



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS PATO BRANCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



PAULO FERNANDO ADAMI

**PRODUÇÃO, QUALIDADE E DECOMPOSIÇÃO DE PAPUÃ SOB
INTENSIDADES DE PASTEJO E NÍVEIS DE NITROGÊNIO**

PATO BRANCO

2009

PAULO FERNANDO ADAMI

**PRODUÇÃO, QUALIDADE E DECOMPOSIÇÃO DE PAPUÃ SOB
INTENSIDADES DE PASTEJO E NÍVEIS DE NITROGÊNIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus Pato Branco*, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração: Produção vegetal.

Orientador: Dr. André Brugnara Soares

PATO BRANCO

2009

Ficha catalográfica elaborado por Elda Lopes CRB9/1295

A198d

Adami, Paulo Fernando

Produção, qualidade e decomposição de papuã sob intensidades de pastejo e níveis de nitrogênio / Paulo Fernando Adami.

Pato Branco. UTFPR, 2009

98 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. André Brugnara Soares

Co-orientador: Prof. Dr. Wagner Paris

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco, 2009.

Bibliografia: f. 67 - 79

1. Produção de forragem. 2. Carga animal. 3. Taxa de decomposição. I. Soares, André Brugnara, orient. II. Paris, Wagner, co-orient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDD: 630

CDD: 633.2



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Pato Branco
Gerência de Ensino e Pesquisa
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação nº 013

Produção, qualidade e decomposição de papuã sob intensidades de pastejo e níveis de nitrogênio

por

Paulo Fernando Adami

Dissertação apresentada às quatorze horas do dia três de março de dois mil e nove, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM AGRONOMIA, Linha de Pesquisa – Integração Lavoura-Pecuária, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Pato Branco. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho. *aprovado*.....

Banca examinadora:




Dr. Sebastião Brasil Campos Lustosa
UNICENTRO



Dra. Tangriani Simioni Assmann
UTFPR

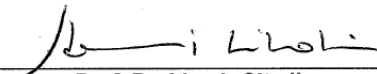


Dr. Luís César Cassol
UTFPR



Dr. André Brugnara Soares
UTFPR
Orientador

Visto da Coordenação:



Prof. Dr. Idemir Citadin
Coordenador do PPGA

AGRADECIMENTOS

Agradeço à UTFPR por disponibilizar excelentes professores, ensino gratuito e de qualidade.

Ao meu orientador, professor Dr. André Brugnara Soares, primeiro por me incentivar a seguir nesta jornada de estudo e pesquisa e segundo por me ajudar na elaboração e no desenvolvimento deste projeto, sendo acima de tudo um grande amigo.

À professora Dr. Tangriani Simioni Assmann pela ajuda na interpretação dos dados e alegria contagiante. À minha família que sempre me apoiou nas decisões tomadas, muito obrigado pelo incentivo.

Obrigado a todos os meus colegas que de uma forma ou outra me ajudaram ao longo desta caminhada, em especial ao Laércio Ricardo Sartor, Francisco Migliorini, Christiano S. Pitta, Lidiane Fonseca.

Aos funcionários do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, em especial ao Rosoni pela ajuda na “lida com os animais” e ao pesquisador Dr. Alceu Assmann pelo suporte no desenvolvimento do experimento.

As meninas do laboratório de solos pela ajuda nas análises de tecido vegetal.

A CAPES pelo apoio financeiro concedido e indiretamente a todos os brasileiros que pagam seus impostos e permitem a disponibilização deste recurso.

A todos meus amigos que de forma direta ou indireta auxiliaram na execução desta obra.

E finalmente a minha esposa Márcia. Obrigado por ser tão especial.

RESUMO

ADAMI, Paulo Fernando. Produção, qualidade e decomposição de papuã sob intensidades de pastejo e níveis de nitrogênio. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2009.

A intensidade de pastejo e os níveis de nitrogênio atuam de forma decisiva no sucesso do sistema solo-planta-animal por influenciar diretamente a produção vegetal, animal e na ciclagem dos nutrientes no sistema. Entender como essas relações ocorrem auxilia na tomada de decisões a respeito do manejo a ser adotado a fim de otimizar o uso dos recursos naturais. Neste sentido, foi desenvolvido um experimento na área do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) na unidade experimental de Pato Branco, com objetivo de avaliar a dinâmica de uma pastagem de *Brachiaria plantaginea*. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com seis tratamentos e duas repetições. Foram compostos por três níveis de adubação nitrogenada (0, 200 e 400 kg de N.ha⁻¹ na forma de uréia) e duas intensidades de pastejo, preconizadas em 1.500 e 3.000 kg de MS.ha⁻¹, respectivamente para a massa baixa (MB) e massa alta (MA). Foram utilizados caprinos meio sangue Boer com cinco meses de idade e peso médio de 21 kg para ajuste das massas de forragem preconizadas, em pastejo com lotação contínua e carga animal variável. A massa de forragem real, a altura média das plantas e a carga animal nas diferentes intensidades de pastejo foram de 2567 e 3862 kg de MS. ha⁻¹, 23,6 e 31,2 cm e 2.804 e 2.089 kg de PV.ha⁻¹ respectivamente para a MB e MA, sendo que todos os parâmetros diferiram entre si (P<0,05). A TA apresentou valores de 100, 147 e 132 kg de MS.ha⁻¹.dia⁻¹, e a produção total foi de 13.659, 19.834 e 17.820 kg de MS.ha⁻¹, respectivamente para as níveis de 0, 200 e 400 kg de N.ha⁻¹. A taxa de decomposição da MS do resíduo vegetal foi superior ao esterco animal e os dados das constantes de decomposição (*ka* e *kb*) demonstram uma forte tendência a aumentar linearmente com o aumento dos níveis de N para ambos os resíduos. Após 236 dias de deposição a campo, a MS remanescente média nas diferentes intensidades de pastejo e níveis de N ficaram entre 20% a 30% para o resíduo vegetal e entre 30 a 50% para o resíduo animal.

Palavras-chave: *Brachiaria plantaginea*, constantes de decomposição, esterco animal, valor nutritivo, relação folha/colmo.

ABSTRACT

ADAMI, Paulo Fernando. Production, quality and decomposition of papuã under grazing intensities and nitrogen levels. 98 f. Dissertation (Master's in Agronomy) – Program of post graduation in Agronomy (Field of study: Vegetable Production), Federal Technologic University of Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2009.

Grazing intensity and nitrogen fertilization levels have a major influence over the success of the soil-plant-animal system once they influence directly the vegetable and animal production and also the nutrient cycling. Understand how this factors are related help making the decision about the management to be used to improve the use of natural resources. Following this idea, an experiment was developed at the Agronomist institute of Paraná (IAPAR), experimental unit of Pato Branco with the aim to evaluate the influence of different management over the dynamic of *Brachiaria plantaginea* forage. The experiment was laid out as random block design with six treatments and two replications. Treatments consisted of a combination of two factors (3 x 2). The factor A refers to the levels of nitrogen (0, 200 and 400 kg of N.ha⁻¹ using urea) and factor D refers to the grazing intensities being the low forage mass (LM) wanted in 1.500 kg of DM.ha⁻¹ and the high forage mass (HM) in 3.000 kg of DM.ha⁻¹ with a continuous stocking rate. Were used goats half blood Boer with five months old and average life weight of 21 kg to adjust the wanted forage mass. The real forage mass, the average plant height and the animal livestock at the different grazing intensities were 2.567 and 3.862 kg.ha⁻¹ of DM; 23.6 e 31.2cm and 2.804 and 2.089 kg of LW.ha⁻¹ to the LM and HM respectively. The FA showed data of 100, 147 and 132 kg of DM.ha⁻¹.day⁻¹, and the total production was 13.659, 19.834 and 17.820 kg of DM.ha⁻¹ respectively to the 0, 200 and 400 kg of N.ha⁻¹. The vegetable dry matter decomposition rate was higher than the animal manure and the constant of decomposition showed a tendency to increase as the level of N increase to both residues. After 236 days in the field, the average dry matter amount left behind in the bags at the different grazing intensities and nitrogen levels were between 20 and 30% to the vegetable residue and between 30 and 50% to the animal residue.

Keywords: *Brachiaria plantaginea*, decay constants, animal dung, nutritive value, leaf/stem relation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Dados meteorológicos observados durante o período experimental (2007/2008). Fonte: Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR, 2008).29
- Figura 2.** Porcentagem de matéria seca remanescente de resíduo vegetal e animal nas diferentes intensidades de pastejo e níveis de nitrogênio no decorrer dos períodos de avaliação. Barras não coincidente diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância, entre os materiais (Planta e Esterco) e dentro dos períodos de avaliação. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008. 53
- Figura 3.** Porcentagem de matéria seca remanescente do resíduo vegetal e animal nas diferentes intensidades de pastejo no decorrer dos períodos de avaliação em função dos diferentes níveis de nitrogênio. Baras não coincidentes diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância entre as intensidade de pastejo (MA e MB) e dentro dos períodos de avaliação. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.....58
- Figura 4.** Porcentagem de matéria seca remanescente do resíduo vegetal e animal nos diferentes níveis de nitrogênio no decorrer dos períodos de avaliação em função das diferentes intensidades de pastejo (MA e MB). Médias diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância. Campus Pato Branco, 2008.61

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 20 cm antes da instalação do experimento. UTFPR, Campus de Pato Branco.....31
- Tabela 2** – Atributos químicos do solo, micronutrientes, nitrato, amônio e CTC, na profundidade de 0 a 20 cm antes da instalação do experimento (12/11/2007). UTFPR, Campus de Pato Branco.31
- Tabela 3.** Valores de massa de forragem (kg de MS.ha⁻¹) de *Brachiaria plantaginea* em função dos níveis de nitrogênio (0, 200 e 400 kg de N.ha⁻¹) e intensidades de pastejo nos diferentes períodos de avaliação no período experimental de 12/12/2007 até 01/04/2008. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.39
- Tabela 4.** Produção de forragem (kg de MS.ha⁻¹) de *Brachiaria plantaginea* nas diferentes intensidades de pastejo (MA e MB) em função dos níveis de nitrogênio (0, 200 e 400 kg de N.ha⁻¹) e dos períodos de avaliação. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.....41
- Tabela 5.** Conteúdo de NDT, FDN, FDA, PB, K, P e Ca, em % da MS de *Brachiaria plantaginea* em função do nível de N, das intensidades de pastejo e dos períodos de avaliação, da simulação de pastejo. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.43
- Tabela 6.** Carga animal (kg de PV.ha⁻¹) nas diferentes intensidade de pastejo (MA e MB) em função dos níveis de nitrogênio (0, 200 e 400 kg N.ha⁻¹) e dos períodos de avaliação de uma pastagem de *Brachiaria plantaginea*. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.....46
- Tabela 7.** Relação folha:colmo da *Brachiaria plantaginea* nas datas de avaliação e nos diferentes níveis de adubação nitrogenada (0, 200 e 400 kg N/ha⁻¹) em função das diferentes intensidades de pastejo (MA e MB). UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.49
- Tabela 8.** Valores de altura de plantas (cm) de *Brachiaria plantaginea* nas intensidades de pastejo (MA e MB) e nos níveis de nitrogênio (0, 200 e 400 kg N.ha⁻¹) em função das diferentes datas de avaliação. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.50
- Tabela. 9.** Parâmetros do modelo exponencial simples e duplo ajustados aos valores medidos da matéria seca remanescente de *Brachiaria plantaginea* e do esterco de caprinos, constantes de decomposição (*ka* e *kb*), tempo de meia vida (*t*^{1/2}) de cada compartimento nos diferentes níveis de N (0, 200 e 400 kg de N.ha⁻¹) e intensidades de pastejo (MA e MB) e valores de R². UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.....56
- Tabela 10.** Equações referentes à taxa de decomposição da matéria seca da *Brachiaria plantaginea* e dos dejetos dos caprinos nas diferentes intensidades de pastejo e níveis de nitrogênio e coeficiente de determinação ajustado (R²) em função dos diferentes níveis de N e intensidades de pastejo utilizadas. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.59

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
2. REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1 Integração lavoura – pecuária (ILP)	6
2.2 Ciclagem de nutrientes na integração lavoura – pecuária.....	7
2.3 Influência do animal na ciclagem de nutrientes.....	11
2.4 Manejo de pastagem.....	16
2.4.1 Intensidade de pastejo	16
2.4.1.1 Intensidade de pastejo e produção vegetal	17
2.4.1.2 Intensidade de pastejo e produção animal	18
2.4.2 Adubação Nitrogenada.....	20
2.4.2.1 Adubação nitrogenada e produção vegetal	21
2.4.2.2 Adubação nitrogenada e valor nutritivo	22
2.4.2.3 Adubação nitrogenada e produção animal	24
2.5 Estrutura da Pastagem.....	24
2.6 Papuã.....	27
2.7 Espécie animal	28
3 MATERIAIS E MÉTODOS	29
3.1 Caracterização do Local.....	29
3.2 Área experimental	30
3.3 Duração do experimento	30
3.4 Adubação da Área.....	30
3.5 Estabelecimento da pastagem	31
3.6 Tratamentos e delineamento experimental	32
3.7 Variáveis estudadas	32
3.7.1 Taxa de acúmulo.....	33
3.7.2 Estimativa da massa de Forragem	33
3.7.3 Valor nutritivo da pastagem.....	34
3.7.4 Avaliação da Carga animal.....	34
3.7.5 Estrutura da Pastagem.....	35
3.7.6 Taxa de decomposição da matéria seca do resíduo vegetal e animal	36
3.8 Análise estatística	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	38

4.1 Massa de forragem	38
4.2 Produção de forragem.....	40
4.3 Valor nutritivo da pastagem.....	43
4.4 Carga animal	45
4.5 Estrutura da pastagem	49
4.5.1 Relação folha:colmo (F:C).....	49
4.5.2 Altura de plantas	50
4.6 Taxa de decomposição da matéria seca dos resíduos	52
5 Conclusões	64
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
7 REFERÊNCIAS.....	67
APÊNDICES	80
ANEXOS	89

1 INTRODUÇÃO

O manejo da propriedade agrícola envolve uma série de decisões, cujo objetivo final é obter, de forma sustentável e ambientalmente correta, o melhor resultado econômico possível. Entretanto, para tal, é importante que o manejo seja realizado de forma a integrar e considerar todos os fatores relacionados a este objetivo final, ou seja, parâmetros de solo, da planta e dos animais, especialmente em sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP).

Dentre as opções de atividades e cultivos, a integração lavoura-pecuária se destaca por agregar diferentes fontes de renda e maior estabilidade a propriedade. Dentro deste sistema, o cultivo de espécies anuais de verão para terminação ou manutenção dos animais pode representar uma boa opção de rentabilidade. Entre as espécies utilizadas, o sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) e o milheto (*Penisetum americanum*) são as mais comuns, implantados após a dessecação de áreas utilizadas no inverno para cobertura de solo ou produção animal, comumente com aveia (*Avena sativa*) e azevém (*Lolium multiflorum*). Além dessas espécies, tem-se ainda o papuã (*Brachiaria plantaginea*), espécie de ressemeadura natural presente no banco de sementes dos solos que emerge a partir do início da primavera e é dessecado constantemente, por ser considerado uma espécie invasora, quando poderia ser utilizado como espécie forrageira.

Apesar de amplamente disseminada, são poucos os trabalhos que avaliaram o comportamento desta espécie, sendo que a maioria destes refere-se ao papuã como planta daninha e não como uma possível opção de planta forrageira. Diante disso se faz necessário conhecer melhor esta espécie, já que a mesma apresenta alta capacidade de competição (água, luz e nutrientes), o que pode se refletir em alta produção vegetal e excelente potencial para produção animal (Aita, 1995).

Ainda, ao considerarmos que o conceito de planta daninha baseia-se nos princípios da indesejabilidade em relação ao homem (Shaw, 1982), pode-se então, dependendo do sistema adotado, classificar o papuã como uma planta desejável e não danosa. Embasado em dados de pesquisa, talvez esta espécie passe a ter a mesma conotativa dada ao azevém, que apesar de ser considerado uma planta daninha ao trigo, é bem aceito e cultivado no sistema de ILP.

Após definida a espécie a ser utilizada, o manejo a ser adotado é o parâmetro mais importante do sistema de produção. Dentre os parâmetros passíveis de serem manejados a intensidade de pastejo e a adubação nitrogenada são fatores chaves para o sucesso da atividade.

A intensidade de pastejo é o principal fator condicionante das produções primária e secundária por estar diretamente relacionada com os componentes do sistema produtivo. O nitrogênio é o elemento que mais limita a produção de espécies forrageiras tropicais, capaz de alterar fatores como: a qualidade nutricional e a produção total da pastagem, bem como a sua distribuição ao longo do ciclo proporcionando um aumento na capacidade de suporte, aumentando a produção animal individual e por área, sendo que a magnitude da sua importância varia conforme os níveis utilizados. Por outro lado, o nitrogênio, além de ser um insumo de alto custo para o produtor, é causador de problemas ambientais quando trabalhado de forma errônea.

Conclui-se, portanto, que estes dois parâmetros influenciam a sustentabilidade econômica, ambiental e social das propriedades por afetar a produção vegetal, animal (individual e por área), a ciclagem de nutrientes, a fertilidade do solo, as perdas de nutrientes dentre outros fatores que são responsáveis pela viabilidade e lucratividade das atividades agrícolas.

Ainda, a otimização dos recursos da propriedade, incluindo a mão-de-obra disponível, ocorre à medida que a atividade explorada é coerente com os recursos disponíveis e eficaz na utilização destes recursos. Diante disso, a exploração de pequenos ruminantes (caprinocultura) pode se tornar uma das alternativas de viabilização sócio-econômica das propriedades rurais, por apresentar elevada capacidade produtiva de um produto com alto valor agregado.

Diante da grande relevância do assunto abordado e partindo da hipótese de que as diferentes intensidades de pastejo (IP) e níveis de nitrogênio (NN) interferem na produção vegetal, animal e na ciclagem de nutrientes, o presente trabalho objetivou avaliar a influência destes parâmetros sobre a produção, qualidade e decomposição de uma pastagem de *Brachiaria plantaginea* e a decomposição dos dejetos dos animais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 INTEGRAÇÃO LAVOURA – PECUÁRIA (ILP)

A produção animal e vegetal sempre estiveram juntas em uma atividade chamada agropecuária, tornando-se esta uma atividade cultural em algumas regiões brasileiras. No passado, as propriedades produziam uma variedade de produtos, parte para subsistência e um excedente para venda, sempre utilizando parte destes excedentes para tratar os animais e utilizando seus resíduos para melhorar a fertilidade do solo. No entanto, a evolução dos sistemas de produção agrícola dividiu e distanciou a agricultura da pecuária, conduzindo-as a uma especialização da produção por consequência de forças políticas, regulatórias e econômicas.

Entretanto, atualmente percebe-se novamente um interesse em reintegrar a produção vegetal e animal em um sistema conhecido como integração lavoura-pecuária, devido às preocupações como a degradação dos recursos naturais, a rentabilidade e estabilidade dos lucros na propriedade e a sustentabilidade a longo prazo. Este sistema permite uma amplitude nas formas de utilização dos recursos naturais da propriedade, seja com o uso de pastagens anuais de verão ou inverno, ou ainda através da inclusão de espécies perenes de gramíneas e leguminosas, as quais poderiam crescer em área da propriedade que não permitem a mecanização e ainda alcançar benefícios ambientais múltiplos. Este sistema pode ainda se desenhar num arranjo entre propriedades permitindo aumento na renda e sustentabilidade das propriedades individuais e da comunidade em geral.

Para Cassol (2003), a agricultura e a pecuária não devem ser vistas como atividades antagônicas, mas sim como atividades complementares que, quando integradas, funcionam em sinergismo, tendo a lavoura um melhor resultado quando integrada com a pecuária e vice-versa. O sucesso deste sistema depende do manejo integrado dos seus componentes (solo-planta-animal) que por sua vez, são dinâmicos e interagem entre si. O agricultor ou o pecuarista deve se unir em uma única pessoa, o produtor rural e utilizar de todas as técnicas de cultivo a fim de obter os melhores resultados possíveis. Alguns conceitos básicos devem ser

mantidos, como: plantio direto, rotação de cultivos, uso de insumos e genótipos melhorados, o manejo correto das pastagens preconizando a manutenção de estruturas de pasto que otimizem a produção vegetal (Moraes et al. 2002) e a colheita de forragem pelo animal em pastejo (Baggio, 2007).

A presença do animal na pastagem pode alterar a produtividade do ecossistema para uma direção positiva ou negativa. A magnitude das alterações nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, que são os responsáveis por afetar o desenvolvimento radicular das culturas de grãos (Taylor & Brar, 1991), estão na dependência do manejo que é aplicado nas áreas sob pastejo. O mesmo varia com a textura e o teor de matéria orgânica (Smith et al., 1997), o teor de umidade do solo (Correa & Reichardt, 1995), a biomassa vegetal sobre o solo (Silva et al., 2003), a espécie de planta, a adubação utilizada, a intensidade de pastejo e a forma de como os animais reagem às estruturas de pasto decorrentes (Baggio, 2007) e a espécie e categoria animal (Salton et al., 2002).

A idéia de compactação do solo disseminada entre os agricultores é talvez a maior limitação para a expansão da ILP apesar de trabalhos científicos demonstrarem que o manejo da pastagem através do uso de intensidades de pastejo adequadas e a manutenção de um nível de palha no solo após a retirada dos animais pode evitar esse problema. Trabalhos clássicos feitos no Rio Grande do Sul (Cassol, 2003; Flores, 2004), observaram, aumento da densidade e diminuição de macroporosidade com a redução da altura de manejo da pastagem na camada superficial, imediatamente após o pastejo, porém foi rapidamente revertido pela cultura em sucessão (*Glycine max*). Pode-se concluir, portanto, que a produtividade final da ILP resulta do rendimento de grãos obtido na cultura de verão somado ao desempenho animal obtido durante o inverno ou vice-versa, ambos influenciados pela intensidade de pastejo empregada no manejo do pasto que, por sua vez, refletirá nas condições físicas e químicas do solo sobre as quais a produção é dependente.

2.2 CICLAGEM DE NUTRIENTES NA INTEGRAÇÃO LAVOURA – PECUÁRIA

Em função da redução da margem líquida dos lucros, dos riscos ambientais e da conseqüente necessidade de eficiência produtiva, a importância e

complexidade do manejo dos nutrientes tornaram-se particularmente importantes uma vez que sua eficiência de uso é determinante do sucesso agrônomo e ambiental das atividades agropecuárias (Jarvis et al., 1995). Além disso, a escassez e o alto custo dos fertilizantes desafiam os pesquisadores a buscar alternativas capazes de manter a produção em sistemas de baixa adição de fertilizantes pela otimização no uso da ciclagem de nutrientes.

A pesquisa na área de ciclagem de nutrientes se intensificou nos últimos anos (Mathews et al., 2004) na busca de formas de otimizar o sincronismo entre a disponibilidade e a demanda de nutrientes pelas culturas e pelos animais (e.g, exigência nutricional em quantidades adequadas na hora certa e no local certo considerando aspectos econômicos, ambientais e social) e ainda minimizar perdas de nutrientes por lixiviação, desnitrificação e volatilização ou mesmo a imobilização microbiana por longos períodos que acabam por degradar as pastagens.

Entender a ciclagem de nutrientes em sistemas integrados de produção requer conhecimentos amplos de agronomia, veterinária e zootecnia e por isso é mais difícil de ser estudado. Os fatores que influenciam o comportamento dos componentes do sistema (solo, planta, animal) como a intensidade de pastejo, a taxa de lotação, a adubação nitrogenada precisam ser relacionadas e estudadas a fim de obter um melhor entendimento dos processos envolvidos e propor práticas de manejo que permitam uma otimização do uso dos recursos naturais.

A demanda de nutrientes pelas plantas pode ser atendida pelas entradas de nutrientes via a adubação ou pela ciclagem de nutrientes do sistema. Esta ciclagem de nutrientes depende da velocidade de decomposição da matéria seca residual e se torna ainda mais complexa quando na presença de animais, uma vez que estes alteram a velocidade de ciclagem através da produção de urina e dejetos implicando na disponibilidade dos nutrientes à cultura subsequente (Haynes & Willians, 1993).

Em sistemas de integração lavoura-pecuária, a oferta de nutrientes pode se tornar mais constante uma vez que existem diferentes fontes (resíduo vegetal e animal) de nutrientes com diferentes taxas de decomposição. Ainda, em ecossistemas de pastagem, a deposição e decomposição dos resíduos vegetais (abaixo e acima do solo) durante a estação de crescimento exercem uma contínua influência no fornecimento de nutrientes para as plantas contrastando com a influência dos resíduos em sistemas de cultura anuais que ocorrem basicamente em

épocas periódicas. Entretanto, pouco se sabe a respeito da decomposição da matéria seca do papuã e dos dejetos dos animais e a conseqüente liberação de nutrientes e a forma de como isso interfere na fertilidade do solo, especialmente como esses processos são influenciados pela intensidade de pastejo e adubação nitrogenada.

