênio recomendadas pela literatura, independente da fonte utilizada, para produção de MS e PB, estão acima dose de MET encontrada até o momento neste experimento (290 e 252 kg de N ha^{-1}, respectivamente). Mas é conveniente ressaltar que foi avaliado somente a fase inicial do período de crescimento da pastagem (primavera) e a primeira aplicação de DLS, aliado ao fato de se tratar de um solo com boa fertilidade natural, bem provido de matéria orgânica conforme Tabela 1.

Através das curvas de regressão (TMS, EMST, PB, FDN e N), foi possível se

observar e determinar que em todas as variáveis houve uma dose de DLS que ultrapassou a capacidade máxima de produção do Tifton 85 no primeiro corte. Tal fato demonstra que somente a adubação com DLS foi suficiente para suprir a demanda de nutrientes para as necessidades da forragem. Desta forma, pode-se sugerir que o DLS venha a ser utilizado como fonte de nutrientes para a pastagem de Tifton 85. Os trabalhos consultados na literatura (Adeli e Varco, 2001; Adeli *et al.*, 2003; Adeli *et al.*, 2005; Drumond *et al.*, 2006 e Barnabé *et al.*, 2007) reforçam esta constatação.

4.2.2 PB e FDN no segundo corte

Verifica-se, pela análise da variância, que o comportamento das variáveis PB e FDN foi semelhante à resposta obtida no primeiro corte. O incremento das doses de DLS continuou a promover uma elevação na concentração de PB e uma redução na concentração de FDN na planta, no segundo período de crescimento da pastagem de Tifton 85 (Figura 7).

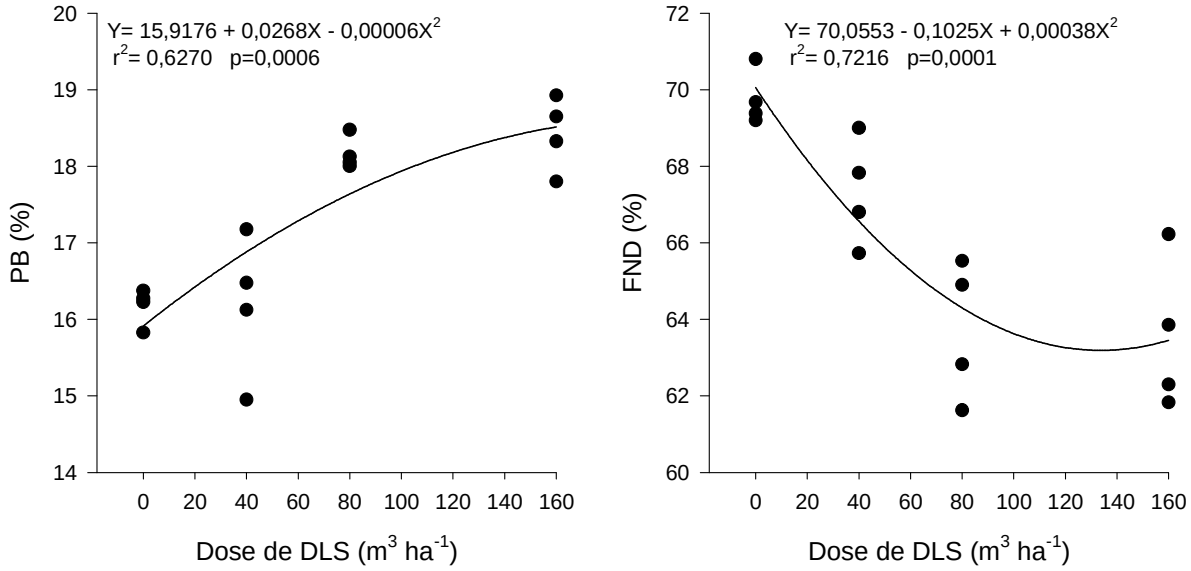


FIGURA 7 – Percentual de proteína bruta (PB, %) e de nitrogênio (N, %), na MS, no segundo corte, do Tifton 85 adubado com diferentes doses de dejeto líquido de suínos (DLS, m^3 ha^{-1}), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Observou-se que as doses de DLS não promoveram efeito significativo na TMS (visto anteriormente), no entanto, continuaram a promover aumento no percentual de N na MS no segundo período de crescimento da pastagem, no qual não houve adição de DLS, demonstrando que a disponibilidade de N estava adequada às necessidades da pastagem.

Este resultado indica que no segundo corte possivelmente outro fator existente no DLS, e não o N, esteja limitando a pastagem de expressar seu potencial de crescimento, conforme já demonstrado no primeiro corte.

O aumento da PB e redução na FDN, em função do incremento das doses de DLS, demonstra que a proporção de N na MS aumenta em relação aos demais componentes e, conseqüentemente, a qualidade da forragem também aumenta. Esta afirmação pode ser observada pela Figura 7, onde se constata que os teores de PB se elevaram com o incremento da dose de DLS, enquanto que a FDN sofreu redução. Em outras palavras, não se constatou aumento na produção de MS, mas sim uma melhora no valor nutritivo da forragem em função do aumento da fração mais digestível e redução da fração menos digestível. Além disso, este comportamento demonstra que a planta responde em absorção de N (PB) conforme a disponibilidade do nutriente no solo.

4.2.3 PB e FDN no terceiro corte

O estudo da concentração de PB e FDN demonstrou, no terceiro corte, ocorrido após a reaplicação das doses de DLS, um comportamento similar aos anteriores (corte 1 e 2). A pastagem de Tifton 85 respondeu ao incremento de doses de DLS com aumentos na concentração de PB e redução da FDN. Entretanto, esta resposta se manifestou de forma linear (Figura 8).

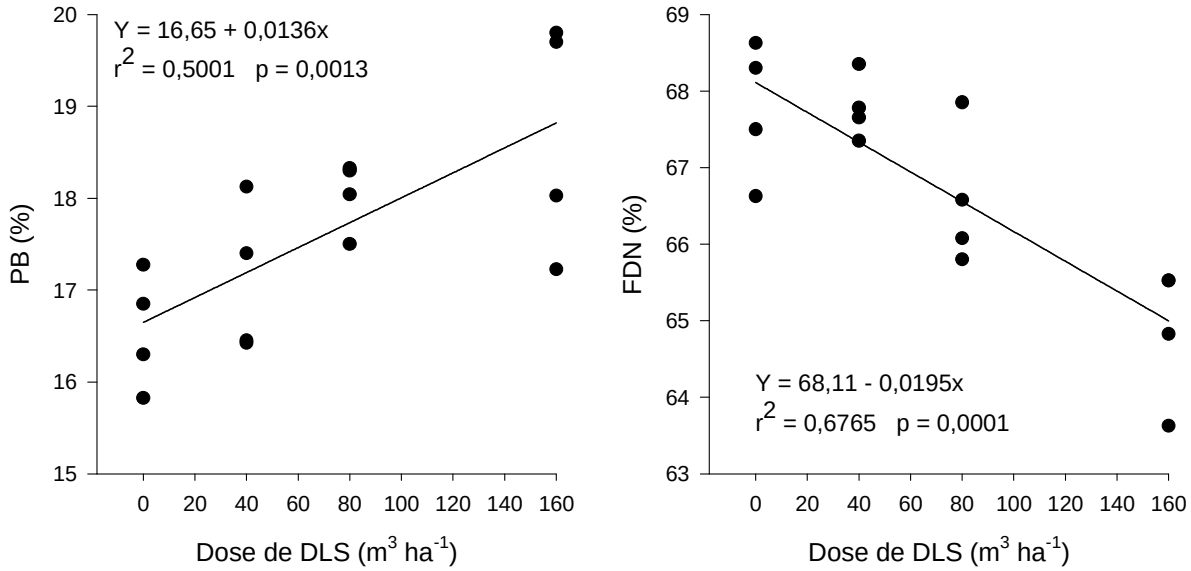


FIGURA 8 – Percentual de proteína bruta (PB, %) e de fibra em detergente neutro (FDN, %), na MS, no terceiro corte, do Tifton 85 adubado com diferentes doses de dejeto líquido de suínos (DLS, m^3 ha^{-1}), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

A resposta linear neste terceiro corte, comparada com a resposta quadrática do primeiro e segundo cortes, indica que a disponibilidade de N para a pastagem encontrava-se mais baixa, não atingindo o ponto de inflexão da curva. Esta resposta pode estar associada a menor concentração de nutrientes no DLS na segunda aplicação, como pode ser observado na Tabela 2.

Da mesma forma como observado nos cortes anteriores, no terceiro corte, o incremento da dose de DLS continuou a promover uma melhora na qualidade da forragem produzida, com aumento na concentração de PB e redução na concentração de FDN.

4.2.4 PB e FDN no quarto corte.

No quarto corte, similar ao resultado obtido no terceiro, observou-se que o incremento das doses de DLS continuou a promover, respectivamente, uma elevação e uma redução linear significativa, na concentração de PB e FDN na MS da Tifton 85 (Figura 9).

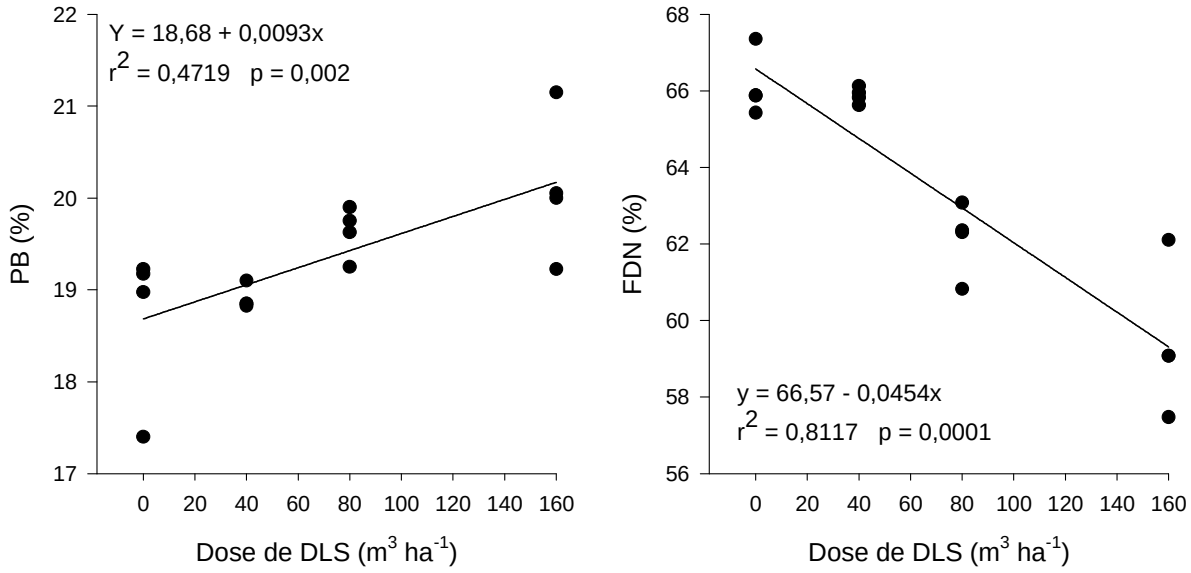


FIGURA 9 – Percentual de proteína bruta (PB, %) e de fibra em detergente neutro (FDN, %), na MS, no quarto corte, do Tifton 85 adubado com diferentes doses de dejeto líquido de suínos (DLS, m^3 ha^{-1}), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Este resultado reforça o que já havia sido observado anteriormente, através da concentração da variável PB, que a Tifton 85 teve suficiente disponibilidade de nitrogênio durante todo o período experimental. Ou seja, o Tifton 85 absorveu mais nitrogênio onde este estava mais disponível (doses mais elevadas de DLS) e, conseqüentemente, a concentração de nitrogênio na planta aumentou (% de PB), demonstrando que o nitrogênio melhora a qualidade nutricional da forrageira pelo aumento da concentração de compostos

mais digestíveis e redução dos menos digestíveis. Esta afirmação pode ser verificada através da mesma figura, onde se comparou os percentuais de PB e FDN.

