

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

CAROLINE DE OLIVEIRA SANTOS

**VALOR NUTRICIONAL DO CAPIM-TANZÂNIA (*Urochloa maxima*) PARA VACAS
EM LACTAÇÃO SOB PASTEJO ROTACIONADO**

Campos dos Goytacazes

2011

CAROLINE DE OLIVEIRA SANTOS

**VALOR NUTRICIONAL DO CAPIM-TANZÂNIA (*Urochloa maxima*) PARA VACAS
EM LACTAÇÃO SOB PASTEJO ROTACIONADO**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, na área de Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Alberto Magno Fernandes

Campos dos Goytacazes

2011

CAROLINE DE OLIVEIRA SANTOS

**VALOR NUTRICIONAL DO CAPIM-TANZÂNIA (*Urochloa maxima*) PARA VACAS
EM LACTAÇÃO SOB PASTEJO ROTACIONADO**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Aprovada em maio de 2011.

Comissão Examinadora:

Prof. Carlos Augusto de Alencar Fontes (Ph. D., Zootecnia) – LZNA/CCTA/UENF

Fermino Deresz (Ph. D., Zootecnia) – EMBRAPA/CNPGL

Co-Orientador

Viviane Aparecida Carli Costa (D.Sc. Zootecnia) – LZNA/CCTA/UENF

Prof. Alberto Magno Fernandes (D.Sc. Zootecnia) – LZNA/CCTA/UENF

(ORIENTADOR)

A Deus, que em momento nenhum me abandonou.
Aos meus pais, Anilton e Juciara, pelos incentivos e apoio a cada dia, meus pilares.
As minhas irmãs, Carine, Patrícia e Viviane, minhas referências de sucesso.
Ao meu marido Thiago, pelo amor, atenção e toda compreensão do mundo.

dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força e pelo sustento em todos os tempos difíceis.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense e ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, pela oportunidade de realização do curso.

À FAPERJ/UENF, pela concessão da bolsa de estudos.

À FAPEMIG pelo financiamento do experimento.

Ao Centro Nacional de Pesquisa Gado de Leite, pelas condições disponibilizadas para realização do experimento.

Agradeço ao professor Alberto Magno Fernandes, pela orientação na elaboração deste trabalho e pelos cuidados dedicados. Meu muito obrigada.

Ao meu co-orientador Dr. Fermino Deresz, pelo apoio no experimento e ensinamentos.

Ao professor Carlos Augusto de Alencar Fontes, pela oportunidade e ao professor Ricardo Augusto Mendonça Vieira pelo apoio na elaboração do trabalho.

A Viviane Aparecida Carli Costa, por aceitar participar da minha banca e pelas sugestões.

Aos professores do LZNA que contribuíram diretamente para meu mestrado.

Agradeço aos funcionários do Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal na condução das análises.

Aos funcionários do programa de pós-graduação em Ciência Animal, especialmente ao professor Olney Vieira da Motta, por cumprir tão bem o cargo que lhe foi confiado.

Aos funcionários, estagiários e administradores do Campo Experimental de Coronel Pacheco, pela colaboração no experimento, especialmente ao Tiãozinho e ao Carlinhos. Pessoas muito especiais que vou guardar para sempre no meu coração.

As minhas amigas da EMBRAPA: Rebeca, Cinara, Camila, Thalita e meu irmão do coração Douglas Vitor (Baiano), que foram essenciais nesse experimento.

As minhas amigas, Michelle Chiquieri e Gabriela Corte Real, pelo apoio e ajuda na finalização deste estudo. Vocês são especiais na minha vida, sei que posso contar sempre com vocês.

Ao Tiago Cunha pela ajuda nas análises e paciência.

Ao Alberto Chambela e ao Raoni, pela colaboração e assistência no experimento.

Aos meus queridos irmãos da igreja Assembleia de Deus, pelas orações e preocupações durante o experimento.

A todos que participaram direta e indiretamente na execução deste trabalho.

Junto a Ti Senhor eu sou tão feliz,
Tu és meu Deus, meu Rei, minha Herança,
Meu Libertador, Torre forte, meu Abrigo,
Tudo que eu preciso ter encontro em Ti

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar nutricionalmente o capim-Tanzânia (*Urochloa maxima* (Jacq) R. Webster) manejado sob pastejo rotacionado por vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação. A pastagem foi manejada com 30 dias de intervalo de desfolha e 3 dias de ocupação do piquete. Foram utilizadas 10 vacas manejadas em dois hectares divididos em 11 piquetes/há, e durante dois ciclos de pastejo. Para avaliar o desempenho dos animais, estes foram pesados a cada 15 dias e ordenhados duas vezes ao dia, além de receberem suplementação de 2 kg de milho grão moído diariamente. Foram coletadas amostras da forragem (extrusas), utilizando duas vacas fistuladas no esôfago, para a determinação da composição química da forragem durante o período experimental. A estimativa do valor nutritivo do capim-Tanzânia foi feita segundo o modelo de avaliação do Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS), com algumas modificações. A dieta capim-Tanzânia mais 2 kg de milho grão moído atendem 33,2% da energia líquida de lactação acima do exigido para produção de 13,7 kg/vaca/d de leite. A quantidade de proteína metabolizável atendeu à demanda proteica exigida pelos animais por dia.

Palavras-chave: capim-Tanzânia, desempenho animal, exigências de energia

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the nutritional analysis of Tanzania grass (*Urochloa maxima* (Jacq) R. Webster) managed in a rotational grazing system using lactating Holstein x Zebu crossbreed cows. The pasture were managed with 30 days resting period and three days of paddock occupation. Ten cows were managed in two hectares of Tanzania grass and each paddock was divided in eleven paddocks/hectares during two grazing cycles. Each cow received individually 2 kg of ground corn grain/cow/day. The performance of the cows was evaluated by measuring daily milk production. Forage samples were collected (extrusas) using two cows with fistulated on the esophagus to evaluate the chemical composition of Tanzania grass during the experimental period. Estimation of Tanzania grass was done using the Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS), with some modifications. The diet met 33, 2% of wet energy for lactation above the requirements of 13, 7 kg of milk. The amount of total metabolizable protein met the protein requirements by the animals for the 13, 7 kg of milk.

Key Words: Tanzania grass, animal performance, energy requirements

CONTEÚDO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1.INTRODUÇÃO	9
2.REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1. Capim Tanzânia.....	11
2.1.2. Consumo.....	12
2.1.3. Potencial Produtivo.....	14
2.1.4. Desempenho animal.....	15
2.2. Valor Nutricional do alimento.....	16
2.2.1. Degradabilidade <i>in vitro</i> /Produção de gás.....	17
2.2.2. Fracionamento de proteína e carboidratos.....	17
2.3. Produção de leite.....	19
3. MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1. Localização.....	21
3.2. Manejo experimental.....	21
3.3. Análises laboratoriais.....	23
3.4. Predição do consumo de matéria seca.....	24
3.5. Dinâmica da matéria alimentar.....	24
3.5.1. Degradação <i>in vitro</i> gravimétrica de carboidratos fibrosos.....	25
3.5.2. Produção cumulativa dos gases.....	25
3.6. Cinética de trânsito e tempo médio de retenção.....	27
3.7. Estimação do Valor Nutritivo do Pasto de Capim-Tanzânia.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5. CONCLUSÃO	43
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1-INTRODUÇÃO

O Brasil poderá ter uma posição chave no cenário futuro da pecuária leiteira mundial, mas para alcançar esse resultado são necessários alguns ajustes no sistema de alimentação que é o maior entrave para alcançar êxito, devido aos custos de produção. Ao mesmo tempo, é necessário conhecer as características do alimento incluindo a sua composição química, objetivando o ajuste de dietas nutricionalmente equilibradas e a exploração da capacidade digestiva dos animais para alcançar o seu potencial produtivo. A principal forma de alcançar estes objetivos é ajustar a quantidade e qualidade da dieta baseando-se nas exigências nutricionais dos animais. Desta forma, é necessário estabelecer padrões alimentares em sistemas de pastejo.

A intensificação dos sistemas de produção de leite exige a utilização de forrageiras que combinem elevada capacidade de produção com alta qualidade (Pereira et al., 2001). Forrageiras do gênero *Urochloa maxima* constituem boa opção para animais de maior potencial genético, já que, em geral, apresentam maior valor nutritivo quando comparadas com as Braquiárias. Também na produção de leite, e não só no Brasil, o *Urochloa maxima* (Jacq) R. Webster tem se revelado importante, seja para pastejo direto ou para silagem e feno (Esperance & Diaz, 1985; Hacker & Jank, 1998).

Em sistemas de produção de leite baseados no uso de pastagens, a produção por área e por vaca está diretamente relacionada à capacidade de suporte do pasto, ao valor nutritivo da planta e ao consumo de forragem. A capacidade de suporte do pasto está condicionada aos fatores clima, solo, manejo e adaptação da forrageira ao pastejo. A estrutura do pasto pode ser vista como uma determinante na dinâmica de crescimento, na competição de comunidades vegetais e também no comportamento ingestivo dos animais em pastejo. Isso porque o valor nutritivo do pasto está diretamente associado à forma com que o alimento está disponível ao animal (Hodgson, 1990).

As forrageiras tropicais caracterizam-se pela elevada capacidade de produção de matéria seca por área, tendo, portanto um potencial para suportar alta lotação animal. Para que a conversão de forragem em produto animal/ha seja maximizada são necessários ainda dois fatores. Em primeiro lugar, que a ingestão de nutrientes seja compatível com a produção animal desejada para o sistema de produção em questão. Para isto, são necessários animais com potencial genético para converter a biomassa vegetal em produtos animais (carne, leite ou lã) da forma mais eficiente possível. Em segundo lugar, que a colheita do material

disponível seja a mais eficiente possível. Já o material deixado após o pastejo deve ser em quantidade necessária para permitir rebrota vigorosa e a perenidade da pastagem, porém, sem comprometer o desempenho animal devido a limitações de consumo e/ou da qualidade nutricional da forragem disponível.

A produção de matéria seca numa pastagem é função de fatores inerentes ao ambiente como temperatura, radiação, e de fatores passíveis de serem alterados pelo homem, tais como disponibilidade de nutrientes e de água no solo. Além disso, as técnicas de manejo empregadas podem influir na dinâmica de produção e uso dessa forragem.

De acordo com Lavezzo (1993), além de todas as avaliações químicas, o que permite realmente conhecer as características qualitativas de uma forragem é o seu valor nutritivo que pode ser traduzido em consumo voluntário e consequente resposta produtiva do animal.

Em decorrência da estacionalidade da produção observada ao longo do ano nas regiões tropicais, observam-se índices zootécnicos inferiores ao potencial produtivo nas gramíneas. Além disso, o avanço na idade das plantas tem efeitos sobre a fração da parede celular que alteram a composição química e a digestibilidade.

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a qualidade nutricional do capim-Tanzânia para produção de leite estabelecendo modelos de resposta da pastagem quando submetida ao sistema de pastejo rotacionado com período fixo de ocupação usando vacas mestiças Holandês-Zebu em lactação. Utilizou-se um programa nutricional que parte de um modelo dinâmico e leva em consideração a interação dos diferentes componentes dos alimentos.

2- REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CAPIM-TANZÂNIA

As forrageiras do gênero *Urochloa* pertencem à família *Poaceae*, que apresenta aproximadamente mais de 1460 espécies, entre as quais o capim *Urochloa maxima* (Jacq) R.Webster, planta de origem africana, é tida como uma das gramíneas mais difundidas no Brasil, após a *Brachiaria decumbens*, sendo, em área, uma das principais gramíneas cultivadas em pastagens (Soria, 2003).

O *Urochloa maxima* (Jacq) R.Webster é uma gramínea cespitosa, com aproximadamente 1,30 m de altura média e folhas decumbentes com 2,6 cm de largura. Os colmos são levemente arroxeados e as lâminas e bainhas não possuem pilosidade ou serosidade (Almeida, 1999). As inflorescências são do tipo panícula, com ramificações primárias longas apenas na base. As espiguetas são arroxeadas e uniformemente distribuídas (Savidan et al., 1990).

O cultivar capim-Tanzânia foi identificado pelo Institut Française de Recherche Scientifique pour l'ê Développement em Coopération em Korogwe, na Tanzânia. A partir de 1980, no Brasil, iniciaram-se trabalhos de melhoramento de *Urochloa maxima* pelo programa de seleção de forrageiras coordenado pela Embrapa Gado de Corte (CNPGC), em Campo Grande, Mato grosso do Sul (Jank et al., 1994; Jank, 1995).

Os objetivos da Embrapa eram selecionar os melhores cultivares, visando ao lançamento para os produtores, descrever a variabilidade da coleção para utilização em programas de melhoramento genético e determinar os progenitores masculinos para o início de um programa de melhoramento.

Como resultado desse programa, em 1990, o CNPGC lançou o cultivar Tanzânia-1 e, 3 anos depois, o cultivar Mombaça. Jank et al., (1994) e Jank (1995) observaram diferenças agronômicas entre os cultivares Tanzânia-1, Mombaça e as testemunhas Colônião e Tobiata. O cultivar Tanzânia-1 apresentou superioridade em relação ao Colônião em algumas características avaliadas, dentre elas a produção de matéria seca (MS), que foi 86% maior (26 toneladas de MS/ha) do que a do Colônião (14 toneladas de MS/ha), o vigor de rebrota que foi 70% superior, e 29% a mais de folhas. A distribuição da produção do Tanzânia-1 ao longo do ano também foi mais uniforme do que a do Colônião e semelhante à do Tobiata. Apesar de

todos os cultivares sofrerem redução na produção de um ano para outro (se os nutrientes exportados não forem repostos), o Tanzânia-1 reduziu sua produção em 48%, enquanto o Colômbio reduziu em 65%. O Tanzânia-1 também produziu mais no solo adubado, além de perder menos em produção, quando sem adubação (21% a menos, enquanto o Colômbio perdeu 50%), indicando que, apesar de exigente em fertilidade do solo, é menos sensível que o Colômbio.