Sabe-se que os dois principais processos que contribuem para a decomposição dos resíduos e liberação de nutrientes são: a quebra física do material provocada principalmente pela gota da chuva, e a degradação biológica pela biota do solo. A biota do solo tem importante função na reciclagem e a liberação de nutrientes do resíduo animal e vegetal que é dependente da atividade microbiana. Bactérias utilizam substratos orgânicos mais prontamente degradáveis ou os nutrientes solúveis disponíveis. Já fungos e actinomicetos decompõem materiais mais resistentes tais como celulose, hemicelulose e lignina. Besouros como o *Digitonthophagus gazella*, mais conhecido como “Rola-Bosta”, minhocas e outros decompositores aumentam as taxas de decomposição das fezes e serrapilheira pela mistura destes com o solo (Follett & Wilkinson, 1995).

A decomposição dos materiais vegetais é uma das etapas mais importantes na ciclagem de nutrientes sendo depende da composição dos tecidos, das condições ambientais e dos microorganismos do solo (Swift et al., 1979). Tecidos ricos em material estrutural (celulose, hemicelulose e lignina) são mais resistentes à decomposição que tecidos mais pobres nesses materiais (Haag, 1985). Ainda, de modo geral, as leguminosas produzem resíduos de melhor qualidade (relações menores de C:N, C:P, lignina:N e lignina:P) em relação as gramíneas e os resíduos de parte aérea são melhores do que os das raízes (Yadava, 1997), mas ressalta-se que há grande variabilidade entre as espécies.

Resíduos de gramíneas C₄ geralmente apresentam baixa qualidade e podem resultar em imobilização de nutrientes (Thomas & Adakawa, 1993), o que agrava a baixa disponibilidade de nutrientes em sistemas de baixo uso de insumos (Rezende et al., 1999). Esse aspecto é importante se for considerado a capacidade de retenção e estabilidade do carbono quando se analisa a problemática de aquecimento global. Além disso, espécies tropicais de gramíneas produzem grande quantidade de raízes (53 a 76% do total de biomassa de espécies do gênero *Brachiaria* e *Panicum*) que são de mais difícil decomposição devido a sua composição química (Yadava, 1997).

Quando os tecidos possuem alta relação C:N, inicialmente há um consumo do nitrato (NO_3) existente no solo, que é incorporado ao protoplasma dos microorganismos, e a matéria orgânica perde carbono que é convertido a CO_2 , resultando numa imobilização líquida do nitrato do solo. Entretanto, à medida que a relação C:N abaixa, surgem condições de mineralização da matéria orgânica (Tisdale et al., 1985).

A decomposição de resíduos com concentração de nitrogênio inferior a 2% ou com uma relação C:N maior que 25 conduz inicialmente a uma imobilização de nitrogênio mineral, enquanto materiais com concentração de nitrogênio superiores a 2% ou com relação C:N menor que 25, liberam o nitrogênio mineral. De fato, é conhecido que a concentração de nitrogênio e relação C:N são os principais fatores que determinam a velocidade com que os resíduos das plantas fornecem nitrogênio. Todavia há outros fatores que podem alterar esse fornecimento como, por exemplo, concentração de lignina ou relação lignina/nitrogênio (Myers et al., 1994).

Após a deposição dos resíduos no campo, o clima é o principal fator que afeta a decomposição e a liberação de nutrientes (Haynes & Williams, 1993). A temperatura e umidade afetam as taxas de decomposição, uma vez que a maior parte dos decompositores (macro e microbiota) responde a umidade do solo e cessam ou diminuem a sua atividade pelo menos temporariamente, quando a umidade diminui (Isaac & Nair, 2005). Ainda, em relação à temperatura, valores acima de 20°C predominam as bactérias e abaixo, predominam os fungos. A liberação dos nutrientes da matéria orgânica é lenta durante o período de secas, mas a decomposição é acelerada com o início da estação chuvosa (Haag, 1985).

A taxa de decomposição está relacionada primariamente às propriedades físicas e químicas do material em decomposição e ainda, à medida que a decomposição avança no tempo, os constituintes responsáveis por regular a taxa de perda de massa podem mudar (Berg & Staaf, 1980). Na fase inicial da decomposição, concentrações de N e P (Berg & McLaugherty, 2003), controlam as taxas de decomposição enquanto que a concentração de lignina exerce um controle dominante em estágios mais avançados de decomposição. Existe nos resíduos uma fração mais facilmente decomponível sendo que esta varia com as concentrações de N e P e uma fração menos decomponível sendo esta determinada pelo teor de lignina (Berg & McLaugherty, 2003).

O clima influencia a velocidade de ocorrência destas fases, sendo que em um ano climático seco, a fração mais decomponível pode persistir por mais tempo enquanto que em outros anos esta fração poderá se decompor em maior velocidade. Por outro lado, a fração menos decomponível é pouco influenciada pelos efeitos climáticos e é mais dependente da qualidade do material (Johansson et al., 1995).

Além do clima (temperatura e umidade), as taxas de ciclagem de nutrientes no solo dependem da qualidade e quantidade da matéria orgânica, de características físicas, (textura, densidade) químicas (concentração de nutrientes) e biológicas (biomassa microbiana, composição e diversidade) do solo. Estas condições criam variação nas taxas de decomposição da matéria orgânica tanto na quantidade como na qualidade do que está sendo disponibilizado para o solo (Epstein et al., 2002).

A biomassa microbiana é de fundamental importância, uma vez que representa a fração ativa do solo responsável por promover alterações na matéria orgânica, atuando na mineralização ou na imobilização, aumentando ou reduzindo a disponibilidade de nutrientes para as plantas (Duda, 2000), além de ser fonte potencial de nutrientes. 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 & Clark, 1996).

2.3 INFLUÊNCIA DO ANIMAL NA CICLAGEM DE NUTRIENTES

A complexidade da ciclagem de nutrientes em sistemas integrados de produção aumenta devido à presença do animal, uma vez que este participa de forma direta e indireta na ciclagem de nutrientes no ecossistema pastagem. De forma indireta, pela ingestão da forragem, os animais estimulam o crescimento das plantas pastejadas e as conduzem a extrair mais nutrientes do solo. De forma direta o animal participa na reciclagem dos nutrientes por meio do consumo das plantas, onde os nutrientes ficam momentaneamente imobilizados pelo processo digestivo e metabólico dos animais e retornam ao solo via excreção de fezes e urina (Cantarutti et al., 2001). Os herbívoros podem alterar a ciclagem de nutrientes do solo por

alterar a dinâmica da decomposição. O pastejo pode acelerar ou retardar a ciclagem de nutrientes por alterar as condições bióticas e abióticas do solo para a decomposição (Shariff et al., 1994). O pastejo pode ser considerado como um fator que melhora a disponibilidade de N no solo o que pode conduzir a mudanças na biologia do solo (e.g., biomassa microbiana e sua composição). Também, o pastejo pode aumentar o teor de N da planta e conseqüentemente a qualidade dos resíduos que retornam ao solo (Shariff et al., 1994). Os herbívoros podem acelerar as taxas de decomposição pela redução da relação C:N da planta (McNaughton, 1992).

Assim, a menor relação C:N das plantas pastejadas e do solo, aumentam a mineralização líquida pela redução da demanda microbiana por N (i.e., imobilização microbiana) durante o processo de decomposição (Holland et al. 1992). Entretanto, o pastejo pode também reduzir a ciclagem e a disponibilidade de nitrogênio, uma vez que os animais em função da sua seletividade pelas plantas com alto teor de N acabam por aumentar a dominância de espécies de plantas com baixo teor de nitrogênio, sendo que estas espécies se decompõem mais lentamente. Ainda, a redução na disponibilidade de N favorece as espécies pobres em N, porque elas são mais eficientes na competição pelo nitrogênio. Neste caso, os animais reduzem a produção primária e a taxa de ciclagem de N (Olofsson & Oksanen, 2002). Percebe-se assim, que os animais podem influenciar diferentemente a ciclagem de N modificando a produtividade do ecossistema para uma direção positiva ou negativa.

Os resíduos das plantas, acima e abaixo do solo, e os dejetos dos animais representam as duas fontes mais importantes de retorno de nutrientes ao solo, sendo que a quantidade e a forma de retorno variam de acordo com a intensidade e o método de pastejo. A influência do pastejo varia conforme à sua intensidade, sendo que à medida que se intensifica o sistema de produção, a participação das excreções na reciclagem dos nutrientes torna-se mais expressiva.

Segundo Henzell & Ross (1973), a pressão de pastejo tem uma importante influência sobre os mecanismos de transferência de nutrientes entre os compartimentos do ecossistema de pastagem. Sob uma alta pressão de pastejo haverá pouca queda de folhas, mas, provavelmente, uma mais alta taxa de morte e renovação de raízes ("*turnover*"). Para Watkinson & Ormerod (2001), altas intensidades de pastejo podem afetar o solo e o ecossistema via mudanças na

população e comunidade de plantas, causando perda da biodiversidade e degradação do solo pela redução na sua fertilidade.

A magnitude da interferência dos animais na ciclagem de nutrientes depende também da distribuição das excreções na pastagem, da área afetada pelas excreções e pelo seu teor de nutrientes (Cantarutti et al., 2001). Bovinos defecam e urinam na média de 11 a 16 e 8 a 12 vezes por dia respectivamente, entretanto estes números podem variar bastante dependendo das condições de pastejo e fatores ambientais. Estes mesmos dados para ovinos são limitados, entretanto uma faixa de 18 a 20 micções e 7 a 26 defecações tem sido reportado (Haynes & Williams, 1993). Cada micção de bovinos e ovinos tem um volume médio de 1,6 a 2,2 e 0,10 a 0,18 litros respectivamente. A média de peso fresco e peso seco dos dejetos de bovinos e ovinos varia de 1,5 a 2,7 e 0,03 a 0,17 kg e por volta de 0,2 kg e 0,01 Kg respectivamente (Haynes & Williams, 1993). A área coberta com cada defecação de bovinos varia de 0,05 a 0,14 m² enquanto que a área de micção varia de 0,14 a 0,39 m² (Peterson & Gerrish, 1996).

A deposição de urina e esterco ocupa uma área por volta de 2 a 4 m² por bovino adulto por dia, entretanto, pelo menos o dobro desta área é afetada pela seletividade animal, redistribuição das fezes pela fauna do solo e movimento lateral de nutrientes solúveis. Assim, desconsiderando a sobreposição de excreções, apenas 35%, 11,8% como fezes e 23,7% como urina da área total da pastagem é coberta pelas excreções de bovinos ao final de um ano de pastejo, sendo que estas áreas podem ser responsáveis por até 70% da produção anual de forragem (Haynes e Williams, 1993).

A quantidade de excretas produzida diariamente depende do tamanho do animal, da dieta e das condições ambientais (Mathews & Sollenberger, 1996). Segundo Haynes & Williams (1993), o retorno de nitrogênio, potássio, fósforo e enxofre das fezes de animais pastejando áreas com produtividade de massa seca de 15.000 kg.ha⁻¹ é de 100, 45, 78 e 14 kg.ha⁻¹, respectivamente. A excreção fecal de N para bovinos e ovinos é geralmente de 0,8 g para cada 100 g de MS consumida, independente do teor de N da dieta (Barrow, 1962).

O restante do N é excretado via urina sendo que nesta o teor de N é bastante variável em função do teor de N da dieta e do consumo de água, ficando geralmente entre 8 a 15 g por litro (Whitehead, 1970). À medida que o consumo de N digestível aumenta, a proporção de N que retorna via urina também aumenta

principalmente na forma de uréia (Whitehead, 1970), sendo que geralmente 70% do N da urina está presente na forma de uréia (Doak, 1952).

Além disso, os nutrientes que retornam à pastagem por meio das fezes e da urina são distribuídos desuniformemente, sendo esse retorno influenciado pela: taxa de lotação animal, forma de pastejo, espécie animal (espécie, raça, sexo), quantidade e frequência de excreção, sistema de manejo da pastagem, topografia do terreno e localização das áreas de descanso (água e sombra), (Haynes & Willians, 1993).

Segundo Mathews & Sollenberger (1996), existe uma grande correlação entre o tempo gasto pelos animais em determinada área e o número de defecações realizadas neste local. A desuniformidade de retorno dos nutrientes é ainda maior porque alguns nutrientes como o K é excretado predominantemente via urina enquanto que outros como, P, Ca, Mg o são via dejetos e há ainda, aqueles que são excretados em proporções significativas (N e S) tanto nas fezes quanto na urina dependendo principalmente do teor de nutriente da dieta (Haynes & Willians, 1993).

Para Mathews & Sollenberger (1996), os animais depositam suas fezes em maior proporção nas áreas onde passam a noite ou onde ruminam durante o dia, enquanto a urina é excretada mais nas áreas onde pastejam durante o dia. Portanto, o nitrogênio e potássio são excretados em ambas as áreas e distribuídos mais uniformemente que o fósforo, que se acumula mais em áreas de descanso, uma vez que é excretado em maior quantidade nas fezes.

De acordo com Peterson & Gerrish (1996), para uma mesma pressão de pastejo em uma determinada área, bovinos defecam e urinam com menor frequência do que ovelhas, devido ao menor número de animais e também porque ovinos tem uma tendência maior de acampar repetidamente no mesmo local do que bovinos e por isso a desuniformidade do retorno dos dejetos é maior para ovinos do que para bovinos.

Apenas uma pequena fração dos nutrientes utilizados na alimentação (forragem e concentrado) animal é extraída do sistema via produto animal (10 a 30%) sendo que a maior parte dos nutrientes ingeridos retorna ao sistema via dejetos e urina (Haynes & Willians, 1993). Entretanto, os pontos de urina e defecação possuem alta concentração de nutrientes (Scholefield & Oenema, 1997). Estas altas concentrações, em especial de nitrogênio, excedem as demandas da

pastagem e estão mais sujeitos às perdas seja por volatilização e lixiviação do que os resíduos vegetais (Haynes & Williams, 1993; Jarvis et al., 1995).

A perda de amônia (NH_3^+) dos locais das micções é significativa (15 a 25 %), principalmente porque a maior parte do N da urina está na forma de uréia. Dependendo das condições do clima, as perdas de N das áreas afetadas por micções e defecações podem variar de 4 a 66%, sendo que perdas que variam de 20 a 120 kg de $\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}$ foram relatadas em pastagem cultivadas (Ryden, 1986). Em condições de seca predominam as perdas via volatilização da amônia, enquanto que sob altas precipitações predominam as perdas via desnitrificação do nitrato (Russelle, 1992).

A deposição de dejetos e urina pelos animais em pastejo exerce uma forte influência na concentração de nutrientes e nas comunidades microbianas e como resultado melhora a disponibilidade de nitrogênio e a decomposição da matéria orgânica (McNaughton, 1992). Por outro lado, a remoção da cobertura vegetal associada com altas intensidades de pastejo pode alterar negativamente as propriedades do solo como aumento da densidade, redução da umidade e da comunidade microbiana refletindo em efeitos negativos nas taxa de decomposição.

O pastejo altera ainda o ciclo do nitrogênio por alterar a estrutura da pastagem, a composição da vegetação, o teor de nitrogênio nos tecidos das plantas e ainda pela incorporação da matéria orgânica através do efeito do pisoteio animal. Essas mudanças nas pastagens provocadas pelo pastejo tendem a aumentar a disponibilidade de nitrogênio inorgânico pela melhoria da qualidade da biomassa das plantas (Bardgett et al., 1998), pelo efeito sobre a imobilização microbiana e por alterar o fluxo de carbono das plantas em direção ao solo (Stark & Grellmann, 2002). Os resíduos vegetais também representam uma importante fonte de N, porque juntamente com a microbiota do solo constituem o elo entre o N encontrado na forma metabólica nas plantas e o N disponível para a absorção das plantas. Desconsiderando-se o N do solo, Robertson et al. (1993) estimou em pastagem de *Panicum maximum* Jacq. que 30 a 50% de todo o N do ecossistema estava no resíduo das plantas e tecidos senescidos, indisponível para a absorção das plantas.

2.4 MANEJO DE PASTAGEM

O manejo da pastagem pode ser definido como todas as operações que visem melhorar o desempenho das plantas, dos animais que delas se alimentam e do solo do qual as plantas extraem água e nutrientes para crescerem, sendo fundamental o domínio das práticas de manejo numa perspectiva integrada (clima-solo-planta-animal). Os objetivos gerais do manejo de pastagem são: garantir a sustentabilidade do sistema, assegurar compromisso entre a oferta de quantidade e qualidade de forragem compatível com a produção animal pretendida e simplificar e reduzir custos ou aumentar a margem líquida (Nabinger, 2005). Para alcançar estes objetivos, o manejo da intensidade de pastejo e a adubação especialmente a nitrogenada, atuam de forma decisiva por influenciar diretamente na produção vegetal, animal e na ciclagem dos nutrientes no sistema.

Há um grande paradoxo no manejo das pastagens: atender as exigências nutricionais dos animais e as exigências fisiológicas das plantas, para que a produção não seja afetada. Isso quer dizer que os animais precisam consumir forragem de alta qualidade para atingir os níveis de produção desejados e as plantas dependem dessas folhas para manter sua eficiência fotossintética e seguir produzindo biomassa, já que as folhas novas são mais nutritivas e mais ativas fotossinteticamente (Nabinger, 2005).

2.4.1 Intensidade de pastejo

A intensidade de pastejo é o principal fator condicionante das produções primária e secundária (Nabinger, 2005). Por isso, a prática da desfolhação necessita de um monitoramento adequado baseado em informações que assegurem um equilíbrio ótimo entre os processos de crescimento, senescência e consumo de forma a possibilitar elevada produtividade de forragem de boa qualidade (Da Silva, 2004). Pois se de um lado as plantas crescem utilizando a energia solar, água e nutrientes fornecidos pelo solo, por outro lado este crescimento é constantemente influenciado pela ação do animal através da remoção de folhas pelo pastejo, da seletividade deste, do pisoteio e das dejeções (Nabinger, 2005).

A sustentabilidade de ecossistemas pastoris está diretamente relacionada à intensidade de pastejo, uma vez que pastejos mais leves permitem uma maior área foliar residual e conseqüentemente uma maior interceptação da luz, melhora as condições físico-químico-biológicas do solo devido a uma maior cobertura, maior senescência, maior teor de matéria orgânica, menor compactação do solo, maior taxa de infiltração da água, menor perda de nutrientes, etc. Também favorece para o melhor desempenho animal por permitir uma maior seletividade do pastejo (qualidade da forragem ingerida) e otimização do processo do pastejo (Carvalho & Moraes, 2005).

2.4.1.1 Intensidade de pastejo e produção vegetal

O pastejo provoca, em curto prazo, alterações no IAF e na quantidade de carbono fixado, e em longo prazo, modificações na estrutura e na composição botânica da pastagem (Lemaire & Chapman, 1996). Assim sendo, o pastejo, dependendo de sua intensidade, afeta a área foliar e a interceptação luminosa do dossel o que, por sua vez, afeta as taxas de fotossíntese e a capacidade de produzir novas folhas. Essas alterações no processo fotossintético, determinadas por variações de intensidade de pastejo, afetam a taxa de acúmulo de matéria seca e a quantidade de forragem disponível (Da Silva & Pedreira, 1997).

Humphreys (1966) demonstrou que com o aumento no índice de área foliar ocorre um aumento na interceptação luminosa e na eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa, resultando em uma aceleração na taxa de crescimento em condições favoráveis de ambiente. Um IAF "ótimo" é quando ocorre a interceptação de praticamente toda a luz incidente com um mínimo de auto-sombreamento, produzindo, dessa forma, a máxima taxa de crescimento da cultura (TCC) (Brown & Blaser, 1968). Abaixo desse IAF ótimo as taxas de crescimento da cultura são menores quanto mais incompleta for a interceptação da luz incidente, ou seja, menor IAF. Acima do IAF ótimo a redução na taxa de crescimento da cultura seria causada pelo aumento das perdas respiratórias, conseqüência do sombreamento excessivo, que resulta num balanço negativo de carbono nas plantas (Hay & Walker, 1989).

Já o IAF chamado “crítico” (IAF crítico) é aquele em que 95% da luz incidente é interceptada pelas plantas (Brougham, 1955), sendo considerado mais indicado como referência para o manejo de pastagens, pois, apesar da máxima taxa de crescimento ocorrer no IAF ótimo, está é normalmente associada a altas taxas de senescência, o que resulta em uma menor taxa de acúmulo líquido (balanço entre os processos de crescimento e senescência) na pastagem (Humphreys, 1991).

Ainda, para cada espécie forrageira e condições de crescimento existe um IAF que promove um nível ótimo de crescimento, pois este possibilita uma máxima interceptação da luz (IL) e uma melhor taxa de fotossíntese. Devido a isso e a dificuldade de se avaliar o parâmetro de interceptação luminosa a campo, outros parâmetros podem ser correlacionados com este, como no caso a altura de plantas. Zeferino (2006), por exemplo, cita que a *Brachiaria brizantha* deve ser manejada a 25 cm de altura em pré-pastejo e interrompido quando o rebaixamento atingisse um resíduo de 15 cm em pastejo rotativo, pois nestas alturas a IL fica próximo a 95%.

2.4.1.2 Intensidade de pastejo e produção animal

A relação entre o desempenho animal e a abundância de forragem geralmente é expressa por uma função exponencial. Esta medida de abundância de forragem, em experimentos de pastejo, normalmente é contemplada por alguma variável independente, dentre as quais se destacam, como as mais comumente utilizadas, a massa de forragem (kg de MS.ha⁻¹), a oferta de forragem (kg de MS por 100kg de peso vivo⁻¹) e a altura da pastagem (cm). O efeito destas variáveis na produção animal está associado à oportunidade do animal colher mais ou menos forragem, de maior ou menor qualidade. Portanto, o consumo do animal e o seu conseqüente desempenho aumentam com a abundância da forragem. Isto pode ser demonstrado para cada uma das variáveis acima descritas, por diversos resultados disponíveis na literatura (Heringer & Carvalho, 2002).

A relação entre a intensidade de pastejo e o desempenho animal foi muito bem descrita em um modelo desenvolvido por Mott (1960). De acordo com este modelo, o ganho animal é maior em baixas taxas de lotação (TL) e diminui à medida que a TL aumenta. O aumento da TL, por outro lado, aumenta o ganho animal por área até certo ponto e posteriormente começa a decair. O pasto deve

então, ser manejado dependendo da prioridade, produção por animal ou por área, no entanto, sempre deve ser manejada, em termos de intensidade de pastejo, entre os extremos que proporcionem as máximas produções por animal e por área.

Conforme Hodgson (1984), o consumo de forragem é maximizado quando o nível de oferta corresponde a três a quatro vezes a capacidade de ingestão dos animais, o que corresponde a uma massa de forragem entre 1.200 a 1.600 kg de MS.ha⁻¹ (Mott, 1984). Entretanto, em pastagens tropicais, em função de sua estrutura (alta contribuição de colmos e material morto), uma massa de forragem superior é recomendável, entre 2.000 e 3.000 kg MS.ha⁻¹, para permitir boas condições de crescimento à pastagem e oportunidade de seleção aos animais em pastejo (Moraes & Maraschin, 1988).

Setelich (1994) verificou que a faixa de “interesse econômico”, na qual reduções no GMD por acréscimos na lotação são compensadas por incrementos no ganho por área como consequência de colheita mais efetiva da forragem disponível, é limitada. Nesse sentido, Moraes (1991), ao empregar os valores que determinam o máximo GMD nas equações ajustadas para o ganho por área, obteve redução de apenas 9% em relação ao máximo ganho por hectare. Concluiu ainda que devido às vantagens de se alcançar o máximo desempenho animal para se obter carcaça de melhor qualidade e de maior valor, pode ser mais rentável sacrificar parte da produção por área pela produção por animal. Aliado a isto se deve considerar com cuidado, a possibilidade de manutenção do sistema ao longo dos anos.

Almeida et al. (2000), estudando capim elefante anão “Mott” sob distintas intensidades de pastejo observou que o máximo GMD foi obtido com oferta de 11,3 kg de MS de lamina verde para cada 100 kg de PV, o qual resultou em um GMD de 1,06 kg.animal.dia⁻¹ e um ganho por hectare de 5,6 kg.ha⁻¹.dia⁻¹ atingindo 963 kg de ganho de peso vivo em 170 dias de pastejo. Estes valores foram 32% inferiores em relação ao máximo ganho por área. Apresentando uma maior diferença entre o limite do máximo GMD e o máximo ganho por área.