4.3 Eficiência de Utilização do Nitrogênio (EUN) e Recuperação Aparente do Nitrogênio (RAN)

Com base nos dados da EMST e N, determinou-se a EUN e a RAN da pastagem de Tifton 85, utilizando-se as respectivas fórmulas, como pode ser constatado através da Tabela 10.

TABELA 10 – Eficiência de Utilização do Nitrogênio (EUN, kg MS kg^{-1} N) e Recuperação Aparente do Nitrogênio (RAN, %), em Tifton 85, adubado com diferentes doses de DLS (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Dose	N aplicado	MS	EUN	N Acum	RAN
	kg ha^{-1}	kg ha^{-1}	kg MS kg^{-1} N	kg ha^{-1}	%
0	0	18.124	0	499	0
80	144	21.583	24	604	73
160	288	23.538	19	697	69
320	576	23.403	9	708	36

Nesta Tabela, verifica-se que a produção de MS para cada kg de nitrogênio fornecido é decrescente com o aumento da dose de DSL. Este comportamento é semelhante aos encontrados por Paciulli *et al*., (2000); Menegatti *et al.*, (2002); Rocha *et al.*, (2002); Durigon *et al.*, (2002); Primavesi *et al.*, (2004); Primavesi *et al.*, (2006a) e Primavesi *et al.*, (2006b), todos trabalhando com diferentes doses de nitrogênio em pastagens.

Para Menegatti *et al.*, (2002), esse efeito pode ser atribuído a lei dos incrementos decrescentes (Lei de Mitschelich), a qual postula que ao se adicionar doses crescentes de um nutriente, o maior incremento em produção é obtido com a primeira dose; com a utilização de doses cada vez maiores, os incrementos de produção são cada vez menos proporcionais.

Os fatores que contribuem para essa queda na eficiência de utilização são as perdas de nitrogênio (lixiviação, escorrimento superficial e volatilização), que se tornam cada vez maiores com o aumento da dose de adubo nitrogenado (Carvalho e Saraiva, 1987; Rocha *et al.*, 2000; Menegatti *et al.*, 2002 e Scherer, 2002).

No entanto, mesmo que não houvesse perdas de N e a planta absorvesse todo o N disponível, ainda assim a haveria queda na EUN, pois segundo Lemaire (1997) a planta

apresenta um limite para utilização do N disponível, acima do qual não consegue mais converter o nitrogênio absorvido em tecido vegetal, situação também conhecida como “consumo de luxo”.

A RAN apresentou comportamento semelhante a EUN, sendo decrescente com o aumento da dose de DLS, conforme Tabela 6. Este fato significa que acúmulo percentual de N na planta de Tifton não é proporcional ao aumento da dose de nitrogênio via DSL.

Este resultado relaciona-se com a menor produção proporcional de MS em função de aumento de dose de DLS, da mesma forma que a EUN. Quanto maior as doses de DSL, maior são as perdas de nitrogênio e/ou a capacidade da espécie de absorver nitrogênio é ultrapassada (Seganfredo, 2000 e Seganfredo, Acesso: Julho/2007).

Este comportamento já havia sido constatado por Armitage et al. (1964), onde os aumentos do rendimento de matéria seca, para cada unidade de nutriente disponível, diminuíram à medida que o rendimento se aproximou do potencial máximo de produção da planta. Posteriormente, Griffith *et al.* (1997) e Guimerà (1998) concluíram que este fato ocorre porque as perdas são proporcionais à dose aplicada e, além de diminuir a recuperação e eficiência no uso do nitrogênio, podem trazer problemas de contaminação da água subterrânea pelo excesso de nitrato.

4.4 Comportamento do nitrogênio mineral no solo (N-min)

No quadro de análise de variância (Anexo 2) demonstrou que os fatores dose de DLS, cortes da pastagem e profundidade do solo, promoveram efeito significativo na concentração de N-min no solo. No entanto, não foram observadas interações entre os fatores. Desta forma discutir-se-á separadamente estes efeitos.

4.4.1 Comportamento do N-min em relação à aplicação de doses de DLS

Pela análise de regressão, determinou-se a equação que melhor se ajustou à concentração de N-min no solo em resposta as doses de DLS aplicadas nas diferentes profundidades. A partir das equações foi possível representar graficamente este comportamento, que pode ser observado pela Figura 10.

Nesta Figura, constata-se que a variável N-min no solo comporta-se de forma linear em relação às doses de DLS, demonstrando que dentro dos limites das doses de DLS aplicadas, quanto maior a dose maior será a concentração de N-min no solo. Além disso,

demonstra que o DLS é uma fonte considerável de nitrogênio para adubação de espécies vegetais.

Esta elevação na concentração de N com o incremento da doses de DLS, também foi observado por Adeli *et al.*, (2003), utilizando doses crescentes de DLS em grama bermuda. Os autores monitoraram os níveis de N-NO_3^- no solo, até a profundidade de 90 cm, os quais variaram de 2 a 41 kg ha^{-1}, respectivamente, para as doses de zero e 660 kg de N ha^{-1}. Resultado semelhante foi obtido por Primavesi *et al.*, (2006b), monitorando o N-NO_3, em capim Coastcross, implantado em um Latossolo Vermelho Distrófico, até 160 cm de profundidade, submetido a doses crescentes de nitrogênio (125, 250, 500 e 1000 kg ha^{-1} ano^{-1}), parceladas em cinco vezes, oriundas de duas fontes (uréia e nitrato de amônio).

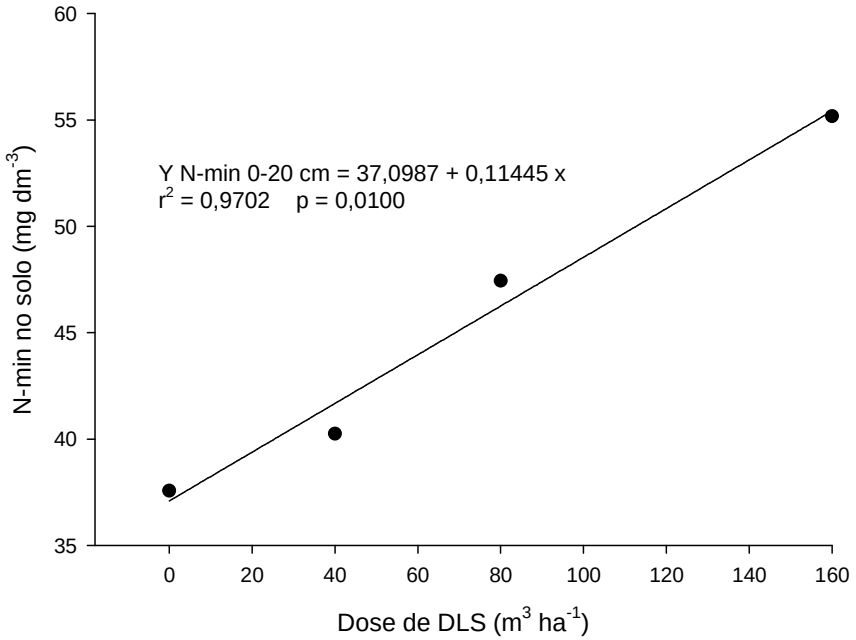


FIGURA 10 – Concentração de nitrogênio mineral no solo (N-min, mg dm^{-3}), nas doses de DLS aplicadas em Tifton 85 (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Para se verificar o acréscimo de N no solo proporcionado especificamente pelas doses de DLS, utilizou-se os dados da Figura 10.

Pela equação da referida figura, calculou-se a quantidade de N total disponibilizada no solo (0-20 cm de profundidade) em cada dose de DLS, obtendo 37, 42, 46 e 55 mg dm^{-3} de N, equivalentes a 89, 101, 110 e 132 kg ha^{-1} de N, respectivamente para as doses 0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}.

Considerando que a concentração de N-min na testemunha é oriunda da condição natural do solo, presume-se que nos tratamentos com DLS esta quantidade também esteja

presente. Portanto, para o tratamento 40 m^3 ha^{-1} de DLS, por exemplo, dos 101 kg ha^{-1} de N, contidos no solo, 89 kg são oriundos da condição natural do solo e somente 12 kg é devido à dose de DLS. Para os demais tratamentos ter-se-á, respectivamente, 21 e 43 kg ha^{-1} de N.

Convertendo os valores de N-min (mg dm^{-3}) para percentual, observa-se um acréscimo de aproximadamente 13, 24 e 50% na concentração de N-min no solo em relação à testemunha, respectivamente para as doses de 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1} de N. Estes percentuais demonstram que ao dobrar a dose de DLS, dobram-se as quantidades de nitrogênio no solo em relação à testemunha.

Uma estimativa do uso do N pelas plantas, bem como dos possíveis caminhos do N no solo (utilização pelos microorganismos ou possíveis perdas por volatilização, lixiviação, desnitrificação ou escorrimento superficial), pode ser obtida através da determinação da eficiência de utilização do nitrogênio (EUN), que expressa a quantidade de matéria seca produzida por kg de N fornecido e pela recuperação aparente do nitrogênio, que expressa o percentual de recuperação, pela planta, do N fornecido.

A EUN não necessariamente correlaciona-se com perdas, mas sim com acúmulo de N no tecido vegetal que não é transformado em tecido vegetal (consumo de luxo de N).

4.4.2 Ocorrência de perdas de N

Uma das preocupações quando aplica-se N ao solo, independente da fonte, é a possibilidade da ocorrência de perdas por lixiviação.

Considerando que os resultados observados na Figura 10, demonstram que o aumento da dose de DLS promove um aumento na concentração de N-min no solo, seria interessante verificar se este aumento promove este tipo de perda.

A metodologia empregada neste experimento permite a avaliação dentro dos limites das profundidades estudadas.

Sendo assim, observando-se a Figura 10, nota-se que as doses de DLS promoveram um incremento no N-min no solo. No entanto, a concentração de N-min diminuiu com a profundidade (Figura 11). Esta maior concentração do N-min na camada mais superficial indica que o N não apresentou tendência de deslocamento para as camadas mais profundas.