Assim, o capim-Tanzânia passou a ter grande aceitação no mercado (Jank, 1994) em função da qualidade da forragem, que geralmente é superior à das Braquiárias (Euclides, 1995). É uma gramínea que apresenta alto potencial produtivo e valor nutritivo quando bem manejada, permitindo apreciáveis ganhos de peso nos ruminantes.

2.1.2. CONSUMO

O consumo voluntário de matéria seca (CMS, kg/d) é a principal variável que influencia o desempenho animal. Por meio do CMS é possível estimar a quantidade de nutrientes ingeridos e obter valores da quantidade de produto animal (Mertens, 1987; Van Soest, 1994). Este varia de acordo com a qualidade do alimento disponível para o animal, sendo a ingestão da matéria seca apontada como ponto determinante na ingestão de nutrientes e fator decisivo para que os animais alcancem os níveis desejados de produção.

Mertens (1994) relatou que a ingestão de MS é controlada por fatores físicos, fisiológicos e psicogênicos. O mecanismo físico refere-se à distensão física do rúmen-retículo; o fisiológico é regulado pelo balanço energético ou nutricional; e a regulação psicogênica envolve o comportamento animal em resposta a fatores inibidores ou estimuladores no alimento ou no manejo alimentar que não são relacionados ao valor energético do alimento, nem ao efeito de enchimento. Fatores como a composição química e a disponibilidade de forragem podem influenciar o consumo (Mertens, 1994).

Segundo Gomide (1993), sob regime de pastejo, o CMS é afetado pela altura da forragem, pela relação caule-folha, pela densidade volumétrica do relvado e pela disponibilidade do pasto. Estas características tornam-se ainda mais discrepantes quando se compara a época chuvosa com a época seca do ano (escassez de forragem).

Para alcançar bons ganhos de peso vivo e de produção de leite por área, os ruminantes em pastejo necessitam ingerir forragens de boa qualidade e em quantidade suficiente para

atender à demanda de nutrientes do animal em função da baixa conversão alimentar apresentadas pelas forragens em geral (Bortolo et al., 2001). Por outro lado, a capacidade animal em satisfazer suas necessidades nutricionais e fisiológicas, depende do teor energético e proteico da dieta a que são submetidos. Contudo, o avanço na maturidade da planta interfere na qualidade do pasto, pois visto que altera a proporção de seus componentes estruturais, principalmente a relação folha/colmo e o material envelhecido (Bortolo et al., 2001). Assim sendo, tal fato pode comprometer o desempenho dos animais mesmo em condições de altas ofertas de forragem.

Segundo Van Soest (1994) os elevados teores de FDN de forrageiras, geralmente, apresentam correlação negativa com o consumo de matéria seca. Quanto ao efeito das características do alimento sobre o consumo, as gramíneas tropicais são menos consumidas quando comparadas às de clima temperado, o que está associado ao baixo teor de nitrogênio, baixa digestibilidade e altos teores de fibras e ao tempo de retenção das mesmas no rúmen (Minson, 1980, citado por Euclides et al., 1989). Segundo Van Soest (1994), concentrações de proteína bruta acima de 7% não são bem correlacionadas com o consumo, porém abaixo desse nível, ocorre decréscimo na ingestão.

Com relação ao efeito da suplementação com concentrados proteicos sobre o consumo de pasto, Aroeira et al., (1999) não observaram efeito da suplementação de vacas mestiças, com 2,5 kg de concentrado, sobre o consumo de MS de capim elefante em diferentes estações do ano. No entanto, a ingestão de matéria seca total das vacas suplementadas foi significativamente ($P < 0,05$) maior (3,0% do peso vivo) do que a das vacas não suplementadas (2,7% do peso vivo).

Estimar o consumo voluntário de matéria seca (MS) em animais a pasto consiste em um dos desafios à nutrição animal, uma vez que os métodos empregados apresentam limitações e podem induzir os pesquisadores a resultados não confiáveis.

A estimativa do consumo voluntário de pasto, a partir da relação entre a produção fecal e a indigestibilidade *in vitro* da MS da forragem, com a utilização da extrusa na determinação da digestibilidade, é feita com auxílio de marcadores externos como o cromo mordente (Aroeira, 1997). Utilizando-se indicadores internos e externos concomitantemente, é possível estimar a ingestão e a digestibilidade da matéria seca da dieta de animais em pastejo, conhecendo-se a concentração do marcador na dieta e nas fezes.

2.1.3. POTENCIAL PRODUTIVO

O potencial de produção é a máxima produtividade biológica obtida sob condições ideais. A genética da planta define o potencial produtivo, enquanto que o manejo é responsável pela expressão dessa característica. Desse modo, estudos sobre o potencial produtivo envolvem análises sobre seleção e melhoramento genético e de práticas de manejo (Corsi e Santos, 1995).

As plantas do gênero *Urochloa* são caracterizadas pelo seu grande potencial de produção de forragem, sendo, porém, menos flexíveis que outras plantas como as do gênero *Brachiaria* por apresentarem limitações e/ou dificuldades para serem manejadas sob lotação contínua, prevalecendo, de uma forma geral, o seu uso na forma de pastejo rotacionado. Dentre os diversos cultivares, o *Urochloa maxima*, cv. Mombaça e cv. Tanzânia adquiriram grande destaque nas áreas de pastagens cultivadas do país e, por essa razão, têm concentrado boa parte dos recursos e esforços investidos em pesquisa em anos recentes (Silva, 2004).

As gramíneas das pastagens prevalentes no país são do tipo C4, que possuem alta eficiência fotossintética. Não havendo restrição de temperatura, as espécies C4 crescem a uma velocidade muito maior do que as C3 predominantes nas regiões de clima temperado e subtropical (Assis, 1997). Dentre as características agrônômicas da *Urochloa*, as que impõem maiores restrições à sua produtividade são aquelas relacionadas às exigências edafoclimáticas (Silva, 1995). De um modo geral, as pastagens tropicais são manejadas inadequadamente, o fato que, associado à sazonalidade climática, determina a distribuição irregular da produção de forragem ao longo do ano. Dessa forma, ocorrem flutuações acentuadas na quantidade de forragem disponível para os animais ao longo das estações que, por sua vez, podem ocasionar variações no desempenho individual.

A estacionalidade da produção contribui para a redução da produtividade animal, sendo responsável por queda na produção leiteira. Logo, o grande limitante da produção a pasto é a marcante estacionalidade da produção forrageira. Assim sendo, a produção concentra-se na época das chuvas, sendo com mais de 70% da MS produzida nessa época do ano.

As baixas temperaturas noturnas de inverno, que ocorrem nos trópicos e subtropicais, são apontadas como os principais agentes causadores da estacionalidade de crescimento das plantas forrageiras tropicais (Cooper e Tainton, 1968), associadas ao fotoperíodo curto.

2.1.4. DESEMPENHO ANIMAL

Em regiões tropicais e subtropicais, observa-se, em geral, baixa produtividade nos rebanhos bovinos, em função de vários fatores, podendo-se citar, como os mais importantes, o sistema de manejo inadequado e a forte dependência das disponibilidades quantitativa e qualitativa das pastagens. Nestas circunstâncias, muitas vezes, é preciso recorrer à suplementação dos animais para suprir as deficiências que limitam o crescimento de bovinos criados em pastagens.

Na maioria das situações, a pastagem não contém todos os nutrientes necessários e nem a proporção adequada para atender às exigências dos animais em pastejo. Por isso, devem-se estabelecer estratégias de fornecimento de nutrientes que viabilizem, da melhor forma possível, os padrões de crescimento estabelecidos pelo sistema de produção (Paulino, 1998).

Dessa forma, o desempenho animal a pasto dependerá da qualidade da forragem e das interações do sistema solo-planta-animal. Outro fator importante é determinar a idade ideal da planta para o pastejo para que sejam obtidos ganhos elevados, tanto por animal como por área (Cândido, 2003). Hodgson (1990) e Cosgrove (1997), citados por Manzano et al. (2007), afirmaram que o desempenho animal depende da ingestão diária de energia digestível, que é o resultado da ingestão de MS multiplicado pela concentração de energia digestível da forragem.

Aguiar (2000) relatou para gramíneas do gênero *Urochloa*, que valores de massa seca residuais entre 1.500 e 2.500 kg MS ha⁻¹, provavelmente sejam suficientes para obter um desempenho animal satisfatório, sem que as perdas de forragem sejam elevadas, permitindo níveis satisfatórios de reservas fisiológicas para a rebrota das plantas. O mesmo autor realizou simulações para revelar o potencial de produtividade de leite em pastagens de gramíneas do gênero *Urochloa*. Explorando uma produtividade média da pastagem de 37 ton MS ha⁻¹ ano⁻¹ instalada com 70% da área da propriedade e 30% com capineira ou cana-de-açúcar, seria possível alcançar índices como taxa de lotação média de 5,7 UA ha⁻¹, taxa de lotação de vacas em lactação de três vacas ha⁻¹, produções de leite de 10 L/vaca/d, 30L/ha/d e 11.000 L/ha/ano, valores bem acima das médias da pecuária leiteira nacional.

Lima et al., (2007), em experimento com vacas mestiças (Holandês x Gir) encontraram produção de leite durante a época das chuvas nos pastos de Tanzânia de 11,5 kg de leite/vaca/dia.

2.2. VALOR NUTRICIONAL DO ALIMENTO

Os coeficientes de digestibilidade são variáveis utilizadas para avaliar o valor nutritivo dos alimentos. Quanto maior a digestibilidade dos alimentos maior será o consumo até que a demanda de energia seja atendida.

O valor nutricional dos alimentos utilizados na nutrição dos ruminantes é baseado na matéria seca (MS) dos mesmos, que é constituída basicamente por compostos nitrogenados, carboidratos, lipídeos (EE) e matéria mineral (MM).

A avaliação do valor biológico dos alimentos é determinada por várias análises bromatológicas, como a proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, ensaios de digestibilidade e de cinética de trânsito de partículas no trato gastrintestinal, e por técnicas auxiliares como a produção cumulativa de gases.

Euclides et al. (1996) obtiveram concentrações de PB no capim-Tanzânia-1 de 6,8% na MS da massa de forragem verde ao longo de 3 anos, quando manejado sob pastejo contínuo. Porcentagens, para PB, de 13,7; 10,8; 19,8 e 15,3 em folhas de capim-Tanzânia nas estações primavera, verão, outono e inverno, respectivamente, foram encontradas por Gerdes et al., (2000).

Em estudo de Balsalobre et al., (2003), foi avaliado o capim-Tanzânia, irrigado sob três níveis de resíduo pós-pastejo, com os seguintes valores de composição química e fracionamento de carboidratos e proteína: os valores de FDN variaram entre 62,79 e 68,33% da matéria seca (MS), os teores de FDA variaram entre 32,55 e 34,89% da MS, os teores de lignina variaram entre 3,10 e 4,68% MS.

Uma das técnicas utilizadas, para avaliar o valor biológico dos alimentos, é o método *in situ*, que tem se tornado um método alternativo devido à sua simplicidade e natureza direta, além de tornar possível a determinação das taxas de degradação (Hovell, 1986). O AFRC (1993) vem adotando a técnica *in situ* como o método padrão para caracterizar a degradabilidade ruminal do nitrogênio e por apresentar resultados semelhantes àqueles obtidos pela técnica *in vivo*.

2.2.1. DEGRADABILIDADE *IN VITRO* / PRODUÇÃO DE GÁS

Vários são os trabalhos e técnicas utilizadas para se avaliar a qualidade das forragens para ruminantes. Uma metodologia que vem sendo utilizada é a de monitoramento computadorizado de digestão *in vitro* (Pell & Schofield, 1993), uma técnica utilizada para obtenção das estimativas do tempo de colonização microbiana (*lag-time*) das taxas e da extensão da degradação da matéria seca das frações fibrosas e não fibrosas das forragens, pela curva da produção de gás, oriunda da digestão microbiana, e a degradabilidade da matéria seca, pelo resíduo remanescente da digestão, após 48 horas de incubação de amostras.

Hungate (1966) indicou que a digestibilidade *in vivo* poderia ser predita de procedimentos *in vitro*, que recriaram as condições do rúmen e do abomaso. Por este motivo, foi desenvolvido o ensaio de digestibilidade gravimétrico de dois estágios por Clark (1958) citado por Mott & Moore (1970) e logo modificado e conhecido como procedimento Tilley & Terry (1963). Neste método, o líquido ruminal, o tampão ou a saliva artificial, e as amostras moídas de forragem seca são misturados em tubos de digestão. Nos tubos é injetado CO₂ e os mesmos são fechados e incubados por 48 horas a 39°C, sendo agitados dentro de alguns intervalos de tempo após iniciada a incubação. O pH é mantido entre 6,7 e 6,9 para otimizar as condições de crescimento e desenvolvimento dos microorganismos. Segundo Omed et al., (2000), as estimativas de digestibilidade obtidas com a metodologia têm mostrado altas correlações com resultados *in vivo*.

Campos et al., (2000 b) relataram que a produção de gás é uma técnica não-invasiva, que visa à diminuição da utilização de animais canulados em experimentos. Além disso, é uma técnica capaz de medir eficientemente a qualidade dos volumosos analisados, principalmente quando há necessidade de obter informações sobre a contribuição dos carboidratos solúveis e os prontamente disponíveis, como o amido.

2.2.2. FRACIONAMENTO DE PROTEÍNA E CARBOIDRATO

Segundo Sniffen et al., (1992), os alimentos utilizados pelos ruminantes devem ser fracionados para sua adequada avaliação. O sistema CORNELL NET CARBOHYDRATE AND PROTEIN SYSTEM - CNCPS (Fox et al., 1992; Russell et al., 1992 e O'Connor et al.,

1993) foi desenvolvido por pesquisadores do Departamento de Zootecnia da Universidade de Cornell, nos EUA, para prever as exigências, utilização de alimentos e excreção de nutrientes para o gado de leite e corte em sistemas de produção específicos. Utiliza-se uma abordagem dinâmica, para calcular os nutrientes de uma dieta, e baseia-se no fracionamento dos carboidratos e proteínas.