Segundo Hodgson (1990), a intensidade de pastejo deve ser tal que promova uma estrutura na pastagem que não prejudique o consumo. Em pastagens mantidas muito baixas o tamanho do bocado é sacrificado, conseqüentemente aumentam os outros componentes do comportamento ingestivo do animal (número de bocadas por minuto e tempo de pastejo), para compensar e manter o nível de consumo.

Conseqüentemente aumentam os gastos de energia por atividade de pastejo, e o desempenho animal diminui. Além dos seus efeitos no desempenho animal e na persistência da pastagem, a intensidade de pastejo influencia aspectos cruciais da ciclagem de nutrientes, como: quantidade e forma de retorno dos nutrientes a pastagem, mudanças na vegetação, exposição do solo a erosão, compactação do solo, etc. Cargas animais exageradas podem levar a insustentabilidade do sistema, devido seus efeitos sobre a cobertura vegetal e sobre as características físicas e químicas do solo.

2.4.2 Adubação Nitrogenada

O nitrogênio é um dos elementos mais abundantes na natureza, sendo que em um ecossistema de pastagem, várias fontes de N podem ser encontradas, como; a atmosfera, o solo, a vegetação e os animais. O fluxo de nutrientes entre estes componentes é complexo e depende de interações múltiplas que ocorrem entre estes e as condições de clima, biota do solo, espécies forrageiras e herbívoras (Myers et al., 1986).

A maior reserva de N é a atmosfera uma vez que 78% dos seus gases estão na forma de N_2 , entretanto, o mesmo não está diretamente disponível à planta (Malavolta, 1980). Considerando todos os ecossistemas terrestres, o N do solo é 16.000 vezes menor do que o atmosférico (Russelle, 1996), mas mesmo assim, em pastagens tropicais, representa a segunda maior reserva de N sendo este dependente do teor de MO, biomassa microbiana do solo, NH_4^+ fixado e de uma forma um pouco menos representativa, pela concentração de N inorgânico presente nas plantas (NO_3^- ; N; NH_4^+).

A mesofauna abaixo do solo, (e.g, nematóides, térmitas, minhocas) também representa um importante componente do N do solo. O perfil do solo da camada radicular pode conter de 4.500 a 24.000 kg de $N \cdot ha^{-1}$. Estas quantidades são maiores daquelas reportadas na biomassa viva das pastagens tropicais acima do solo (geralmente entre 20 a 300 kg de $N \cdot ha^{-1}$), (Henzell & Ross, 1973).

Apesar de sua abundância na natureza, o N é frequentemente o fator mais limitante na produção das pastagens, principalmente para as gramíneas (Morón, 1994). A principal função do N nos seres vivos é formar parte das moléculas

de aminoácidos e proteínas. Também é constituinte de outros compostos como vitaminas, coenzimas, clorofila e ácidos nucleicos (DNA e RNA) (Whitehead, 1995; Morón, 1994).

Os principais processos de aquisição do N atmosférico e de transferência deste nutriente para o solo e posteriormente para a planta são: a fixação biológica e a fixação industrial como fertilizante, sendo este um nutriente de custo elevado, principalmente pelos altos gastos de energia para a sua obtenção (Hungria et al., 1994).

O N, como descrito anteriormente, é o elemento mais limitante nos solos e também o mais requerido pelas plantas, por isso, o aumento na eficiência de uso do N é fundamental para manter a sustentabilidade e viabilidade econômica dos sistemas produtivos.

2.4.2.1 Adubação nitrogenada e produção vegetal

A produtividade de uma pastagem depende de vários fatores, como: condições climáticas, edáficas e ao manejo ao qual é submetida, mas de forma geral, o fator que mais influencia na produção é, sem dúvida, a disponibilidade de N (Malavolta, 1980). Para Hart & Burton (1965), o nitrogênio é o nutriente que mais limita a produção de forragem em ecossistemas de pastagens do mundo e/ou o nutriente que mais contribui para aumentar a produtividade das gramíneas sendo que dentro de certos limites, ao ser adicionado ao solo, provoca aumentos no rendimento de matéria seca das pastagens em geral. Melhora ainda, a distribuição da produção ao longo do ciclo e em algumas situações aumenta o período de utilização da forragem (Vicente-Chandler, 1973).

Isso se deve ao fato de que os solos, em sua maioria, são deficientes em resíduos orgânicos. Assim, a disponibilidade de N em quantidades menores do que aquelas requeridas pelas plantas comprometem a expressão do potencial de produção das plantas forrageiras. No entanto, é preciso conhecer a dose adequada de aplicação desse nutriente, capaz de maximizar economicamente o potencial de produção da forragem, evitando-se perdas e aumentando-se a eficiência desse nutriente.

Para Nabinger (2005), a limitação de N diminui a velocidade de emissão e duração de vida das folhas formadas acarretando em menor área de folhas por m² da superfície de pastagem (IAF) e conseqüentemente menor interceptação da luz. Ainda, cada centímetro quadrado de folha intercepta a mesma quantidade de luz, mas a quantidade de CO₂ fixado é menor, pois o mecanismo de fotossíntese é afetado pela deficiência de N. Sua deficiência reduz de maneira marcante a rapidez do crescimento das plantas, resultando no aparecimento de clorose nas folhas e plantas de aspecto amarelado (Taiz & Zeiger, 1998).

Os efeitos positivos da fertilização nitrogenada no rendimento forrageiro estão amplamente demonstrados na literatura (Heringer, 1995; Paciullo et al., 1998; Alvim et al., 1999). Gomide (1989), relatou variação na eficiência de resposta da ordem de 7,0 kg a 42,6 kg de MS por kg de N aplicado. Já Lazenby (1981), quantificou para gramíneas tropicais (*Brachiaria spp.*), sob condição de clima quente e úmido, resposta de até 70 kg de MS por kg de N aplicado.

Estes aumentos de produção estão diretamente relacionados com a lucratividade obtida com a pastagem, sendo que estes dados podem ser obtidos baseando-se na relação kg de MS necessária proporcionar o para o ganho de um kg de PV. Por exemplo, Lupatini (1996), avaliando milho, encontrou uma eficiência média de transformação de 15,7 kg de MS para cada kg de ganho de PV.

Corsi & Santos (1995) relataram correlação positiva entre produção de MS e nível de N de 400 kg a 800 kg de N.ha⁻¹. Entretanto, a eficiência de utilização do N, em vários trabalhos, demonstra redução da eficiência produtiva com os aumentos dos níveis de N (Heringer, 1995; Alvim et al., 1999). Segundo Lazenby (1981), a resposta das forrageiras à adubação nitrogenada é variável, sendo crescente até 300 kg de N.ha⁻¹ para as gramíneas temperadas e até 400 kg de N.ha⁻¹ para as tropicais. Para altos níveis de adubação, o parcelamento é essencial para a redução de perdas de nitrato via lixiviação (NO₃⁻) e amônia via volatilização (NH₃⁺), e ainda pela sua capacidade de uniformizar a produção.

2.4.2.2 Adubação nitrogenada e valor nutritivo

O conceito do termo “valor nutritivo” refere-se à composição química da forragem e sua digestibilidade. Já a qualidade de uma planta forrageira é

representada pela associação da composição bromatológica, da digestibilidade, do consumo voluntário, entre outros fatores, da forragem em questão (Mott, 1970).

Na avaliação do valor nutritivo das plantas forrageiras, considera-se a proporção da parede celular e o seu grau de lignificação, como também, a quantidade de conteúdo celular na MS (Van Soest, 1994). Estes fatores assumem um papel de destaque na análise qualitativa das espécies de gramíneas e leguminosas, por interferirem, direta ou indiretamente, no consumo de MS pelo animal. Segundo Van Soest (1994), o teor de fibra em detergente ácido (FDA) está mais associado com a digestibilidade dos alimentos e o de fibra em detergente neutro (FDN) com a ingestão, taxa de enchimento e taxa de passagem do alimento no sistema digestivo dos ruminantes.

O valor nutritivo está associado ao teor de proteína bruta, minerais, ao conteúdo de fibra e à digestibilidade da matéria seca (Euclides, 1995). Teores de proteína bruta inferiores a 7% na matéria seca de algumas gramíneas tropicais promoveram redução na digestão das mesmas, devido a inadequados níveis de nitrogênio para os microorganismos do rúmen (Milford & Minson, 1966). Entretanto, esses valores podem ser positivamente influenciados pela adubação nitrogenada, uma vez que a literatura demonstra aumento nos teores de PB e redução da FDA e FDN com o aumento dos níveis de N (Moojen, 1993; Lupatini, 1996).

Para Soares & Restle (2002) os níveis de PB aumentaram de 23,26 para 27,68%, do nível 0 para 450 kg de N.ha⁻¹ em pastagem de triticale e azevém. Este aumento é ainda mais significativo para espécies tropicais. Lupatini (1996) encontrou aumentos de 1,84% no teor de PB para cada 100 kg de N.ha⁻¹, onde os valores observados variaram de 11,1 a 22,8% para 0 e 600 kg de N.ha⁻¹ trabalhando com milho.

Ainda, o incremento na qualidade da forragem em função do uso da adubação nitrogenada se deve ao aumento na produção de massa foliar, afilhos novos e na longevidade das folhas sendo que nestas condições a melhor qualidade da forragem se traduz em maior consumo voluntário de MS (Corsi & Nussio, 1993).

Também, em função da extração de N via produção agrícola e das perdas que ocorrem nos sistema solo-planta-animal, a adubação com N é geralmente necessária, a fim de evitar a degradação da pastagem associada com a produção de resíduo de baixa qualidade e subsequente imobilização pelos microorganismos do solo (Mathews & Sollenberger., 1996).

2.4.2.3 Adubação nitrogenada e produção animal

O ganho de PV é dependente de fatores associados ao animal e à pastagem. Na pastagem, influenciam o valor nutritivo, composição botânica, estrutura da pastagem, palatabilidade e forragem disponível, e no animal, potencial genético, taxa de consumo e a eficiência de conversão do alimento consumido em produto animal (Gomide, 1994). A adubação nitrogenada geralmente influencia positivamente no valor nutritivo da pastagem, entretanto, esse aumento qualitativo geralmente não melhora o ganho médio diário dos animais (Gomide, 1994), que ao ingerir proteína bruta em excesso acaba por eliminá-la na forma de urina que na maioria das vezes acaba se perdendo do sistema (Doughert & Rhykerd, 1985).

Alguns trabalhos como o de Moojen et al. (1999), manejando milho com oferta de 10% demonstram que à medida que se aumenta o nível de N, ocorre um aumento linear no GMD e GPV.ha⁻¹. O autor encontrou valores que variaram de 0,553 kg a 0,764 kg de GMD e entre 245 a 665 kg de PV.ha⁻¹ respectivamente para os níveis 0 e 300 kg de N.ha⁻¹. Dougherty & Rhykerd (1985) comentam que pode ou não haver mudanças no desempenho por animal em face da fertilização nitrogenada, estando na dependência do teor de N que a planta adquire quando não fertilizada, ou seja, depende, além da genética da planta, do provimento de N do solo.

O que melhora com a utilização de adubação nitrogenada é o ganho por área em função de uma maior produtividade da pastagem e maior capacidade de suporte animal. É importante considerar também que estes ganhos respondem economicamente até determinado nível de N, variando conforme a resposta da planta e do animal a adubação nitrogenada e ao preço pago pelo produto animal, dentre outros. Lupatini (1996), estudando diferentes níveis de N em milho, observou que a máxima eficiência econômica foi obtida com aplicação de 220 kg de N.ha⁻¹.

2.5 ESTRUTURA DA PASTAGEM

A estrutura da pastagem pode ser definida como a distribuição e arranjo dos componentes da parte aérea da planta dentro de uma comunidade (Laca

& Lemaire, 2000), sendo que esta varia em função da intensidade de pastejo, da seletividade animal, da variação da fertilidade do solo e da própria variação morfológica das plantas no decorrer do seu desenvolvimento, etc. O estágio inicial de desenvolvimento da planta, chamado vegetativo, caracteriza-se pela presença majoritária de folhas, passando pelo emborrachamento onde, segundo Hacker & Minson (1981), ocorre o alongamento dos colmos comumente denominado de pré-florescimento. Este estágio pode se estender em situações de pastejo moderado, com menor frequência e severidade de desfolha, o que proporciona a formação de um grande número de perfilhos com diferentes idades (Johanson & Parsons, 1985), podendo, em certas situações de manejo, representar uma maior disponibilidade de forragem.

Posteriormente, com o avanço da idade da planta, ocorre a diferenciação dos primórdios florais, seguido pela emergência das inflorescências e floração completa. Este último período é referido como florescimento ou período reprodutivo quando, então, a partir daí a pastagem senesce (Blaser, 1964).

A avaliação da estrutura da forragem é geralmente realizada através das determinações na massa de forragem (kg de MS.ha^{-1}), altura do dossel (cm), relação folha:colmo, distribuição dos componentes no dossel, etc. Estes parâmetros visam explicar a capacidade produtiva da espécie forrageira bem como a sua capacidade de suporte e produção animal. Isso ocorre porque a estrutura tem relação direta com o tamanho, qualidade e eficiência do aparato fotossintético da comunidade de plantas, determinantes da produtividade primária (produção de forragem). A produtividade secundária do sistema (produção animal), também é dependente da forma de como a forragem é apresentada ao animal em pastejo, sua apreensibilidade, facilidade de colheita e consumo (Briske & Heitschmidt, 1991).

Por sua vez, a estrutura influencia fortemente o desempenho animal uma vez que interfere no tamanho do bocado (função da área do bocado e da profundidade do bocado), nas atividades do pastejo e conseqüentemente no consumo (Carvalho et al., 2001). A massa de forragem dividida pela altura da forragem expressa a densidade vertical de forragem em kg de MS por cm, sendo este parâmetro negativamente influenciado pela altura da pastagem, uma vez que a densidade diminui com o aumento da altura. A altura excessiva pode ter relação negativa com o consumo, por diminuir a densidade e o tamanho do bocado (Penning

et al., 1991) e dificuldade de apreensão da forragem com a presença de colmos mais longos (Barthram & Grant, 1984).

Por outro lado, a baixa altura do pasto em baixa oferta também pode diminuir o tamanho do bocado, aumentando conseqüentemente os outros componentes do comportamento ingestivo do animal, como, número de bocados por minuto e tempo de pastejo, para compensar e manter o nível de consumo. Conseqüentemente aumentam os gastos de energia por atividade de pastejo e o desempenho animal diminui (Hodgson, 1990).

A densidade horizontal, ou a densidade populacional de perfilhos do pasto afeta o consumo pela sua forma de disposição. Menor densidade de perfilho permite que os perfilhos individuais tenham um tamanho maior, com maior proporção de tecidos de sustentação, os quais são evitados pelo animal no momento da apreensão da forragem (Barthram, 1981). Pastagens densas e com alta proporção de folhas são melhores consumidas pelos ruminantes e determinam maior eficiência de colheita e produção animal (Stobbs, 1973).

Por outro lado, pastagens com alto conteúdo de colmos e material morto parecem dificultar o pastejo e limitar o tamanho do bocado (Barthram, 1981). A arquitetura da planta e a distribuição dos seus componentes no dossel determinam a qualidade da forragem ao longo do seu perfil, assim como a produção da pastagem nos distintos estratos poderá indicar a sua facilidade de apreensão. Stobbs (1973) observou que, na medida em que avançava o período de crescimento, de duas até oito semanas, a altura do pasto de *Setária anceps* se elevava de 15 para 60 cm ou mais e a proporção de folhas na biomassa total da parte aérea diminuía de 83 para 44 %, comprometendo o tamanho do bocado.

A relação folha:colmo também é uma variável de grande importância para a nutrição animal e para o manejo das plantas forrageiras, pois a maior participação de folhas ou hastes na composição da matéria seca altera o valor nutritivo da forragem consumida. A alta relação folha:colmo representa forragem de maior teor de proteína, digestibilidade e consumo (Wilson, 1982). De acordo com Sbrissia & Da Silva (2001), a relação folha:colmo apresenta relevância variada de acordo com a espécie forrageira, sendo menor em espécies de colmo tenro e de menor lignificação. Caso este que parece se adequar para o papuã. Com o alongamento do caule, a relação folha/caule diminui o que representa uma possível queda no valor nutritivo da forrageira, caracterizada por maior teor de fibra, menor

teor de proteína e menor digestibilidade da matéria seca do colmo (Van Soest, 1983).

Estudos baseados na avaliação dos impactos que estratégias de manejo têm sobre a estrutura do dossel e das variações dessa sobre as respostas de plantas e animais, são fundamentais para se determinar práticas adequadas de manejo do pastejo.

2.6 PAPUÃ

O principal centro de origem e diversificação das gramíneas do gênero *Brachiaria* se encontra no leste da África, aonde ocorrem naturalmente nas savanas africanas (Valle et al., 1994). O gênero contém mais de 100 espécies, distribuídas principalmente nos trópicos (Buxton & Fales, 1994), dentre estas, as mais utilizadas em países tropicais como forrageiras estão a *B. decumbens*, *B. ruziziensis* e *B. brizantha*, introduzidas no Brasil em 1952, 1960 e 1965 respectivamente (IBPGR, 1984). Algumas espécies como *B. plantaginea* (Link) Hitchc e provavelmente *B. mutica* podem ter sido introduzidas na América acidentalmente, provavelmente no período colonial como cama dos escravos (IBPGR, 1984).

As plantas do gênero *Brachiaria* são caracterizadas pela sua grande flexibilidade de uso e manejo, sendo tolerantes a uma série de limitações e/ou condições restritivas de utilização para um grande número de espécies forrageiras (Da Silva, 2004). Para Soares Filho (1994), isso se deve a características favoráveis desse gênero, tais com, propagação por sementes, possibilidade de consórcio com culturas anuais, facilidade de manejo e persistência em solos de baixa fertilidade.

A *Brachiaria plantaginea* popularmente conhecida como papuã é uma espécie anual de verão de hábito decumbente de crescimento que ocorre espontaneamente em lavouras durante o verão e início do outono, florescendo e desaparecendo com o frio (Araújo, 1967). Em áreas de ILP o papuã pode prover forragem a um custo muito reduzido por apresentar alto potencial de ressemeadura natural. Pode ainda estar sendo utilizado após a colheita do milho, provendo forragem em um período de baixa disponibilidade, semelhante ao “sistema Santa Fé” utilizada no Brasil central, aonde os animais poderiam entrar na lavoura para

consumir o papuã e outras gramíneas, além da palha e pedaços de espigas de milho que caem ao chão durante a colheita.

Alguns pesquisadores já testaram esta espécie (Aita, 1995; Martins et al., 2000) e demonstraram seu alto potencial de produção, tanto vegetal quanto animal. Entretanto, dados sobre o potencial de resposta a níveis de nitrogênio e a intensidades de pastejo ainda precisam ser gerados.

2.7 ESPÉCIE ANIMAL

A otimização dos recursos da propriedade, incluindo a mão-de-obra disponível ocorre à medida que a atividade explorada é coerente com os recursos disponível e ainda eficaz na utilização destes recursos. Diferentes explorações se adaptam melhor a diferentes tamanhos de propriedade. A exploração de pequenos ruminantes demanda de bastante atenção e cuidado por parte do criador, fator este que pode ser atendido pela mão-de-obra familiar em estrutura fundiária predominantemente de pequenas propriedades. Além disso, com o uso de pequenos ruminantes, é possível produzir um produto diferenciado (carne, leite, pele) e ainda explorar diferentes nichos de mercado com agregação de valor ao produto. De fato, a caprinocultura pode se tornar uma das alternativas de viabilização sócio-econômica da pequena e média propriedade rural que não consegue se capitalizar com outras atividades que exigem maior mobilização de recursos financeiros e agrários, por exemplo, a exploração de grãos.

A criação de caprinos visando à produção de carne vem aumentando, estimulada pelo elevado potencial que apresenta o mercado consumidor dos grandes centros urbanos brasileiros, porém, a atividade sofre devido à baixa produtividade, a falta de padronização de carcaças, o baixo padrão racial dos rebanhos, a irregularidade no fornecimento de carne e derivados ao mercado e ao abate clandestino, que concorre deslealmente com frigoríficos industriais.

O caprino, com sua adaptabilidade climática e nutricional, produz carne de aceitação universal, apresentando-se desta forma como uma fonte alimentar protéica com um grande potencial a ser explorado no Brasil, entretanto, o rebanho nacional é constituído principalmente por animais denominados *srd* – sem raça definida, os quais são cruzamentos da raça nativa conhecida como crioulo com

raças importadas. Entre as raças exóticas com aptidão para produção de carne, a Boer se destaca e apresenta-se como alternativa para cruzamentos com outras raças e/ou tipos raciais criados no Brasil (Erasmus, 2000).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O trabalho foi conduzido na Unidade Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, localizada no Município de Pato Branco – PR, região fisiográfica denominada Terceiro Planalto Paranaense e encontra-se entre as coordenadas de 25° 07' Sul e 52° 41' Oeste com altitude média de 700m.

O clima da região é o Cfa, subtropical úmido, segundo classificação de Köppen (Maak, 1968). Os dados meteorológicos do período experimental são apresentados na Figura 1.

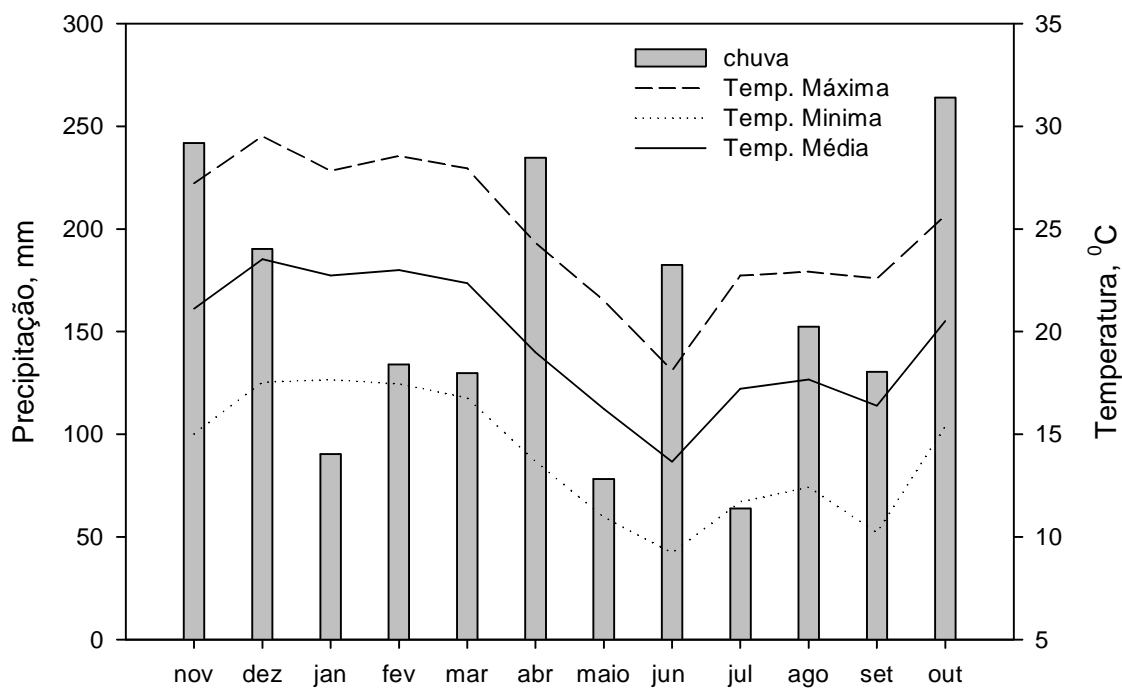


Figura 1. Dados meteorológicos observados durante o período experimental (2007/2008). Fonte: Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR, 2008).

3.2 ÁREA EXPERIMENTAL

A área experimental vem sendo utilizada com plantio direto há aproximadamente 10 anos sendo que a cultura antecessora ao experimento foi aveia preta. Foram utilizados 1,39 ha divididos em 12 piquetes com tela malha número oito e dois fios de cerca elétrica, os quais constituíram as unidades experimentais e mais 0,2 ha como área de reserva para manutenção dos animais reguladores. A área dos piquetes foi determinada de acordo com os tratamentos e variou de 0,039 ha até 0,25 ha, aumentando à medida que se aumentou a intensidade de pastejo e reduziu o nível de nitrogênio. Disponibilizou-se sombra artificial (3 x 3m) em cada unidade experimental, onde os animais dispunham de livre acesso à água.