Uma diminuição nos teores de nitrogênio com o aumento da profundidade foi também constatada por Assmann (2001), Bobato (2006) e Assmann *et al.* (2007).

Com base neste raciocínio, considera-se que as possibilidades de lixiviação estejam sensivelmente reduzidas, pois a quantidade de N adicionado ao solo pelas aplicações de DLS, nas doses de MET para TMS, alcançaram 457 kg ha^{-1} de N (143 m^3 ha^{-1} x 2,03 kg de N m^{-3} de DLS + 106 m^3 ha^{-1} x 1,57 kg de N m^{-3} de DLS). Esta quantidade está dentro da dose de nitrogênio recomendada para o gênero *Cynodon*, que se encontra entre 400 e 500 kg ha^{-1} de N, (Adeli e Varco, 2001; Rocha *et al.*, 2002; Menegatti *et al.*, 2002; Adeli *et al.*, 2003 e Adeli *et al.*, 2005).

Trabalhando com profundidades maiores que o presente experimento, avaliando os teores de nitrato no solo de zero a 200 cm de profundidade, em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross, adubada com nitrogênio, Primavesi *et al.*, (2006b) concluíram que doses de até 500 kg ha^{-1} de nitrogênio, nas formas de uréia e nitrato de amônio, aplicado parcelado em cinco vezes, em solos profundos (Latossolo), não proporcionaram perdas significativas de nitrato para o lençol freático, durante o período das chuvas.

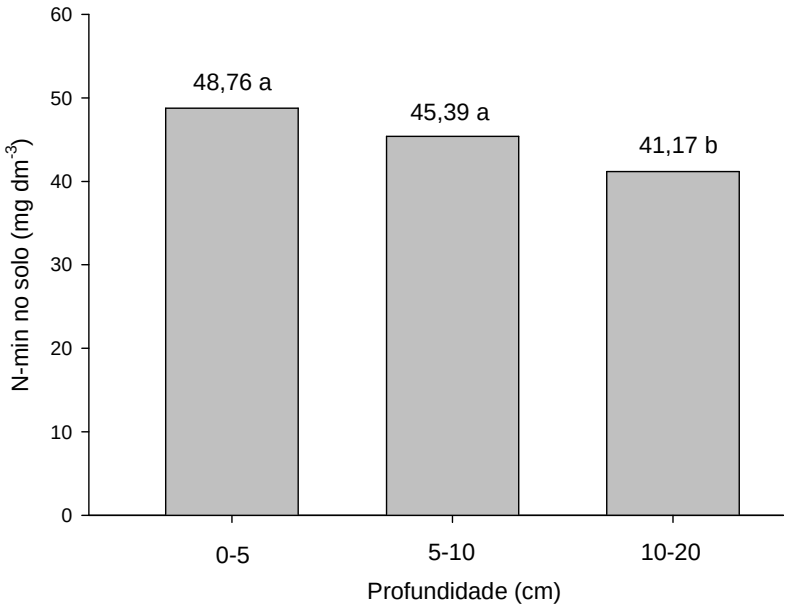


FIGURA 11 – Teste de comparação de médias (Tukey) na Concentração de nitrogênio mineral no solo (N-min, mg dm^{-3}), nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, nas doses de DLS aplicadas em Tifton 85 (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Outro fato importante a se destacar, em relação as possíveis perdas de N por lixiviação quando se aplica N em gramíneas tropicais forrageiras, é que estas espécies são excelentes extratoras de N do solo (Martha Junior, 1999; Martha Junior e Vilela, 2002; Cantarella *et al.*, 2002 e Primavesi *et al.*, 2006b), não se tornando preocupantes as perdas de N por lixiviação, quando as doses usuais aplicadas são normalmente absorvidas pelas

plantas e quando o solo é profundo ou o lençol freático não é superficial (Corsi *et al.*, 2001 e Prasersak *et al.*, 2001).

Pode-se determinar através das equações de regressão para N-min em função das doses de DLS (Figura 10), a concentração de N-min no solo na dose de DLS que promoveu a MET na TMS. Com isso, espera-se verificar as concentrações de N-min no solo na dose de DLS que melhor se ajusta para a produção de MS do Tifton 85. Considerando que a dose de DLS aplicada neste experimento deva ser a média das MET nas duas aplicações de DLS, a dose aplicada foi de 124,5 m^3 ha^{-1} (143 + 106 / 2).

Utilizando este valor como variável “x”, na respectiva equação da profundidade (Figura 10), obteve-se uma concentração de N-min, na profundidade avaliada, de 51,3 mg dm^{-3}, o que equivale a 123 kg de N ha^{-1} (densidade do solo igual a 1,2 kg dm^{-3}).

Este resultado indica que a dose de DLS que promoveu a MET para TMS, proporcionou um acúmulo de 123 kg ha^{-1} de N-min no solo. No entanto, se comparado com a concentração de N-min inicial do solo (0-20 cm), pela média das concentrações nas diferentes camadas (Tabela 1), verifica-se que existiam no solo, antes da aplicação das doses de DLS, aproximadamente 41 mg dm^{-3} de N-min, equivalentes a 98,5 kg ha^{-1}. Portanto, a dose de MET para TMS proporcionou um aumento real de aproximadamente 24,5 kg ha^{-1} de N-min no solo (10,3 mg dm^{-3}).

Este cálculo indica que a fertilidade do solo no início do experimento era elevada em N e nos demais nutrientes, como pode ser visto na Tabela 1. Tal fato sugere que as diferenças encontradas entre os tratamentos poderiam ser maiores se o presente experimento fosse realizado em solo com baixa fertilidade, proporcionando diferenças mais significativas entre as doses de DLS e a testemunha. Também é possível esperar que as concentrações de N-min no solo, nas profundidades avaliadas, apresentassem valores mais baixos do que os encontrados nas condições deste experimento, em um solo menos fértil.

A comparação das médias de concentração de N-min, nas diferentes profundidades, pelo teste de Tukey, demonstra uma redução nos teores de N-min à medida que a profundidade do solo aumenta, independente da dose de DSL aplicada, conforme pode ser visualizado na Figura 11 (48,76; 45,39 e 41,17 mg dm^{-3}).

Semelhante comportamento foi constatado por Primavesi *et al.* (2006), em um solo profundo (Latossolo), cultivado com Coastcross, onde verificaram que a lixiviação de N-min foi insignificante, tanto na testemunha como nas parcelas adubadas (zero, 125, 250, 500 kg ha^{-1} ano^{-1}). Segundo os autores, baixos teores de N-min no perfil do solo confirmam a elevada capacidade de extração de N pelas gramíneas tropicais, em virtude do seu elevado potencial de produção de matéria seca.

Os autores, também, observaram que a maior variação nos teores de nitrogênio ocorreu nas camadas superiores do solo, até 20 cm de profundidade, com tendência de movimentação do nitrogênio para profundidades abaixo de 100 cm, somente para as doses de N maiores que 500 kg ha^{-1} ano^{-1}. Portanto, segundo os autores, pode-se esperar baixo risco potencial de contaminação do lençol freático com nitrogênio em solos profundos com doses iguais ou inferiores a 500 kg ha^{-1} ano^{-1} de N em pastagens, que é o caso das doses utilizadas neste experimento. Reforçando este argumento, Corsi *et al.* (2001) comentam que a lixiviação de nitrogênio pode causar problemas em locais onde os índices pluviométricos são elevados e os solos são rasos, arenosos, com baixa capacidade de troca catiônica ou mal manejados.

Além disso, é conveniente se destacar que em solos profundos, as possibilidades do nitrogênio lixiviar e atingir o lençol freático são menores, especialmente quando cultivado por culturas perenes, exigente em nutrientes, com sistema radicular agressivo, como é o caso da maioria das pastagens tropicais perenes, em especial o Tifton 85 (Athayde *et al.*, 2007).

Segundo Bergström e Johansson (1991), a textura e o conteúdo de matéria orgânica são determinantes para a magnitude de lixiviação de N. Os autores constataram que as maiores perdas de nitrogênio por lixiviação ocorreram em solos arenosos que continham pequena quantidade de matéria orgânica. As menores perdas de N ocorreram nos solos argilosos ou nos solos arenosos ricos em matéria orgânica. O estudo citado acima reforça a idéia de que em solos profundos e com elevada concentração de matéria orgânica, como é o caso deste experimento, as possibilidades de perdas de nitrogênio por lixiviação estejam sensivelmente reduzidas.

É importante ressaltar nesta discussão o comportamento do sistema radicular destas espécies forrageiras. Estudos demonstram que é na camada de 0 a 40 cm que se encontra mais de 80% do sistema radicular ciclador de nutrientes destas gramíneas, muito embora se verifique atividade radicular até 300 cm de profundidade em solos profundos e sem limitações físicas. Esta concentração do sistema radicular mais próximo da superfície faz com que o nitrogênio seja amplamente disputado pelas raízes, diminuindo a possibilidade de escape para camadas mais profundas (Korndörfer *et al.*, 1997 e Primavesi *et al.*, 2001).

Ratificando os autores acima citados, conforme indicado pelo uso de nitrogênio marcado (N15), as perdas de N por lixiviação em diferentes profundidades do solo não são significativas em ambientes de pastagens bem manejadas, indicando perdas inferiores a 5% do nitrogênio proveniente do fertilizante, em profundidades ao redor de 30 cm (Martha Junior, 1999). Esses baixos níveis de perdas de N por lixiviação são devido ao fato de que

os solos sob pastagens, de maneira geral, são profundos e vegetados por plantas forrageiras de elevada capacidade de extração de nutrientes (Martha Junior e Vilela, 2002).

4.4.3 Comportamento do N-min no solo em relação aos cortes realizados na pastagem de Tifton 85

A análise estatística demonstrou a existência de diferença significativa na concentração de N-min no solo entre os cortes, conforme pode ser observado no Anexo 2.

Considerando que a variável corte é qualitativa, foram realizados testes de Tukey, entre as médias de N-min, para determinar as diferenças na concentração de N-min em cada corte.

As médias e o resultado do teste de Tukey encontra-se na Figura 12.