Os carboidratos são fracionados em frações: A (açúcares solúveis com rápida degradação ruminal), B₁ (amido e pectina com taxas de degradação de rápidas a intermediárias), B₂ (parede celular, com taxa de degradação lenta em relação às demais frações potencialmente digestíveis) e C (corresponde à fração não digerida ao longo de sua permanência no trato digestivo). Este fracionamento foi descrito por Sniffen et al., (1992), e tem por objetivo gerar dados para o sistema CNCPS. Os compostos nitrogenados também são fracionados em A (fração solúvel composta por compostos nitrogenados não-proteicos), B₁ (fração proteica rapidamente degradada no rúmen), B₂ (fração proteica insolúvel, com taxa de degradação intermediária no rúmen), B₃ (fração proteica insolúvel, lentamente degradada no rúmen) e C (fração proteica insolúvel no rúmen e indigerível no intestino).

A determinação destas frações nitrogenadas é baseada no tratamento prévio da amostra com substâncias que promovam a solubilização de determinado grupo de compostos, que podem ser quantificados pela diferença entre o teor de nitrogênio total e o teor de nitrogênio remanescente no resíduo insolúvel, conforme mostrado na Figura 1 (Malafaia et al., 1997).

O CNCPS categoriza os microorganismos do rúmen como bactérias que fermentam os carboidratos fibrosos (CF) e carboidratos não-fibrosos (CNF). Geralmente, as bactérias que fermentam CF degradam celulose e a hemicelulose, crescem mais lentamente e utilizam amônia como fonte primária de N para síntese de proteína microbiana. As bactérias que fermentam CNF utilizam amido e pectina e, normalmente crescem mais rápido do que as bactérias que utilizam CF, e ainda podem utilizar tanto amônia como aminoácidos como fontes de nitrogênio. A taxa de crescimento bacteriano é determinada pela quantidade de carboidratos (CHOS) digeridos no rúmen, sendo as taxas de degradação (kd) dos CHOS condicionadas fontes adequadas de nitrogênio e disponibilidade de outros nutrientes essenciais. O CNCPS assume que o crescimento bacteriano é proporcional ao kd, esta suposição relaciona-se à hipótese de que o rúmen opera com limitações de substrato, estando a massa microbiana em excesso.

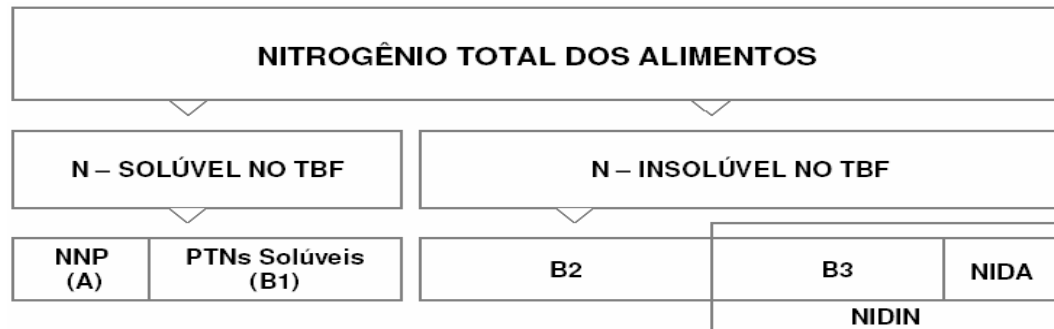


Figura 1: Fracionamento dos compostos nitrogenados dos alimentos, adaptado de Malafaia et al., (1997), em que TBF=tampão borato-fosfato, NNP=nitrogênio não proteico, NIDA=nitrogênio insolúvel em detergente ácido e NIDIN=nitrogênio insolúvel em detergente neutro.

Este sistema objetiva estimar taxas de degradação ruminal de diferentes frações dos alimentos, passagem de nutrientes não-degradáveis no rúmen, produção microbiana ruminal, minimizar a excreção do nitrogênio e metano para o ambiente ruminal, produção de metabólitos microbianos e determinação do escape de frações alimentares e microbianas do rúmen (Sniffen et al., 1992).

Estando os ruminantes domésticos no Brasil, principalmente os bovinos, submetidos a condições dietéticas nas quais as pastagens constituem importante fonte de nutrientes, a obtenção das estimativas da dinâmica ruminal e pós-ruminal dos mesmos e a verificação do valor nutritivo predito, a partir de tais estimativas, tornam-se necessidades prementes para o uso dos modernos sistemas de avaliação de alimentos e de determinação das exigências nutricionais para esses animais (Vieira et al., 2000a).

2.3. PRODUÇÃO DE LEITE

A produção leiteira é uma das mais importantes do complexo agroindustrial brasileiro. Movimenta anualmente cerca de US\$ 10 bilhões e rende aproximadamente 27 bilhões de litros de leite por ano, provenientes de um dos maiores rebanhos do mundo, com grande potencial para abastecer o mercado interno e exportador (Carvalho et al., 2002).

O principal argumento para utilização do pastejo, para uma produção de leite pequena é o baixo preço do leite recebido pelo produtor se comparado ao custo com a suplementação. A substituição de concentrados e equipamentos utilizados para levar o alimento ao rebanho, pelo alimento natural, que é possível devido às boas condições climáticas apresentadas nas

regiões brasileiras favoráveis ao crescimento e à qualidade das forragens tropicais, o que pode favorecer a viabilidade dessa atividade.

As pastagens tropicais são capazes de sustentar níveis satisfatórios de produção de leite. Produções diárias de 10,6; 12,0; 13,3; e 14,4 kg de leite/vaca/d foram relatadas na literatura (Cowan et al., 1981; Deresz e Mozzer, 1994; Silva et al., 1994; Stradiotti Jr., 1995).

A pecuária no Brasil tem realidades bastante distintas. Os sistemas de produção caracterizam-se pela diversidade, tanto na composição racial do rebanho quanto nas práticas de manejo, que vão de sistemas sofisticados, com gado especializado, ao extensivo, com gado azebuado. O rebanho mestiço no país é o grande responsável pela produção de leite (Martinez e Teodoro, 1992).

A maior densidade de bovinos com aptidão leiteira é observada nas regiões sudeste e sul, sobressaindo-se o estado de Minas Gerais como o maior produtor. Neste Estado, o leite é produzido comercialmente em todos os municípios, situação reveladora da importância econômico-social de uma atividade praticada, substancialmente, com animais mestiços.

São vários os fatores que condicionam a produção de leite em uma pastagem. Dentre estes podem-se destacar a aptidão leiteira da vaca, a qualidade do pasto, a disponibilidade de pasto, o rendimento forrageiro da pastagem (produção de massa de forragem), o sistema de pastejo e a suplementação da pastagem (Ponchio, 2005).

Em pastagens bem formadas e manejadas, é possível obter produções diárias de 9 a 12 kg de leite/vaca/d e ganhos médios diários de 700 a 900 g/d/novilho, desde que se usem animais com alto potencial de produção e se apliquem, nas pastagens, cargas animais de acordo com sua capacidade de suporte, ou seja, trabalhe-se com a oferta de forragem ótima para cada situação de pastejo (Gomide, 1993).

Resultados muito similares a estes encontrados foram relatados por Leal e Nascimento (2002) com capim BRA 8761 (outra variedade de *Urochloa*) com produção observada de 11,5 kg de leite/vaca/d, para vacas mestiças mantidas em pastejo rotacionado, durante a época das águas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. LOCALIZAÇÃO

O experimento foi realizado no período de janeiro a abril de 2009, na Embrapa Gado de Leite no Campo Experimental de Coronel Pacheco (CECP), no município de Coronel Pacheco, MG. O clima, segundo a classificação de Köppen, é o Cwa, definido como seco no inverno e chuvoso no verão. Na Tabela 1, estão apresentados os dados climáticos de umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e temperatura, registrados pela estação meteorológica do CECP durante o período experimental.

Tabela 1: Precipitação pluviométrica (mm), temperaturas médias mensais, médias de máximas e mínimas (°C) e umidade relativa do ar (%)

Mês	Precipitação Pluviométrica (mm)	Umidade relativa do Ar (%)	Temperatura Média (°C)		
			Média	Mínima	Máxima
Jan/09	278,7	88,7	22,7	20,6	30,2
Fev/09	105,1	82,7	21,6	19,7	29,1
Mar/09	179,2	94,0	22,9	21,4	31,2
Abr/09	35,1	89,3	20,4	17,5	28,9

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal (LZNA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), no município de Campos dos Goytacazes, região norte do Estado do Rio de Janeiro.

3.2. MANEJO EXPERIMENTAL

A área experimental caracterizou-se por 22 piquetes divididos por cerca elétrica com aproximadamente 910 m²/piquete de capim Tanzânia (*Urochloa maxima*), pré-estabelecidos. No entanto, cabe registrar que os piquetes foram formados após correção do solo com calcário

dolomítico e fósforo (superfosfato simples) de acordo com as recomendações das análises de solo. A pastagem foi adubada com 200 kg/ha/ano de N e de K₂O e com 50 kg/ha/ano de P₂O₅, sendo esta adubação parcelada e aplicada sempre após a saída dos animais dos piquetes.

O período de ocupação dos piquetes foi de 3 dias seguidos de 30 dias de intervalo de desfolha, taxa de lotação de 5,3 unidades animais (UA) por ha. Foram utilizadas 10 vacas mestiças Holandês x Zebu, de diferentes graus de sangue, com média de 60 dias de paridas, peso médio de 494,6 kg e média de escore corporal de 2,8 (escala de 1 a 5). Quando necessário, foram utilizados animais reguladores, com peso vivo de aproximadamente 400 kg, para obtenção da altura do resíduo pós-pastoreio, pré-estabelecida em 0,4 m, em cada ciclo de pastejo. O resíduo foi estabelecido após o primeiro ciclo de pastejo da época das chuvas, piquete a piquete para estabelecer o gradiente de rebrota da pastagem.

O desempenho dos animais foi avaliado pela produção diária de leite e, para tanto, foram realizadas duas ordenhas diárias (às 6 h e 14 h e 30 min.) em que os animais receberam 2 kg de milho grão moído ao dia individualmente, sendo 1 kg a cada ordenha, além do pasto (as vacas retornavam aos piquetes logo após as ordenhas). Neste período os animais também tinham acesso a sal mineral comercial e água à vontade. Foi feita a pesagem dos animais a cada 14 dias após a ordenha da manhã, assim como a avaliação do escore corporal.

O experimento foi conduzido durante dois ciclos consecutivos durante o verão de 2009, compreendendo os meses de janeiro a março, quando se deram as devidas medições de consumo e produção leiteira.

Foram coletadas amostras de leite para fins de análise dos teores de proteína bruta, gordura, lactose, sólidos totais, sólidos totais desengordurados e contagem de células somáticas no leite, segundo a metodologia descrita pelo International Dairy Federation (1996). Estas amostras foram coletadas por meio de dispositivo acoplado à ordenhadeira, sendo coletado aproximadamente 300 mL, a cada 14 dias na ordenha da manhã e da tarde, fazendo-se amostras compostas, que foram acondicionadas em frascos plásticos, mantidas a 3°C, e encaminhadas para o Laboratório de Qualidade de Leite da Embrapa Gado de Leite, em Juiz de Fora, Minas Gerais.

Para amostragem da pastagem consumida (extrusa) utilizaram-se duas vacas mestiças, não lactantes e fistuladas no esôfago, equipadas com bolsa coletora de lona sintética de fundo telado, ajustada abaixo da fístula, para auxiliar na drenagem da saliva, segundo metodologia de Bishop e Froseth (1970). A coleta das extrusas foi feita no mesmo período de 3 dias de pastejo, a cada ciclo, para determinação da composição química, do fracionamento dos componentes nitrogenados, dos carboidratos e da % de lignina na MS. Os animais fistulados

foram submetidos a 12 horas de jejum antes de cada coleta para evitar problemas de contaminação com o material regurgitado, durante a coleta e o período de coleta, em cada piquete, que foi de aproximadamente 30 minutos. Pela manhã, as vacas foram conduzidas à área experimental, onde pastejaram livremente nos piquetes referentes a cada repetição de área, antes de serem pastejados pelas demais vacas. Após a coleta, as amostras de extrusa permaneceram acondicionadas em sacos plásticos e sob refrigeração (-20°C) até o término do experimento.

As amostras de fezes foram coletadas diretamente no reto das vacas experimentais, permanecendo estes materiais acondicionados em sacos plásticos e sob refrigeração (-20 °C). Após o término da coleta, as mesmas foram submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada (55 °C durante 72 horas), sendo processadas e moídas em moinho de faca com peneira com perfurações de 1 mm, e armazenadas em frascos de vidro à temperatura ambiente, para posterior realização das análises laboratoriais.

3.3. ANÁLISES LABORATORIAIS

As amostras de extrusa foram submetidas à quantificação dos teores de matéria seca (MS), cinzas (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) de acordo com AOAC (1990); fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN), lignina e fibra em detergente neutro corrigido para proteína e cinza (FDNcp), segundo Van Soest et al., (1991).

O fracionamento dos carboidratos em carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos fibrosos (CF) e a fração C dos carboidratos (C') foi determinado segundo Sniffen et al., (1992). Para o cálculo da fração B₂ dos carboidratos (B₂'), o teor de C' subtraiu-se da fração dos CF.