3.3 DURAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento constou de uma fase inicial de avaliação da pastagem e dos animais. O período de avaliação da produção de forragem e massa de forragem ocorreu entre o dia 19/11/07 até o dia 01/04/2008 totalizando 135 dias de avaliação da pastagem, enquanto que o período de avaliação da carga animal ocorreu entre o dia 13/12/07 até 11/03/2008. A segunda fase avaliou a taxa de decomposição da matéria seca da pastagem e do esterco animal no período de 17 de março (alocação dos sacos de nylon a campo) a 07 de novembro (última coleta dos sacos de nylon) de 2008 totalizando 236 dias de avaliação.

3.4 ADUBAÇÃO DA ÁREA

O solo do local experimental é classificado Latossolo Vermelho distroférico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1984) apresentando relevo ondulado de textura argilosa. A adubação da área foi realizada conforme recomendação da comissão de química e fertilidade do solo, CQFS (2004), a partir dos valores encontrados na análise de solo realizada de 0 a 20 cm antes da realização do experimento para caracterização química da área (Tabela 1 e 2).

Tabela 1 – Atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 20 cm antes da instalação do experimento. UTFPR, Campus de Pato Branco.

Profundidade	Ph	MO	Al ³⁺	H+Al	Ca	Mg	K	P	V
	CaCl ₂	Mg.dm ⁻³cmol _c .dm ⁻³					mg.dm ⁻³	%
0-20 cm	5,70	57,63	0,0	3,84	8,7	4,2	0,75	10,07	78

MO = Matéria orgânica V = Saturação de bases

Tabela 2 – Atributos químicos do solo, micronutrientes, nitrato, amônio e CTC, na profundidade de 0 a 20 cm antes da instalação do experimento (12/11/2007). UTFPR, Campus de Pato Branco.

Profundidade	Cu	Fé	Zn	Mn	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	CTC
mg.dm ⁻³						cmol _c .dm ⁻³
0-20 cm	5,47	49,37	7,36	137,19	26,69	6,75	17,49

CTC = Capacidade de troca de Cátions NO₃⁻ = Nitrato NH₄⁺ = Amônio

Conforme recomendações para gramíneas de estação quente, utilizou-se 60 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, totalizando 150 kg.ha⁻¹ de super fosfato triplo. Não foi usada adubação com potássio, devido ao teor satisfatório deste mineral no solo.

A adubação nitrogenada foi fracionada em quatro aplicações, correspondente aos níveis testados e efetuada a lanço nos dias 12/12/07, 11/01/08, 29/01/08 e 20/02/08, observando sempre as condições de clima e umidade favoráveis para o máximo aproveitamento do N no sistema. A fonte utilizada foi uréia na concentração de 45% de N.

3.5 ESTABELECIMENTO DA PASTAGEM

A área experimental possuía elevado banco de sementes no solo da espécie forrageira *Brachiaria plantaginea*, em decorrência ao diferimento realizado no ano anterior à implantação desse trabalho, em que foi priorizada a produção de sementes de *B. plantaginea*. O estabelecimento ocorreu por ressemeadura natural sendo que se realizou apenas uma roçada da aveia preta já em final de ciclo para promover uma limpeza da área.

3.6 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

A primeira etapa do experimento constou de um delineamento experimental de blocos ao acaso com duas repetições. Os tratamentos foram arranjados em parcelas subdivididas. Nas parcelas foram alocados os períodos e nas sub-parcelas a combinação das três doses de N (0, 200 e 400 kg de N.ha⁻¹) e duas intensidades de pastejo caracterizadas pela massa alta (MA) de forragem em 3.000 kg de MS.ha⁻¹ e massa baixa (MB) de forragem com 1.500 kg de MS.ha⁻¹ em pastejo com lotação contínua e carga animal variável, perfazendo seis tratamentos em esquema fatorial

A partir dos tratamentos iniciais formou-se a segunda etapa de avaliação. O delineamento experimental foi um fatorial em blocos ao acaso com três repetições. O fatorial foi constituído de dois tipos de material (esterco caprino e resíduo vegetal do papuã) e dez períodos de incubação a campo (0, 15, 30, 44, 71, 102, 134, 164, 195 e 236 dias após alocação a campo) totalizando 324 sacos de nylon.

3.7 VARIÁVEIS ESTUDADAS

As variáveis independentes do trabalho foram compostas por duas intensidades de pastejo e três níveis de nitrogênio. Sendo as influências destas variáveis avaliadas sobre as variáveis dependentes: taxa de acúmulo de forragem, produção de forragem, valor nutritivo da forragem, massa de forragem, carga animal, estrutura da forragem constituída pela relação folha: colmo e pela altura e a taxa de decomposição da matéria seca da pastagem e do esterco animal.

O critério adotado para a entrada dos animais nos piquetes foi à existência de MF com valor aproximado de 3.000 kg de MS.ha⁻¹, mantendo essa MF para o tratamento MA e, através da taxa de lotação, baixou-se a MF preconizada para o MB (1.500 kg de MS.ha⁻¹). Foi utilizado pastejo com lotação contínua e carga animal variável, utilizando o método de “*put and take*”, descrito por Mott & Lucas (1952), com três animais testes e um número variável de animais reguladores.

3.7.1 Taxa de acúmulo

A avaliação da taxa de acúmulo de forragem (TA, kg MS.ha⁻¹.dia⁻¹) foi realizada, em média, a cada 21 dias, com o uso de duas gaiolas de exclusão ao pastejo por unidade experimental, empregando a técnica do triplo emparelhamento, proposta por Moraes et al. (1990).

As gaiolas de exclusão do pastejo foram confeccionadas utilizando-se uma estrutura com barras de ferro de ½ de diâmetro, com as seguintes dimensões: base de 1 m² e altura de 0,90 m. Esta estrutura foi revestida com tela de arame de malha 6 cm. Um quadrado de ferro de área 0,25 m² (0,5 m X 0,5 m) de área foi utilizado para corte da forragem dentro e fora da gaiola. As gaiolas de exclusão foram distribuídas em dois pontos por piquete, representativos da média do crescimento da pastagem. Na escolha das áreas foram levadas em consideração as topografia, composição botânica e massa de forragem do local. Depois de cortadas, as amostras de forragem de cada gaiola e fora da gaiola foram secas e pesadas.

As taxas de acúmulo de matéria seca (MS) foram obtidas utilizando-se a equação proposta por Campbell (1966), mostrada a seguir:

$$T_j = \frac{G_i - F(i-1)}{n} \text{ onde :}$$

T_j = TA de MS diária (kg de MS.ha⁻¹.dia⁻¹) no período j;

G_i = Média da MS.ha⁻¹ dentro das duas gaiolas no instante i;

$F(i-1)$ = Média MS.ha⁻¹ fora das duas gaiolas no instante i - 1;

n = número de dias entre o instante i - 1 e i = período j.

A produção de MS de cada período foi obtida através da multiplicação da taxa de acúmulo diária e o número de dias de cada período. Através da somatória da produção de MS de cada período calculou-se a produção total de MS. O período total de produção de forragem avaliado foi de 135 dias.

3.7.2 Estimativa da massa de Forragem

Para a estimativa da massa de forragem (MF, kg de MS.ha⁻¹) foi utilizada a técnica de dupla amostragem descrita por Wilm et al. (1944). Estimativas visuais da MF foram realizadas por dois avaliadores treinados, a cada 12 dias, com

auxílio de um quadrado de 0,25 m², totalizando 15 estimativas visuais por repetição, sendo que cinco destas foram cortadas rente ao solo com auxílio de uma tesoura de esquila. As amostras cortadas eram embaladas em papel e, em laboratório, foram pesadas em balança de precisão de um grama. Com os valores das amostras estimadas visualmente e posteriormente cortadas foram feitas equações de regressões lineares para cada avaliador nos tratamentos. As médias das dez estimativas visuais por piquete da MF foram utilizadas nas equações de regressão do tratamento e, com isso, obteve-se a massa de forragem estimada do piquete para o avaliador em que o coeficiente de determinação fosse acima de 0,75 (Gardner, 1986).

Das amostras cortadas foi extraída uma pequena amostra de massa verde de forragem, a qual foi pesada e posteriormente seca em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até peso constante, para ajuste da MF com a real porcentagem de MS da forragem. Os valores encontrados de MF foram utilizados para regulação da carga animal. Quando o valor de MF estava acima do valor preconizado de acordo com a intensidade de pastejo para o piquete, a taxa de lotação era aumentada e vice-versa.

3.7.3 Valor nutritivo da pastagem

As avaliações de valor nutritivo foram realizadas em todas as unidades experimentais através do método de simulação manual de pastejo conforme metodologia descrita por Johnson (1978). As amostras foram analisadas através da técnica do NIRS descrita por Marten et al. (1985) em que eram determinados os teores de proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), com três coletas espaçadas a cada 21 dias após a entrada dos animais, ou ainda, nas seguintes datas: 02 de janeiro, 23 de janeiro e 13 de fevereiro.

3.7.4 Avaliação da Carga animal

Foram utilizados caprinos não castrados da raça Boer com média de cinco meses de idade e peso inicial de 21 kg. Para determinar o valor da carga

animal, os caprinos eram pesados a cada 21 dias, com jejum de sólidos e líquidos prévio de 12 horas. A diferença de peso entre duas pesagens sucessivas pelo número de dias deste intervalo correspondeu ao ganho de peso médio diário (GMD, $\text{kg.animal.dia}^{-1}$) em cada sub-período que foram considerados na determinação da carga animal. Foram realizados ajustes a cada 14 dias na carga animal. Em certas ocasiões foram necessários ajustes semanais da densidade de lotação dos animais para manter a pastagem nas massas desejadas.

3.7.5 Estrutura da Pastagem

Foram realizadas avaliações na estrutura da pastagem a fim de determinar a relação folha:colmo, uma vez que esta representa uma característica forrageira importante e dependendo da sua relação, pode indicar características qualitativas superiores, tendo em vista os mais elevados teores de proteína e digestibilidade das lâminas em relação às hastes.

A forragem proveniente das amostras cortadas para a determinação da massa de forragem foi homogeneizada e desta retirada uma sub-amostra para separação manual e determinação dos componentes estruturais dos componentes lâmina foliar e colmo+bainha. As inflorescências foram incorporadas à fração colmo. A relação folha:colmo foi obtida pela divisão da massa seca das lâminas pela massa seca do colmo+bainhas.

Ainda referente à estrutura da pastagem, avaliações na altura do dossel das plantas foram realizadas através de um bastão graduado (*Sward stick*) no momento da entrada dos animais nas unidades experimentais e posteriormente com coletas espaçadas a cada 21 dias para cada tratamento através da medição da altura em cm de 50 pontos por piquete.

Considerou-se a altura do pasto a distância do nível do solo até o toque na primeira lâmina foliar da pastagem pelo marcador que corre no bastão graduado. A densidade da forragem foi obtida pela divisão da massa de forragem pela altura da forragem.

3.7.6 Taxa de decomposição da matéria seca do resíduo vegetal e animal

A avaliação da taxa de decomposição do resíduo vegetal e animal referente à matéria seca da *Brachiaria plantaginea* e ao esterco dos caprinos foi realizada através da metodologia de uso de sacos de nylon.

As amostras oriundas dos cortes para determinação da massa de forragem de cada parcela foram misturadas e coletou-se uma sub-amostra para colocar nos sacos de decomposição. As amostras de dejetos dos animais foram coletadas após defecação e posteriormente secas em estufa a 60 °C até apresentarem peso constante. Destas amostras compostas retirou-se 15 g de matéria seca de cada tratamento e alocou-as em sacos de nylon (sacos de decomposição) com malha de 2 mm, medindo 20 x 20 cm.

Os sacos de nylon com as repetições de cada tratamento foram grampeados e alocados sobre a superfície do solo nas respectivas parcelas sob a proteção de gaiolas de exclusão ao pastejo, pois a aveia semeada na área após o pastejo com papuã foi pastejada. A massa de forragem da aveia dentro da gaiola era cortada a uma altura de 15 cm a fim de simular uma situação real nas quais os resíduos estariam sendo normalmente decompostos.

Após cada coleta, o material dos sacos de nylon foi seco em estufa a 60 °C por 72 h e posteriormente pesados para determinação da velocidade de decomposição por diferença de peso, ou seja, a porcentagem do material remanescente foi calculada baseando-se na quantidade total (15 g) alocada no início das avaliações menos a quantidade remanescente ao longo dos seguintes períodos de avaliação, 15, 30, 44, 71, 102, 134, 164, 195 e 236 dias de incubação a campo, que ocorreram no dia 17 de março, 31 de março, 15 de abril, 29 de abril, 26 de maio, 26 de junho, 28 de julho, 27 de agosto, 27 de setembro e 7 de novembro de 2008 respectivamente para os períodos de coleta.

As taxas de decomposição da matéria seca (MS) dos resíduos culturais das plantas e do esterco foram estimadas ajustando-se modelos de regressão não linear aos valores observados conforme proposto por Wieder & Lang (1982), utilizando o programa estatístico statigraphic através da seguinte equação:

$$MSR = A e^{-kat} + (100-A) \text{ Equação 1}$$

$$MSR = A e^{-kat} + (100-A) e^{-kbt} \text{ Equação 2}$$

Em que a MSR = porcentagem de MS remanescente no tempo t (dias);
 k_a e k_b = taxas constantes de decomposição da MS do compartimento mais facilmente decomponível (A) e do compartimento mais recalcitrante (100 – A), respectivamente.

Os modelos consideram que a matéria seca dos resíduos pode ser dividida em dois compartimentos. No modelo assintótico (Equação 1), apenas o compartimento mais facilmente decomponível, relativo a matéria seca, é transformado, diminuindo exponencialmente com o tempo a uma taxa constante. A matéria seca do segundo compartimento é considerada mais recalcitrante e, por isso, este compartimento não sofre transformação no período de tempo considerado.

No modelo exponencial duplo (Equação 2) a matéria seca dos dois compartimentos diminuem exponencialmente a taxas constantes, sendo que a primeira fração é transformada a taxas mais elevadas do que a segunda, que é de mais difícil decomposição (recalcitante).

A escolha do tipo de modelo de cada tratamento foi feita com base nos valores do coeficiente de determinação (R^2), o qual indica o grau de associação entre o modelo ajustado e os valores observados.

A partir dos valores da constante de decomposição da matéria seca de cada compartimento, calculou-se o tempo da meia vida ($t^{1/2}$), ou seja, o tempo necessário para que 50% da matéria seca daquele compartimento fosse decomposta. Para este cálculo utilizou-se a fórmula a seguir, cuja dedução é apresentada em Paul & Clark (1996):

$$t^{1/2} = 0,693/k_{(a,b)}$$

3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Sobre as variáveis independentes: intensidades de pastejo, níveis de N e períodos avaliaram-se algumas variáveis dependentes, como: produção de forragem (PF), valores de massa de forragem (MF), relação folha:colmo (F:C), altura das plantas, carga animal (CA), análise do valor nutritivo da pastagem e a taxa de decomposição da matéria seca dos resíduos vegetal e do esterco animal.

Os resultados experimentais foram submetidos à análise de variância para primeiramente verificar possíveis interações entre os fatores intensidade de pastejo, adubação nitrogenada e períodos, usando um nível de significância de 5%. Quando não houve nenhuma interação entre os fatores, foi realizado o teste Tukey a 5% de significância, para comparar as médias dos níveis de nitrogênio, independentemente da intensidade de pastejo e comparação entre médias de períodos, independentemente da intensidade de pastejo.

A comparação entre as médias de intensidade de pastejo, independentemente do nível de nitrogênio e período foi feita pela própria análise de variância, já que são apenas dois níveis desse fator.

Para as taxas de decomposição da matéria seca (MS) dos resíduos culturais das plantas e do esterco foi realizada uma análise de variância para verificar possíveis interações entre os fatores. Como houve interação quádrupla entre intensidade de pastejo *versus* nível de nitrogênio *versus* material *versus* períodos de avaliação foi avaliado os materiais dentro de cada intensidade de pastejo e nível de nitrogênio ao longo dos períodos e as intensidades de pastejo dentro de cada material e intensidade de pastejo ao longo dos períodos de avaliação ajustando-se modelos de regressão não linear aos valores observados conforme proposto por Wieder & Lang (1982), utilizando o programa estatístico statigraphic.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 MASSA DE FORRAGEM

Constatou-se influencia significativa das interações períodos *versus* intensidade de pastejo e entre período *versus* níveis de N sobre a variável massa de forragem (Tabela 3).

As diferenças entre as massas preconizadas e as reais ocorreram em função de que às taxas de acúmulo sempre estiveram acima do estimado, e por questões de ajuste da carga animal, abaixo da capacidade de consumo dos animais para manter as massas pretendidas.

O baixo número de informações a respeito do papuã quanto sua capacidade produtiva levou a ocasionar esse tipo de comportamento diferenciado,

embora trabalhos existam (Martins, et al 2000), a variação entre regiões é significativa, como mostra esse trabalho se comparado a outros realizados mais ao sul do Brasil.

Apesar das duas massas estarem acima do pretendido, a diferença entre elas existiu, provando que de fato houve esse fator como parte dos tratamentos, e a magnitude da diferença foi o que se pretendia em torno de 1.500 kg de MS.ha⁻¹. Para o primeiro período a massa de forragem não diferiu entre as intensidades de pastejo uma vez que estas ainda não haviam sofrido a influencia do animal, no entanto, após o ajuste da carga animal houve diferença para todos os demais períodos.

As massas de forragem do primeiro período não diferem entre as intensidades de pastejo em função da baixa interferência dos animais neste período, entretanto, percebe-se que para todos os demais períodos ocorreu diferença entre as massas de forragem. Observa-se também um ajuste da massa de forragem ao longo dos períodos para ambas as intensidades de pastejo.

Tabela 3. Valores de massa de forragem (kg de MS.ha⁻¹) de *Brachiaria plantaginea* em função dos níveis de nitrogênio (0, 200 e 400 kg de N.ha⁻¹) e intensidades de pastejo nos diferentes períodos de avaliação no período experimental de 12/12/2007 até 01/04/2008. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.

Períodos	12/12/07	03/01/08	21/01/08	12/02/08	11/03/08	Média
	03/01/08	21/01/08	12/02/08	11/03/08	01/04/08	
Níveis de Nitrogênio						
0	3.433 aB	3.005 aA	2.748 aA	3.374 aA	2.675 aA	3.047
200	5.327 aA	3.369 abA	2.603 bA	2.908 abA	2.500 bA	3.341
400	6.057 aA	3.065 bA	2.698 bA	2.153 bA	2.300 bA	3.254
Intensidade de Pastejo						
MA	4.894 aA	3.712 bA	3.725 bA	3.693 bA	3.283 cA	3.862
MB	4.984 aA	2.580 bB	1.640 cB	1.930 cB	1.700 cB	2.567
Média	4.939	3.146	2.683	2.812	2.491	

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, nas linhas, diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.
Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na coluna, diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.

Referente aos níveis de N, a primeira parcela da adubação nitrogenada, aplicada no dia 12 de dezembro de 2007, ou seja, 50 e 100 kg de N.ha⁻¹

¹ respectivamente para os tratamentos com 200 e 400 kg de N.ha⁻¹ promoveram um aumento da produção e por isso as massas de forragem destes tratamentos diferem do tratamento sem adubação nitrogenada no período 1. Para os demais períodos, a massa não diferiu entre os diferentes níveis de N em função do ajuste da carga animal. A massa de forragem em função dos níveis de N ao longo dos períodos diminuiu também devido ao ajuste da carga animal.

4.2 PRODUÇÃO DE FORRAGEM

Os bons níveis de fertilidade do solo e as condições climáticas ao longo do período experimental permitiram que a pastagem de papuã manifestasse alta produção de matéria seca, com valores de produção e qualidade superiores aos encontrados em literatura (Aita, 1995; Lançanova et al, 1988).

Não houve interação entre intensidade de pastejo, níveis de nitrogênio e períodos de avaliação para a produção de forragem, sendo observado diferença apenas entre os níveis de nitrogênio. As taxas médias de acúmulo (TA) foram de 100, 147 e 132 kg de MS.ha⁻¹.dia⁻¹, correspondendo a uma produção total de 13.659, 19.834 e 17.820 kg de MS.ha⁻¹, respectivamente para as níveis de 0, 200 e 400 kg de N.ha⁻¹ (Tabela 4).

Comparando estes dados de produção com dados de literatura de espécies como milho e sorgo, é possível verificar que o papuã apresenta alto potencial produtivo. Lupatini (1996), encontrou valores máximos de taxa de acúmulo para milho de 150 kg de MS.ha⁻¹ com 459 kg de N.ha⁻¹, valor este semelhante aos 147 kg de MS.ha⁻¹ obtidos no presente trabalho, no entanto, com 200 kg de N.ha⁻¹.

Martins et al. (2000), trabalhando com papuã sob níveis de nitrogênio, encontrou respostas lineares até a dose máxima de nitrogênio, sendo que do nível zero para 200 kg de N.ha⁻¹, a taxa de acúmulo de MS mais que triplicou, passando de 17,74 para 56,58 kg de MS.ha⁻¹ alcançando uma produtividade total de 4.657 e 8.753 kg de MS.ha⁻¹ respectivamente para ambas as níveis, zero e 200 kg de N.ha⁻¹.

A produção de MS do nível 0 de N foi expressiva, porém inferior a dos níveis de 200 e 400 kg de N.ha⁻¹ que não diferiram entre si (Tabela 4). O aumento relativo na produção do tratamento sem nitrogênio para o com 200 e 400 kg N.ha⁻¹

demonstra que o suprimento de N do solo não atendeu ao potencial produtivo do papuã, o qual apresenta altas taxas de crescimento e grande demanda por N.

Tabela 4. Produção de forragem (kg de MS.ha⁻¹) de *Brachiaria plantaginea* nas diferentes intensidades de pastejo (MA e MB) em função dos níveis de nitrogênio (0, 200 e 400 kg de N.ha⁻¹) e dos períodos de avaliação. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.

Nível de N	Massa Alta	Massa baixa	Média
0	14.487	12.832	13.659 B
200	20.512	19.157	19.834 A
400	18.393	17.246	17.819 A
Média	17.797 ^{ns}	16.411	
Períodos de Avaliação			
19/11/07-13/12/08	2.925	2.705	2.815 ^{ns}
13/12/08-03/01/08	2.936	2.567	2.751
03/01/08-21/01/08	2.948	3.085	3.016
21/01/08-12/02/08	3.166	2.185	2.675
12/02/08-11/03/08	3.282	2.999	3.141
11/03/08-01/04/08	2.535	2.868	2.703
Média	2.966 ^{ns}	2.735	

NS; não significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na coluna, diferem (P<0,05) pelo teste Tukey a 5%.

A resposta das plantas à adubação nitrogenada é maior quanto menor os níveis de N aplicados sendo que altos níveis de adubação nitrogenada também estão sujeitas a maiores perdas por volatilização e lixiviação, fatores estes que possam talvez explicar a falta de resposta em termos de produção vegetal com o aumento do nível de 200 para 400 kg N.ha⁻¹. Heringer & Moojen (2002) verificaram uma redução na eficiência de utilização de N, variando entre 46 a 14 kg de MS por kg de N aplicado respectivamente para 150 e 600 kg de N.ha⁻¹ em pastagem de milho. Para Heringer & Moojen (2002), trabalhos que estudam amplos níveis do nutriente geralmente apresentam relação quadrática entre níveis de N e produção de MS. Segundo Dougherty & Rhykerd (1985) isto ocorre porque toda planta tem uma capacidade limitada de resposta à disponibilidade de N no solo, essa limitação está atrelada à característica genética da planta.

Outro fator seria a limitação na disponibilidade de outros nutrientes, que poderiam estar limitando a produção de forragem frente aos níveis de N (Dougherty & Rhykerd, 1985).

Não se observou influência estatística significativa das intensidades de pastejo (MA e MB), sobre a produção total de MS, demonstrando a alta capacidade de rebrota da pastagem e tolerância ao pastejo, sugerindo que maiores pressões de pastejo devem ser testadas (Tabela 4).

A produção de forragem não foi influenciada significativamente pelos períodos de avaliação apresentando uma média de produção de 2.850 kg de MS.ha⁻¹, o que configura uma boa distribuição da produção ao longo do ciclo produtivo. Segundo Martins et al. (2000), a distribuição da forragem produzida é importante, porque altas taxas de crescimento num curto período de tempo permitem grande acúmulo de matéria seca, que precisa ser consumida sob pena de ocorrerem grandes perdas na qualidade e ainda levar a uma condição de resíduo impróprio ao consumo pelos animais e em último caso, pela própria necessidade de grande manejo de entra e sai de animais na pastagem.