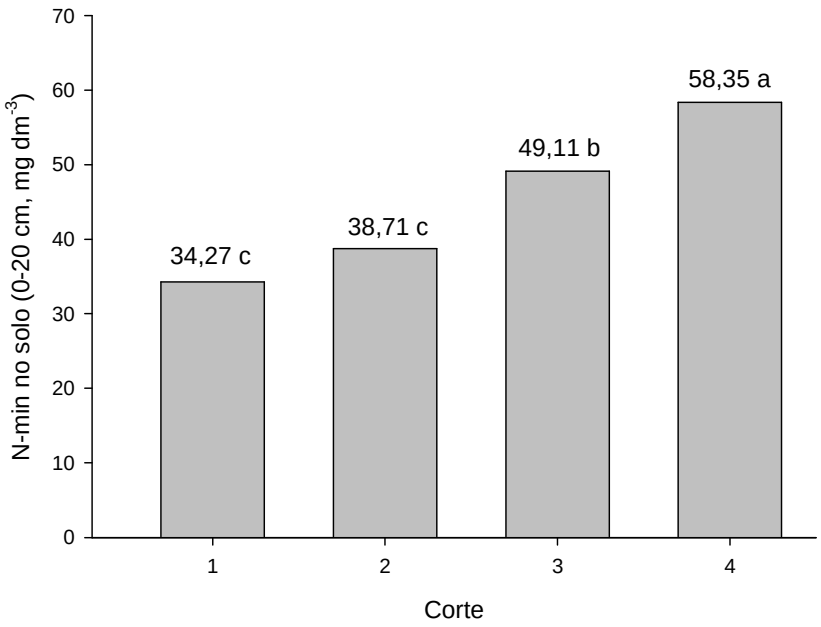


FIGURA 12 – Teste de comparação de médias (Tukey), na concentração de nitrogênio mineral no solo (N-min, mg dm^{-3}), entre os cortes (1, 2, 3 e 4), realizados em Tifton 85, adubado com diferentes doses de DLS, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Pela figura, é possível constatar que o N-min se eleva no solo do primeiro ao último corte. Este resultado indica que com o passar do tempo a concentração de N-min se eleva no solo.

Este fato se explica, primeiramente, pela concentração inicial de N no solo, que se encontrava elevada (Tabela 1), aliada as duas aplicações de DLS realizadas. Estas

situações, por si só, explicam a elevação das concentrações de N no solo. Além disso, outro fato que pode ter auxiliado neste aumento, é que a atividade microbiana aumenta durante o período de primavera/verão, onde as temperaturas são mais elevadas, propiciando a realização de intenso processo de mineralização no solo.

Segundo Serrano (1997), o processo de mineralização é influenciado, dentre outros fatores, pela temperatura e pelo conteúdo de água do meio. De modo geral, o aumento da temperatura acelera as reações químicas e o metabolismo dos microrganismos. A taxa de mineralização é alta quando a temperatura está na faixa de 30 a 35 ºC, e menor para temperaturas acima ou abaixo desses valores (Dias, 1992).

Em trabalho realizado por Rigobelo e Nahas (2004), avaliando as variações mensais no número de bactérias totais, na atividade da desidrogenase e da respiração microbiana, relacionando-as à quantidade de serapilheira depositada e aos teores de matéria orgânica e de água do solo, os autores verificaram que houve influência do clima e das variáveis do solo nas bactérias totais e na atividade microbiana. Durante o verão, foram obtidos os maiores valores de temperatura e de chuvas e, conseqüentemente, todas as variáveis estudadas apresentaram seus valores máximos neste período, e os valores mínimos, no outono-inverno.

Com base no exposto, pode-se atribuir que este aumento do nitrogênio no solo com o decorrer dos cortes, deveu-se principalmente as aplicações de DLS, que promoveram aumento na quantidade de N durante o experimento. Associado a este fato pode-se citar o aumento da taxa de mineralização (N orgânico convertido em N mineral) promovido pela atividade microbiana que se acelera no período avaliado.

Pode-se considerar, também, o processo de fixação de N pelos microorganismos do solo, os quais se apropriaram de parte do nitrogênio fornecido na primeira aplicação para o seu crescimento e, pela sua posterior morte e decomposição, este nitrogênio é liberado para o solo, evidenciando o seu incremento com o tempo. Outro fator que pode ter contribuído para este incremento é a liberação de nitrogênio contido no material senescente da planta, em especial as raízes. Segundo Deinum (1985), a variação na medida de massa seca de raízes é, normalmente, grande e varia de 20 a 50%.

Neste sentido, Duda (2000) destaca que a biomassa microbiana é de fundamental importância, tendo em vista ser um indicador sensível de variações da matéria orgânica do solo e ciclagem de nutrientes, além de ser fonte potencial de nutrientes. Assim, a biomassa microbiana é a fração ativa da matéria orgânica no solo e a determinante na dinâmica da matéria orgânica, atuando na mineralização ou na imobilização, aumentando ou reduzindo a disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Com base nos exposto acima, pode-se verificar, através da Tabela 1, que a quantidade de matéria orgânica no solo no início do experimento estava elevada, constituindo-se, portanto, em um estoque de nutrientes que foi mobilizado ao longo dos cortes pela ação dos microorganismos.

Apesar do processo de imobilização ser algumas vezes considerado negativo, em determinadas situações poderá ser favorável, visto ser um processo temporário e, portanto, consistindo em reservatório potencial de nutrientes para as plantas. Esta apropriação, por parte dos microorganismos do solo, estaria contribuindo para a redução das possíveis perdas de nitrogênio e aumentando a disponibilidade de nitrogênio no período de crescimento subseqüente (Paul e Clark, 1996).

4.5. Disponibilidade de N para a Tifton 85.

Com o intuito de verificar se a disponibilidade de nitrogênio estava adequada ao crescimento do Tifton 85, estimou-se o nível crítico de N (Nc) para a pastagem usando a fórmula proposta por Lemaire (1997).

O Nc determina a necessidade ou não de aplicação de N na cultura, ou seja, quando os níveis de nitrogênio na planta estiverem acima do valor predito pelo modelo de Lemaire, para espécies C4, não se recomendaria aplicar nitrogênio, porque a concentração de N no tecido vegetal estaria acima do recomendado. Ou seja, é uma avaliação do status de nutrição nitrogenada das plantas. Este método se baseia na concentração de N na planta onde nível crítico de nitrogênio é definido como a menor concentração de N requerida para permitir a máxima taxa de crescimento da cultura em um determinado estágio de seu crescimento.

Pela Figura 13, observa-se que em nenhum momento durante o período experimental ocorreu deficiência de N para a pastagem de Tifton 85, inclusive no tratamento testemunha.

O percentual de N na planta encontrou-se acima da linha que estima a concentração mínima de N na planta (Nc) para aquela dada taxa de acúmulo de matéria seca. Isto demonstra que as concentrações de N no solo estavam adequadas aos requerimentos da pastagem. Reforçando a observação de que a fertilidade do solo, para o caso do N, encontrava-se elevada no início do experimento.

Desse modo, constatou-se que o N não foi o nutriente limitante para o crescimento do Tifton 85, visto que a concentração do mesmo na planta encontrou-se acima das

necessidades mínimas para o crescimento satisfatório da pastagem em todo o período experimental.

Portanto, acredita-se que o fator determinante para o aumento de resposta nas variáveis avaliadas em resposta à aplicação de DLS deva estar associado à composição equilibrada, que o DLS apresenta, dos macronutrientes primários e de sua composição em outros nutrientes (micronutrientes), também necessários ao crescimento vegetativo satisfatório da referida pastagem.

Com base na Lei dos Mínimos, proposta por Liebig, pode-se afirmar que o nutriente que limitou o potencial genético da espécie forrageira no segundo e quarto cortes não foi o N, mas sim algum dos nutrientes que se encontrava disponível no DLS, mas que no solo estava limitante.

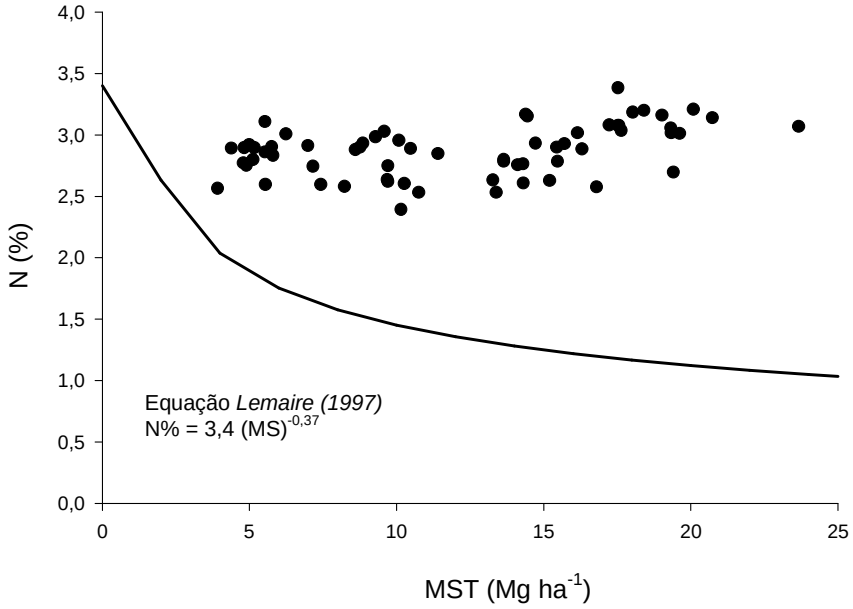


FIGURA 13 – Teor de N na parte aérea das plantas de Tifton 85, em %, em função da estimativa da quantidade de matéria seca total acumulada (EMST, Mg ha^{-1}), nos cortes realizados em Tifton 85 (C1, C2, C3 e C4), adubado com diferentes doses de DLS (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), em duas aplicações, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Esta observação induz a sugerir que o DLS seja reaplicado logo após cada corte da pastagem, visando suprir a carência deste nutriente limitante. Mas, em contrapartida, pode-se estar adicionando ao solo quantidades dos outros nutrientes (N, por exemplo) acima da capacidade da pastagem em absorvê-los e, com isso, aumentando o potencial de contaminação deste produto.

4.6 Dose de DLS a ser aplicada

Observa-se, pelo trabalho realizado, que o DLS é uma fonte bastante viável de nutrientes para as plantas, tornando-o uma excelente opção para a redução dos custos de produção (fertilizante) e de destino para este subproduto da criação de suínos, possibilitando a integração lavoura/pecuária, entendida como criação de animais domésticos. Assim sendo, um dos obstáculos para a utilização deste produto como fertilizante é a determinação da dose a ser aplicada, considerando-se que as possibilidades de perdas crescem com o aumento do N no solo e que este aumenta com o aumento da dose de DLS, como já foi demonstrado anteriormente.

No intuito de contribuir para o estudo do uso do DLS em pastagens, no que tange à dose a ser usada, é possível tecer a seguinte consideração, com base nas condições e nos dados obtidos neste experimento.

Tendo por base as doses de DLS utilizadas neste estudo, calculou-se a quantidade de N fornecida em cada dose e em cada aplicação (Tabela 3). Constatou-se que as doses variaram entre 81,2 a 324,8 kg de N ha^{-1} na aplicação um e entre 62,8 a 251,2 kg de N ha^{-1} para a aplicação dois, sendo que as doses de DLS que proporcionaram as MET para TMS do Tifton 85, nas respectivas aplicações, foram de 143 e 106 m^3 de DLS ha^{-1}, equivalente a 290 e 166,5 kg de N ha^{-1}.

Isto sugere que, nas condições deste experimento, acima destas disponibilidades de N-Min, poder-se-ia estar ultrapassando a capacidade que o Tifton 85 possui de utilizar nitrogênio para o seu desenvolvimento e, desta forma, aumentando as chances de perdas de nitrogênio nas suas diferentes vias.