O fracionamento de proteína foi realizado com as seguintes metodologias: a fração A (NNP) determinada pela diferença entre o N total e o N insolúvel em ácido tricloroacético (Licitra et al., 1996); a fração C é a proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA); a fração B₂, proteína de degradação lenta, determinada pela diferença entre a proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e a PIDA segundo Sniffen et al., (1992); a fração B₁, proteína de degradação mais rápida que a B₂, foi determinada pela diferença entre 100-(A+B₂+C).

3.4. PREDIÇÃO DO CONSUMO DE MATÉRIA SECA

O método utilizado para se estimar o CMS por animais em pasto foi o da relação entre a produção fecal (PF) dos animais e o fator de indigestibilidade (FI) da matéria seca da forragem, obtido com base no teor de lignina em ácido sulfúrico das amostras de extrusa e fezes, onde a PF foi determinada com o auxílio do indicador externo, óxido crômico (Aroeira,1997). Foram usados 10 g/vaca/d, em duas doses diárias de 5 g cada, administradas por via oral, durante 16 dias seguidos, sendo os 10 primeiros como período de estabilização da excreção do marcador e os 6 últimos dias destinados às coletas de fezes, obtidas por meio de coletas efetuadas diretamente na ampola retal das vacas. Estas foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas a -20°C e, ao final das coletas, foram secas em estufa a 55°C, por 72 horas, para posterior determinação da concentração de cromo e, conseqüentemente, da produção fecal. Sendo a produção fecal estimada utilizando-se a fórmula abaixo:

$$\text{Produção fecal} = \frac{\text{Cr fornecido (g/dia)}}{\text{Concentração do cromo nas fezes (g/g de MS)}}$$

Para o cálculo da estimativa do consumo diário de MS, utilizou-se a fórmula:

$$\text{Consumo diário} = \frac{(\text{Produção fecal diária} * 100)}{\text{FI}}$$

em que FI é o fator de indigestibilidade da MS.

3.5. DINÂMICA DA MATÉRIA ALIMENTAR

A dinâmica da matéria alimentar foi estimada com base nas técnicas *in vitro* gravimétricas e de produção cumulativa de gases da fermentação microbiana, bem como por meio do estudo da cinética de trânsito de partículas e de fase líquida pelo trato gastrointestinal dos animais.

3.5.1. DEGRADAÇÃO *IN VITRO* GRAVIMÉTRICA DE CARBOIDRATOS FIBROSOS (CF)

A degradação *in vitro* da fibra foi obtida incubando-se as amostras, em duplicata, mantidas em incubadora com aquecimento (39 °C). As amostras foram moídas a 1 mm e colocadas em frascos de vidro de 50 mL, em cada tempo de incubação, com adição de solução de Van Soest e de inóculo ruminal. Os tempos de incubação foram 0, 1, 3, 6, 9, 12, 24, 36, 72 e 96 horas. Seguiu-se a análise de FDN a cada tempo do resíduo de incubação, para posterior cálculo da FDN corrigida para o seu conteúdo de cinza e proteína (FDN_{cp}), segundo a técnica descrita por Van Soest et al., (1991). E para interpretação cinética dos perfis da fibra foi empregado o modelo logístico decrescente proposto por Van Milgen et al., (1991):

$$R(t) = Ap\{\delta_a^{Na} \exp(-k_d t) + v \exp(-\lambda_a t) \sum_{i=0}^{Na-1} [(1 - \delta_a^{Na-i})(\lambda_a t)^i / i!]\} + Up$$

em que R(t) é o resíduo de incubação em um determinado tempo t(h); Ap representa a fração insolúvel potencialmente degradável, não disponível para digestão no tempo zero; k'd (h⁻¹) corresponde á taxa de degradação; λa (h⁻¹) é a taxa fracional constante para a latência, e o parâmetro Up é a assíntota atingida pela função quando t tende a infinito que é igual á fração indigerível do nutriente em questão.

Para estimar a degradabilidade ruminal efetiva (DE) da fibra foi usada a equação (Allen e Mertens, 1988):

$$DE = B_2 k_d \{ \sum_{i=1}^{Na} [\lambda^{i-1} / (\lambda + k_d)^i] + \lambda^N / [(\lambda + k_d)^N (k + k_d)] \}$$

em que, kd é a taxa de passagem no primeiro compartimento e λ é a taxa de passagem no segundo compartimento.

3.5.2. PRODUÇÃO CUMULATIVA DOS GASES

Os parâmetros cinéticos dos CNF e da fração B₂' foram estimados a partir da técnica de produção de gás. A produção cumulativa de gases da fermentação foi obtida após

incubações anaeróbicas *in vitro* em banho-maria a 39°C, com base nas metodologias descritas por Malafaia et al., (1999). A técnica de anaerobiose e os meios de cultura empregados por Longland et al., (1995) foram usados. As incubações foram conduzidas em frascos de vidro (100 ml), fechados com rolhas de borracha butílica e uma tampa de rosca de plástico, contendo 75 ml do meio de cultura, 5 ml do inóculo ruminal e aproximadamente 250 mg de MS.

A pressão dos gases produzida pela fermentação do substrato e acumulada nos frascos foi obtida por meio de leituras manométricas, enquanto o volume foi medido por uma seringa graduada, nos tempos 0, 1; 3; 6; 9; 12; 24; 48; 72 e 96 horas. Para avaliação da pressão, foi idealizado um sistema simples que usou um manômetro (0-15 psi; incremento de 0,2) ligado a uma mangueira de borracha e uma agulha descartável de calibre 20 (g) inserida na extremidade livre. Na mangueira, em um ângulo em torno de 45°, uma agulha de 13g conectado a uma seringa foi inserida a fim de medir o volume de gás. Foi mantido o êmbolo da seringa graduada totalmente para baixo conectado à agulha de 13g, e introduziu-se a agulha de 20 g na mangueira, por meio do diâmetro de 0,5 mm no centro da tampa de plástico. Assim sendo, o gás acumulado no espaço entre a rolha e o meio de cultura fluiu inicialmente para o manômetro. Tendo concluído a leitura de pressão, o volume de gás foi medido quando se puxou o êmbolo da seringa até que a pressão no manômetro retornou ao zero.

As frações A' e B₁' dos carboidratos foram estimadas por meio da combinação entre as técnicas *in vitro* gravimétricas e de produção de gases. O perfil de degradação gravimétrico da FDN_{cp}, foi obtido após incubação das amostras.

Após obtenção do perfil de produção dos gases da matéria seca da extrusa, o volume final dos gases foi estimado por meio do ajuste do modelo:

$$V_{(t)} = V_f(1 - \exp(-ct)) + e_i$$

em que V(t) corresponde ao volume acumulado de gás no tempo t, expresso em mL/100 mg de MS incubada; V_f equivale ao volume máximo produzido e c representa o preparo do substrato para a digestão e a taxa de degradação expressa em h⁻¹.

Estimado o volume final V_f e, a partir dos teores de FDN_{cp} = CF e CNF = CT - CF, poderão ser preditas as contribuições sobre o V_f de cada um destes componentes (CF e CNF), com base na pressuposição de que o volume de gás produzido, por unidade monomérica de carboidrato assimilado, e fermentado pela massa microbiana é o mesmo para carboidratos

fibrosos e não fibrosos (Beuvink et al., 1992; Schofield et al., 1995; Hall et al., 1998; Stefanon et al., 1995), dessa forma foram feitos os seguintes cálculos:

$$V_{CNF}(t) = V_{fCNF}[1 - \exp(-k_a t)] + e_i$$

$$V_{CF}(t) = V_{CF}[1 - \{\delta_a^{Na} \exp(-k_a t) + \exp(-\lambda_a t) \sum_{i=0}^{Na-1} [(1 - \delta_a^{Na-i})(\lambda_a t)^i / i!]\}]$$

em que Vf (CNF) é o volume final de gás estimado proveniente de carboidratos não-fibrosos.

3.5.3. CINÉTICA DE TRÂNSITO (n, λ, k) E TEMPO MÉDIO DE RETENÇÃO (TMR)

A preparação da fibra mordante para determinação da taxa de passagem da fase sólida da forrageira foi obtida por meio de amostras coletadas da extrusa, conforme a metodologia de Udén et al., (1980). Após análise laboratorial, foram oferecidos 300 g da fibra tratada com dicromato aos animais no cocho, em dose única durante a ordenha da manhã.

Concomitante à fibra mordante foi utilizado o Co-EDTA para estimar a taxa de passagem de fluidos, seguindo a metodologia descrita por Udén et al., (1980). Uma quantidade de 5 g de Co-EDTA com uma concentração de 12%, analisada em laboratório, foi acondicionada em pequenos cilindros de papel-toalha, para facilitar a introdução do material via oral nos animais. Passou-se então a coletar, via retal, uma série de 28 amostras de fezes programada para os seguintes horários pós-introdução da fibra mordante e do Co-EDTA: 0 (na hora da administração da fibra complexada e do Co-EDTA); 1; 2; 4; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 24; 28; 32; 36; 40; 44; 48; 56; 64; 72; 80; 88; 96; 108; 120; 132; 144 e 192 h, totalizando 8 dias de coleta. Estes tempos foram ajustados para os tempos reais de coleta.

Após a coleta e processamento das fezes (secagem e moagem), os teores de cromo e de cobalto foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica.

Os parâmetros da cinética de passagem foram estimados, por meio do ajuste do modelo aos perfis de excreção do indicador ao modelo exponencial bicompartimental generalizado, proposto por Pond et al., (1988) por intermédio do programa estatístico SAS (1991). Considerando-se as ordens de dependência de tempo para a função gama, $\Gamma(n, \lambda, t)$, os modelos GnG1, foram obtidos pela equação abaixo, fazendo n variar de 1 a 4.

$$GnG1: C = C(0) \cdot \left(\delta^n \cdot \exp(-k) \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\delta^i \cdot (\lambda t)^{n-i}}{(n-1)!} \right) + \theta_i$$

Em que, C é a concentração do indicador nas fezes; C(0) é a concentração do indicador no compartimento de retenção no instante zero; n é o parâmetro que estabelece a dependência de tempo na função gama usada para modelar eventos com latência dinâmica; k é a taxa de passagem de partículas no primeiro compartimento; t(h) é o tempo de amostragem, λ é a taxa de passagem de partículas no segundo compartimento; $\delta = \lambda / (\lambda - k)$.

O tempo médio de retenção (TMR) foi determinado por meio da seguinte expressão:

$$TMR = \frac{n}{k} + \frac{1}{\lambda}$$

n, k e λ definidos anteriormente.

3.6. ESTIMAÇÃO DO VALOR NUTRITIVO

A estimação do valor nutritivo do capim-Tanzânia foi feita segundo o modelo de avaliação do CNCPS (Fox et al., 2004; Tylutki et al., 2008), com as seguintes modificações: para os cálculos das energias líquidas de lactação e manutenção (ELt) e proteína metabolizável (PMt), foram utilizadas as fórmulas descritas no NRC (2001). A estrutura matemática dos modelos CNCPS e NRC foi modificada para acomodar apenas quatro frações de carboidratos e quatro frações de compostos nitrogenados, conforme a proposta descrita por SOUZA (2006). A principal modificação foi a alteração do cálculo da degradabilidade ruminal efetiva das frações proteicas e de carboidratos potencialmente digestíveis, além de incluído modelo de predição da massa de fibra no rúmen-retículo, conforme os modelos deduzidos por Vieira et al. (2008). As equações resultantes foram programadas em planilha eletrônica (Microsoft Excel® 2007), de forma que todas as predições pudessem ser obtidas para cada variável (ELt, PMt, CMS e PL) individualmente por vaca.

No sentido de avaliar o poder preditivo do modelo foram comparados os valores preditos com aqueles estimados (produção de leite, consumo de MS, energia líquida de lactação, proteína metabolizável de lactação), conforme metodologia descrita por Tedeschi et al. (2006) por meio do emprego do programa MES. O MES calcula estatísticas típicas de regressão linear, por exemplo, o pequeno coeficiente de determinação (r^2), o quadrado médio

do erro de predição (MSEP), o viés médio (MB) (Cochran e Cox, 1954), fator de eficiência do modelo (MEF), o fator de correção do viés (CD) (Loague e Green, 1991; Zacharias et al., 1996), o coeficiente de precisão do modelo (Cb), e coeficiente de correlação de concordância (CCC) (Lin, 1989). O MES também inclui estimativas por ponto e por intervalo para o intercepto (Y0) e inclinação (Y1) da regressão dos valores observados sobre os preditos, por meio de algoritmos de regressão robusta, implementados no programa estatístico R (R Development Core Team, 2007). Foram fornecidas, ao programa, informações referentes aos animais (peso vivo, escore corporal, idade, produção e composição do leite, tipo racial, etc.) e a composição do alimento (composição química, frações nitrogenadas e de carboidratos e suas respectivas taxas de digestão) em cada ciclo de pastejo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis relacionadas à composição bromatológica da extrusa em pastos de *Urochloa maxima* (Jacq) R.Webster sob lotação rotativa, com 3 dias de pastejo e 30 de descanso, assim como as análises do milho grão moído podem ser visualizadas por intermédio da Tabela 2 que estão dispostas em % de matéria seca, visto que, o teor de MS dos alimentos permite a comparação de diversos nutrientes em uma mesma base, entre diferentes alimentos. Além de estar diretamente ligado ao desempenho dos animais, a MS determina a quantidade de nutrientes ingeridos, que são necessários para atender às exigências de manutenção e produção animal (Gomide, 1993).