Em milheto, Moraes (1984), observou que 55% da produção total de forragem ocorreram até os 60 dias de idade da pastagem. Lupatini (1996) também observou uma maior desuniformidade na taxa de acúmulo de milheto, uma vez que a produção de forragem no final de março e começo de abril foi de apenas 19, 34 e 50% da média verificada nos seus três primeiros períodos de avaliação para 0, 150 e 400 kg de N.ha⁻¹.

Com isso, uma menor distribuição da produção no tempo parece ser mais significativa para o milheto em relação ao papuã uma vez que este apresentou produção uniforme entre os períodos avaliados reduzindo a intensidade do “*put and take*” de animais na pastagem, técnica frequentemente rechaçada pelos produtores rurais.

Ainda comparando o papuã em regime de cortes e fazendo uso de 100 kg de N.ha⁻¹, Lançanova et al. (1988) e Petrucci et al. (1989), obtiveram produções máximas de 8,7 a 10,8 t de MS.ha⁻¹, respectivamente, valores inferiores aos obtidos no presente trabalho, que mesmo no nível zero de nitrogênio apresentou uma produtividade média de 13.659 kg de MS.ha⁻¹.

4.3 VALOR NUTRITIVO DA PASTAGEM

O valor nutritivo de uma pastagem é importante porque a produção por animal é reflexo, em parte, de seu valor nutritivo (Paciullo et al., 1998), parâmetro este passível de ser avaliado e importante no sentido de ajudar na escolha entre as espécies. Devido a isto foram avaliados os teores de nutrientes digestíveis total (NDT), fibra em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB), potássio (K), fósforo (P) e cálcio (Ca), em % da matéria seca de papuã em função dos níveis de N utilizado, das intensidades de pastejo e dos períodos de avaliação através da simulação de pastejo.

Não houve interação entre intensidade de pastejo, níveis de nitrogênio e períodos de avaliação para as variáveis do valor nutritivo sendo observada diferenças dentro dos níveis de nitrogênio, intensidades de pastejo e períodos de avaliação para as variáveis de valor nutritivo avaliado (Tabela 5).

Tabela 5. Conteúdo de NDT, FDN, FDA, PB, K, P e Ca, em % da MS de *Brachiaria plantaginea* em função do nível de N, das intensidades de pastejo e dos períodos de avaliação, da simulação de pastejo. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.

Variáveis	NDT	FDN	FDA	PB	K	P	Ca
Níveis de N							
0	65,01 b	66,35 a	32,61 a	15,18 c	2,33 b	0,31 c	0,61 b
200	66,29 ab	63,61 ab	30,78 ab	17,75 b	2,49 ab	0,33 b	0,67 ab
400	67,94 a	61,58 b	28,43 b	19,88 a	2,63 a	0,35 a	0,72 a
Intensidade de Pastejo							
MA	66,64 a	63,41 a	30,92 a	17,68 a	2,46 a	0,34 a	0,63 b
MB	66,19 a	64,28 a	30,28 a	17,53 a	2,50 a	0,32 a	0,70 a
Períodos de pastejo							
02/01/08	66,10 a	64,79 a	31,06 a	17,27 a	2,70 a	0,33 a	0,55 c
23/01/08	65,70 a	66,23 a	31,63 a	17,23 a	2,41 b	0,33 a	0,69 b
13/02/08	67,45 a	60,53 b	29,13 a	18,31 a	2,35 b	0,35 a	0,76 a
Média	66,41	63,84	30,6	17,6	2,48	0,33	0,66

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na coluna, diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Segundo Blaser (1994), a produção animal em pastagens tropicais é severamente restringida, devido ao rápido amadurecimento das plantas forrageiras e à conseqüente redução da disponibilidade e proporção de folhas verdes no relvado, ao aumento do teor de fibras e à redução do teor de PB e da digestibilidade da forragem disponível. Entretanto os dados do presente trabalho demonstram que o papuã manteve a sua qualidade ao longo do ciclo.

A utilização de N exerce influência positiva no valor nutritivo da forragem produzida, especialmente no seu percentual de proteína bruta (PB), como é confirmado por diversos trabalhos com diferentes espécies de produção estival (Moojen, 1993; Lupatini, 1996). Os valores de PB diferiram significativamente em função dos níveis de N utilizadas aumentando com o aumento dos níveis de N.

Contudo, não constatou-se influencia significativa das intensidades de pastejo e dos períodos de pastejo sobre os teores de PB demonstrando a manutenção da qualidade da forragem ao longo do período de pastejo. Segundo Blaser (1964) a manutenção da qualidade das forragens em locais com boa disponibilidade de N se deve ao retardamento da maturação fisiológica das plantas.

Os valores de PB verificados na simulação de pastejo para o papuã foram semelhantes aos encontrados por Montagner et al. (2008), que encontrou valor de 16,2% com 195 Kg de N.ha⁻¹ para milheto. Martins et al. (2000), avaliaram os teores de PB da planta de papuã e encontraram valores médios que variaram de 4,45 a 7,95%, respectivamente para o nível zero e 200 kg de N.ha⁻¹.

Ainda relacionado com o aumento do valor nutritivo da pastagem em função dos níveis de N pode-se observar que os valores de FDN e FDA decresceram com o aumento dos níveis de N diferindo entre a dose 0 e 400 kg de N.ha⁻¹.

A diminuição dos teores de FDN e FDA com o aumento da adubação nitrogenada na pastagem de papuã pode ser explicada pelo fato do nitrogênio aumentar a taxa de acúmulo da pastagem e conseqüentemente aumento da carga animal sobre ela, através do aumento da taxa de lotação. Com o aumento do acúmulo e do consumo por área, os perfilhos são desfolhados mais frequentemente, e os animais colhem tecidos mais jovens, com menores teores de fibras, em relação a uma pastagem, que embora na mesma oferta de forragem, apresenta menor acúmulo e menor carga animal.

Em relação aos períodos de avaliação a FDA apresentou comportamento similar enquanto que o FDN foi influenciado pelos períodos de avaliação, sendo o valor do terceiro período maior que os demais. Os valores de FDN encontrados por Montagner et al. (2008) em milheto foram de 63%, valores estes semelhantes aos encontrados neste trabalho. Comparando ainda o teor de FDN entre as espécies do gênero *Brachiaria spp.*, os valores de FDN do papuã foram inferiores aos encontrados por Gerdes (2000), em *Brachiaria brizanta*, demonstrando o bom valor nutritivo do papuã.

Os valores médios encontrados de P e Ca (0,33% e 0,66%) foram superiores aos encontrados por Stobbs (1975), na fração folha de plantas de milheto (0,19% e 0,32%, respectivamente) sendo que o K (2,48%) apresentou valores inferiores (4,44%) aos encontrados por este autor.

Os valores de cálcio aumentaram com o avançar do ciclo da cultura diferindo nos períodos de avaliação, sendo este também o único parâmetro que foi influenciado pelas intensidades de pastejo foi o teor de Ca, sendo este maior para o MB.

Ocorreu também um aumento dos teores de K, P e Ca com o aumento dos níveis de N aplicados a pastagem, sendo que o teor destes nutrientes no nível com 400 kg de N.ha diferiu do tratamento sem N. Estes dados são semelhantes aos encontrados por Salette (1991), que relata que quanto maior a disponibilidade de N às plantas, mais estas tendem a absorver K e P desde que estes estejam disponíveis no solo.

4.4 CARGA ANIMAL

A carga animal utilizada expressa uma característica da planta de suportar o pastejo e é resultado direto da taxa de acúmulo de MS. A taxa de lotação é um dos parâmetros influenciados pela adubação nitrogenada em pastagens de gramíneas tropicais devido ao aumento da taxa de acúmulo de MS. Quando se deseja manter a massa de forragem constante, ocorre um aumento proporcional na capacidade de suporte da pastagem e conseqüentemente aumento no ganho de peso por unidade de área.

Constatou-se influencia da interação intensidade *versus* níveis de N e intensidade *versus* período de avaliação sobre a carga animal (Tabela 6).

À medida que se aumentou o nível de N, houve um aumento crescente na carga animal suportada no tratamento MB. Para o nível 0 de N não houve diferença na carga animal entre as intensidades de pastejo enquanto que o tratamento com 200 e 400 kg de N.ha⁻¹ diferiram entre as intensidades de pastejo sendo a carga animal superior em mais de 1000 kg de peso vivo para o MB em relação ao MA. Essa diferença se deve basicamente ao aumento da produção vegetal nestes tratamentos.

Tabela 6. Carga animal (kg de PV.ha⁻¹) nas diferentes intensidade de pastejo (MA e MB) em função dos níveis de nitrogênio (0, 200 e 400 kg N.ha⁻¹) e dos períodos de avaliação de uma pastagem de *Brachiaria plantaginea*. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.

Níveis de Nitrogênio	Massa Alta	Massa Baixa	Média
0	2.056 aA	2.002 aA	2.029
200	1.946 aA	3.138 bB	2.542
400	2.264 aA	3.271 bB	2.767
Média	2.089	2.804	
Períodos de Avaliação			
13/12 – 03/01	2.124 aAB	3.687 bA	2.906
03/01 – 21/01	2.629 aA	4.012 bA	3.321
21/01 – 12/02	2.009 aAB	2.125 aB	2.067
12/02 – 11/03	1.391 aB	1.592 aB	1.491

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, nas linhas, diferem (P<0,05) pelo teste Tukey. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na coluna, diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.

Não constatou-se diferença significativa influenciada pelos níveis de N no manejo massa alta de forragem provavelmente devida a alta produção observada no tratamento que não recebeu N.

Por outro lado, no manejo MB as parcelas que não receberam N sustentaram cargas animais inferiores às parcelas que receberam 200 e 400 kg.ha⁻¹ de N, as quais foram estatisticamente semelhantes entre si. Na média, verifica-se que a carga animal, em relação ao tratamento sem adubação nitrogenada, aumentou em 20,18 e 26,7% no nível de 200 e 400 kg de N.ha⁻¹. Os resultados do presente trabalho confirmam as observações de Lupatini (1996), de que a adubação

nitrogenada em gramíneas tropicais aumenta a carga animal suportada pela pastagem (Lupatini, 1996). A maior carga animal utilizada nos tratamentos com adubação N no MB é reflexo do manejo da pastagem em menor massa de forragem.

Estes valores foram superiores aos encontrados por Restle et al. (2002), que obtiveram valor médio de 1.634 kg de PV.ha⁻¹ em papuã com 300 kg de N.ha⁻¹ e por Martins et al. (2000), que testando níveis de 0, 100 e 200 kg de N.ha⁻¹ obtiveram cargas de 717, 930 e 1.118 kg.ha⁻¹ de PV, ambos trabalhando com bovinos. A superioridade na resposta deste trabalho pode ter ocorrido devido às boas condições climáticas e de fertilidade de solo que favoreceram o crescimento da pastagem e conseqüentemente a carga animal.

Schwartz et al. (2003), obteve uma carga animal média de 76 ovinos.ha⁻¹ (2.138 kg de PV/ha⁻¹) em milho manejado a 32 cm de altura e MF média de 864 kg MS.ha⁻¹, com uma produção total de 10.186 kg de MS.ha⁻¹, e uso de 135 kg de N.ha⁻¹. Valores estes inferiores aos encontrados neste trabalho, que na dose de 200 kg de N.ha⁻¹ e com massa e produção de forragem média de 3.341 e 19.843 kg MS.ha⁻¹ e altura de 27 cm apresentou uma carga animal de 2.542 kg de PV.ha⁻¹, ou seja, 14 ovinos ou 400 kg PV.ha⁻¹ a mais de carga animal.

Na comparação entre o papuã e as outras espécies anuais de verão, Aita (1995) encontrou valores de carga animal de 1.634, 1.514 e 1.389 kg de PV.ha⁻¹ respectivamente para o papuã, milho e sorgo. Entretanto, outros autores como Moojen et al. (1999), trabalhando com milho e níveis de N de 0, 150 e 300 kg de N.ha⁻¹ com oferta de 10% obtiveram valores de carga animal de 1.585, 2.225 e 2.877 kg de PV.ha⁻¹ respectivamente, mantendo uma massa de forragem de 3.168 kg de MS.ha⁻¹.

Em relação à influência da interação entre as intensidades de pastejo *versus* períodos de avaliação foi observado, em geral, uma redução na carga animal ao longo dos períodos (Tabela 6).

No momento da entrada dos animais, o papuã apresentava uma massa de forragem bem superior à pretendida e por isso utilizou-se principalmente no MB, uma carga maior, com o objetivo de ajustar a massa em 1.500 kg de MS.ha⁻¹. Já para o MA, em função da estratégia adotada de entrada dos animais em 3.000 kg de MS.ha⁻¹, a variação da carga ao longo do ciclo de pastejo foi mais uniforme, diferindo apenas entre o segundo e o quarto período.

O aumento na carga animal, para ambas as massas no segundo período ocorreu em função de que o ajuste da carga animal subestimou a capacidade de crescimento do papuã e por isso a carga animal teve de ser aumentada. O baixo peso dos animais e a grande capacidade de suporte impressionam pelo número de animais passíveis de serem mantidos em uma pequena área de pastagem. Em função do ajuste da carga animal, teve momentos que o número de animais por hectare foi de 122 unidades.

Salienta-se que a desuniformidade e variação da carga animal ocorreram pelo desconhecimento do potencial produtivo do papuã. Ainda, o planejamento a fim de manter a manejo da pastagem em uma maior massa, reduz a variação da carga animal e permite uma margem de segurança ao produtor em caso de stress hídrico, por exemplo. Outro fator passível de ser manipulado é o momento da aplicação de nitrogênio bem como a divisão da quantidade em sub-níveis com o objetivo de tentar uniformizar a produção e reduzir essa variação na carga animal ao longo do tempo.

Os dados de ganho de peso vivo não foram considerados em função da infecção dos animais pela bactéria *Salmonella spp.* o que resultou em diarreia líquida intensa, desidratação e apatia, provocando febre alta, perda de peso vivo e até a morte de alguns animais. Os fatores predisponentes ao surto foram à alta umidade decorrente da precipitação ocorrida ao longo do período experimental e devido à aglomeração de animais nos locais sob sombrite. Alguns medicamentos curativos foram aplicados nos animais, porém nenhum apresentou eficiência no controle da *Salmonella spp.* A identificação da doença foi feita através da necropsia de alguns animais por um médico veterinário. Entretanto, considerando os ganhos médios diário do início do experimento (ainda na ausência da *Salmonella spp.*) de 130 g por animal.dia⁻¹ e uma taxa de lotação de 2.800 kg de PV.ha⁻¹, para caprinos com 30 kg de PV, poderíamos obter uma produção animal de 1.213 kg de PV.ha⁻¹ em 100 dias de pastejo. O ultimo período de avaliação (11/03 a 01/04) não foi considerado para a avaliação de carga animal em função de que os animais adoeceram o que acarretou muitos problemas de manejo em função da própria enfermidade.

4.5 ESTRUTURA DA PASTAGEM

4.5.1 Relação folha:colmo (F:C)

A proporção de lâminas foliares na forragem produzida reveste-se de grande importância, uma vez que determina o valor nutricional e alimentar da forragem, principalmente para os animais em pastejo. Constatou-se influência significativa dos períodos e dos níveis de N sobre a relação folha:colmo (Tabela 7).

Tabela 7. Relação folha:colmo da *Brachiaria plantaginea* nas datas de avaliação e nos diferentes níveis de adubação nitrogenada (0, 200 e 400 kg N/ha⁻¹) em função das diferentes intensidades de pastejo (MA e MB). UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.

Int. Pastejo	12/12/07	03/01/08	21/01/2008	12/02/08
MA	1,67	0,4	0,21	0,4
MB	1,71	0,5	0,36	0,5
Média	1,69 a	0,45 b	0,29 b	0,45 b
Níveis de N	0	200	400	Média
MA	0,76	0,59	0,66	0,67 A
MB	0,97	0,71	0,62	0,77 A
Média	0,87 a	0,65 b	0,64 b	

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, nas linhas, diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na coluna, diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Entre os períodos de avaliação constatou-se diferença significativa apenas entre o primeiro período de pastejo em relação aos demais, sendo que ocorreu uma diminuição gradativa da relação F:C com o passar dos períodos. Segundo Heringer (1995), à medida que a planta envelhece, devido à morte de afilhos e menor atividade dos meristemas, a relação F:C também decresce. Segundo Moojen (1993), o aumento da carga animal na pastagem atua negativamente na relação F:C sendo que estes fatores podem explicar a diminuição da relação F:C ao longo dos períodos.

Queiroz Filho et al. (2000), avaliando a relação F:C de capim-elefante “roxo” em diferentes idades de corte observou uma relação de 2,9 e 0,8 respectivamente para 40 e 100 dias de idade, evidenciando que com o passar do ciclo a relação F:C tende a diminuir.

Os valores da relação F:C deste trabalho foram inferiores aos reportados por Paciullo et al. (2003) que obtiveram valores entre 0,71 a 0,95 para a relação F:C de *Brachiaria*. Pompeu et al. (2008), não encontrou diferença na relação F:C no resíduo pós pastejo de capim tanzânia sob pastejo rotativo de ovinos em diferentes períodos de avaliação com média de 0,65.

Os menores valores encontrados neste trabalho se devem, além da diferença entre espécies, a maior seletividade por parte dos caprinos. Ainda, referente à relação F:C é importante considerar que os colmos da pastagem de *Brachiaria plantaginea* são mais tenros que pastagem como milho e sorgo, sendo por isso mais facilmente consumido pelos animais, além de provavelmente apresentarem maior qualidade nutricional.

4.5.2 Altura de plantas

O manejo da pastagem através do controle da altura é um parâmetro fácil de ser utilizado a nível de campo e apresenta estreita relação com a massa da forragem e a estrutura da pastagem.

Para a variável altura de plantas constatou-se influência da interação intensidades de pastejo *versus* períodos de avaliação e da interação períodos de avaliação *versus* níveis de N (Tabela 8).

Tabela 8. Valores de altura de plantas (cm) de *Brachiaria plantaginea* nas intensidades de pastejo (MA e MB) e nos níveis de nitrogênio (0, 200 e 400 kg N.ha⁻¹) em função das diferentes datas de avaliação. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.

Int. Pastejo	13/12/07	03/01/08	12/02/08	11/03/08	Média
MA	33,74 aAB	37,38 aA	30,03 aB	23,66 aC	31,20
MB	34,33 aA	25,22 bB	18,95 bC	15,97 bC	23,62
Níveis de Nitrogênio (kg de N.ha ⁻¹)					
0	28,75 bA	31,71 aA	25,04 aA	22,87 aA	27,09
200	34,29 abA	32,33 aA	23,08 aB	19,08 aB	27,19
400	39,08 aA	29,87 aAB	25,33 aBC	17,5 aC	27,94

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, nas linhas, diferem (P<0,05) pelo teste Tukey. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na coluna, diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.

Somente para o primeiro período, não houve diferença de altura entre as intensidades de pastejo, em função de que a pastagem ainda não tinha sofrido a influência dos animais, entretanto, todos os demais períodos diferiram entre si. Comportamento semelhante ao apresentado pela variável massa de forragem. Essa redução da altura se deve ao aumento da carga animal e conseqüente redução da massa de forragem (Tabela 3). A maior altura dos tratamentos com 200 e 400 kg de N.ha⁻¹, no primeiro período, é reflexo do aumento na produção de MS e alongação dos colmos destes tratamentos em função do N aplicado.

Percebe-se na tabela 8 que a altura média do MA e MB foi de 31,2 e 23,6 cm respectivamente, alturas estas que permitiram uma boa densidade de forragem e não afetaram a produção vegetal.

Para Sbrissia (2004), a amplitude ótima de condições de pasto para produção de forragem de *Brachiaria brizantha* varia entre 20 a 40 cm, sendo que dentro desta amplitude a produção de forragem praticamente não variou, podendo o mesmo ser concluído para a *Brachiaria plantaginea*.

Ainda, uma relação entre massa de forragem e altura de forragem pode ser obtida pela divisão do valor médio da MF pelo valor da média das alturas, resultando em um valor de 117 kg de MS.ha⁻¹ para cada cm de altura das plantas de papuã. Ainda para nenhum dos tratamentos a densidade de forragem foi inferior a 100 kg de MS.ha⁻¹ por cm de altura demonstrando a boa estrutura da pastagem de *Brachiaria plantaginea*.

Lupatini (1996) encontrou uma densidade média de forragem em milheto de 73,5 e 98,4 kg de MS.ha⁻¹ por cm de altura nos níveis de 0 a 450 kg de N.ha⁻¹, dados estes inferiores ao deste trabalho que apresentou valores médios de 112 a 116 kg de MS.ha⁻¹ por cm de altura nos níveis de 0 e 400 kg de N.ha⁻¹.

Segundo Stobbs (1975), a fertilização nitrogenada normalmente aumenta a densidade da pastagem pelo aumento no número de folhas.

Confirmando as observações de Hodgson (1990) constatou-se que a densidade tem relação inversa com a altura da pastagem. A diminuição da altura do MA e MB no decorrer dos períodos de avaliação se devem ao ajuste da carga animal. A maior carga animal nos tratamentos com massa baixa reduziu a altura pelo maior consumo de forragem.

A altura da pastagem não diferiu no primeiro período entre as intensidades de pastejo, sendo que posteriormente com o ajuste da carga animal e

massa de forragem, a altura diferiu nos demais períodos entre intensidades de pastejo. Tanto para o MA e MB houve uma redução na altura das plantas conforme o passar dos períodos.

Em relação aos níveis de N, percebe-se que houve diferença na altura de plantas apenas para o primeiro período. Para os demais períodos, não houve diferenças, possivelmente em função do ajuste da carga animal.

Dentro dos períodos, observa-se uma maior variação na altura da forragem no tratamento com 400 kg de N.ha⁻¹ justamente pela maior influência do N sobre o desenvolvimento da pastagem. Percebe-se uma redução gradativa na altura da pastagem ao longo dos períodos para todos os níveis de N, possivelmente explicado pelo ajuste da carga animal.

4.6 TAXA DE DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA SECA DOS RESÍDUOS

Constatou-se influência da interação quádrupla (tempo *versus* material *versus* intensidade *versus* nível de N) sobre a taxa de decomposição da matéria seca dos resíduos (P=0,0112). Dessa forma partiu-se para o desdobramento dessa interação, sendo inicialmente analisado o comportamento dos materiais (biomassa aérea de papuã e esterco de caprinos) dentro de um mesmo nível de N e dentro de uma mesma intensidade de pastejo.

A taxa de decomposição da matéria seca dos resíduos pode ser observada na figura 2, onde nota-se que a taxa de decomposição da massa seca do papuã é mais rápida do que a do esterco animal em todos os níveis de N e intensidades de pastejo utilizadas.

Em todos os tratamentos, o processo de decomposição dos resíduos apresentou um padrão semelhante, com uma fase inicial rápida seguida de outra mais lenta, sendo que o dejetos animal apresenta uma maior uniformidade na taxa de decomposição em relação ao papuã ao longo dos períodos de avaliação.

Esta diferença nas taxas de decomposição entre o resíduo vegetal e animal pode otimizar ou prejudicar a relação entre a disponibilidade e a demanda de nutrientes no sistema solo-planta-animal dependendo da intensidade de pastejo utilizada.