Portanto, as doses a serem recomendadas para a adubação do Tifton 85 com DLS, em condições semelhantes ao presente experimento, são descritas a seguir: no início da estação de crescimento (primavera), realizar uma aplicação de um volume de DLS correspondente a aproximadamente 300 kg ha^{-1} de N. Posteriormente, realizar uma segunda aplicação, de um volume de DLS correspondente a aproximadamente 150 kg ha^{-1} de N, no início da estação de verão (janeiro).

Uma maneira de se calcular a quantidade de DLS para aplicação em pastagem de Tifton 85 seria através da disponibilidade de N no fertilizante orgânico. Determinando-se a concentração do N no DLS pode-se estipular o volume a ser aplicado, em função da dose de N sugerida neste experimento.

Considerando-se a variabilidade na composição deste tipo de fertilizante (DLS), seria necessária a análise laboratorial toda a vez que se fizesse uso. Levando-se em conta a

dificuldade do produtor em obter estas análises, e sendo eles os principais usuários desta forma de fertilizante, a Embrapa Suínos e Aves (Miranda *et al.*, 1999), divulgou uma tabela estimativa da concentração dos diferentes nutrientes em DLS, baseada na sua densidade (Anexo 8). Para isso deve-se coletar uma amostra de DLS, determinar a sua densidade e confrontar com a tabela obtendo-se a concentração em nutrientes.

Para condições semelhantes ao experimento, uma vez que se dispõe da necessidade de N para o Tifton 85 (300 e 150 kg de N ha^{-1}, respectivamente para as aplicações um e dois), bastaria verificar a concentração de nitrogênio no DLS, com o uso do densímetro e dividir a necessidade pela concentração do DLS, para se obter a dose de DLS a ser aplicada em m^3 ha^{-1}.

Apesar de ser um procedimento simples, deve-se levar em conta que somente o nitrogênio está sendo considerado, outros elementos químicos poderão estar inadequados às necessidades da planta. Mas, considerando-se que o nitrogênio é o elemento de maior influência na produtividade de gramíneas forrageira (Rocha *et al.*, 2002), passa a ser um parâmetro considerável, quando não se dispõe de outras ferramentas mais adequadas.

É importante se destacar que a dose de máxima eficiência técnica pode não coincidir com a dose econômica, em outras palavras, sempre que se recomendar o uso do DLS, deve-se considerar na determinação desta dose o custo de sua aplicação.

Neste sentido, considerando-se as doses de MET obtidas na primeira (143 m^3 ha^{-1}) e segunda (106 m^3 ha^{-1}) aplicação deste experimento, totalizaram 249 m^3 ha^{-1} de DLS, foi possível calcular o seu custo total, com base no estudo econômico de diferentes tecnologias de armazenamento, tratamento e aplicação de dejetos de suínos, desenvolvido pela Embrapa Suínos e Aves (Kuns *et al*. 2005).

Pelo referido estudo, considerando-se 2 km como a distância percorrida da esterqueira até o local da distribuição e o retorno à origem, obtivemos um custo de R$183,99 para cada 50 m^3 ha^{-1} ano^{-1} de DLS distribuídos (Tabela 11). Como a recomendação deste experimento foi de 249 m^3 ha^{-1}, o custo total orçou em R$916,00 ha^{-1} (249 m^3 ha^{-1} / 50 m^3 ha^{-1} x R$183,99).

A necessidade de fertilizante químico para se obter a mesma disponibilidade de nutrientes fornecidos pelo dejeto pode ser obtida através da Tabela 2, que determina a concentração do dejeto em nutrientes, pela multiplicação da dose de MET para produção de matéria seca pela média do nutriente nas duas aplicações. Sendo assim, foram fornecidos 448, 319 e 274 kg ha^{-1}, respectivamente de N, P_2O_5 e K_2O.

Utilizando-se como referencia o trabalho de Chaves (2008), que disponibiliza o preço histórico (janeiro de 1979 a dezembro de 2004) médio da tonelada dos insumos

nitrogenados (R$981,7), fosfatados (R$542,0) e potássicos (R$860,3) e, considerando o uso da uréia como fonte de nitrogênio (45% de N), Superfosfato Triplo como fonte de fósforo (42% P_2O_5) e como fonte de potássio o Cloreto de Potássio (60% de K_2O), foi possível estimar o custo da adubação química proporcional à adubação com dejeto.

Tabela 11 – Custo (R$)* de distribuição dos dejetos em diferentes sistemas

Distância Percorrida[1] (km)	Tipo de sistema de distribuição do DLS		
	Sólido	Bomba	Distribuidor**
	Custo (R$)		
1	130,05	23,25	127,57
2	167,55	46,50	183,99
3	205,05	69,75	242,87
4	242,55	93,00	301,74
5	280,05	116,25	360,62
6	317,55	139,50	417,04
7	355,05	162,75	475,92
8	392,55	185,99	534,79
9	430,05	209,24	593,67
10	467,55	232,49	650,09

[1] Deslocamento até o local de distribuição e retorno ao ponto de origem *referência novembro/2004
** Custo do conjunto trator/equipamento de distribuição para adubar 1 ha de lavoura com 50 m^3 DLS
Fonte: Kuns *et al*. (2005)

Para obter-se 439,80 kg de N, tendo uréia como fonte de N, ter-se-ia que aplicar 977 kg de uréia ao preço histórico médio de R$0,9817 kg^{-1}, chegar-se-ia ao custo de R$957,00 para a adubação nitrogenada.

Para a adubação fosfatada: 319 kg de P_2O_5, usando-se Superfosfato Triplo, seria necessário uma aplicação de 759,5 kg de Superfosfato Triplo, ao preço histórico médio do kg de R$0,542, ter-se-ia um custo de R$411,60.

Da mesma forma para a adubação potássica: 274 kg de K_2O, utilizando-se Cloreto de Potássio, seria necessário uma aplicação de 456,6 kg de Cloreto de Potássio, ao preço histórico médio do kg de R$0,8603, ter-se-ia um custo de R$392,80.

Portanto com a soma dos três produtos obter-se-á o custo da adubação química proporcional à adubação com dejeto, sendo este custo de R$1.761,40.

Pelo estudo, observa-se que no ano de 2004, haveria uma economia de aproximadamente R$850,00 utilizando-se como fonte de nutrientes para a pastagem de Tifton 85 o DLS, em comparação com a adubação química.

No entanto, pelo estudo da Embrapa, a distância (km) é o fator determinante para o aumento do custo de distribuição do DLS. Sendo assim, com base nos dados, até uma

distância a ser percorrida para a distribuição do DLS de 5 km (R$1.795,89 ha^{-1}), seria mais econômico utilizar o DLS em relação ao adubo químico, no ano de 2004. É conveniente destacar que nesta simulação, não se considerou o custo da distribuição do adubo químico, o que com certeza elevaria mais este valor.

Observa-se que o custo por hectare obtidos nesta simulação, tanto para o DLS como para a adubação química, certamente encontram-se acima do usual. No entanto, sua determinação baseou-se na dose que promoveu a máxima capacidade da Tifton em produzir matéria seca usando o dejeto como fertilizante (249 m^3 de DLS).

Mesmo assim, este cálculo demonstrou que o custo da adubação com DLS pode ser viável em comparação com a química, desde que a distância a ser percorrida não seja excessiva.

Uma outra possibilidade a ser considerada é um maior parcelamento da dose de DLS. Justifica-se esta afirmação pelo fato de que não se observou efeito significativo na produção de matéria seca da Tifton 85, no segundo corte subseqüente a aplicação do fertilizante (corte 2 e 4). Sendo assim, estudos com aplicações de DLS logo após o corte são importantes no auxílio na definição da dose a ser aplicada.

Outro fator a ser considerado é a concentração do dejeto. O uso de alternativas que auxiliem na redução do teor de umidade deste subproduto, com certeza o tornará ainda mais viável, bem como, reduzirá o seu potencial de contaminação, visto que a água é o meio mais propício para a contaminação do ambiente.

Neste sentido, a redução da água de limpeza, a regulagem e o tipo adequado do bebedouro, a colocação de calhas nos telhados, a cobertura da esterqueira, entre outros, são maneiras simples e de fácil execução que contribuiriam para uma maior concentração de nutrientes no dejeto, reduzindo com isso, as quantidades necessárias à fertilização da pastagem.

Ainda com base no trabalho de Kuns *et al*. (2005), o limite que pode ser aplicado por ano, no estado de Santa Catarina, é de 50 m^3 ha^{-1} de dejeto líquido de suínos. Neste sentido torna-se mais evidente a importância em reduzir-se a umidade deste material.

Utilizando-se, como comparativo, a tabela (Anexo 8) proposta pela Embrapa Suínos e Aves (Miranda *et al.*, 1999), verifica-se que ao aplicar 50 m^3 ha^{-1} de um dejeto, com um percentual de matéria seca de 0,27 (49; 26 e 37,5 kg m^3 de N, P_2O_5 e K_2O, respectivamente), as quantidades de nutrientes são bem menores do que se aplicar um dejeto com o percentual de 8,02 (310,5; 288 e 144 kg m^3 de N, P_2O_5 e K_2O, respectivamente).

Comparando-se com a MET para produção de matéria seca da Tifton 85 neste

experimento (249 m^3 ha^{-1} de DLS) e sua equivalência em nutrientes, teremos: 448, 319 e 274 kg ha^{-1}, respectivamente de N, P_2O_5 e K_2O.

Portanto, se o DLS aplicado neste experimento estivesse mais concentrado, por exemplo, com 8,0% de matéria seca, as quantidades em m^3 de DLS para atender as demandas da Tifton 85 seriam bem menores. Isso reforça que para o uso mais adequado do DLS como fertilizante, é imprescindível que se invista em tecnologias e/ou metodologias que proporcionem a redução da umidade deste subproduto, tornando-o viável economicamente e reduzindo, com isso, o seu poder de contaminação ambiental, contribuindo para a sustentabilidade das propriedades agropecuárias.

5. CONCLUSÕES

O dejeto líquido de suínos influencia positivamente a produção de matéria seca total da Tifton 85, sendo, portanto, uma alternativa para fertilização de pastagens.

A máxima eficiência técnica (24.000 kg ha^{-1} de MS) é obtida com a adição de 235 m^3 ha^{-1} de DLS, equivalente a, respectivamente, 423, 302 e 258 kg ha^{-1} de N, P_2O_5 e K_2O,

A resposta em produção de matéria seca é evidenciada no primeiro corte realizado após a aplicação do dejeto, sem efeito residual no corte subseqüente.

O dejeto líquido de suínos melhora o valor nutritivo da pastagem de Tifton 85, aumentando o teor de proteína bruta e reduzindo o teor de fibra em detergente neutro.

A eficiência de utilização do nitrogênio e a recuperação aparente do nitrogênio diminuem com o incremento da dose de DLS.

A concentração de N-min no solo aumenta com o incremento da dose de dejeto.

A concentração de N-min no solo diminui com o aumento da profundidade (0 a 20 cm).