Tabela 2: Composição bromatológica média do milho grão moído e do Capim Tanzânia coletado por meio de animais fistulados no esôfago (extrusa)

Composição Bromatológica	Alimentos		
	Capim-tanzânia		Milho grão moído
	C1*	C2*	
Matéria Seca (%)	15,5	15,6	90,1
Matéria Mineral (MM) ¹	7,9	8,1	1,6
Proteína Bruta (PB) ¹	13,9	17,1	9,9
Extrato Etéreo (EE) ¹	2,5	2,8	4,2
Lignina ¹	5,2	3,5	
Fibra em detergente neutro (FDN) ¹	73,5	71,1	9,5
Fibra em detergente ácido (FDA) ¹	28,9	31,8	
Proteína Insolúvel em detergente neutro (PIDN) ²	11,7	14,7	0,9
Proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) ²	1,0	0,9	0,1
Carboidratos Totais (CT) ¹	75,8	72,0	84,3
Carboidratos não fibrosos (CNF) ³	16,3	19,7	
Carboidratos Fibrosos (CF) ³	59,5	52,3	

*C1=ciclo 1 e C2=ciclo 2

¹% da MS

²% da PB

³ % do CT

Os teores da fibra em detergente neutro (73,5 e 71,1 %) encontrados para extrusa foram semelhante aos relatados na literatura por Barbosa e Euclides (1997), ao estudarem o

valor nutritivo de três ecotipos de *Urochloa maxima*, entre eles o capim-tanzânia, os quais obtiveram teor médio de FDN de 72,9% na MS e, por Machado et al., (1998), cujo valor médio de FDN foi de 71,1%. Embora Van Soest (1965) tenha estabelecido que teores de FDN acima de 55-60% da matéria seca podem ter efeito negativo sobre o consumo e correlacionarem-se negativamente com as características qualitativas da forragem, provavelmente, não houve o efeito de repleção ruminal no presente trabalho, pois o consumo do pasto, em % do PV (Tab. 3) foi 2,8 e 3,17 nos ciclos 1 e 2, respectivamente.

O nutriente exigido em maior quantidade pelos ruminantes, após a energia, é a proteína, cuja principal função é fornecer os aminoácidos para a promoção dos processos de síntese que ocorrem no organismo dos ruminantes (Dutra et al., 1997). Observa-se que os teores de proteína bruta do capim-Tanzânia, no presente trabalho, foram de 13,9 e 17,1%, tal resultado indica bom potencial de produção de leite, estes valores são superiores ao encontrado por Lima et al., (2001), que utilizaram extrusa de capim-Tanzânia adubado com 150 kg de N/ha/ano e manejada em pastejo rotacionado, que foi de 12,1%, possivelmente, devido à idade de rebrota adotada por estes autores, tendo em vista que, como descreveu Van Soest (1994), quanto maior a idade fisiológica da planta, maiores são os teores que constituem a parede celular e menor a qualidade.

Os valores encontrados na literatura de 13,8% MS e 42,6% FDA (Lima et al., 2001) , 32,5% FDA (Balsalobre et al., 2003) , 16,9 a 22,9% de MS em capim-Tanzânia observados por Gerdes et al., (2000), foram resultados compatíveis com análise da parede celular de outras gramíneas e também aos encontrados no presente trabalho de 15,5% MS e 28,9 e 31,8% FDA. Teores de FDA superiores a 40% podem ser encontrados em plantas com idade fisiológica avançada. Forragens com valores de FDA em torno de 30% ou menos, possuem consumo elevado, enquanto aquelas com teores acima de 40% apresentam menor ingestão, devido à menor digestibilidade (Nussio et al., 1998).

Os resultados referentes ao consumo de matéria seca, em porcentagem de peso vivo, carboidratos totais e proteína bruta estão apresentados na Tabela 3.

O consumo diário mínimo de pasto recomendado é em torno 2 kg/100 kg de peso vivo devido à seleção, mas poderá ser ainda mais reduzido se houver restrição física e/ou o valor nutritivo da forragem for baixo (Nussio et al., 1998).

Fukumoto et al., (2010), trabalhando com vacas leiteiras nas mesmas condições do presente trabalho, encontraram 3,0%, para o consumo médio de matéria seca em porcentagem de peso vivo, resultado semelhante ao deste experimento. Segundo o NRC (1989), as exigências para vacas de 450 kg, para consumo de PB seriam de 2,04 kg/dia.

Tabela 3: Consumo médio de matéria seca (MS), carboidratos totais (CT), proteína bruta (PB) e em % de peso vivo (PV) dos animais utilizados durante o período experimental.

Consumo	Ciclo 1			Ciclo 2		
	\bar{X}	$\pm S$	CV(%)	\bar{X}	$\pm S$	CV(%)
MS (g/dia)	13,81	3,6	26,3	14,46	3,0	20,9
PV (%)	2,8	0,8	20,9	3,17	0,7	26,7
CT (g/dia)	10,31	2,9	27,9	10,84	2,8	26,2
PB (g/dia)	1,79	0,5	29,3	2,61	0,5	20,6

Os nutrientes mais utilizados pelos microorganismos ruminais são as proteínas e os carboidratos, que são requeridos para o crescimento microbiano, porém atuam de forma diferenciada no processo. Proteínas na proporção exata proporcionam o balanço de amônia, peptídios, aminoácidos e têm maior impacto sobre a eficiência do crescimento microbiano ruminal.

Russell et al., (1992) descrevem a importância da determinação acurada das frações nitrogenadas, bem como de suas taxas de digestão, para que se consiga, com a utilização de dietas adequadamente formuladas, maximizar a eficiência de utilização do N tanto pelos microorganismos quanto pelo próprio animal, reduzindo, por conseguinte, as perdas energéticas e nitrogenadas decorrentes da fermentação ruminal. Na Tabela 4, estão descritas as médias dos valores do fracionamento dos compostos nitrogenados e suas taxas de degradação da extrusa do capim-Tanzânia

Na proporção de NNP, representada pela fração A, foi encontrado um valor muito inferior neste estudo (Tabela 4) quando comparado com o descrito na literatura por Balsalobre et al., (2003), que determinaram teores de 18 a 28% PB para a fração A do capim-Tanzânia em pastejo simulado. Segundo Russell et al., (1992), fontes de NNP são fundamentais para o bom funcionamento ruminal, pois visto que os microorganismos ruminais, fermentadores de carboidratos estruturais (fibrosos), utilizam amônia como fonte de N. Todavia, esses autores enfatizaram que altas proporções de NNP podem resultar em perdas nitrogenadas, se houver falta de esqueletos de carbono prontamente disponíveis para síntese de proteína microbiana.

Tabela 4: Médias dos valores do fracionamento dos compostos nitrogenados (frações A, B₁, B₂ e C, expressas em % da proteína bruta) e suas taxas de degradação (kd) de amostras de extrusa de capim-Tanzânia e milho grão moído.

Item	Capim-Tanzânia		Milho grão* moído	
	Ciclo1	Ciclo 2		
Frações (%PB)	A	2,55	2,53	12,07
	B ₁	56,31	57,09	78,43
	B ₂	24,59	24,36	7,54
	C	16,56	16,08	1,51
Taxas de degradação (h ⁻¹)	Kd-B ₁	1,67*	1,67*	0,26*
	Kd-B ₂	0,07*	0,07*	0,02*

*Valores obtidos das tabelas do CNCPS.

A fração B₂ dos compostos nitrogenados corresponde à fração B₃ do fracionamento proposto por Sniffen et al., (1992) e se encontra abaixo do descrito na literatura (40% PB) em trabalhos publicados por Balsalobre et al., (2003) e por Silva et al., (2009), em que a fração B₃ apresentou variação de 32,2 a 41,7% na altura de 0,20 m, e de 30,8 a 44,5% na altura de 0,40 m. Valores semelhantes (26,9%) foram encontrados por Malafaia et al., (1998), trabalhando com Tifton 85, com idade de corte de aproximadamente 60 dias. Gonçalves et al., (2003), trabalhando com Tifton 85, encontraram variações 25 e 26,2% para as idades de rebrota de 28 e 84 dias, sendo que, aos 42 dias de rebrota, este valor foi de 25,2 valor próximo ao encontrado neste trabalho. Esta fração é degradada lentamente no rúmen e, portanto, apresenta elevado escape, sendo potencial fonte de aminoácidos no intestino delgado (Sniffen et al., 1992), por isso o alto teor dessa fração é desejável.

As diferentes porções das frações proteicas digestíveis que escapam à degradação ruminal constituem o total de aminoácidos que chegam ao intestino delgado. A fração B₃, como possui lenta taxa de degradação, como no caso do presente estudo, dependendo da taxa de passagem da fase sólida pelo rúmen, apresenta baixa degradação (Balsalobre, 2002). Desse modo, as frações que representam cerca de 70% da proteína do capim-Tanzânia (A, B₃ e C) possuem problemas de utilização pelos ruminantes. Isso significa que, apesar dos altos teores de proteína nessas pastagens, poderá, em algum momento após o consumo da forragem pelos animais, haver *deficit* ruminal de proteína (Balsalobre et al., 2003).

Malafaia et al., (1997), estimaram as taxas de degradação da fração B₂ por meio de incubações dos alimentos *in vitro*, com enzimas proteolíticas extraídas de microorganismos

ruminais, em anaerobiose a 39 °C e encontraram valores superiores aos do presente trabalho. Já a degradação da fração B₁ foi extremamente alta.

Clipes et al., (2006) trabalhando com amostras de extrusas da pastagem de capim-Mombaça (*Urochloa maxima* cv Mombaça), manejada com período de ocupação de 3 dias e período de descanso de 36 dias, relataram teores de 4,4 e 32,8% no primeiro dia de ocupação para as frações B₁ e B₂ dos compostos nitrogenados (PB), respectivamente, e teores de 8,2 e 33,3% para o terceiro dia de ocupação. No presente estudo, o valor da fração B₁ que corresponde a soma das frações B₁ e B₂ do fracionamento proposto por Sniffen et al., (1992), foi de 56,3 e 57,1 %PB. Baixas taxas nas frações B₁ e B₂ podem diminuir a disponibilidade de aminoácidos e peptídeos no rúmen, para os microorganismos que fermentam carboidratos não-estruturais, e o suprimento de proteína dietética potencialmente digerível para o intestino delgado (Waters et al., 1992), afetando, dessa forma, a produção animal. Como no estudo feito por Favoreto et al., (2008), a taxa de degradação da fração B₁ estimada foi muito elevada, então, considerou-se que a taxa de degradação desta fração tendia para o infinito, ou seja, na escala de tempo adotado, esta taxa de degradação foi demasiadamente rápida, pois visto que esta fração é considerada prontamente disponível para os microorganismos do rúmen (Russell et al., 1992; Vieira et al., 2000b).

A fração C, que representa a proporção de proteína indisponível, não digeridas no rúmen e intestinos, segundo Van Soest (1994), pode variar de 5 a 15% do N total, isso porque, estando ligada à lignina, não é disponibilizada. Os valores médios determinados para a fração C relatados na literatura variaram de 8,4 a 10,5% no resíduo de 0,20 m, e de 9,4 a 11,4% para 0,40 m no período chuvoso; de 9,9 a 11,3% para 0,20 m, e de 9,8 a 9,9% para o resíduo de 0,40 m, no período seco em trabalho descrito por Silva et al., (2009) com capim-Mombaça submetido a doses de nitrogênio em duas alturas de corte, entretanto, valores inferiores aos observados na Tabela 4. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de a fração C estar superestimada pelo processamento (secagem em estufa) das amostras das forrageiras, o que leva à obtenção de resultados menos exatos sobre a degradabilidade e o escape de proteína bruta do rúmen, segundo Vieira et al., (2000a) que cita Londoño-Hernández et al., (1998).

Vacas em lactação alimentadas, com dietas com alta fibra solúvel e açúcares, diminuem a proteína do leite, aumentam a produção de gordura e diminuem a eficiência nitrogenada na produção do leite. Ao contrário, do que acontece com vacas alimentadas com dietas com alto amido, que aumentam a energia metabolizável, tendendo a aumentar o suplemento de aminoácidos microbianos, no entanto, esses animais estão mais pré dispostos a

sofrerem de acidose ruminal (Leiva et al., 2000; Mansfield et al., 1994; Oba e Allen, 2003; Broderick e Radloff, 2004, citados por Lanzas et al., 2007).

A Tabela 5 mostra a porção dos carboidratos de rápida degradação ruminal (frações A' e B₁' em % CT), que correspondem aos carboidratos solúveis e ao amido, que apresentaram os seguintes valores: 19,78; 16,28 e 0,82; 0,68, para os ciclos 1 e 2 de pastejo respectivamente. Valores semelhantes aos encontrados por Balsalobre et al., (2003) de 15,38% (frações A'+ B₁'). De acordo com Vieira et al., (2000b), as gramíneas tropicais apresentam teores de carboidratos solúveis e amido (frações A' e B₁') raramente superiores a 20% dos carboidratos totais. Os mesmos autores encontraram, em extrusas, valores de 13,6 e 1,57% de A' e B₁', respectivamente, na estação chuvosa para amostras de pastagem natural da Zona da Mata (MG). O efeito benéfico dos açúcares (fração A') para os animais está relacionado aos seguintes fatores: rápido crescimento microbiano causado pelo nível de energia prontamente disponível e maior eficiência de utilização das formas de nitrogênio solúvel ou não-proteico. Já a pectina (fração B₁'), por se apresentar em níveis muito baixos, tem pouca importância em gramíneas e cereais, mas deve ser considerada quando se utilizam leguminosas e subprodutos como polpa cítrica (Sniffen et al., 1992).

Tabela 5: Médias dos valores do fracionamento dos carboidratos totais (frações A', B₁', B₂' e C', expressas em % dos carboidratos totais) de amostras de extrusa de capim-Tanzânia e do grão milho moído e suas taxas de degradação (kd)

Item	Capim-Tanzânia		Milho grão*	
	Ciclo1	Ciclo2	moído	
Frações (% CT)	A'	19,78	16,28	8,94
	B ₁ '	0,82	0,68	79,86
	B ₂ '	58,04	63,66	10,66
	C'	21,36	19,38	0,57
Taxas de degradação (h ⁻¹)	Kd-B ₁ '	0,46*	0,46*	0,35*
	Kd-B ₂ '	0,08*	0,08*	0,06*

*Valores obtidos das tabelas do CNCPS.