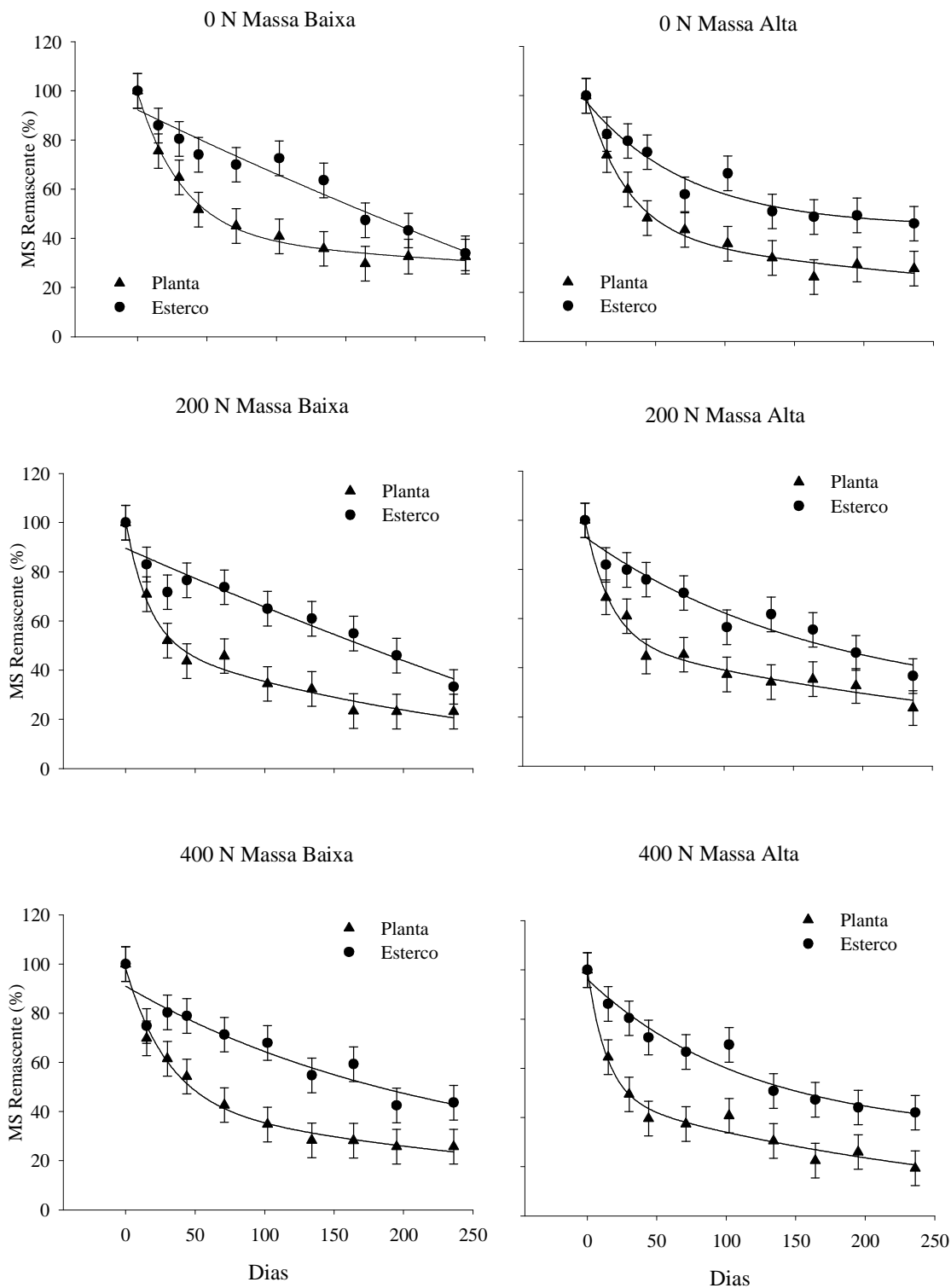


Figura 2. Porcentagem de matéria seca remanescente de resíduo vegetal e animal nas diferentes intensidades de pastejo e níveis de nitrogênio no decorrer dos períodos de avaliação. Barras não coincidente diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância, entre os materiais (Planta e Esterco) e dentro dos períodos de avaliação. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.

Após 15 dias de alocação a campo dos sacos de decomposição, constatou-se para o resíduo vegetal no tratamento MB de pastejo que havia sido decomposto 25%, 29% e 30% nas parcelas em que foi aplicado 0, 200 e 400 kg de $N.ha^{-1}$ respectivamente. Nas parcelas com MA, que receberam 0, 200 e 400 kg de $N.ha^{-1}$, 15 dias após a alocação a campo, havia sido decomposto 24%, 31% e 35%. Já para o esterco, estes valores foram de 16%, 18% e 14% para o MB e 14%, 17% e 25% para o MA respectivamente para os níveis de N de 0, 200 e 400 kg de $N.ha^{-1}$ (Figura 2).

Ao analisar este valor inicial, se verifica que o resíduo vegetal do papuã apresenta altas taxas de decomposição. A menor taxa de decomposição do resíduo animal frente ao resíduo vegetal pode ser em função da menor taxa de mineralização das fezes em relação aos resíduos vegetais uma vez que a maior proporção do C das fezes consiste de material fibroso indigestível como celulose, hemicelulose e lignina (Floate, 1970 citado por Haynes e Willians, 1993).

Ainda, a menor taxa de degradação do material fecal resulta da menor liberação de nutrientes presentes na forma orgânica (Barrow, 1960, citado por Haynes & Willians, 2003).

A maior taxa de decomposição inicial é resultado da decomposição de compostos mais facilmente decomponíveis, sendo que os valores das taxas de decomposição tendem a se estabilizar ou diminuir lentamente após a decomposição destes compostos (Heal et al., 1997).

Swift et al. (1979) sugeriram que a maior taxa inicial de decomposição ocorre devido à lixiviação dos compostos solúveis em água, especialmente os carboidratos que são utilizados como fonte de energia pela população microbiana (Christensen, 1985).

Ao final do primeiro mês após a alocação das bolsas de decomposição no campo, apenas 65%, 52%, 61% da matéria seca inicial do papuã no MB ainda permanecia na superfície do solo nos níveis de 0, 200 e 400 kg de $N.ha^{-1}$. Para o MA esses dados foram de 62%, 61%, 49% nos níveis de 0, 200 e 400 kg. ha^{-1} .

Já para o esterco, os valores de matéria seca remanescente entre as intensidades de pastejo (MA e MB) e os níveis de N variaram entre 79 a 81%, representando uma menor taxa de decomposição em relação a matéria seca do papua.

Aita & Giacomini (2003), analisando a velocidade de decomposição da aveia encontraram após 30 dias de deposição a campo, um residual de 81% da matéria seca contra 57% para ervilhaca. Justificaram ainda, que tal diferença se deve ao maior teor de N e menor relação C:N da ervilhaca.

A maior taxa de decomposição do papuã em relação à aveia pode ter ocorrido em função da adubação nitrogenada utilizada neste experimento e ainda em função da maior precipitação (179 mm no local com o papuã, contra 130 mm no local com a aveia).

Observou-se também que a taxa de decomposição da matéria seca do resíduo vegetal reduziu após o período inicial. Após 71 dias de alocação a campo a porcentagem de MS vegetal residual entre os tratamentos variou de 37 a 45%, sendo o maior residual encontrado nos tratamentos sem nitrogênio. Com o passar do tempo às taxas de decomposição se estabilizaram. Depois de passados outros 124 dias, período de 195 dias após alocação a campo, o percentual residual dos mesmos tratamentos variou entre 19 a 31% demonstrando altas taxas de decomposição até 71 dias, e posterior forte redução nas taxas de decomposição. Para o esterco a porcentagem de matéria seca residual aos 71 dias após a alocação a campo para os tratamentos variou entre 60 a 73%, reduzindo para valores que variaram entre 43 a 51% no período de 195 dias após a alocação a campo.

Após 236 dias de alocação a campo a porcentagem de matéria seca residual da biomassa aérea do papuã no tratamento com 0, 200 e 400 kg de N.ha⁻¹ foi de 32,66; 23,3 e 25,78% para o tratamento MB e 29,7; 23,7 e 19,4% para o MA. Já para o esterco, os valores de material residual foram de 33,9; 33,27 e 43,7% para o MB e 48; 36,67 e 42% para o MA, ambas respectivamente para o nível 0, 200 e 400 kg de N.ha⁻¹.

Segundo Brady & Weil (2002), as taxas típicas de decomposição anuais dos vegetais, suas raízes e dejetos são da ordem de 85, 67 e 75% respectivamente, valores estes semelhantes aos encontrados neste trabalho (Figura 2). Contudo, estes valores podem variar em função de fatores ambientais e da qualidade do material sendo decomposto.

Para melhor ilustrar a taxa de decomposição do resíduo vegetal e animal dentro dos níveis de nitrogênio e intensidades de pastejo é necessário entender as constantes de decomposição conforme proposto por Wieder & Lang (1982), (Tabela 9).

Tabela. 9. Parâmetros do modelo exponencial simples e duplo ajustados aos valores medidos da matéria seca remanescente de *Brachiaria plantaginea* e do esterco de caprinos, constantes de decomposição (ka e kb), tempo de meia vida ($t^{1/2}$) de cada compartimento nos diferentes níveis de N (0, 200 e 400 kg de N.ha⁻¹) e intensidades de pastejo (MA e MB) e valores de R². UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.

Tratamentos			A	k_a	k_b	$t^{1/2}$		R ²
						A	(100 - A)	
N	IP	Material	%	-----dia ⁻¹ -----		-----dias-----		
0	MB	Papua	59,1955	0,03109	0,001185	22,3	584,7	0,97
0	MB	Esterco	87,5979	0,00528	-	131,1	-	0,89
200	MB	Papua	47,6532	0,06125	0,003930	11,3	176,3	0,97
200	MB	Esterco	69,8063	0,00780	-	88,9	-	0,91
400	MB	Papua	53,5265	0,03757	0,002945	18,4	235,3	0,97
400	MB	Esterco	59,2085	0,01031	-	67,2	-	0,81
0	MA	Papua	56,2499	0,03441	0,001935	20,1	358,1	0,97
0	MA	Esterco	52,2855	0,01492	-	46,4	-	0,91
200	MA	Papua	48,7106	0,05596	0,002746	12,4	252,3	0,96
200	MA	Esterco	61,702	0,01031	-	67,2	-	0,89
400	MA	Papua	51,129	0,07371	0,003629	9,4	190,9	0,96
400	MA	Esterco	62,4021	0,01064	-	65,1	-	0,89

As taxas de decomposição dos resíduos vegetais se ajustaram ao modelo exponencial duplo (tabela 9) aonde os nutrientes dos dois compartimentos diminuem exponencialmente a taxas constantes (ka e kb), sendo que a primeira fração (A) é transformada a taxas mais elevadas do que a segunda (100 - A), que é de mais difícil decomposição (recalcitante). Este modelo determina ainda a porcentagem do material presente no compartimento mais decomponível e no compartimento mais recalcitante.

Para o resíduo animal, o modelo que mais se ajustou para a descrição das taxas de decomposição foi o modelo assintótico simples (um compartimento). Este modelo determina apenas a taxa de decomposição da fração mais prontamente decomponível.

A maior constante de decomposição ($ka=0,07371$) do material vegetal foi encontrada no papuã MA com 400 kg de N.ha⁻¹ aonde o compartimento mais facilmente decomponível (A) representou 51,13% da matéria seca e levou um período de 9,4 dias ($0,693/0,07371=9,4$) para decompor a meia vida. Já o compartimento mais recalcitante deste tratamento ($100-51,13 = 48.87\%$) apresentou uma constante de decomposição (kb) de 0,00363, resultando em uma meia vida de 190 dias ($0,693/0,00363$).

Por outro lado a menor constante ($k_a=0,03109$) de decomposição do material vegetal foi encontrada no papuã MB com zero de N aonde o compartimento mais facilmente decomponível representou 59% da matéria seca e levou um período de 22,3 e 584 dias para decompor a meia vida do compartimento mais facilmente mais decomponível e mais recalcitante respectivamente, valores estes muito superiores aos tratamentos com N.

Esta diferença no tempo a meia vida de 9,4 para 22,3 dias do compartimento mais facilmente decomponível e de 190 para 584 dias do compartimento mais recalcitante entre o tratamento com 400 kg de N.ha⁻¹ MA e o tratamento sem N MB representam uma maior e menor ciclagem de nutrientes no sistema, e conseqüentemente uma maior e menor eficiência do sistema produtivo respectivamente para ambos os tratamentos.

Ainda o k_a dos tratamentos com 200 e 400 kg de N.ha⁻¹ foram praticamente o dobro a dos tratamentos sem nitrogênio para o resíduo vegetal. Essa maior taxa de decomposição nos tratamentos com nitrogênio deve-se basicamente a melhoria da qualidade da forragem nestes tratamentos (Tabela 5).

Para o esterco, observa-se que as constantes de decomposição chegam a ser para alguns tratamentos de ate 7 vezes mais lenta do que as do resíduo vegetal.

A Figura 3 representa a comparação entre as diferentes intensidades de pastejo (MA e MB) dentro de um mesmo material e dentro de um mesmo nível de N, ao longo dos períodos de decomposição.

Para os tratamentos, papuã 0 de nitrogênio e esterco 200 kg de N.ha⁻¹ não houve interação entre as intensidades de pastejo e por isso utilizaram-se os valores das médias. Percebe-se em geral uma tendência de uma maior taxa de decomposição dos tratamentos massa alta, ou seja, da baixa intensidade de pastejo em relação ao tratamento com massa baixa, ou alta intensidade de pastejo. Ainda, isso parece mais significativo para a taxa de decomposição da biomassa do papua em relação a taxa de decomposição do esterco, que apresentou uma maior variação na taxa de decomposição entre as intensidades de pastejo no tratamento com 0 de nitrogênio. Neste tratamento, a maior taxa de decomposição do esterco oriundo da massa alta é conseqüência de um maior potencial de seleção de uma dieta de melhor qualidade.

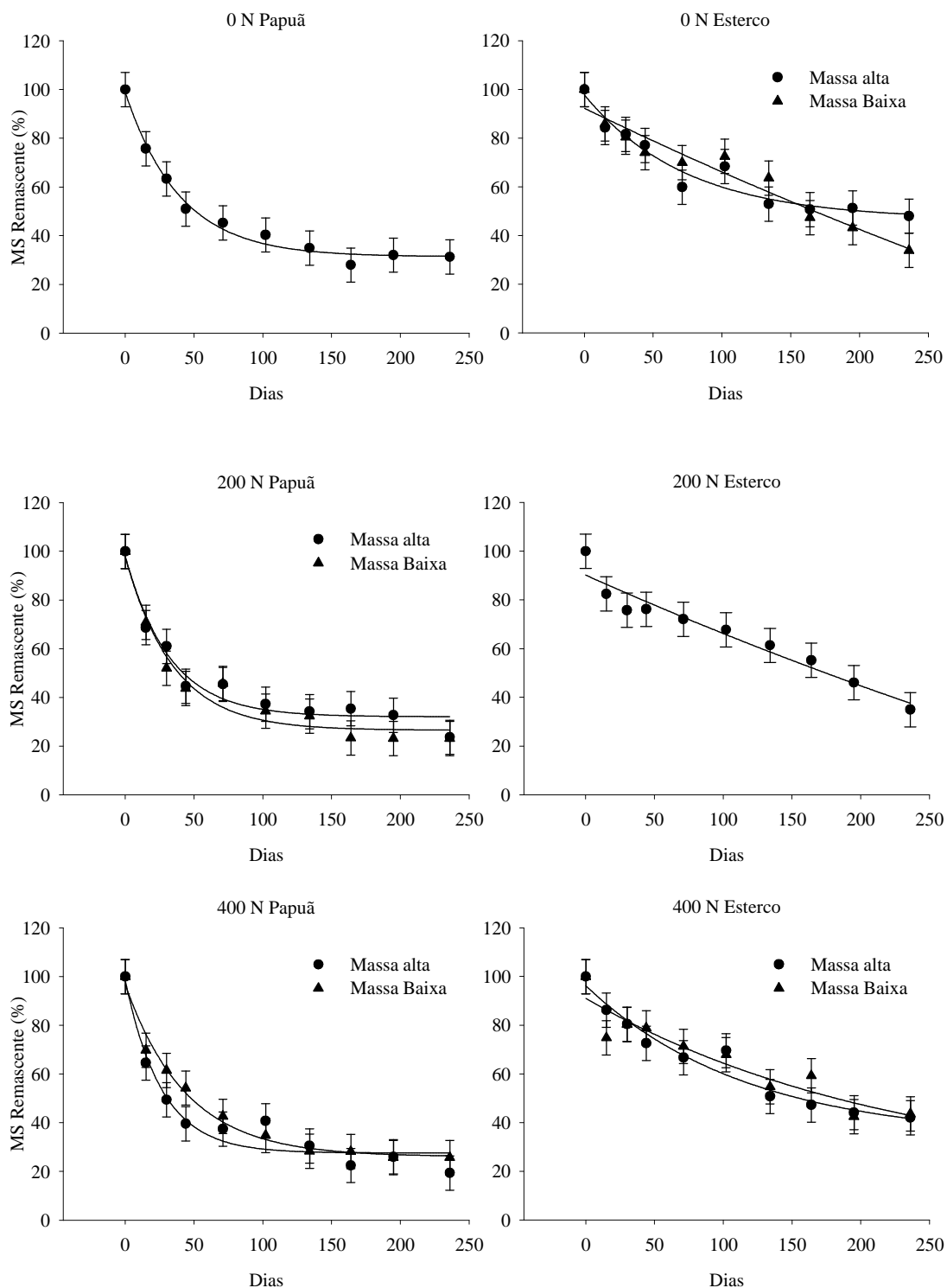


Figura 3. Porcentagem de matéria seca remanescente do resíduo vegetal e animal nas diferentes intensidades de pastejo no decorrer dos períodos de avaliação em função dos diferentes níveis de nitrogênio. Baras não coincidentes diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância entre as intensidade de pastejo (MA e MB) e dentro dos períodos de avaliação. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.

A fim de facilitar a visualização e interpretação dos dados da figura 3, segue as equações e constantes de decomposição das diferentes intensidades de pastejo (Tabela 10).

Tabela 10. Equações referentes à taxa de decomposição da matéria seca da *Brachiaria plantaginea* e dos dejetos dos caprinos nas diferentes intensidades de pastejo e níveis de nitrogênio e coeficiente de determinação ajustado (R^2) em função dos diferentes níveis de N e intensidades de pastejo utilizadas. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.

Tratamentos			MS %	Ka -----dia ⁻¹ -----	Kb	t ^{1/2}		R ²
N	Material	IP				A	(100-A)	
					-----dias-----			
0	Papua	-	57,7785	0,0326461	0,00155078	21,0	446,0	0,90
200	Papua	MA	48,7106	0,0559621	0,0027465	12,4	252,3	0,96
200	Papua	MB	47,6532	0,0612453	0,0039299	11,3	176,3	0,97
400	Papua	MA	51,129	0,0737145	0,0036289	9,42	191,0	0,96
400	Papua	MB	53,5265	0,0375656	0,0029451	18,4	235,3	0,97
0	Esterco	MA	52,2855	0,0149239		46,4		0,91
0	Esterco	MB	87,5979	0,0052845		131		0,89
200	Esterco	-	64,9749	0,00909939		76,2		0,85
400	Esterco	MA	62,4021	0,0106382		65,1		0,89
400	Esterco	MB	59,2085	0,0103111		67,2		0,81

A constante de decomposição (ka) do esterco no tratamento com alta intensidade de pastejo (MB) demonstrou-se linear conforme o aumento dos níveis de N. O ka apresentou valores de 0,00528, 0,00901 e 0,01031, para os níveis de 0, 200 e 400 kg de N.ha⁻¹, ou seja, um aumento de aproximadamente 41 e 50% para o tratamento com 200 e 400 kg de N.ha⁻¹ em relação ao tratamento sem N, o que representou em uma meia vida de 131, 76,2 e 67,2 dias para o nível 0, 200 e 400 kg de N.ha⁻¹. Essa variação nas taxas de decomposição do resíduo animal na alta intensidade de pastejo (MB) pode ser explicada em função de que a qualidade da dieta dos animais pastejando os tratamentos com 200 e 400 kg de N.ha⁻¹ tenha sido superior ao tratamento sem adubação nitrogenada e por isso os dejetos que retornam ao solo, formados por lignina, celulose, também apresentam superioridade em termos de taxa de decomposição.

Esta lógica pode ser aplicada para as taxas de decomposição do esterco nos tratamentos com menor intensidade de pastejo (MA). Nestes tratamentos, a taxa de decomposição foi mais constante entre os níveis de

nitrogênio, possivelmente porque os animais tiveram maior opção de escolha e por isso a dieta selecionada tenha sido mais uniforme entre os tratamentos.

Para o resíduo animal, o simples fato de aumentar a oferta, ou seja, manejar os animais em menor intensidade de pastejo (MA), fez com que a constante de decomposição praticamente triplica-se em relação a maior intensidade de pastejo (MB), no nível 0 de N, reduzindo a meia vida de 131 dias no MB para 46 dias no MA, resultando em uma maior ciclagem de nutrientes no sistema para esta intensidade de pastejo.

Para o resíduo vegetal, observa-se que em geral o MA apresentou uma maior constante de decomposição entre as intensidades de pastejo. Para o tratamento sem adubação nitrogenada não houve diferença na constante de decomposição entre as intensidades de pastejo provavelmente em função da menor carga animal utilizada, resultando em um modelo único nesse caso (Figura 3). Para o tratamento com 200 kg de N.ha⁻¹ as constantes mostraram-se semelhantes, enquanto que para o 400 kg de N.ha⁻¹ a constante de decomposição do MA foi de mais do dobro do MB.

Estes resultados concordam com os encontrados por Shariff et al. (1994). Estes observaram que um pastejo moderado (44% de remoção da parte aérea) resultou em taxas mais altas de decomposição e mineralização de N que os tratamentos não pastejados ou daqueles tratamentos que foram intensamente pastejados (77% de remoção da parte aérea).

Dubeux (2005), considerando os valores da constante de decomposição para pensacola obtidos com 128 dias de incubação concluiu que a meia vida do tratamento de baixa intensidade de manejo (40 kg de N.ha⁻¹ e 1,4 U.A.ha⁻¹) foi de 433 dias enquanto que a meia vida do tratamento com maior intensidade de manejo e adubação nitrogenada (360 kg de N.ha⁻¹ e 4,2 U.A.ha⁻¹) foi de 231 dias. Estes dados indicam que a adubação nitrogenada acelera a taxa de decomposição dos resíduos e conseqüentemente oferece um maior suprimento de nutrientes e uma menor capacidade de imobilização. Ainda, a redução do período a meia vida conduz a uma maior ciclagem de nutrientes e aumenta o fornecimento de nutrientes as plantas.

Com relação à influência do N sobre as taxas de decomposição, é possível constatar que a porcentagem de material residual remanescente foi menor à medida que os níveis de N aumentaram (Figura 4).

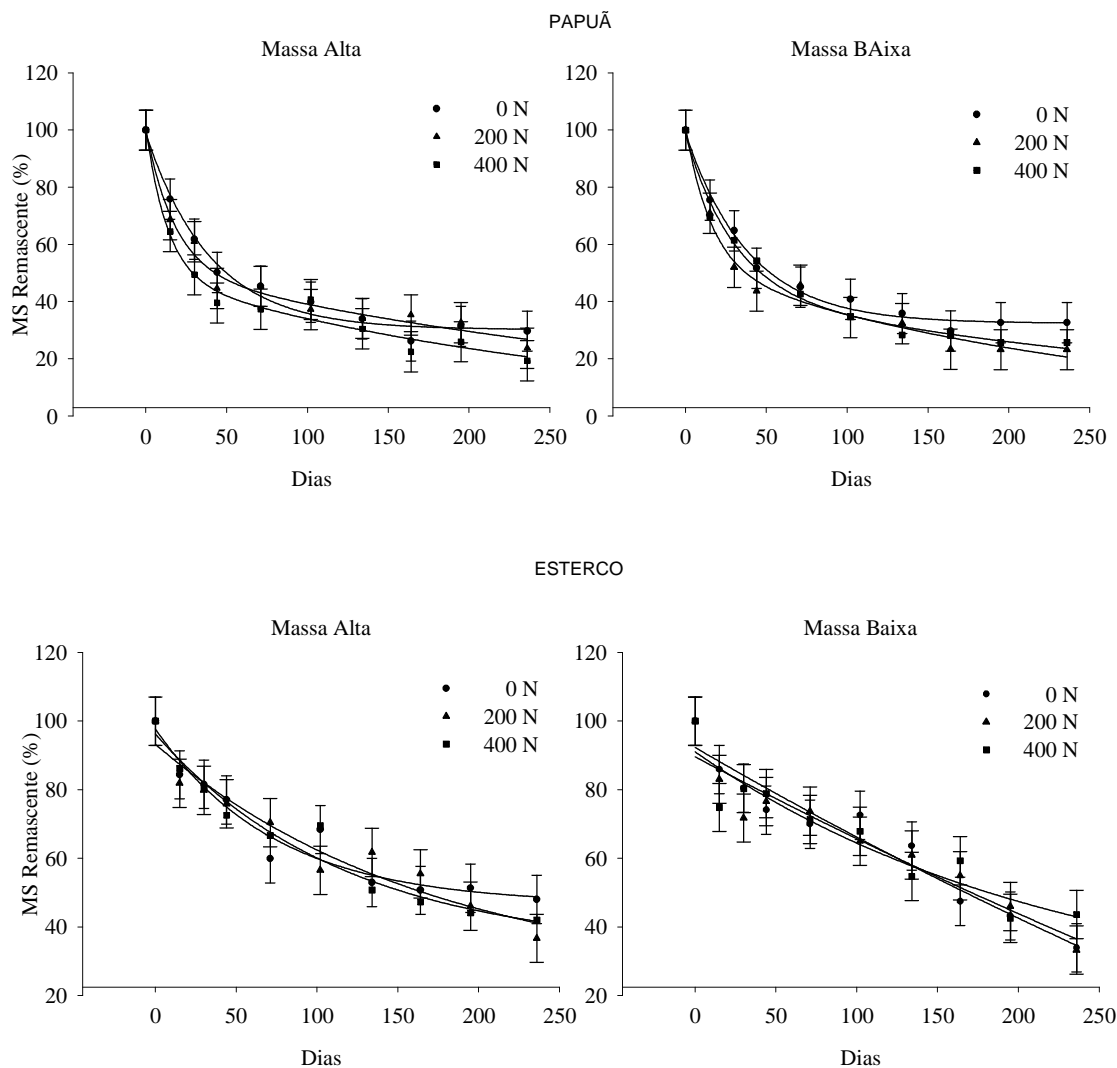


Figura 4. Porcentagem de matéria seca remanescente do resíduo vegetal e animal nos diferentes níveis de nitrogênio no decorrer dos períodos de avaliação em função das diferentes intensidades de pastejo (MA e MB). Médias diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância. Campus Pato Branco, 2008.