Investir em alternativas que reduzam o conteúdo de água do DLS é muito importante para torna-lo, ainda mais viável como fonte de nutrientes e, com isso, reduzir seu potencial de contaminação ambiental.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPECS. **Anuário da suinocultura Industrial**. Disponível em: <http://www.abipecs.org.br> Acesso em 23 jan. 2007.

ACSURS. **Dados estatísticos sobre a suinocultura do RS**. Disponível em: <http//www.acsurs.com.br> Acesso em 16 dez. 2007.

ADELI, A.; VARCO, J. J. Swine Lagoon Effluent as a Source of Nitrogen and Phosphorus for Summer Forage Grasses. **Agronomy Journal**, v. 93, p. 1174-1181, 2001.

ADELI, A.; VARCO, J. J.; ROWE, D. E. Swine effluent irrigation rate and timing effects on bermudagrass growth, nitrogen and phosphorus utilization, and residual soil nitrogen. **Journal of Environmental Quality**, v. 32, p. 681–686, 2003.

ADELI, A.; VARCO, J. J.; SISTANI, K. R.; ROWE, D. E. Effects of Swine Lagoon Effluent Relative to Commercial Fertilizer Applications on Warm-Season Forage Nutritive Value. **Agronomy Journal**, v. 97, p. 408–417, 2005.

AGUIAR, A. P. A.; DRUMOND, L. C. D. Pastagens irrigadas. In: Curso de especialização em manejo de pastagem, 2002, Uberaba/MG. FAZU, p 86.

ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F.; BOTREL, M. A.; MARTINS, C. E. Resposta do coast-cross (Cynodon dactylon (L.) Pers.) a diferentes doses de nitrogênio e intervalos de cortes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 5, p. 829-836, 1998.

ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F.; VERNEQUE, R. S.; BOTREL, M. A. Resposta do tifton 85 a doses de nitrogênio e intervalos de cortes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 12, p. 2345-2352, 1999.

ARAH, J. R. M.; SMITH, K. A.; CRICHTON, J. I.; LI, H. S. Nitrous oxide production and denitrification in Scottish arable soils. **Journal of Soil Science**, v. 42, n. 3, p. 351-367, 1991.

ASSMANN, T. S. **Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio**. Curitiba, 2001. 78 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná.

ASSMANN, T. S.; ASSMANN, A. L.; SOARES, A. B.; CASSOL, L. C.; GIASSON, M. S.; GIASSON, N. F. Fixação biológica de nitrogênio por plantas de trevo (Trifolium spp) em sistema de integração lavoura-pecuária no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1435-1442, 2007.

ATHAYDE, A. A. R.; CARVALHO, R. D. C. R.; MEDEIROS, L. T.; VALERIANO, A. R.; ROCHA, G. P. D. **Gramíneas do gênero cynodon - cultivares recentes no brasil**. Lavras/MG: Editora UFLA, 2007. (Boletim Técnico 73).

AZEVÊDO, M. L. A. **Utilização de estercos de suínos "in natura" em pastagem de capim gordura (Mellinis minutiflora Beauv.)**. Viçosa, 1991. 74 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa.

BALSALOBRE, M. A. A.; SANTOS, P. M.; BARROS, A. L. M. Inovacões tecnológicas, investimentos financeiros e gestão de sistema de producão animal em pastagens. In: Simpósio sobre manejo de pastagem, 19, 2002, Piracicaba. FEALQ: ESALQ, 2002. p 1-30.

BARNABÉ, M. C.; ROSA, B.; LOPES, E. L.; ROCHA, G. P.; FREITAS, K. R.; PINHEIRO, E. D. P. PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICO- BROMATOLÓGICA DA Brachiaria brizantha CV. MARANDU ADUBADA COM DEJETOS LÍQUIDOS DE SUÍNOS1. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 3, p. 435-446, 2007.

BASSO, C. J. **Perdas de nitrogênio e fósforo com aplicação no solo de dejetos líquidos de suínos**. Santa Maria, 2003. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria.

BERGSTRÖM, L.; JOHANSSON, R. Leaching of nitrate from monolith lysimeters of different types of agricultural soils. **Journal of Environment Quality**, v. 20, p. 801-807, 1991.

BERWANGER, A. L. **Alterações e transferências de fósforo do solo para o meio aquático com o uso de dejeto de suínos**. Santa Maria, 2006. 102 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria.

BLESS, H. G.; BEINHAUER, R.; SATTELMACHER, B. Ammonia emission from slurry applied to wheat stubble and rape in North Germany. **Journal Agriculture Science**, v. 117, n. 1, p. 225-231, 1991.

BOBATO, A. **Índice nutricional do nitrogênio: uma ferramenta para o diagnóstico do estado nutricional da cultura do Milho**. Curitiba, 2006. 76 p. Dissertação (Mestrado em Solos) - Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná.

BORTOLINI, C. G. **Eficiência do método de adubação nitrogenada em pré-semeadura do milho implantado em semeadura direta após aveia preta**. Porto Alegre, 2000. 48 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BOUWEESTER, R. J. B.; VLEK, P. L. G.; STUMPE, J. M. Effect of environmental factors on ammonia volatilization from a urea-fertilized soil. **Soil Science Society of America Journal**, v. 49, n. 2, p. 376-381, 1985.

BRINK, G. E.; ROWE, D. E.; SISTANI, K. R.; ADELI, A. Bermudagrass Cultivar Response to Swine Effluent Application. **Agronomy Journal**, v. 95, p. 597–601, 2003.

BRUNET, E.; ÁVILA, A.; RIOS, C.; ALMAGUER, J. Respuesta de cuatro gramineas a la fertilizacion con nitrogen bajo condiciones de regadio. **Ciencia y Tecnica en la Agricultura. Suelos y Agroquimica.**, v. 13, n. 1, p. 43-52, 1990.

BURNS, J. C.; KING, L. D.; WESTERMAN, P. W. Long-term swine lagoon effluent applications on coastal bermudagrass: I. Yield, quality, and element removal. **Journal of Environmental Quality**, v. 19, n. 4, p. 749-756, 1990.

BURTON, G. W.; GATES, R.; HLLL, G. M. Registration of 'Tifton 85' bermudagrass. **Crop Science**, v. 33, p. 644-645, 1993.

CANTARELLA, H.; CORRÊA, L. A.; PRIMAVESI, O. Fertilidade do solo em sistemas intensivos de manejo de pastagens. In: Simpósio sobre manejo de pastagem, 19, 2002, Piracicaba. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz: ESALQ, 2002. p 99-132.

CARDOSO, E. J. B. N. Degradação de resíduos orgânicos pela microbiota do solo. In: Reunião Brasileira de Fertilidade e Nutrição de Plantas, 20, 1992, Piracicaba. Fundação Cargil: 1992. p 179-93.

CARELLI, M. R. C.; FAHL, J. I.; RAMALHO, J. D. C. Aspects of nitrogen metabolism in coffee plants. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, n. 1, p. 2006.

CARVALHO, M. M.; SARAIVA, O. F. Resposta do capim gordura (Melinis minutiflora Beauv.) a aplicação de N, em regime de cortes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 16, n. 5, p. 442-454, 1987.

CASSINI, S. T. **Ciclo do nitrogênio**. Disponível em: <http://www.google.com.br/search?hl =pt-BR&q=Cassini%2C+S.T+nitrog%C3%AAnio&btnG=Pesquisar&meta=> Acesso em 14 nov. 2007.

CASTAMANN, A. **Aplicação de dejetos líquidos de suíno na superfície e no sulco em solo cultivado com trigo**. Passo Fundo, 2005. 115 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo.

CHAMBERS, B. J.; SMITH, K. A.; PAIN, R. Strategies to encourage better use of nitrogen in animal manures. **Soil Use and Management**, v. 16, p. 157-161, 2000.

CHAVES, M. L. **Quando pensar na compra de insumos**. Disponível em: <http://www.rehagro.com.br/siterehagro/publicacao.do?cdnoticia=137> Acesso em 10 de julho. 2008.

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

CORSI, M.; MARTHA JR.; G.B.;; BASALOBRE, M. A. A. Tendências e perspectivas da produção de bovinos sob pastejo. In: 17^{o} SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 2001, Piracicaba. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz: p 3-69.

DARTORA, V.; PERDOMO, C. C.; TUMELERO, I. L. **Manejo de dejetos de suínos**. Concórdia: Embrapa-CNPSA e Emater-RS, 1998. 1-7 p.

DEINUM, B. Root mass of swards in different grazing systems. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v. 33, p. 377-384, 1985.

DIAS, L. E. B., N.F.; FRANCO, A.A. **Curso de especialização por tutoria à distância: Módulo 6 - Nitrogênio no solo**. Brasília: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior, 1992. 82 p.

DIAS, P. F.; ROCHA, G. P.; FILHO, R. R. R.; LEAL, M. A. A.; DE ALMEIDA, D. L.; SOUTO, S. M. Produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais, avaliadas no período das águas, sob diferentes doses de nitrogênio. **Ciência e agrotecnologia**, v. 24, n. 1, p. 260-261, 2000.

DRUMOND, L. C. D.; ZANINI, J. R.; AGUIAR, A. P. A.; RODRIGUES, G. P.; FERNANDES, L. T. Produção de matéria seca em pastagem de tifton 85 irrigada, com diferentes doses de dejeto líquido de suíno. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 2, p. 426-433, 2006.

DUDA, G. P. **Conteúdo de fósforo microbiano, orgânico e biodisponível em diferentes classes de solo**. Seropédica, 2000. 158 p. Tese (Doutorado) - Departamento de Ciências do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

DURIGON, R.; CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; BARCELLOS, L. R. A.; PAVINATO, P. S. Produção de forragem em pastagem natural com uso de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 4, p. 983-992, 2002.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1999. 412 p.

ERREBHI, M. E. A. Patato yield response and nitrate leaching as influenced by nitrogen management. **Agronomy Journal**, v. 90, n. 1, p. 10-15, 1998.

FAO. **Agricuture: Towards 2010**. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/v4200e/V4200E00.htm> Acesso em 2 de jan. 2008.

FELTON, G. K. Hydraulic parameter response to incorporated organic mater in the B-horizon. **Transactions of the ASAE**, v. 35, n. 4, p. 1153-1160, 1992.

FERNANDEZ, D.; PARETAS, J. J.; SOCA, M. Efecto de diferentes niveles de N en la produccion de cinco gramineas tropicales en suelo pardo tropical. **Ciencia y Técnica en la Agricultura, Pastos y Forrajes**, v. 9, n. 2, p. 27-49, 1986.

FILLERY, I. R. P.; SIMPSON, J. R.; DE DATTA, S. K. Influence of field environment and fertilizer management on ammonia loss from flooded rice. **Soil Science Society of America Journal**, v. 48, p. 914-920, 1984.

GARDNER, A. L. **Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção**. Brasília: IICA/Embrapa-CNPGL, 1986. 197p.

GONÇALVES, G. D.; SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C.; DAMASCENO, J. C.; CECATO, U.; BRANCO, A. F. Determinação do Consumo, Digestibilidade e Frações Protéicas e de Carboidratos do Feno de Tifton 85 em Diferentes Idades de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 804-813, 2003.