Os resultados para os teores da fração C' (Tabela 5) estão de acordo com as frações de gramíneas tropicais apresentados na literatura. Favoreto et al., (2008) encontraram teores de 20,73% na grama estrela e ainda citam em seu trabalho valores de 20,2% (Malafaia et al.,

1997) para o capim-tifton-85. Vieira et al., (2000a) ressaltaram a importância dessa fração, por esta ser considerada indisponível tanto em nível de rúmen de intestinos. Os mesmos autores ainda concluíram que o aumento dessa fração dos carboidratos, ocorre em detrimento da fração B₂' , acarretando, dessa forma, maior efeito de repleção ruminal e diminuição da disponibilidade energética, por essa sua característica de indigestibilidade ao longo do trato gastrointestinal.

Para animais manejados em pastagens, os carboidratos estruturais têm grande importância como fonte de energia, particularmente a fração B₂' que é potencialmente degradável. Valores 58,04 e 63,66 (% CT) dessa fração (Tab. 5), ciclo 1 e 2, respectivamente, foram encontrados neste estudo, não considerados valores elevados, o que constitui ponto positivo. Para Mertens (1987), valores elevados destas frações, que apresentam lenta taxa de degradação, juntamente com a fração C (indigestível), tendem a afetar o consumo negativamente devido ao enchimento do rúmen e, conseqüentemente, afetando o desempenho animal. Possivelmente, isso ocorra por ser esta fração constituída basicamente de lignina.

Ajustando o modelo assintótico de primeira ordem ao ensaio de produção de gás, foi possível ajustar a taxa de volume de CNF (Figura 2). O Vf (volume final) dos CF foi de 12,3 mL/100 mg de MS, e Vf dos CNF foi de 2,2 mL/100 mg de MS. Pell et al., (1997) afirmaram que os dados de produção de gás podem prover estimativas mais acuradas do valor energético dos alimentos.

Não foi possível diferenciar as frações A' e B₁' apesar da técnica de ensaios *in vitro* de degradação gravimétrica da fibra e a técnica de produção cumulativa de gases favorecerem esta estimativa. Segundo Van Soeste et al., (1991), estas frações são de difícil identificação nas análises de laboratório, o que pode estar relacionado á grande diversidade da natureza físico-química dessas substâncias. Sendo assim, foi obtida a contribuição gasogênica de cada fração dos CNF e, em seguida, foram estimadas as frações A' e B₁'.

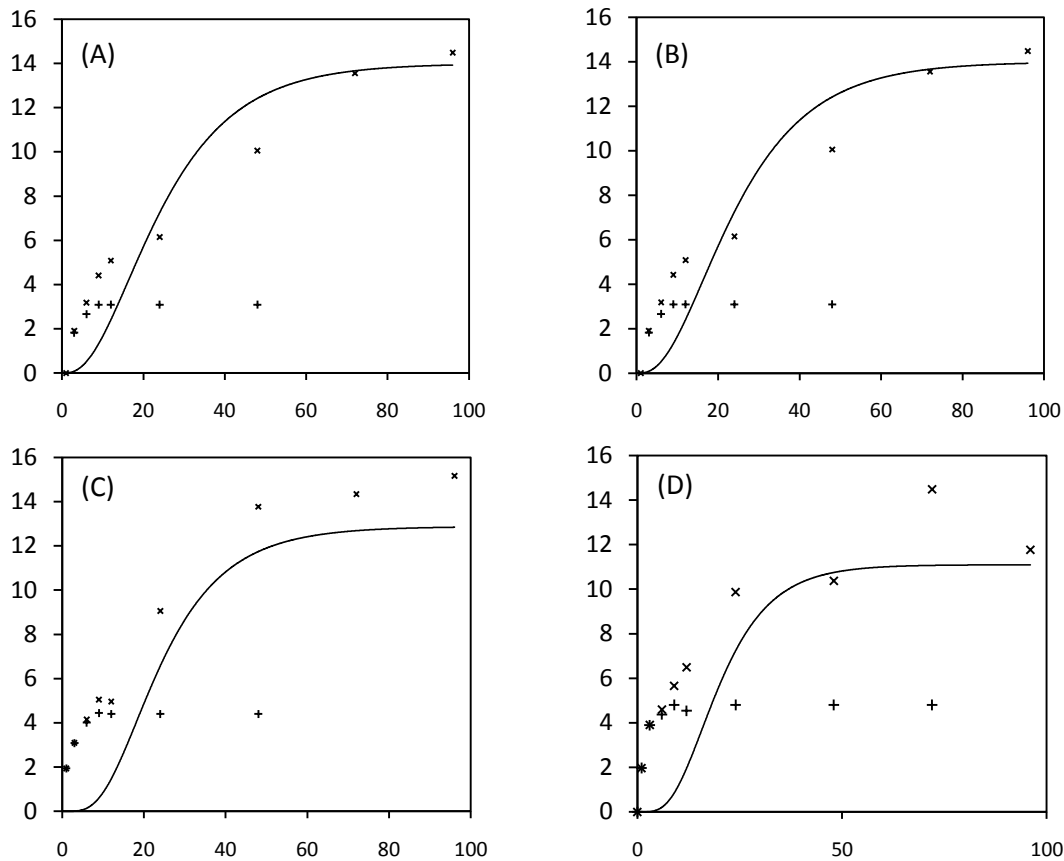


Figura 2. Curvas de produção de gás para ciclo 1 (A;B) e para ciclo 2 (C;D).Obtidas para a fração de CF (linha contínua), para fração de CNF (+) e para MS (X)

O CNCPS separa as frações de carboidratos em quatro frações de acordo com a taxa de degradação no rúmen, no entanto, nas análises de produção de gás, não há uma definição dos compostos quimicamente, mas sim grupos de compostos químicos. Só é possível detectar uma fração conjunta desses carboidratos não-fibrosos, e essa fração tem uma taxa que aparentemente não é possível discriminar biologicamente das frações químicas. Do ponto de vista do padrão de fermentação e de predição de crescimento microbiano, não é possível separar essas frações em *pools* distintos com a técnica de produção de gás. O que confirma a teoria de Lucas (Lucas e Smart, 1959) que expressa que, se uma fração apresentar comportamento nutricional uniforme, provavelmente as subfrações que a compõem comportar-se-ão de maneira análoga.

A partir dos ajustes dos dados, diversos modelos matemáticos permitem a obtenção das estimativas dos parâmetros da cinética de passagem, que explicam o mecanismo de escape das partículas e dos fluidos da câmara fermentativa ruminal, e contribuem para melhorar a predição e o ajuste do aporte de nutrientes às exigências do animal. Na Tabela 6

foram apresentadas estimativas dos parâmetros cinéticos relativos à dinâmica de passagem das fases sólida e líquida no trato gastrointestinal.

Tabela 6: Parâmetros estimados para a cinética de passagem de sólidos e líquidos

Parâmetros	Estatísticas		
	\bar{X}	$\pm S$	CV
λ (h^{-1})	0,3533	0,2354	66,63
k (h^{-1})	0,0626	0,0212	33,94
\bar{K} (h^{-1})	0,0959	0,0161	16,77
TMRR (h)	25,2	5,5	21,8
TMRL (h)	10,7	1,6	14,96

λ e k correspondem às taxas de passagem de sólidos. \bar{K} corresponde à taxa de passagem de líquidos. TMRR e TMRL correspondem os tempos médios de retenção de sólidos e líquidos no rúmen.

A interpretação dinâmica de digestibilidade fornece uma explicação para o uso bem sucedido do conceito de Lucas, quando a digestibilidade é medida sob condições relativamente constantes. Se o nível de consumo é controlado, a taxa de passagem é relativamente constante, eliminando, assim, muito da variabilidade na digestibilidade associada com o animal (Mertens et al., 1987).

Segundo Hristov e Broderick (1996), as estimativas da taxa de passagem de líquidos variam em função da dieta fornecida, do sexo, do estado fisiológico do animal e, inclusive, do tipo de indicador utilizado no processo de estimação, assim como o tempo de retenção do alimento no rúmen que é altamente correlacionado com o nível de alimentação do animal, visto que, maiores taxas de passagem são provenientes de maiores consumos.

Mensurações de taxa de passagem da fase sólida estão geralmente na faixa de 0,02 a 0,08/h segundo o AFRC (1995) que forneceu estimativas de valores de taxa de passagem de partículas no rúmen, a partir de estudos de cromo-mordante, levando em conta diferentes níveis de alimentação e produção animal. Para vacas leiteiras de baixa produção (<15 kg de leite/dia), valor de $k=0,05/h$; vacas leiteiras de alta produção (>15 kg de leite/dia), alimentadas em níveis superiores (a duas vezes) às exigências de energia para manutenção de 0,08/h e $k=0,02$, para o plano de nutrição equivalente à manutenção dos animais. Tais valores estão próximos aos descritos na Tabela 6, assim como os relatados na literatura para vacas da raça Gir ou mestiças Holandês x Zebu, em lactação sob pastejo, em forrageiras tropicais

(Benedetti, 1994; Soares et al., 1999; Leopoldino, 2000; Berchielli et al., 2001; Soares et al., 2001 e Lopes et al., 2002).

A degradação microbiana dos constituintes da parede celular é um processo relativamente lento, e, para realizar efetiva digestão da celulose, os ruminantes em seu processo evolutivo desenvolveram a capacidade para reter as partículas do alimento no rúmen por tempo substancialmente maior que o dos fluidos. Tal estratégia tem como consequência que o maior tempo médio de retenção das partículas no retículo-rúmen aumentará a utilização dos constituintes da parede celular, e, deste modo, o longo tempo médio de retenção pode restringir o consumo voluntário, porque o consumo de volumoso é limitado principalmente pela capacidade do trato digestivo (Lechner-Doll et al., 1991). O TMRR e TMRL apresentaram valores médios de 25,2 e 10,7, respectivamente.

Considerando que os valores observados seriam esperados para as circunstâncias em que foram medidos, os parâmetros de qualidade de ajuste do modelo estão descritos na Tabela 7.

Tabela 7: Avaliação do poder preditivo do modelo adotado por meio dos parâmetros que representam o viés médio (MB), o coeficiente de determinação (CD), o coeficiente de correlação de concordância (CCC), o coeficiente de correlação intra-classe (ICC) e seus respectivos valores P^1 .

Parâmetros	Testes			
	MB	CD	CCC	ICC
Produção de leite	-1,846 (0,066)	0,364	0,182 (0,319)	0,193 (0,339)
Proteína metabolizável	-100,015 (0,036)	0,372	0,224 (0,202)	0,242 (0,235)
Energia líquida de lactação	-27,176 (0,001)	0,059	0,043 (0,549)	0,055 (0,531)
Consumo de MS	-0,201 (0,800)	6,171	0,153 (0,329)	0,144 (0,335)

¹Os valores P encontram-se entre parênteses.

A média de produção de leite observada foi de $13,7 \pm 2,5$ kg/d, com 3,8% de gordura e 3,0% de proteína do leite. Para o valor predito foi encontrado um valor próximo de $15,6 \pm 3,6$ kg/d. A estimativa do MB evidencia, porém, que os valores observados foram preditos com razoável exatidão (Tabela 7), isto é, apesar de a estimativa do MB indicar superestimação pelo modelo, o resultado do teste de Cochran and Cox (1954) é um indicativo de que não há evidência para se rejeitar a hipótese nula de que o MB seja igual a zero. As estimativas do

coeficiente de correlação de concordância (descreve o quão próximo os dados estão da linha de unidade $Y=X$) e do coeficiente de correlação intra-classe não apresentam evidência de que as respectivas hipóteses nulas possam ser rejeitadas, o que indica a baixa precisão do modelo de uma forma geral. Para um ajuste perfeito, o modelo deve apresentar acuidade e precisão (Tedeschi et al., 2004). As duas características são medidas de forma independente e um método preciso não garante a acuidade, e vice-versa.

Na proteína metabolizável para lactação foi verificado que no teste do viés médio, o modelo superestimou e alcançou razoável acurácia. Isso significa que o modelo é válido e realiza o que se espera dele, ou seja, os testes apresentados servem como evidência que promovem a aceitação e usabilidade do modelo (Tedeschi et al., 2006).

O modelo estimou de forma acurada as variáveis usadas para prever o consumo de matéria seca. Isso significa que a regressão dos valores observados sobre os preditos não diferiram do intercepto zero e da inclinação um. O mesmo não foi observado no viés médio da energia metabolizável que indicou forte evidência do efeito, ou seja, o modelo pode não estar 100% correto. Segundo Tedeschi et al., (2006), esse fato pode significar observações tendenciosas ou incorretas escolhidas para avaliar o modelo.

Cabe salientar que a produção de leite predita foi obtida após verificação de qual variável nutriente era limitante, ou seja, ELt ou PMt. Nos casos em que ELt foi limitante, a produção de leite predita foi correspondente àquela possível de ser alcançada com a energia disponível; o mesmo foi adotado para os casos em que a proteína metabolizável era limitante. Dessa forma, a exatidão do modelo foi melhorada quanto à predição da produção leiteira ao ser considerado o nutriente limitante em cada caso (Tabela 7). Ao analisar tanto as predições de PMt quanto às de ELt, de forma independente, o erro sistemático do modelo se exacerbou e piorou a exatidão em maior grau para a ELt disponível da dieta e, em menor grau, para a PMt disponível, basta comparar os respectivos valores P , para essas variáveis, ao valor P do MB, da produção de leite predita. A predição do consumo de matéria seca independe dos atributos cinéticos estudados e, portanto, fica evidente a independência dessa variável em relação ao modelo adotado; o MB praticamente igual a zero é uma evidência desse aspecto. Em todos os casos, porém, as estimativas de CD, CCC e ICC são indicadores da baixa precisão do modelo adotado.