A maior taxa de decomposição dos resíduos vegetais nos tratamentos com os maiores níveis de N deve-se basicamente a melhoria da qualidade nutricional das plantas nestes tratamentos como pode ser observado na Tabela 2, aonde se constata que com o aumento dos níveis de N, os teores de PB e NDT aumentaram enquanto que os teores de FDN e FDA diminuíram.

A taxa relativa de decomposição (ka e kb) dos resíduos vegetais durante os 236 dias de avaliação aumentaram linearmente com o aumento dos níveis de nitrogênio, fator este que refletiu em uma menor meia vida do compartimento mais facilmente decomponível e do compartimento mais recalcitante

nos tratamentos com maiores níveis de N, ou seja, com o aumento dos níveis da adubação nitrogenada a velocidade de reciclagem de nutrientes também aumenta, devido ao aumento nas taxas de mineralização.

De acordo com literatura encontrada, em geral, espécies de plantas de ambientes com baixa concentração de nutrientes produzem resíduos mais dificilmente decomponíveis do que aquelas plantas que crescem em ambientes com altas quantidades de nutrientes (Chapin, 1991; Van Vuuren et al. 1993), em função de que o maior suprimento de nutrientes conduz a um aumento nas concentrações destes nas plantas (Oren et al. 1988) e como resultado pode haver um retorno positivo entre a taxa de fornecimento e a taxa de decomposição e liberação de nutrientes.

Além disso, a maior taxa de decomposição nos tratamentos com N pode ocorrer, segundo Gallardo & Schlesinger (1994) pelo aumento na decomposição microbiana da matéria orgânica, observado a partir do aumento na respiração do solo. Dubeux (2005), também verificou aumento na velocidade da taxa de decomposição dos resíduos vegetais em função dos níveis de N devido ao aumento na qualidade da forragem produzida, refletindo em maior velocidade das taxas de mineralização e ciclagem de nutrientes.

É importante considerar também que estes resultados sejam correlacionados com a produção total de biomassa ou a residual deixada sobre o solo após o pastejo a fim de melhor entender a contribuição dos resíduos em termos de disponibilidade e imobilização de nutrientes. Valores bastante variáveis para a constante de decomposição são encontrados para diferentes espécies. Thomas & Asakawa (1993) encontraram em *Brachiaria decumbens* valores de ka de 0,0031 e meia vida de 223 dias, estimado por um modelo simples de decomposição, enquanto que Schunke (1998) encontrou valores de 0.0174 em aruana (*Panicum maximum* Jacq) e 0,0092 em tanzânia (*Panicum maximum* Jacq) com meia vida de 75 dias.

Estes valores são muito variáveis e difíceis de serem comparados uma vez que são oriundos de diversos experimentos que ocorreram em diferentes épocas do ano de avaliação e diferentes períodos de incubação com diferentes metodologias utilizadas.

Percebe-se um comportamento semelhante nas taxas de decomposição e tempo à meia vida do resíduo vegetal nos diferentes tratamentos,

aonde a taxa de decomposição aumenta conforme o aumento dos níveis de N e à medida que se maneja o pasto de uma maior pressão de pastejo para uma menor pressão de pastejo. Conclui-se com isso que, menores intensidades de pastejo e adubação nitrogenada da pastagem influenciam positivamente nas taxas de decomposição dos resíduos vegetal, seja pela melhoria na sua qualidade nutricional, seja pela melhoria no ambiente de decomposição.

5 CONCLUSÕES

A *Brachiaria plantaginea* apresenta elevado potencial produtivo com boa distribuição da produção ao longo de seu ciclo e elevado valor nutritivo.

As diferentes intensidades de pastejo não afetaram a produção vegetal sugerindo que maiores cargas animal poderiam ser impostas ou ainda de que a pastagem pode ser manejada a uma massa inferior a 2.567 kg MS.ha⁻¹.

O nível de 200 kg de N.ha⁻¹ apresentou a melhor resposta em termos de produção vegetal.

A decomposição do resíduo vegetal da *Brachiaria plantaginea* é mais rápida do que a dos dejetos de caprinos sendo que para ambos resíduos a taxa de decomposição é maior no início do período de decomposição e tende a diminuir e se estabilizar ao longo do tempo. A menor intensidade de pastejo (MA) apresentou em geral, maiores constantes de decomposição, tanto para o resíduo vegetal como para o resíduo animal.

A adubação nitrogenada acelera as constantes de decomposição do resíduo vegetal e animal e promove um aumento na velocidade da reciclagem de nutrientes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A diversidade de opções de cultivo torna os sistemas integrados de produção complexos. Entre estas opções, o papuã ainda é visto pela maior parte dos produtores como uma espécie daninha, apesar de apresentar-se como uma ótima forrageira anual de verão. O simples fato de ser considerado e tratado como uma espécie daninha o tem tornado uma forrageira com várias características desejáveis, como: alta plasticidade, ressemeadura natural, longo período de sobrevivência no banco de semente do solo, vários ciclos de germinação ao longo do período de crescimento, elevada capacidade de competição por luz, água e nutrientes, alta produção de biomassa vegetal, hábito decumbente de crescimento, etc. Considerando estas características positivas, discute-se o porquê da proibição da comercialização de semente desta espécie pelo ministério de desenvolvimento agrário. Ressalvas quanto a seu efeito sobre o rendimento de culturas anuais de verão como a soja e o milho, devem ser feitas, uma vez que quando mal manejado, o papuã pode afetar o rendimento destas culturas, entretanto, métodos eficazes de controle existem, sendo, portanto, passíveis de serem utilizados.

A possibilidade de formas de utilização desta espécie forrageira é diversa, seja para pastejo ou até mesmo fenação. No centro-oeste brasileiro, por exemplo, uma espécie do mesmo gênero é utilizada em plantio consorciado com milho, para renovação de pastagens, sendo que mais ao sul do Brasil, está prática ocorre naturalmente proporcionando forragem em um período crítico do ano que é o vazio forrageiro de outono.

Pensando em uma outra forma de manejo e não no seu uso em sistemas de produção de grãos, poderíamos sugerir um sistema produtivo embasado na produção de papuã no verão e azevém no inverno, uma vez que ambas as espécies possuem ressemeadura natural e apresentam-se como excelentes opções de forragem de baixo custo.

A segunda etapa é a escolha da espécie animal a ser utilizada. Pequenos ruminantes surpreendem pela possibilidade de, mesmo em uma pequena área, produzir alimento de alto valor agregado e gerar renda a propriedade. Entre estes, a caprinocultura leva algum vantagem pela alta adaptabilidade dos animais, até mesmo a ambientes adversos. Entretanto, criações comerciais de caprinos, aonde há presença de um numero maior de animais, a presença de um aprisco é de

fundamental importância para manter a sanidade do rebanho. No presente trabalho, o período chuvoso prolongado e alta concentração de animais nos locais de refúgio facilitaram a disseminação de um foco de *Salmonella spp.* provocando a morte de alguns animais, fator este que poderia ter sido evitado com a presença de um aprisco para manutenção dos animais em um local seco.

Após definir a espécie vegetal e animal a ser utilizada, o manejo a ser adotado é o fator chave para o sucesso da atividade. Este deve buscar sempre a produção de forma sustentável, sendo que, dentro deste discurso, a exportação de nutrientes via má deposição dos dejetos animal representa além de problemas ambientais como contaminação da água e degradação do solo, perda de rendimento e lucros as propriedades.

Considerando a carga animal média utilizada no MA e MB que foi de 2.089 e 2.804 kg de PV.ha⁻¹ respectivamente e dividindo estes valores por 30 kg (peso médio dos animais) vezes a excreção diária de N de 39,3 g por animal (dados de literatura), obtemos valores de 273 e 367 kg de N.ha⁻¹ que retornam via dejetos animal em um período de pastejo de 100 dias. Considerando o preço do kg do N em R\$ 2,00 reais, obtemos valores de 546 e 734 reais por hectare que retornam a pastagem via dejetos animal em apenas 100 dias de pastejo e daí a importância de se alertar os produtores para a importância que os dejetos representam na economia da propriedade. Para regiões tradicionais na pecuária leiteira, como no sudoeste do Paraná a mesma simulação poderia ser feita, para vacas leiteiras. Lantinga et al. (1987), citado por Haynes & Williams (1993), determinou que vacas leiteiras excretam via fezes, independente do teor de N da dieta (dieta ofertada variou entre 450 a 775 g.N por animal dia), 132 g de N.vaca⁻¹.dia⁻¹. Adicionando a esta quantidade 11 g de N por litro de urina e considerando uma produção de urina de 20 litros vaca.dia⁻¹ chegamos a uma excreção diária via dejetos animal de 352 g de N.vaca⁻¹.dia⁻¹. Isso representa para uma propriedade com 20 animais, 2.560 kg de N que retornam via dejetos ao solo por ano, ou ainda, em dinheiro, mais de cinco mil reais, que podem estar sendo perdidos via exportação de nutrientes pela sua deposição inadequada, sem considerar neste cálculo os demais nutrientes, como P, K, Ca, dentre outros. Esses valores podem representar a médio e longo prazo a sustentabilidade produtiva das pastagens.

7 REFERÊNCIAS

- AITA, C., GIACOMINI, S.J. Decomposição e liberação de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.601-612, 2003.
- AITA, V. **Utilização de diferentes pastagens de estação quente na recria de bovinos de corte**. 103p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1995.
- ALMEIDA, E.X.De, MARASCHIN, G.E, HARTHMANN, O.E.L et al. Oferta de forragem de capim elefante anão "Mott" e o rendimento animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.5, p. 1288-1295, 2000.
- ALVIM, M.J. et al. Resposta do coast-cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) a diferentes níveis de nitrogênio e intervalos de cortes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.5, p.833-840, 1999.
- ARAÚJO, A.A. **Forrageiras para ceifa**. Porto Alegre, Ed. Sulina, 1967. 257p.
- BAGGIO, C. **Comportamento em pastejo de novilhos numa pastagem de inverno submetida a diferentes alturas de manejo em sistema de integração lavoura-pecuária**. 120p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Plantas Forrageiras). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.
- BARDGETT, R.D.; MAWDSLEY, J.L.; EDWARDS, S.; et al. Plant species and nitrogen effects on soil biological properties of temperate upland grassland. **Functional Ecology**, v.13, p.650–660, 1998.
- BARTHAM, G.T.; GRANT, S.A. Defoliation of ryegrass-dominated swards by sheep. **Grass and Forage Science**, v. 39, p. 211-220, 1984.
- BARROW, N.J.; LAMBOURNE, L.J. Partition of excreted nitrogen, sulphur, and phosphorus between the faeces and urine of sheep being fed pasture. **Agricultural research**. v.13, 1962
- BARTHAM, G.T. Sward structure and the depth of grazed horizon. **Grass and Forage Science**, v.36, p.130-131, 1981.
- BERG, B.; McCLAUGHERTY, C. **Plant litter. Decomposition. Humus Formation. Carbon Sequestration**. Springer Verlag Heidelberg, Berlin, p.296, 2003.
- BERG, B.; STAAF, H. Decomposition rate and chemical changes of Scots pine needle litter. II Influence of chemical composition. **Ecol Bull**, v.32, p.363– 372, 1980.

BLASER, R.E. Manejo do complexo pastagem-animal para avaliação de plantas e desenvolvimento de sistemas de produção de forragens. In: PEIXOTO, A.M. (Ed.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. 2.ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1994. p.279-335.

BLASER, R.E. Symposium on forage utilization: effects of fertility levels and stage of maturity on forage nutritive value. **Journal of Animal Science**, Albany, v.23, p.246-253, 1964.

BRADY, N.C.; WEIL, R.R. The nature and properties of soil. **13 ed. Prentice-Hall**, Upper Saddle River, New Jersey, 2002.

BRISKE, D.D.; HEITSCHMIDT, R.K. An ecological perspective. In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. (Eds.). **Grazing management: An ecological perspective**. Oregon: Timber Press, p.11-26, 1991.

BROUGHAM, R.W. A study in rate of pasture growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.6, p.804-812, 1955.

BROWN, R. H.; BLASER, R. E. Leaf area index in pasture growth. **Farnham Royal**, v.38, p.1-9, 1968.

BUXTON, T.R.; FALES, S.L. Plant environment and quality. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 155-199.

CAMPBELL, A. G. Grazed pastures parameters; I. Pasture dry-matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.67, p.211-216, 1966.

CANTARUTTI, R.B. et al. Impacto do animal sobre o solo: Compactação e reciclagem de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, 2001

CARVALHO, P.C. de F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: Simpósio sobre Manejo Sustentável das Pastagens, 2005, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2005. CD-ROM.

CARVALHO, P.C. de F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas de animais pelo animal em pastejo. In: MATTOS, W.R.S. et al. (Eds.) **Produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p.853-871. 2001.

CASSOL, L.C. **Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura pecuária em semeadura direta com calcário na superfície**. 143f. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do solo) - Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

CHAPIN, E.S. Effects of multiple environmental stresses on nutrient availability and use. In: MOONEY, H.A. WINNER, W.E.; PELL, E.J. (Eds.). **Response of plants to multiple stresses**. Academic Press, San Diego, California, USA, 1991. p.68-88.

CHRISTENSEN, B.T. Wheat and barley straw decomposition under field conditions: effect of soil type and plant cover on weight loss, nitrogen and potassium content. **Soil Biol. Biochem.** v.17, p.691-697, 1985.

CORREA, J.C. & REICHARDT, K. Efeito do tempo de uso das pastagens sobre as propriedades de um Latossolo Amarelo da Amazônia Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, p.107-114, 1995.

CORSI, M.; SANTOS, P. M. Potencial de produção do *Panicum maximum*. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 12, 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p.275-304.

CORSI, M.; NUSSIO, L.G. Manejo do capim elefante: correção e adubação do solo. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C.de, FARIA, V.P.de. Simpósio sobre manejo da pastagem, 10, 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p.87-115.

CQFS. Comissão de química e fertilidade do solo. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: [s.n.], 2004. 394p.

Da SILVA, S.C. Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras do gênero *Brachiaria* e *Panicum*. In: Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem, 2., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Editora Suprema, 2004. p.347-385.

Da SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios da ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: Simpósio sobre Ecossistema Pastagem, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1997. p.1-62

DOUGHERTY, C.T.; RHYKERD, C.L. The role of nitrogen in forage-animal production. In: HEATH, M.E.; BARNES, R.F.; METCALFE, D.S. (Ed.). **Forages: the science of grassland agriculture**. Ames: Iowa State University Press, 1985. p.318-325.

DOAK, B.W. **Some chemical changes in the nitrogenous constituents of urine when voided on pasture**. Grassland division D.S.I.R., Palmerston North, New Zealand, 1952.

DUBEUX JR., J.C.B. **Management strategies to improve nutrient cycling in grazed Pensacola bahiagrass pastures**. 204 p. Ph.D. dissertation, University of Florida, Gainesville. 2005.

DUDA, G.P. **Conteúdo de fósforo microbiano, orgânico e biodisponível em diferentes classes de solo**. 2000. 158p. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência

do Solo). Programa de Pós-graduação em Agronomia - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2000.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. Curitiba: SUDESUL/ IAPAR, 1984. 2V. (Boletim Técnico, 27).

EPSTEIN, H.E.; et al. Regional patterns of decomposition and primary production rates in the U.S. **Ecology, Great Plains**, p.320-327, 2002.

ERASMUS, J.A. Adaptations to environments and resistance to disease of the improved Boer goat. **Small Ruminant Research**, v.36, p.179-187, 2000.

EUCLIDES, V.P.B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12, Piracicaba, 1995. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, p.245-73, 1995.

FLORES, J.P.C. **Atributos do solo e rendimento de soja em um sistema de integração lavoura-pecuária sob o plantio direto com calcário na superfície.** 84p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência do Solo). Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

FOLLET, R.F.; WILKINSON, S.R. Nutrient management of forages. In: **Forages: the science of grassland agriculture.** 1995. p. 55-82.

GALLARDO, A.; SCHLESINGER, W.H. Factor limiting microbial biomass in the mineral soil and forest floor of a warm temperature forest. **Soil Biol Biochem**, v. 26, p.1409-1415, 1994.

GARDNER, A. L. **Medição dos atributos das pastagens em experimentos de pastejo.** Brasília: Embrapa, 1986. 197p.

GERDES, L.; WERNER, J.C. ; COLOZZA, M.T. et al. Avaliação de Características de Valor Nutritivo das Gramíneas Forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia nas Estações do Ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29 n.4, 2000.

GOMIDE, J.A. Aspectos biológicos e econômicos da adubação de pastagens. In: Simpósio sobre Ecossistema de Pastagens, 1, 1989, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 1989. p.237-270.

GOMIDE, J.A. Manejo da pastagem para produção de leite. In: CECATU, U., SANTOS, G.T.dos., PRADO, I.N.do, MOREIRA, I. Simpósio International de Forragicultura, 1994, Maringá – PR. **Anais...** Maringá-PR: UDUEM, 1994. p.141-168.

HAAG, H.P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais.** Campinas: Fundação Cargill, 1985. 144 p.

HACKER, J.B.; MINSON, D.J. The digestibility of plants parts. **Herbage Abstracts**, Hurley, v.51, n.9, p.459-482, 1981.

HART, R.H.; BURTON, G.W. Effect of roe spacing, seeding rate and nitrogen fertilization on forage yield and quality of Gahi-1pearl millet. **Agronomy Journal**, Madison, v.57, n.4, p.376-378, 1965.

HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advances in Agronomy**, v.49, p.119-199, 1993.

HAY, R.K.M.; WALKER, A.J. **An introduction to the physiology of crop yield**. Essex: Longman Scientific and Technical, 292p.1989.

HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M.; SWIFT, M.J. Plant litter quality and decomposition: an historical overview. In: CADISCH, G.; GILLER, K.E. (Eds). **Driven by nature: Plant litter quality and decomposition**. 1997,CAB International, Wallingford, UK, p.3-30, 1997.

HENZELL, E.F.; ROSS, P.J. The nitrogen cycle of pasture ecosystems. In: BUTLER, G.W.; BAILEY, R.W. (Eds.). **Chemistry and biochemistry of herbage**. 1973, Academic Press, London,v.2, p.227-246, 1973.

HERINGER, I.; MOOJEN, E.L. Potencial produtivo, alterações da estrutura e qualidade da pastagem de milho submetida a diferentes níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, 2002.

HERINGER, I. **Efeito de níveis de nitrogênio sobre a dinâmica de uma pastagem de milho (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) sob pastejo**. 183p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Plantas Forrageiras). Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 1995.

HERING, I., CARVALHO, P.C.F. Ajuste da carga animal em experimentos de pastejo: Uma nova proposta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.4, p.675-679, 2002.

HODGSON, J. **Grazing management – science into practice**. New York: John Wiley & Sons, Inc., Longman Scientific & Technical. 1990. 203p.

HODGSON, J. Sward conditions, herbage allowance and animal production: an evaluation of research results. **Proceedings of New Zealand Society of Animal Production**, Wellington, v.44, p.99-104, 1984.

HOLLAND, E.A., PARTON, W.J., DETLING, J.K., COPPOCK, D.L. (1992): Physiological responses of plant populations to herbivory and their consequences for ecosystem nutrient flow. – Am. Nat. 140: 685-706.

HUMPHREYS, L.R. Subtropical grass growth: II Effects of variation in leaf area index in the field. **Queenland Journal of Agricultural and Animal Science**, v.23, p.388-358, 1966.

HUMPHREYS, L.R. **Tropical pasture utilization**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991, 206p.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.; SUHET, A.; PERES, J. Fixação biológica de nitrogênio na soja. In: ARAUJO, R.S.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Microorganismo de importância agrícola**. 1994, EMBRAPA-CNPAP, p.9-89, 1994, documento 44.

IBPGR - INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCE. **Tropical and subtropical forages**: report of working group. Rome: FAO, 1984. 29p.

ISAAC, S.R.; NAIR, M.A.; Biodegradation of leaf litter in the warm humid tropics of Kerala, India. **Soil Biol Biochem**, v.37, p.1656–1664, 2005.

JARVIS, S.C. et al. Nitrogen cycling in grazing systems. In: BACON, P.E. (Ed.). **Nitrogen fertilization in the environment**. New York: Marcel Dekker, p. 381-419, 1995.

JOHANSSON, M.B. et al. Litter mass-loss rates in late stages of decomposition in a climatic transect of pine forests. Long-term decomposition in a Scots pine forest IX. **Can J Bot**, v.73, p.1509– 1521, 1995.

JOHONSON, I. R.; PARSONS, A.J. Use of a model to analyse the effects of continuous grazing management on seasonal patterns of grass production. **Grass and Forage Science**, v.40, p. 449-458, 1985.

JOHNSON, A.D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: MANETJE, L. t' (Ed.) **Measurement of grassland vegetation and animal production**. Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1978. p.96-102.

LACA, E.A., LEMAIRE, G. Measuring Sward Structure. In: MANNETJE, L., JONES, R.M. (Eds.). **Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research**. Wallingford: CABI Publishing, p.103-121, 2000.

LANÇANOVA, J.A.C., RESTLE, J., SANTOS, G.L. Produção e qualidade do capim papuã (*Brachiaria plantaginea*) sob efeito de frequências de corte e nitrogênio. **Revista de Ciências Rurais**. v.18, n.3, p.343-354, 1988.

LAZENBY, A. Nitrogen relationships in grassland ecosystems. International Grassland Congress, 14, 1981, Lexington. **Proceedings...** Boulder: Westview Press, 1981. p. 56-63.

LEMAIRE, G., CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. IN: HODGSON, J., ILLIUS, A.W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. London: CAB. International, chap.1. p.3-36, 1996.

LUPATINI, G.C. **Produção animal em milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) submetido a níveis de adubação nitrogenada**.126p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Plantas Forrageiras). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996.

MAAK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná, 1968. 350p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 251p. 1980.

MARTEN, G.C.; SHENK, J.S.; BARTON, F.E. **Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS)**. Washington: USDA, (Agriculture Handb), 96p. 1985.

MARTINS, J.D.; RESTLE, J.; BARRETO, I.L. Produção animal em capim papuã (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc) submetido a níveis de nitrogênio. **Revista Ciência Rural**, v.30, n.5, p.887-892, 2000.

MATHEWS, B.W.; SOLLENBERGER, L.E. Grazing systems and spatial distribution of nutrients in pastures: soil considerations. In: NUTRIENT CYCLING IN FORAGE SYSTEMS. 1996, Columbia. **Proceedings...** Columbia: University of Missouri, p.213-229, 1996.

MATHEWS, B.W.; S.C. MIYSAKA.; TRISCHLER, J.P. Mineral nutrition of C₄ forage grasses. In: MOSER, L.E.; BURSON, B.L.; SOLLENBERGER, L.E. (Ed.) **Warm-season (C₄) grasses**. Madison: Agron. Monogr., 2004 , v.45, p. 217–265

McNAUGHTON, S.J. Ecology of a grazing ecosystem: the Serengeti. **Ecol Monogr**, v.55, p.259–295, 1992.

MILFORD, R., MINSON, D.J. Intake of tropical pasture species. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGEM, 9, 1965, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Secretaria de Agricultura, p.814-22, 1966.

MONTAGNER, D.B.; ROCHA, M.G.da.; SANTOS, D.T.dos. et al. Manejo da pastagem de milheto para recria novilhas de corte. **Revista Ciência Rural**, v.38, n.8, 2008.

MOOJEN, E.L.; RESTLE, J.; LUPATINI, G.C. Produção animal em pastagem de milheto sob diferentes níveis de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.11, p.2145-2149, 1999.

MOOJEN, E.L. **Avaliação de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) sob pastejo com níveis de nitrogênio.** 39p. Tese (Acesso a Classe de Professor Titular) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 1993.