GRIFFITH, S. M.; OWEN, J. S.; HORWATH, W. R. Nitrogen movement and water quality at a poorly-drained agricultural and riparian site in the Pacific Northwest. **Soil Science Plant Nutrition**, v. 43, p. 1025-1030, 1997.

GUIMERÀ, J. Anomalously high nitrate concentrations in groundwater. **Groundwater**, v. 36, n. 2, p. 275-282, 1998.

HARLAN, J. R. Cynodon species and their value for grazing and hay. **Herbage Abstracts**, v. 4, n. 3, p. 233-238, 1970.

HARLAN, J. R.; WET, J. M. J. Sources of variation in Cynodon dactylon (l) Pers. **Crop Science**, v. 9, n. p. 774-778, 1969.

HARVEY, R. W.; MUELLER, J. P.; BARKER, J. A.; POORE, M. H.; ZUBLENA, J. P. Forage characteristics, steer performance, and water quality from bermudagrass pastures fertilized with two levels of nitrogen from swine lagoon effluent. **Journal of Animal Science.**, v. 74, n. 2, p. 457-464, 1996.

HILL, G. M.; GATES, R. N.; WEST, J. W.; BURTON, G. W. Tifton 85 bermudagrass utilization in beef, dairy, and hay production. In: In: Workshop sobre o potencial forrageiro do gênero cynodon, 1996, Juiz de Fora/MG. Embrapa-CNPGL, p.140-150.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/ pesquisas/default.shtm> Acesso em 20 out. 2007.

IMPITHUKSA, V.; BLUE, W. G. Fertilizer nitrogen and nitrogen-15 in three warm-season grasses grown on a Florida Spodosol. **Soil Science of Society America Journal**, v. 49, n. p. 1201-1204, 1985.

JUNIOR, A. M. P. A influência da nutrição na preservação do meio ambiente. In: Seminário Internacional de Suinocultura, 5, 2000, São Paulo/SP. EMBRAPA: Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, p 53-69.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KONZEN, E. A. Aproveitamento do adubo líquido da suinocultura na produção agropecuária. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃP E DRENAGEM, 12, 2002, Uberlândia. ABID, 2002. p 4.

KONZEN, E. A. **Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 10 p. (Circular Tecnica, 31).

KONZEN, E. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; BAHIA FILHO, A. F. C.; PEREIRA, F. A. **Manejo do esterco líquido de suínos e sua utilização na adubação do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA – CNPMS, 1997. 31 p. (Circular Técnica 25).

KORNDÖRFER, G. H.; VALLE, M. R.; MARTINS, M.; TRIVELIN, P. C. O. Aproveitamento do nitrogênio da uréia pela cana-planta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, n. 1, p. 23-26, 1997.

KUNS, A.; CHIOQUETTA, O.; MIELE, M.; GIROTTO, A. F.; SANGOI, V. **Comparativo de custos de implantação de diferentes tecnologias de armazenagem/tratamento e distribuição de dejetos de suínos**. Concórdia/SC: Embrapa Suínos e Aves, 2005. 16 p. (Circular Técnica 42).

LEMAIRE, G. **Diagnosis of the nitrogen status in crops**. Berlin: 1997. 56 p.

LEMAIRE, G.; SALETTE, J. Relation entre dynamique de croissance et dinamique de prévèlement d'azote pour un peuplement de graminées fourragères. I. Etude de l'effet du milieu. **Agronomie**, v. 4, n. p. 423-430, 1984.
LIU-FUHAN; MITCHELL, C. C.; ODOM, J. W.; HILL, D. T.; ROCHESTER, E. W. Swine lagoon effluent disposal by overland flow: effects on forage production and uptake of nitrogen and phosphorus. **Agronomy Journal**, v. 89, n. 6, p. 900-094, 1997.

MAAK, R. **Geografia física do Estado do Paraná.** Curitiba: 1968. 350 p.

MARCELINO, K. R. A.; VILELA, L.; LEITE, G. G.; GUERRA, A. F.; DIOGO, J. M. S. Manejo da Adubação Nitrogenada de Tensões Hídricas sobre a Produção de Matéria Seca e Índice de Área Foliar de Tifton 85 Cultivado no Cerrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 2, p. 268-275, 2003.

MARTHA JUNIOR, G. B. **Balanço de ^{15}N e perdas de amônia por volatilização em pastagem de capim elefante**. Piracicaba, 1999. 75 p. (Dissertação) - Universidade de Sao Paulo.

MARTHA JUNIOR, G. B. **Produção de forragem e transformações do nitrogênio do fertilizante em pastagem irrigada de capim Tânzania**. Piracicaba, 2003. 149 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

MARTHA JUNIOR, G. B.; VILELA, C. **Pastagens no Cerrado: baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes em pastagens**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2002. 32 p.

MCLAUGHLIN, M. R.; FAIRBROTHER, T. E.; ROWE, D. E. Nutrient Uptake by Warm-Season Perennial Grasses in a Swine Effluent Spray Field. **Agronomy Journal**, v. 96, n. 2, p. 484-493, 2004.

MELGAR, R.; CAMOZZI, M. E.; FIGUEROA, M. M. **Guia de Fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales**. Buenos Aires: INTA, 1999, p. 13-25.

MENEGATTI, D. P.; ROCHA, G. P.; NETO, A. E. F.; MUNIZ, J. A. Nitrogênio na produção de matéria seca, teor e rendimento de proteína bruta de três gramíneas do gênero cynodon. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 3, p. 633-642, 2002.

MINER, J. R. Alternatives to minimize the environment impact of large swine production unit. **Journal Animal Science**, v. 77, p. 440-444, 1999.

MIRANDA, C. R.; ZARDO, A. O.; GOSMANN, H. A. **Uso de dejetos de suínos na agricultura**. Concórdia/SC: Embrapa - CNPSA, 1999. 2 p.

MOAL, J. F.; MARTINEZ, J.; GUIZIOU, F.; COSTE, C. M. Ammonia volatilization following surface-applied pig and cattle slurry in France. **Journal of Agricultural Science**, v. 125, n. 2, p. 245-252, 1995.

OLIVEIRA, M. A.; PEREIRA, O. G.; GARCIA, R.; OBEID, J. A.; CECON, P. R.; DE MORAES, S. A.; DA SILVEIRA, P. R. Rendimento e Valor Nutritivo do Capim-Tifton 85 (Cynodon spp.) em Diferentes Idades de Rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1949-1960, 2000.

PACIULLI, A. S.; ROCHA, G. P.; DE ANDRADE, I. F.; MUNIZ, J. A. Rendimento de matéria seca e proteína bruta de três gramíneas forrageiras do gênero cynodon avaliadas sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e épocas de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 1, p. 278-286, 2000.

PALHARES, J. C. P.; JÚNIOR, W. B.; JACOB, A. D.; PERDOMO, C. C. **Impacto Ambiental da Concentração de Suínos na Microbacia Hidrográfica do Rio Fragosos**. Concórdia/SC: Embrapa Suínos e Aves, 2002. 8 p.

PAUL, E. A.; CLARK, F. E. **Soil microbiology and biochemistry**. California: 1996. 340 p.

PEDREIRA, C. G. S.; NUSSIO, L. G.; SILVA, S. C. Condições edafo-climáticas para produção de cynodon spp. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 15, 1998, Piracicaba. FEALQ: ESALQ, 1998. 296 p.

PERDOMO, C. C. **Sugestões para o manejo, tratamento e utilização de dejetos suínos**. Concórdia/SC: Embrapa Suínos e Aves, 1999.

PERDOMO, C. C. **Alternativas para o manejo e tratamento dos dejetos de suínos**. 2001. 16-26 p.

PRASERSAK, P.; FRENEY, J. R.; DENMEAD, O. T. Significance of gaseous nitrogen loss from a tropical dairy pasture fertilized with urea. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 41, n. p. 625-632, 2001.

PRIMAVESI; FREITAS, A. R.; PRIMAVESI, A. C. P. A. **Qualidade ambiental em sistemas intensivos de produçào de bovinos de leite, na microbacia do ribeirão Canchim: indicadores, manejo e problemas.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. 70 p.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; CANTARELLA, H.; DA SILVA, A. G.; DE FREITAS, A. R.; L.J., V. Adubação Nitrogenada em Capim-Coastcross: Efeitos na Extração de Nutrientes e Recuperação Aparente do Nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 68-78, 2004.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; DA SILVA, A. G.; CANTARELLA, H. Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 562-568, 2006.

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C.; CORRÊA, L. A.; SILVA, A. G.; CANTARELLA, H. Lixiviação de nitrato em pastagem de coastcross adubada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 683-690, 2006.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, 1991. 341 p.

RIGOBELO, E. C.; NAHAS, E. Flutuação sazonal da comunidade bacteriana e da atividade microbiana em solos sob eucalipto e pinus. **Scientia Agricola**, v. 61, n. 1, p. 88-93, 2004.

ROCHA, G. P.; EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. Nitrogênio na produção de matéria seca, teor e rendimento de proteína bruta de gramíneas tropicais. **Pasturas Tropicales**, v. 22, n. 1, 2000.

ROCHA, G. P.; EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A.; ROSA, B. Adubação nitrogenada em gramíneas do gênero cynodon. **Ciência Animal Brasileira**, v. 3, n. 1, p. 1-9, 2002.

ROLIN, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente Excel™ para os cálculos de balanços hídricos normal, seqüencial de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.

ROPPA, L. **A globalização e as perspectivas da produção de suínos no continente sul-americano**. Disponível em: <http://www.acsurs.com.br/index_conteudo.asp?cod=1366> Acesso em 20 out. 2007.

ROSA, B. B., F.H.G.A.; SILVA, L.T. Utilização de dejetos líquidos de suínos como fonte de NPK para o capim braquiarão (Brachiaria brizantha cv. Marandu). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002, Recife/PE. p 39.

SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C. Lixiviação de nitrogênio afetada pela forma de aplicação da uréia e manejo dos restos culturais de aveia em dois solos com texturas contrastantes. **Ciência Rural**, v. 33, n. 1, 2003.

SCHERER, E. E. **Aproveitamento do esterco de suínos como fertilizante. In: Curso de capacitação em práticas ambientais sustentáveis: treinamentos**. Concórdia: Embrapa Suinos e Aves, 2002, p. 91-101.

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

SCHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T. Aproveitamento dos dejetos de suínos como fertilizante. In: Dia de campo sobre manejo e utilização de dejetos de suínos, 1, 1994, Concórdia. Embrapa Suínos e Aves: EPAGRI/FATMA, 1994. p 33-37.

SCHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T.; DIAS, L. F. X. Potencial fertilizante do esterco líquido de suínos da região Oeste Catarinense. **Agropecuária Catarinense**, v. 8, p. 35-39, 1995.

SEGANFREDO, M. A. **Análise dos riscos de poluição do ambiente, quando se usa dejetos de suínos como adubo do solo**. Concórdia/SC: Embrapa Suínos e Aves, 2000, p. 1-3.