Comparando os valores observados e preditos (Fig.3), verificou-se superestimação das predições pelo modelo, considerando o ajuste por regressão robusta. As predições indicam que para produção de leite, 85% da produção foi predita pelo modelo. Como já foi exposto anteriormente, na estimativa do consumo de matéria seca (Figura 3 B), observa-se alta

correlação entre os valores observados e preditos pelo modelo, ou seja, o modelo pode ser considerado exato, mas não preciso.

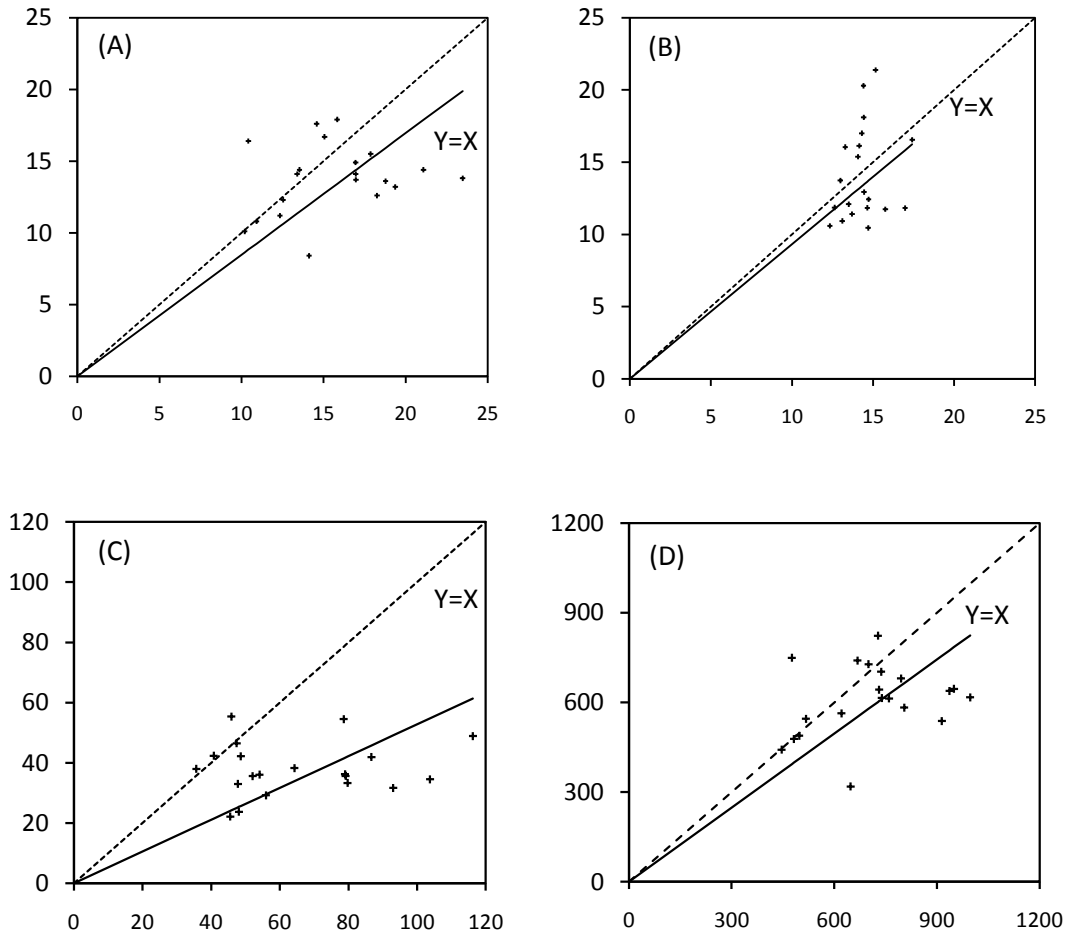


Figura 3. Comparações entre os valores observados (eixo Y) e preditos (eixo X) referentes às seguintes variáveis: produção de leite diária (painel A), consumo de matéria seca (painel B), energia líquida de lactação (painel C) e proteína metabolizável para a lactação (painel D). As estimativas robustas das inclinações são " 0.8472 ± 0.0487 " (" $P < 0.001$ ") para painel (A), " 0.9323 ± 0.0516 " (" $P < 0.001$ ") para painel (B), " 0.5275 ± 0.0466 " (" $P < 0.001$ ") para painel (C), e " 0.8261 ± 0.0424 " (" $P < 0.001$ ") para painel (D).

Na Figura 3 C, fica evidente a baixa precisão do modelo na predição da energia líquida de lactação, apresentando inclinação e trajetória diferentes da reta ideal ($X=Y$), podendo-se notar que a maior proporção dos pontos se encontra abaixo da reta de equação, o que permite ilustrar a superestimação dos valores preditos pelo modelo. O mesmo comportamento (superestimação) foi observado para a estimativa de proteína metabolizável (Fig. 3 D) como já descrito anteriormente.

Considerando o modelo exato, este indica que a energia líquida de lactação (Figura 4 A) foi atendida em 33,2% superior ao exigido para produção de 13,7 kg/d de leite. Logo, pode-se afirmar que a energia obtida da forragem mais o concentrado, atenderam com sobra às exigências para o potencial de produção dos animais utilizados neste estudo. Este fato indica que a eficiência de utilização da energia foi baixa. O maior fluxo de proteína melhora a eficiência da utilização da energia, em nível de tecido, pelo fornecimento de aminoácidos deficientes, provendo substratos glicogênicos e também melhorando o N ruminal por intermédio da reciclagem do nitrogênio (Mccollum III & Horn, 1989). Então no caso do presente estudo uma fonte de proteína não degrada no rúmen favoreceria esse processo.

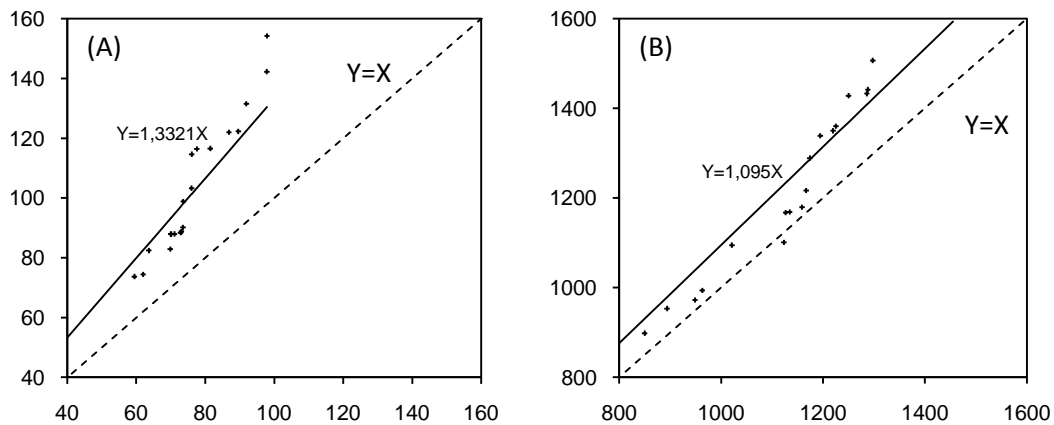


Fig.4: Valores fornecidos pela dieta (Y) e exigidos (X) pelo modelo em energia líquida (a) e em proteína metabolizável (b), expressos, para ambas coordenadas em MJ/dia e g/d, respectivamente.

Na figura 4 B, o mesmo fato pode ser observado para proteína metabolizável em que o oferecido foi maior que o exigido em 9,5%, na predição de vacas em lactação, consumindo capim-Tanzânia e suplementado com milho grão moído, uma fonte de energia com 9,9% de PB e 9,5% de FDN.

5. CONCLUSÃO

O capim-Tanzânia possui um bom potencial para produção de leite em pastejo rotativo, com 3 dias de pastejo e 30 de descanso, e proporciona uma média de produção de 13,7 kg de leite por dia, com uma suplementação de 2 kg de milho grão moído/dia.

O modelo utilizado necessita de ajustes para sua otimização, considerando que houve tendências em superestimar as variáveis avaliadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL FOOD AND RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 159 p 1995.
- ALLEN, M. S.; MERTENS, D. R. Evaluating constraints on fiber digestion by rumen microbes. **Journal of Nutrition**, v.118, p.261-270. 1988.
- ALMEIDA, A. R. P. **Alelopátia de cultivares de *Panicum maximum* Jacq., sobre leguminosas forrageiras arbustivas e arbóreas**. 1999. 123 f. Tese (Doutorado em Zootecnia- área de Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.
- AGUIAR, A. P. A. Uso de forrageiras do grupo *Panicum* em pastejo rotacionado para vacas leiteiras. In: Simpósio de Forragicultura e Pastagens – temas em evidência, 1., Lavras, 2000. **Anais...** Lavras: UFLA.p.69-147.2000.
- AROEIRA, L. J. M. **Estimativas de consumo de gramíneas tropicais**. In: TEIXEIRA, J.C. (Ed.). Digestibilidade em ruminantes. Lavras: UFLA/FAEP. p.127-163. 1997.
- AROEIRA, L. J. M., LOPES, F. C. F., DERESZ, F. et al. Pasture availability and dry matter intake of lactating crossbred cows grazing elephant grass (*Pennisetum purpureum*, Schum.). **Animal Feed Science Technology**, v.78, n. 1-2, p.313-324, 1999.
- ASSIS, A. G. Produção de leite a pasto no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO. Viçosa, 1997. **Anais...** Viçosa: UFV, p. 381-409. 1997.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis** . 15.ed. Arlington. 1117 p.1990.
- BALSALOBRE, M. A. A. **Valor alimentar do capim Tanzânia irrigado**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002. 113p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002.
- BALSALOBRE, M. A. A.; CORSI, M.; SANTOS, P.M. et al. Composição química e fracionamento do nitrogênio e dos carboidratos do capim – Tanzânia irrigado sob três níveis de resíduo pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.519-528, 2003.
- BARBOSA, R. A.; EUCLIDES, V. P. B.. Valores nutritivos de três ecotipos de “*Panicum maximum*”. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34.1997, Juiz de Fora. **Anais...** p.53 –55.
- BENEDETTI, E. **Atributos de três gramíneas tropicais, parâmetros ruminais e produção de leite em vacas mestiças mantidas a pasto**. 1994. 173f. Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

- BEUVINK, J. M. W.; SPOELSTRA, S. F. (1992) Interactions between substrate, fermentation end-products, buffering systems and gas production upon fermentation of different carbohydrates by mixed rumen microorganisms in vitro. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.37, p.505-509.
- BERCHIELLI, T. T.; SOARES, J. P. G.; AROEIRA, L. J. M. et al. Estimativa da ingestão voluntária a partir das características de degradação do capim-coastcross (*Cynodon dactylon* L. Pers.), sob pastejo, por vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1332-1339, 2001.
- BISHOP, J. P.; FROSETH, J. A. (1970) Improved techniques in esophageal fistulization of sheep. **Amer. J. Vet. Res.** V.31, n.8, p. 1505-1507.
- BORTOLO, M, CECATO, U, MACEDO, F. A. M, CANO, C. C. P, COALHO, M. R.; DAMASCENO J. C. (2001) Desempenho de ovelhas, composição química e digestibilidade in vitro em uma pastagem de Coastcross-1 (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) sob diferentes níveis de matéria seca residual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30(3): p 636-643.
- BRODERICK, G.A., RADLOFF, W.J., 2004. Effect of molasses supplementation on the production of lactating dairy cows fed diets based on alfalfa and corn silage. **Journal Dairy Science**. 87, 2997–3009.
- CAMPOS, F.P. (2000b) **Digestibilidade de alguns volumosos através do monitoramento computadorizado de produção de gás in vitro**. Jaboticabal. 111p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".
- CARVALHO, L. A.; NOVAES, L. P.; MARTINS, C. E.; ZOCCAL, R.; MOREIRA, P.; RIBEIRO, A. C. C. L.; LIMA, V. M. B. **Sistema de produção de leite (Cerrado)**. Embrapa Gado de Leite, v.2, 2002. Disponível em:<
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/introducao.html>>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- CLIPES. R. C; SILVA, J. F. C.; DETMANN, E. et al. Composição químico-bromatológica da forragem durante o período de ocupação em pastagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) e capim-mombaça (*Panicum maximum*, Jacq) sob manejo rotacionado **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, p.868-876, 2006.
- COCHRAN, W. G., Cox, G. M., 1954. **Experimental Design**. Wiley, New York, (617pp.).
- COOPER, J. P.; TANTON, N. M. Light and temperature requirements for the growth of tropical and temperate grasses. **Herbage Abstracts**, v.38, n.3, p.167-176, 1968.
- CORSI, M.; SANTOS, P. M. Potencial de Produção do *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12. 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz". p. 275-304.1995.
- COWAN, R. T., DAVISON, T. M., O'ROURKE, P. K. 1981. Management practices for tropical grasses and their effects on pasture and milk production. **Australian Journal of Experimental. Agriculture and Animal Husbandry**, v. 21, p.196-202.