MORAES, A. de. **Produtividade animal e dinâmica de uma pastagem de pangola (*Digitaria decumbens* Stent), azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e trevo branco (*Trifolium repens* L.) submetida a diferentes pressões de pastejo.** Porto Alegre, RS:UFRGS, 1991. 200p. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1991.

MORAES, A; PELISSARI, A.; ALVES, S.J.; et al. Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil. In: Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil, 1. **Anais...** Pato Branco: Imprepel Gráfica e Editora Ltda, 2002. p.3-42.

MORAES, A.de.; MOOJEN, E.L.; MARASCHIN, G.E. Comparação de métodos de estimativa de taxas de crescimento em uma pastagem submetida a diferentes pressões de pastejo. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 27., 1990, Campinas. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1990. 332p.

MORAES, A. de, MARASCHIN, G.E. Pressões de pastejo e produção animal em milheto cv. comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.2, n.23, p.197-2005, 1988.

MORAES, A. **Pressões de pastejo e produção animal em milheto (*Pennisetum americanum* (L) Leeke).** Porto Alegre: Fac. de Agronomia, 1984. 104p.

MORÓN, A. El ciclo del nitrogeno en el sistema suelo-planta-animal. **Seminario de actualización técnica**, INIA la Estanzuela, Uruguai, Serie Técnica, n.51, p.64, 1994.

MOTT, G.O., QUINN, L.R., BISSCHOFF, W.V.A. The retention of nitrogen in a soil-plant-animal system in guinea grass (*Panicum maximum*) pastures in Brazil. In: Proceedings of the International Grassland Congress, 1970, Queensland. **Proceedings...** Queensland: University of Queensland Press, p.414-416,1970.

MOTT, G.O. Grazing pressure and the measurments of pasture production. **8th International Grassland Congress**, p.606-611, 1960.

MOTT, G.O.; LUCAS, H.L. The design conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In.: Internation Grassland Congress, 6., 1952. **Proceedings...** Pensylvania: State College Press, 1380-1395p, 1952.

MOTT, G.O. Relationship of available forage and animal performance in tropical grazing systems. In: FORAGE AND GRASSLAND CONFERENCE, 1984, Houston Texas. **Forage systems leading U.S. agriculture into the future....**Lexington: American Forage and Grassland Council, p.373-377, 1984.

MYERS, R.J.K.; PALM, C.A.; CUEVAS, E.; et al. The synchronisation of nutrient mineralisation and plant nutrient demand. In: **The Biological Management of Tropical Soil Fertility**, 1994. p.81-116.

MYERS, R.J.K.; VALLIS, I.; MCGILL, W.B.; HENZELL, E.F. Nitrogen in grass-dominant, unfertilized pasture systems. **13th Congress of the International Society of Soil Science**. Hamburg, Germany. v.6, 1986.

NABINGER, C. Fundamentos da Produção e Utilização de Pastagens. Bases ecofisiológicas do crescimento das pastagens e as práticas de manejo. Notas do módulo 1 da disciplina AGR 05003. Porto Alegre, 2005.

OREN, R.; SCHULZE, E.-D.; WERK, K.S.; et al. Performance of two *Picea abies* (L.) Karst stands at different stages of decline. **Nutrient relations and growth Oecologia**, v.77, n.VII, p.63-173, 1988.

PACIULLO, D.S.C.; AROEIRA, L.J.M.; ALVIM, M.J. et al. Características produtivas e qualitativas de pastagem de braquiária em monocultivo e consorciada com estilosantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.3, p.421-426, 2003.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; RIBEIRO, K.G. Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott: 1- Rendimento forrageiro e características morfofisiológicas ao atingir 80 e 120 cm de altura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.1069-1075, 1998.

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

PENNING, P.D.; ROOK, A.J.; ORR, R.J. Patterns of ingestive behaviour of sheep continuously stocked on monocultures of ryegrass or white clover. **Anim. Behav. Sci.** v.31, p.237-250, 1991.

PETERSON, P.R.; GERRISH, J.R. Grazing systems and spatial distribution of nutrients in pastures: livestock management considerations. In: JOOST, R.E., ROBERTS, C.A. (Eds.). **Proceedings of the Symposium on Nutrient Cycling in Forage Systems**. Kansas: Potash and Phosphate Institute, March, 1996, p. 203-212.

PETRUCCI, R.; SANTOS, G.L.; RESTLE, J. Efeito de diferentes épocas de preparo do solo e altura de corte na produção do capim papuã (*Brachiaria plantaginea* Linck Hitchc). In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 26., 1989, Porto Alegre. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1989. 461p.

POMPEU, R.C.F.F.; CANDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M et al. Componentes da biomassa pré-pastejo e pós-pastejo de capim-tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.383-393, 2008.

QUEIROZ FILHO, J.L de.; SILVA, D.S. da.; NASCIMENTO, I.S. Produção de Matéria Seca e Qualidade do Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) Cultivar Roxo em Diferentes Idades de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29 n.1, 2000.

OLOFSSON, J., OKSANEN, L. Role of litter decomposition for the increased primary production in areas heavily grazed by reindeer: a litter bag experiment. – **Oikos** 96: 507- 515. 2002

RESTLE, J. et al. Produção Animal em Pastagem com Gramíneas de Estação Quente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1491-1500, 2002.

ROBERTSON, F.A.; MYERS, R.J.K.; SAFFIGNA, P.G. Carbon and nitrogen mineralization in cultivated and grassland soils in subtropical Queensland. **Aust. J. Soil Res.** v.31, p.611-619, 1993.

REZENDE, C.P.; CANTARUTTI, R.B.; BRAGA, J.M., et al. Litter deposition and disappearance in Brachiaria pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia. **Nutr. Cycling Agroecosyst**, v.54, p.99–112, 1999.

RUSSELLE, M.P. Nitrogen cycling in pasture systems. In: **Symposium held**, Columbia, Missouri, March 1996.

RUSSELLE, M.P. Nitrogen cycling in pasture and range. **Journal of Production Agriculture**, v.5, p.13-28, 1992.

RYDEN, J.C. Gaseous losses of nitrogen from grassland. In: VAN DER MEER, H.G. (Ed.). **Nitrogen fluxes in intensive grassland systems**. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, NL. p.59-74, 1986.

SALETTE, J; HUCHÉ L. Diagnostic de l'état de nutrition minérale d'une prairie par analyse de végétal: principes, mise em ceuvre, exemples. **Fourrages**, n.125, p.3-18, 1991.

SALTON, J.C.; FABRÍCIO, A.C.; MACHADO, L.A.Z.; et al. Pastoreio de aveia e compactação do solo. **Revista Plantio Direto**, v.69, p.32-34, 2002.

SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua**. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) Programa de Pós-Graduação em Agronomia, ESALQ, Piracicaba, 2004.

SBRISSIA, A.F.; Da SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.731-754.

SCHUNKE, R.M. **Qualidade, decomposição e liberação de nutrientes da "litter" de quatro cultivares de *Panicum maximum* Jacq.** D.S. Tese, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 1998.

SCHOLEFIELD, D.; OENEMA, O. Nutrient cycling within temperate agricultural grasslands. In: BHUCHANAN-SMITH, J.G. (Ed). **18 ed Int. Grassl. Cong. Proc.**, Winnipeg and Saskatoon, Canadá. p.357-370, 1997.

SCHWARTZ, F.; ROCHA, M.G. da.; VÉRAS, M. et al. Manejo de milheto (*Pennisetum americanum* LEEKE) sob pastejo de ovinos. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.9, n.2, p.151-155, 2003.

SETELICH, E.A. **Potencial produtivo de uma pastagem natural do Rio Grande do Sul, submetida a distintas ofertas de forragem.** Porto Alegre, RS: UFRGS, 1994. 169p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994.

SHARIFF, A.R. et al.. Grazing intensity effects on litter decomposition and soil nitrogen mineralization. **Journal Range Manag**, v.47, p.444-449, 1994.

SHAW, W.C. Integrated weed management systems technology for pest management. **Weed Science**, v.30, p. 2-12, 1982.

SILVA, A.P.; INHOFF, S.; CORSI, M. Evaluation of soil compaction in an irrigated short-duration grazing system. **Soil and Tillage Research**. v.70, p.83-90, 2003.

SMITH, P.; POWLSON, D.S.; SMITH, J.U.; et al. **Evaluation and comparison of soil organic matter models using longterm datasets.** Geoderma, v.81, p.1-255, 1997.

SOARES, A.B.; RESTLE, J. Produção Animal e Qualidade de Forragem de Pastagem de Triticale e Azevém Submetida a Níveis de Adubação Nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.908-917, 2002.

SOARES FILHO, C.V. Recomendações das espécies e variedades de Brachiaria para diferentes condições. In: Simpósio sobre o manejo da pastagem. 11, Piracicaba, 1994. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 25-47.

STARK, S.; GRELLMANN, D. Soil microbial responses to herbivory in an arctic tundra heath at two levels of nutrient availability. **Ecology**, v.83, p.2736-2744, 2002.

STOBBS, T.H. A comparison of Zulu sorghum, bulrush millet and Withe Panicum in terms of yield, forage quality and milk production. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.15, p.211-218, 1975.

STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing

Setaria anceps and *Chloris gayana* at various stages of growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.24, n.6, p.821-829, 1973.

SWIFT, M.J.; HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. University of California Press, Berkeley, California, USA, 1979.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. Massachusetts: Sinauer Associates. (2 ed.) 792p. 1998.

TAYLOR, H.M.; BRAR, G.S. Effect of soil compaction on root development. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.19, n.1, p.111-119, 1991.

THOMAS, R.J., ASAKAWA, N.M. Decomposition of leaf litter from tropical grasses and legumes. **Soil Biol. Biochem.** 25:1351-1361, 1993.

TISDALE, S.L.; BEATON, J.D.; NELSON, W.L. **Soil fertility and fertilizers**. 4.ed. New York: Mac Millan, 754p. 1985.

VALLE, C.B.; MILES, J.W. Melhoramento de gramíneas do gênero *Brachiaria*. In: Simpósio sobre o manejo da pastagem, 11., Piracicaba, 1994. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 1-24.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Corvallis: O & Books. p.344, 1983.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca, NY: Cornell Univ. Press, p. 476, 1994.

VAN VUUREN, M.M.I.; BERENDSE, F.; de VISSER, W. Species and site differences in the decomposition of litters and roots from wet heathlands. **Canadian Journal of Botany**, v.71, p.167-173, 1993.

VICENTE-CHANDLER, J.; ABRUNA, F.; CARO-COSTAS, R. et al. **Intensive Grassland management in the humid tropics of Puerto Rico**. University of Puerto Rico Agriculture and Experiment Station, Mayaguez. Bull. 233. 1973.

YADAVA, P.S.; THODAN, N.S. Litter decomposition and nutrients release during decomposition in a humid grassland of Northeastern India. In: International Grassland Congress, 18., 1997, Canadá. **Proceedings...** Canada, 1997. v.2, p.20-24.

WATKINSON, A.R.; ORMEROD, S.J. Grasslands, grazing and biodiversity. Editors' introduction: **J Appl Ecol.** v.28, p.233-237, 2001.

WIEDER, R.K.; LANG, G.E. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data from litter bags. **Ecology** 63:1636-1642. 1982.

WHITEHEAD, D.C. **Grassland Nitrogen**. (Ed) CAB international. Wallingford, p.397. 1995.

WHITEHEAD, D.C. **The role of nitrogen in grassland productivity**. Commonwealth Agricultural Bureau, Farnham Royal, Bucks, UK. 1970.

WILM, H.G.; COSTELO, O.F.; KLIPPLE, G.E. Estimating forage yield by the sampling method. **Journal of American of Society Agronomy**. v.36, n.1, p.194-203, 1944.

WILSON, J.R. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality pastures. In HACKER, J.B. (ed.). **Nutritional limits to animal production from**. Common. Agric. Bur., Farnham Royal, UK. p.111-131. 1982.

ZEFERINO, C.V. **Morfogênese e dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de capim marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte**. Piracicaba, ESALQ, 2006. 194p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Plantas Forrageiras). Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2006.

APÊNDICES

ÍNDICE DE APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Análise de variância para massa de forragem (kg de MS.ha⁻¹). Pato Branco, 2008.

APÊNDICE 2 – Análise de variância para produção de forragem (kg de MS.ha⁻¹). Pato Branco, 2008.

APÊNDICE 3 – Análise de variância para o valor de nutrientes digestíveis totais (NDT) da simulação de pastejo do papuã, Pato Branco - PR.

APÊNDICE 4 – Análise de variância para valor fibra em detergente neutro (FDN) da simulação de pastejo do papuã, Pato Branco - PR.

APÊNDICE 5 – Análise de variância para valor fibra em detergente ácido (FDA) da simulação de pastejo do papuã, Pato Branco - PR.

APÊNDICE 6 – Análise de variância para valor de proteína bruta (PB) da simulação de pastejo do papuã, Pato Branco - PR.

APÊNDICE 7 – Análise de variância para valor de potássio (K) da simulação de pastejo do papuã, Pato Branco - PR.

APÊNDICE 8 – Análise de variância para valor de fósforo (P) da simulação de pastejo do papuã, Pato Branco - PR.

APÊNDICE 9 – Análise de variância para valor de cálcio (Ca) da simulação de pastejo do papuã, Pato Branco - PR.

APÊNDICE 10 – Análise da variância da carga animal animal (kg de PV.ha⁻¹) de uma pastagem de *Brachiaria plantaginea*. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.

APÊNDICE 11 – Análise da variância da relação folha colmo de uma pastagem de *Brachiaria plantaginea*. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.

APÊNDICE 12 – Análise da variância da altura de plantas (cm) de uma pastagem de *Brachiaria plantaginea*. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.

APÊNDICE 13 – Análise da variância da taxa de decomposição de uma pastagem de *Brachiaria plantaginea* e do esterco de caprinos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008

APÊNDICE 1 – Análise de variância para massa de forragem (kg de MS.ha⁻¹). Pato Branco, 2008

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Periodo	4,73602E7	4	1,18401E7	27,17	0,0000
B:dose	915809,0	2	457904,0	1,05	0,3626
C:intensidade	2,98146E7	1	2,98146E7	68,41	0,0000
D:rep	826426,0	1	826426,0	1,90	0,1790
INTERACTIONS					
AB	1,74278E7	8	2,17848E6	5,00	0,0006
AC	4,62489E6	4	1,15622E6	2,65	0,0431
BC	200053,0	2	100027,0	0,23	0,7964
ABC	1,52382E6	8	190478,0	0,44	0,8888
RESIDUAL	1,26391E7	29	435830,0		
TOTAL (CORRECTED)	1,15333E8	59			

APÊNDICE 2 – Análise de variância para produção de forragem (kg de MS.ha⁻¹). Pato Branco, 2008

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:periodo	2,10085E6	5	420170,0	0,26	0,9337
B: Intensidade	960267,0	1	960267,0	0,59	0,4491
C:Dose N	1,32218E7	2	6,61088E6	4,03	0,0265
D:Bloco	2740,47	1	2740,47	0,00	0,9676
INTERACTIONS					
AB	3,10631E6	5	621261,0	0,38	0,8596
AC	5,76975E6	10	576975,0	0,35	0,9589
BC	21782,3	2	10891,1	0,01	0,9934
ABC	1,13248E7	10	1,13248E6	0,69	0,7257
RESIDUAL	5,73591E7	35	1,63883E6		
TOTAL (CORRECTED)	9,38673E7	71			

APÊNDICE 3 – Análise de variância para o valor de nutrientes digestíveis totais (NDT) da simulação de pastejo do papuã, Pato Branco - PR.

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Dose	51,8443	2	25,9221	7,37	0,0050
B: Intensidade	1,80902	1	1,80902	0,51	0,4830
C: Período	20,1835	2	10,0917	2,87	0,0844
D: Rep	0,107803	1	0,107803	0,03	0,8631
INTERACTIONS					
AB	3,52047	2	1,76023	0,50	0,6148
AC	2,70348	4	0,675869	0,19	0,9391
BC	3,1358	2	1,5679	0,45	0,6475
ABC	12,7287	4	3,18218	0,90	0,4830
RESIDUAL	59,7777	17	3,51634		
TOTAL (CORRECTED)	155,811	35			

APÊNDICE 4 – Análise de variância para valor fibra em detergente neutro (FDN) da simulação de pastejo do papuã, Pato Branco - PR.

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Dose	137,573	2	68,7867	7,19	0,0055
B: Intensidade	6,7081	1	6,7081	0,70	0,4139
C: Período	210,884	2	105,442	11,02	0,0009
D: Rep	3,03921	1	3,03921	0,32	0,5803
INTERACTIONS					
AB	0,510467	2	0,255233	0,03	0,9737
AC	12,0337	4	3,00843	0,31	0,8643
BC	5,87802	2	2,93901	0,31	0,7394
ABC	32,6969	4	8,17423	0,85	0,5104
RESIDUAL	162,587	17	9,56397		
TOTAL (CORRECTED)	571,911	35			

APÊNDICE 5 – Análise de variância para valor fibra em detergente ácido (FDA) da simulação de pastejo do papuã, Pato Branco - PR.

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Dose	105,687	2	52,8436	7,36	0,0050
B:Intensidade	3,6928	1	3,6928	0,51	0,4830
C:Periodo	41,1386	2	20,5693	2,87	0,0847
D:Rep	0,222469	1	0,222469	0,03	0,8623
INTERACTIONS					
AB	7,19691	2	3,59845	0,50	0,6145
AC	5,49508	4	1,37377	0,19	0,9396
BC	6,37934	2	3,18967	0,44	0,6485
ABC	25,9962	4	6,49904	0,91	0,4829
RESIDUAL	122,052	17	7,1795		
TOTAL (CORRECTED)	317,86	35			

APÊNDICE 6 – Análise de variância para valor de proteína bruta (PB) da simulação de pastejo do papuã, Pato Branco - PR.

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Dose	132,797	2	66,3983	28,79	0,0000
B:Intensidade	0,205511	1	0,205511	0,09	0,7689
C:Periodo	8,85469	2	4,42734	1,92	0,1771
D:Rep	4,1616	1	4,1616	1,80	0,1968
INTERACTIONS					
AB	2,33687	2	1,16844	0,51	0,6113
AC	4,15698	4	1,03924	0,45	0,7706
BC	1,45976	2	0,729878	0,32	0,7329
ABC	13,8659	4	3,46648	1,50	0,2455
RESIDUAL	39,2018	17	2,30599		
TOTAL (CORRECTED)	207,04	35			

APÊNDICE 7 – Análise de variância para valor de potássio (K) da simulação de pastejo do papuã, Pato Branco - PR.

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

MAIN EFFECTS					
A:Dose	0,547267	2	0,273633	9,75	0,0015
B: Intensidade	0,015625	1	0,015625	0,56	0,4658
C: Período	0,844455	2	0,422275	15,04	0,0002
D: Rep	0,0568028	1	0,0568028	2,02	0,1730
INTERACTIONS					
AB	0,0368667	2	0,0184333	0,66	0,5313
AC	0,0994333	4	0,0248583	0,89	0,4935
BC	0,04745	2	0,023725	0,85	0,4468
ABC	0,138833	4	0,0347083	1,24	0,3327
RESIDUAL	0,477247	17	0,0280734		

TOTAL (CORRECTED)	2,26407	35			

APÊNDICE 8 – Análise de variância para valor de fósforo (P) da simulação de pastejo do papuã, Pato Branco - PR.

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

MAIN EFFECTS					
A:Dose	0,0160889	2	0,00804444	9,98	0,0014
B: Intensidade	0,00187778	1	0,00187778	2,33	0,1453
C: Período	0,00277222	2	0,00138611	1,72	0,2088
D: Rep	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
INTERACTIONS					
AB	0,00328889	2	0,00164444	2,04	0,1606
AC	0,00504444	4	0,00126111	1,56	0,2289
BC	0,00133889	2	0,000669444	0,83	0,4527
ABC	0,00394444	4	0,000986111	1,22	0,3376
RESIDUAL	0,0137	17	0,000805882		

TOTAL (CORRECTED)	0,0480556	35			

APÊNDICE 9 – Análise de variância para valor de cálcio (Ca) da simulação de pastejo do papuã, Pato Branco - PR.

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Dose	0,0700722	2	0,0350361	8,42	0,0029
B:Intensidade	0,0336111	1	0,0336111	8,08	0,0112
C:Periodo	0,254272	2	0,127136	30,57	0,0000
D:Rep	0,0361	1	0,0361	8,68	0,0090
INTERACTIONS					
AB	0,00823889	2	0,00411944	0,99	0,3918
AC	0,00724444	4	0,00181111	0,44	0,7812
BC	0,0105056	2	0,00525278	1,26	0,3080
ABC	0,00244444	4	0,000611111	0,15	0,9619
RESIDUAL	0,0707	17	0,00415882		
TOTAL (CORRECTED)	0,493189	35			

APÊNDICE 10 – Análise da variância da carga animal animal (kg de PV.ha⁻¹) de uma pastagem de *Brachiaria plantaginea*. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Periodo	2,43748E7	3	8,12492E6	17,96	0,0000
B:Intensidade	6,14215E6	1	6,14215E6	13,58	0,0012
C:Dose N	4,58053E6	2	2,29027E6	5,06	0,0151
D:bloco	4,3062E6	1	4,3062E6	9,52	0,0052
INTERACTIONS					
AB	7,0896E6	3	2,3632E6	5,22	0,0067
AC	4,79064E6	6	798441,0	1,76	0,1511
BC	3,61263E6	2	1,80632E6	3,99	0,0325
ABC	3,71629E6	6	619381,0	1,37	0,2686
RESIDUAL	1,04048E7	23	452384,0		
TOTAL (CORRECTED)	6,90176E7	47			

APÊNDICE 11 – Análise da variância da relação folha colmo de uma pastagem de *Brachiaria plantaginea*. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

MAIN EFFECTS					
A:Periodo	15,3153	3	5,10509	203,96	0,0000
B:Dose N	0,527962	2	0,263981	10,55	0,0006
C:Intensidade	0,1083	1	0,1083	4,33	0,0518
D:bloco	0,267008	1	0,267008	10,67	0,0034
INTERACTIONS					
AB	0,326721	6	0,0544535	2,18	0,0830
AC	0,015	3	0,005	0,20	0,8955
BC	0,124912	2	0,0624562	2,50	0,1045
ABC	0,143437	6	0,0239062	0,96	0,4764
RESIDUAL	0,575692	23	0,0250301		

TOTAL (CORRECTED)	17,4043	47			

APÊNDICE 12 – Análise da variância da altura de plantas (cm) de uma pastagem de *Brachiaria plantaginea*. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008.

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

MAIN EFFECTS					
A:intensidade	691,145	1	691,145	41,38	0,0000
B:periodo	1503,12	3	501,039	30,00	0,0000
C:dose	6,97261	2	3,48631	0,21	0,8131
D:bloco	0,264033	1	0,264033	0,02	0,9010
INTERACTIONS					
AB	300,053	3	100,018	5,99	0,0036
AC	45,5685	2	22,7842	1,36	0,2755
BC	293,104	6	48,8507	2,92	0,0286
ABC	25,124	6	4,18734	0,25	0,9540
RESIDUAL	384,158	23	16,7025		

TOTAL (CORRECTED)	3249,51	47			

APÊNDICE 13 – Análise da variância da taxa de decomposição de uma pastagem de *Brachiaria plantaginea* e do esterco de caprinos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2008

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

MAIN EFFECTS					
A:tempo	138372,0	9	15374,7	1021,41	0,0000
B:material	34298,6	1	34298,6	2278,60	0,0000
C:intensidade	27,5007	1	27,5007	1,83	0,1778
D:nivel N	536,934	2	268,467	17,84	0,0000
E:repeti	13,0227	2	6,51136	0,43	0,6493
INTERACTIONS					
AB	6597,88	9	733,098	48,70	0,0000
AC	345,317	9	38,3686	2,55	0,0082
AD	1276,99	18	70,944	4,71	0,0000
BC	2,38469	1	2,38469	0,16	0,6910
BD	309,196	2	154,598	10,27	0,0001
CD	291,732	2	145,866	9,69	0,0001
ABC	525,193	9	58,3548	3,88	0,0001
ABD	414,673	18	23,0374	1,53	0,0803
ACD	1018,71	18	56,5947	3,76	0,0000
BCD	164,893	2	82,4464	5,48	0,0047
ABCD	538,228	18	29,9016	1,99	0,0112
RESIDUAL	3582,49	238	15,0525		

TOTAL (CORRECTED)	188316,0	359			

ANEXOS

ANEXO I – Croqui da área experimental

BLOCO II

BLOCO I