SEGANFREDO, M. A. **A adubação com dejetos de suínos melhora ou polui o solo?** Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_artigos/artigos_j7q80o9t.html]> Acesso em 23 de jul. 2007.

SERRANO, M. I. P. **Mineralização, absorção e lixiviação de nitrogênio em povoamentos de Eucalyptus grands sob cultivo mínimo e intensivo do solo**. Piracicaba, 1997. 86 p. (Dissertação de Mestrado) - ESALQ.

SOLLENBERGER, L. E.; PEDREIRA, C. G. S.; MISLEVY, P.; ANDRADE, I. F. New Cynodon forages for the subtropics and tropics. In: Internacional Conf. Livestock in the tropics, 1995, Proceedings Gainesville. University of Florida: p 22-26.

SOMMER, S. G.; FRIIS, E.; BACH, A.; SCHJORRING, J. K. Ammonia volatilization from pig slurry applied with trail hoses or broadspread to winter wheat: effects of crop developmental stage, microclimate, and leaf ammonia absorption. **Journal of Environmental Quality**, v. 26, n. 4, p. 1153-1160, 1997.

STEVENSON, F. J. **Cycles of soil carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients**. 1986. 380 p.

SUBAIR, S.; FYLES, J. W.; O'HALLORAN, I. P. Ammonia volatilization fom liquid hog manure amended with paper products in the laboratory. **Journal of Environmental Quality**, v. 28, n. 1, p. 202-207, 1999.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto alegre: 2004. 719 p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BARY, A. I.; FRANSEN, S. C. **Análise de solo, plantas e outros materiais.** Porto Alegre/RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

TESTA, V. M.; NADAL, R. D.; MIOR, L. C.; BALDISSERA, L. T.; CORTINA, N. O. **O desenvolvimento sustentável do Oeste Catarinense. (Proposta para discussão)**. Florianópolis: EPAGRI, 1996. 247 p.

THOMPSON, R. B.; PAIN, B. F.; REES, Y. J. Ammonia volatilization from cattle slurry following surface application to grassland. **Plant and Soil**, v. 125, n. 1, p. 119-128, 1990.

VICENTE-CHANDLER, J. Intensive Management in Puerto Rico. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 2, n. 2, p. 173-215, 1973.

WHITEHEAD, D. C. **Grassland Nitrogen**. Wallingford: 1995. 397 p.

7 ANEXOS

ANEXO 1 - Quadrado médio das fontes de variação para as variáveis dependentes: taxa de acúmulo de matéria seca (TMS), estimativa da produção de matéria seca durante o período experimental (EMST), proteína bruta (PB), nitrogênio (N) e fibra em detergente neutro (FDN), do Tifton 85 adubado com diferentes doses de dejeto líquido de suínos (DLS), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Causas de variação	Quadrado médio											
	TMS (kg ha^{-1} dia^{-1})		EMST (kg ha^{-1})		PB (%)		FDN (%)		N (%)	
Bloco	2338,99	ns	2.864.690,0	ns	2,99	*	11,73	*	0,077	*
Dose	4246,74	*	6.360.760,0	*	10,96	*	71,58	*	0,281	*
Bloco x Dose	698,59	*	1.007.500,0	*	0,54	*	1,98	*	0,014	*
Corte	16747,28	*	28.559.700,0	*	13,51	*	37,03	*	0,348	*
Dose x Corte	**839,88**	*	**1.222.740,0**	*	**0,51**	*	**7,97**	*	**0,013**	*
Bloco x Corte	247,97	ns	261.255,0	ns	0,35	ns	0,63	ns	0,009	ns
Erro	162,40		179.899,0		0,17		0,86		0,004	
Média	140,18		5.415,58		18,01		65,18		2,88	

*: significativo a 5% ns: não significativo

ANEXO 2 – Quadrado médio das fontes de variância para a variável dependente nitrogênio mineral no solo (N-min), em Tifton 85 adubado com diferentes doses de dejeto líquido de suínos (DLS), UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Causas de variação	Quadrado médio	
Bloco	3.011,22	
Dose	**2.993,53**	*
Corte	**5.600,25**	*
Dose x Corte	142,094	ns
Profundidade	**924,603**	*
Dose x Profundidade	71,3247	ns
Corte x profundidade	139,789	ns
Dose x corte x profundidade	63,8233	ns
Erro	100,813	
Média	45,11	

ANEXO 3 – Equações de regressão, coeficiente de determinação (r^2) e probabilidade (P) das variáveis: taxa de acúmulo de matéria seca (TMS), estimativa da produção de matéria seca total durante o período experimental (EMST), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), nitrogênio (N) e concentração de nitrogênio mineral no solo, na profundidade de 0 a 20 cm, nos quatro cortes (C1, C2, C3 e C4), do Tifton 85 adubado com diferentes doses de dejeto líquido de suínos (DLS; 0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), em duas aplicações, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Variável	Equação de regressão	r^2	P
TMS C1	$Y = 138,0042 + 0,9628\ x - 0,00336\ x^2$	0,5417	0,0025
TMS C2	Média = 132,70	-	-
TMS C3	$Y = 112,9535 + 1,2377\ x - 0,00581\ x^2$	0,5941	0,011
TMS C4	Média = 100,11	-	-
EMST C1	$Y = 5.106,13 + 35,6280\ x – 0,1245\ x^2$	0,5816	0,0014
EMST C2	Média = 5.573,25	-	-
EMST C3	$Y = 4.518,05 + 49,5130\ x – 0,2325\ x^2$	0,6345	0,0006
EMST C4	Média = 3.503,69	-	-
PB C1	$Y = 17,1462 + 0,2058\ X - 0,00008\ X^2$	0,3054	0,0369
PB C2	$Y = 15,9176 + 0,0268\ X - 0,00006\ X^2$	0,6270	0,0006
PB C3	$Y = 16,65 + 0,0136\ x$	0,5001	0,0013
PB C4	$Y = 18,68 + 0,0093\ x$	0,4719	0,0020
FDN C1	$Y = 66,4262 - 0,0562\ X + 0,00023\ X^2$	0,2792	0,0470
FDN C2	$Y = 70,0553 - 0,1025\ X + 0,00038\ X^2$	0,7216	0,0001
FDN C3	$Y = 68,11 – 0,0195\ x$	0,6765	0,0001
FDN C4	$Y = 66,57 – 0,0454\ x$	0,8117	0,0001
N C1	$Y = 2,7408 + 0,0033\ x – 0,00001\ x^2$	0,3043	0,0373
N C2	$Y = 2,5455 + 0,0043\ x – 0,00001\ x^2$	0,6255	0,0007
N C3	$Y = 2,6639 + 0,0022\ x$	0,4998	0,0013
N C4	$Y = 2,9894 + 0,0015\ x$	0,4719	0,0020
N-min (0-20)	$Y = 37,0987 + 0,11445\ x$	0,9702	0,0100

ANEXO 4 - Detalhes da aplicação do DLS

DLS sendo retirado da esterqueira

Aplicação do DLS

Vista de um dos blocos experimentais durante a aplicação do DLS

Vista de um dos tratamentos após a aplicação do DLS

ANEXO 5 - Detalhes do corte da pastagem

Verificação da altura da pastagem

Colocação do estratificador no local de corte

Realização do corte

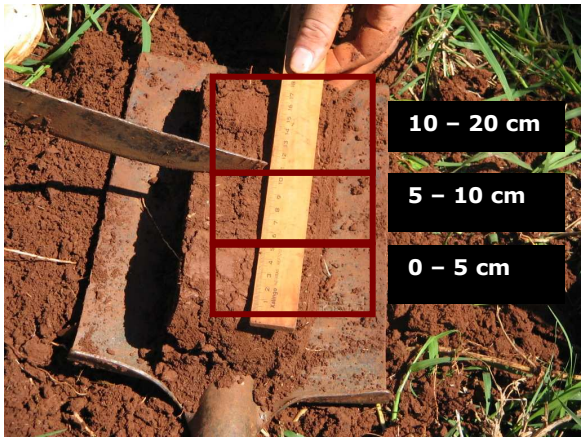
Parcela após o corte

ANEXO 6 - Detalhes da coleta de solos

Retirada do material da superfície

Retirada da amostra de solo

Preparo da fatia de solo para a separação das porções referentes a cada profundidade



Marcação na fatia de solo do local de corte nas diferentes profundidades

Corte das fatias

Separação das fatias nos respectivos sacos plásticos identificados

Identificação das amostras

Transporte das amostras, do campo para o laboratório, em embalagem térmica. No laboratório as amostras foram colocadas em freezer (congeladas), para posterior análise.

ANEXO 7 – Data da realização dos cortes (C1, C2, C3 e C4), em Tifton 85, adubado com diferentes doses de DLS (0, 40, 80 e 160 m^3 ha^{-1}), em duas aplicações, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2005/2006.

Dose (m^3)	Data do corte			
	Aplicação 1		Aplicação 2	
	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4
0	24/11/2005	05/01/2006	14/02/2006	21/03/2006
40	16/11/2005	19/12/2005	10/02/2006	21/03/2006
80	16/11/2005	14/12/2005	08/02/2006	14/03/2006
160	16/11/2005	14/12/2005	06/02/2006	13/03/2006

ANEXO 8 – Tabela para conversão de dejetos de suínos

Densidade (Kg/m^3)	MS (%)	N (Kg/m^3)	P_2O_5 (Kg/m^3)	K_2O (Kg/m^3)	Quantidade de Dejetos a aplicar para lavoura de milho (m^3/ha)			
					De 50 a 100 sacos/ha		Mais de 100 sacos/ha	
					M.O. 2,6 a 3,5%	M.O. 3,6 a 4,5%	M.O. 2,6 a 3,5%	M.O. 3,6 a 4,5%
1.002	–	0,68	0,22	0,63	162	132	206	176
1.004	0,27	0,98	0,52	0,75	112	92	143	122
1.006	0,72	1,29	0,83	0,88	85	70	109	93
1.008	1,17	1,60	1,14	1,00	69	56	88	75
1.010	1,63	1,91	1,45	1,13	58	47	73	63
1.012	2,09	2,12	1,75	1,25	52	42	66	57
1.014	2,54	2,52	2,06	1,38	44	36	56	48
1.016	3,00	2,83	2,37	1,50	39	32	49	42
1.018	3,46	3,13	2,68	1,63	35	29	45	38
1.020	3,91	3,44	2,99	1,75	32	26	41	35
1.022	4,37	3,75	3,29	1,88	29	24	37	32
1.024	4,82	4,06	3,60	2,00	27	22	34	30
1.026	5,28	4,36	3,91	2,13	25	21	32	28
1.028	5,74	4,67	4,22	2,25	24	19	30	26
1.030	6,19	4,98	4,53	2,38	22	18	28	24
1.032	6,65	5,28	4,84	2,50	21	17	27	23
1.034	7,10	5,59	5,14	2,63	20	16	25	21
1.036	7,56	5,90	5,45	2,75	19	15	24	20
1.038	8,02	6,21	5,76	2,88	18	14	23	19

Fonte Miranda et al., 1999