- DERESZ, F., MOZZER, O. L. Produção de leite em pastagem de capim elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM ELEFANTE, 1994, Juiz de Fora, MG, **Anais...** Coronel Pacheco: EMBRAPA/CNPGL, 1994. p.195-211.
- DUTRA, A. R., QUEIROZ, A. C., PEREIRA, J. C. et al. 1997. Efeitos dos níveis de fibra e das fontes de proteínas sobre a síntese de compostos nitrogenados microbianos em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.4, p.797-805.
- EUCLIDES, V. P. B., ZIMER, A. H., VIEIRA, J. M. (1989) Equilíbrio na utilização da forragem sob pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DE PASTAGENS, 1989, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV-UNESP. p.271-313.
- EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M. OLIVEIRA, M. P. (1995) Avaliação de ecotipos de *Panicum maximum* sob pastejo em pequenas parcelas. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 32. Brasília, 1995. **Anais...** Brasília: SBZ, p.97-99.
- EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H. et al. (1996) Valores nutritivos de cinco gramíneas sob pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.90-92.
- ESPERANCE, M.; DIAZ, D. Valor nutritivo y producción de leche en los ensilajes sin miel de guinea likoni, pasto estrella y king grass. **Pastos y Forages**, Matanzas, v. 8, p. 297-305, 1985.
- FAVORETO, M. G.; DERESZ, F.; FERNANDES, A. M. et al. Avaliação nutricional da grama-estrela cv. Africana para vacas leiteiras em condições de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.319-327, 2008.
- FOX, D. G.; SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR J. D. (1992). A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. **Journal of Animal Science**, 70 (12): 3578-3596.
- FOX, D. G., TEDESCHI, L. O., TYLUTKI, T. P., RUSSELL, J. B., Van Amburgh, M.E. , Chase, L.E., Pell, A.N., Overton, T.R., 2004. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Animal Feed Science Technology**. 112, 29-78.
- FUKOMOTO, N. M.; DAMASCENO, J. C.; DERESZ, F.; MARTINS, C. E.; CÓSER, C. A.; SANTOS, G. T. Produção e composição do leite, consumo de matéria seca e taxa de lotação em pastagens de gramíneas tropicais manejadas sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1548-1557, 2010.
- GERDES, L.; WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T. et al. (2000) 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, p.955-963.
- GOMIDE, J. A. (1993) Produção de leite em regime de pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 22(4):591-613.

- HACKER, J. B.; JANK, L. **Breeding tropical and subtropical**. In: Cherney, J. H.; CHERNEY, D. J. R. (Eds.). Grass for dairy cattle. Cambridge: CABI, 1998. p. 49-72.
- HALL, M. B.; PELL, A. N.; CHASE, L. E. (1998) Characteristics of neutral detergentsoluble fiber fermentation by mixed ruminal microbes. **Animal Science and Feed e Technology**, v.70, p.23-39.
- HODGSON, J. **Grazing management: Science into practice**. London: Longman Scientific and Technical, 1990.
- HOVELL, F. D. B., NGAMBI, J. W. W., BARBER, W. P. et al. 1986. The voluntary intake of hay by sheep in relation to its degradability in the rumen as measured in nylon bags. **Animal Production**, 42(1):111-118.
- HRISTOV, A. N.; BRODERICK, G. A. Synthesis of microbial protein in ruminally cannulated cows fed alfafa silage, alfafa hay, or corn silage. **Journal Dairy Science**, v.79, p.1627-1637, 1996.
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION - IDF. **Whole milk determination of milkfat, protein and lactose content. Guide fir the operation of mid-infra-red instuments**. Bruxelas, 1996. 12p. (IDF Standard 141 B).
- HUNGATE R. E., 1966. **The Rumen and Its Microbes** Academic Press New York
- JANK, L.; SAVIDAN, Y. ; SOUZA, M. T.; COSTA, J. G. C. (1994) Avaliação do germoplasma de *Panicum maximum* introduzido na África. 1. Produção Forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.23, n.3, p.433-440.
- JANK, L. (1995) Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12. Piracicaba, 1995. **Anais...** FEALQ. p.21-58.
- LAVEZZO, W. (1993) Ensilagem do capim – Elefante (*Pennisetum purpureum Schum*). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 10., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, p.169-245.
- LEAL, J. A.; NASCIMENTO, M. P. S. C. B. Produção de leite em pastagem irrigada. In: REUNIÃO ANUAL DA OEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002, 1 CD-ROM.
- LECHNER-DOLL, M.; KASKE, M.; ENGELHARDT, W. V. Factors affecting the mean retention time of particles in the forestomach of ruminants and camelids. In: Tsuda, T.; Sasaki, Y.; Kawashima, R. (Ed.) Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RUMINANT PHYSIOLOGY, 7,1989, Japan. **Proceedings...**San Diego: Academic Press, 1991,p.455.
- LEOPOLDINO, W.M. **Avaliação nutricional de pastagens consorciadas com leguminosas tropicais, dinâmica ruminal e produção de leite em vacas mestiças**. 2000. 49 f. Tese (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

- LICITRA, G., HERNANDEZ, T. M., VAN SOEST, P. J. (1996) Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**, v.57, p.347-358.
- LIMA, M. L. P.; BERCHIELLI, T. T.; NOGUEIRA, J. R. et al. Estimativa do consumo voluntário do capim-Tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq. cv. Tanzânia) por vacas em lactação sob pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1919-1924, 2001.
- LIN, L. I. K., 1989. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics* 45, 255–268.
- LONGLAND, A. C.; THEODOROU, M. K.; SANDERSON, R., et al. Non-Starch polysaccharide composition and in vitro fermentability of tropical forage legumes varying in phenolic content. **Animal Feed Science and Technology**, v.55, p.161-177, 1995.
- LOAGUE, K., GREEN, R. E., 1995. Statistical and graphical methods for evaluating solute transport models: overview and application. **J. Cont. Hydro.** 7, 51–73.
- LOPES, F. C. F **Taxa de passagem, digestibilidade in situ, consumo, composição química e disponibilidade de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumack) pastejado por vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação.** Tese (Doutorado em ciência animal) – Belo Horizonte – MG, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, 223p. 2002.
- LUCAS, H. L.; SMART, W. W. G. Chemical composition and the digestibility of forages. In: PASTURE AND CROP IMPROVEMENT CONFERENCE, 16., 1959, Mississippi. **Proceedings...** Mississippi State University, 1959. p.23-26.
- MACHADO, A. O.; CECATO, U.; MIRA, R. T. et al. Avaliação da composição química e digestibilidade in vitro da matéria seca de cultivares e acessos de *Panicum maximum* Jacq. Sob duas alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.5, p.1057-1063, 1998.
- MALAFAIA, P. A. M.; VIEIRA, R. A. M. (1997) **Técnica de determinação e avaliação dos compostos nitrogenados em alimentos para ruminantes.** Teixeira, J. C. (ed.) Simpósio Internacional de Digestibilidade em Ruminantes. Lavras: UFLA – FAEPE, 1997, p.29-54.
- MALAFAIA, P. A. M.; VALADARES FILHO, S. C.; VIEIRA, R. A. M. et al. Determinação das frações que constituem os carboidratos totais e cinética ruminal da fibra em detergente neutro de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.790-796, 1998.
- MALAFAIA, P. A. M., VALADARES FILHO, S. C., VIEIRA, R. A. M. 1999. Kinetic parameters of ruminal degradation estimated with a non-automated system to measure gas production. **Livestock Production Science**, 58:65-73.
- MANZANO, R. P., NUSSIO, L. G., CAMPOS, F. P. et al. (2007) Comportamento ingestivo de novilhos sob suplementação em pastagens de capim-tanzânia sob diferentes intensidades de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.3, p. 550-557.
- MARTINEZ, M. L., TEODORO, R. L. Programa nacional de melhoramento genético do gir leiteiro. **Informe Agropecuário**, v 16, n.177, p.7-9,1992.

- McCOLLUM III, F. T., HORN, G. W. 1989. Protein supplementation of grazing ruminants. **Journal of Animal Science**, 67:304(suppl. 1).
- MERTENS, D. R. (1987) Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, n.5, p.1548-1558.
- MERTENS, D. R. (1993) Rate e extent of digestion. Chap. II. In: FORBES, J. M. & FRANCE, J. (ed). **Quantitative aspect of ruminal digestion e metabolism**. Commonwealth Agricultural Bureaux, Cambridge University Press, England, p.13-51.
- MERTENS D. R. (1994) Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., D.C. (Ed.) Forage quality, evaluation and utilization. Madison: **American Society of Agronomy**. p.450-492.
- MOTT, G. O.; MOORE, J. E. **Forage evaluation in perspective**. In: BARNES, R.F.; CLANTON, D.C.; GORDON, H. et al. (Eds.). Forage quality evaluation and utilization. Lincoln: Nebraska University, 1970. p.7-51.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, (1989) **Nutrient requirements of dairy cattle**. Seventh revised. Ed. natl. Acad. Sci., Washington, DC. 157p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, (2001) **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th rev. ed. natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- NUSSIO, L. G.; MANZANO, R. P.; PEDREIRA, C. G. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: 15º Simpósio sobre Manejo de Pastagem, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, p.203-242,1998.
- OBA, M., Allen, M. S., 2003. Effects of corn grain conservation method on feeding behavior and productivity of lactating dairy cows at two dietary starch concentrations. **Journal Dairy Science**, 86, 174–183.
- O’CONNOR, J. D., SNIFFEN, C. J.; FOX, D. G. (1993) A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: IV. Predicting amino acid adequacy. **Journal of Animal Science**, 71(5): 1298- 1311.
- OMED, H. M., LVETT, D. K., AXFORD, R. F. E.. **Faeces as a source of microbial enzymes for estimating digestibility**. In: Forage Evaluation in Ruminant, Givens, D. I., Owen, E., Axford, R. F. E. e Omed, H. M. (Ed), 2000.CAB International, pp 135-154.
- PAULINO, M. F. (1998) Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastagens. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Associação Mineira dos Estudantes de Zootecnia, p.173-188.
- PELL, A.N.; SCHOFIELD, P. (1993) Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1063- 1073.
- PEREIRA, A. V.; VALLE, C. B.; FERREIRA, R. de P.; MILES, J. W. **Melhoramento de forrageiras tropicais**. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGRES, M. C. (Eds.). Recursos genéticos e melhoramento de plantas. Rondonópolis: Fundação Mato Grosso, 2001. p. 549-602.

- PONCHIO, L. A.; GOMES, A. L. **Perspectivas de consumo de leite no Brasil**. n.130, 8p, fev.2005. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br>. Acesso em 20 mar. 2011.
- POND, K. R.; et al. (1988) Compartment models for estimating attributes of digesta flow in cattle. **British Journal of Nutrition**, v.60, p.571-595.
- R Development Core Team, 2007. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna URL /<http://www.R-project.org>.
- RUSSEL, J. B., O'CONNOR, J. D., FOX, D. G., VAN SOEST, P. J., SNIFFEN, C. J. (1992) A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: Ruminant Fermentation. **Journal Animal Science**, 70:3551-3561.
- SAVIDAN, Y. H.; JANK, L.; COSTA, J. C. G. **Registro de 25 acessos selecionados de *Panicum maximum***. Campo Grande: EMBRAPA- CNPQC,1990. 68 p. (documentos 44).
- SCHOFIELD, P.; PELL, A. N. (1995) Measurement and kinetic analysis of the neutral detergent-soluble carbohydrate fraction of legumes and grasses. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3455-3463.
- SILVA, D. S.; GOMIDE, J. A.; QUEIROZ, A. C. Pressão de pastejo em pastagem de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum. cv Mott). 2. Efeito sobre o valor nutritivo, consumo de pasto e produção de leite. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.453-464, 1994.
- SILVA, S. C. (1995) Condições edafo-climáticas para produção de *Panicum* sp.. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 12. Piracicaba, 1995. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.129-146.
- SILVA, R. G. 2004. **Morfofisiologia do dossel e desempenho produtivo de ovinos em *Panicum maximum* (Jacq.) cv. Tanzânia sob três períodos de descanso**. 93f.Dissertação (Mestrado em Zootecnia).Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- SILVA, A. G.; FRANÇA, A. F. S.; MIYAGI, E. S.; MELLO, S. Q. S.; FERREIRA, J. L., CARVALHO, E. R.. Frações proteicas do capim-mombaça submetido a doses de nitrogênio em duas alturas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v.61, n.5, p.1148-1155, 2009
- SOARES, J. P. G.; AROEIRA, L. J. M.; PEREIRA, O. G. et al. Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) sob duas doses de nitrogênio. Consumo e Produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.889-897, 1999.
- SOARES, J. P. G.; AROEIRA, L. J. M.; VERNEQUE, R. S. et al. Estimativas do consumo e da taxa de passagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), sob pastejo de vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.30, p.2183-2191, 2001.
- SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D.G.; RUSSEL J. B. (1992). A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II Carbohydrate and Protein Availability. **Journal Animal Science**, 70:3562-3577.

- SORIA, L. G. T. (2003) **Produtividade do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em função da lâmina de irrigação e da adubação nitrogenada**. Piracicaba, 2003. 182p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- SOUZA, H. M. **Modelagem matemática e proposta de resolução do problema da dieta alimentar para gado bovino de corte** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006. 91p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide :statistics**. version 6, 4.ed. Cary: 1990. p.1686.
- STEFANON, B.; PELL, A. N.; SCHOFIELD, P. (1995) Effect of maturity on digestion kinetics of water-soluble and water-insoluble fractions of alfalfa and brome hay. **Journal of Animal Science**, v.74, p.1104-1115.
- STRADIOTTI, J. R. D. **Consumo e produção de leite de vacas sob três ofertas de pasto em pastagem de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum*, cv. "Mott")**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 61p. Dissertação (Mestrado em Forragicultura e Pastagens) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- TEDESCHI, L. O., FOX, D. G., GUIROY, P. J. 2004. A decision support system to improve individual cattle management. 1. A mechanistic, dynamic model for animal growth. **Agric. Syst.** 79:171-204.
- TEDESCHI, L.O., 2006. Assessment of the adequacy of mathematical models. **Agric. Syst.** 89, 225–247.
- TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. (1963) A two-stage technique for the "in vitro" digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, Oxford, v. 18, n. 2, p. 104-111.
- TYLUTKI, T.P.; FOX, D.G.; DURBAL, V. M.; et al. 2008. Cornell Net Carbohydrate and Protein System: A model for precision feeding of dairy cattle. **Anim. Feed. Sci.Tech.** 143:174.
- UDÉN, P.; COLUCCI, P. E.; VAN SOEST, P. J. (1980) Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. **Journal Science Food Agricultural**, v.31, n.7, p.625-632.
- VAN MILGEN, J.; MURPHY, M. R.; BERGER, L. L. (1991) A compartmental model to analyze ruminal digestion. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.8, p.2515-2529.
- VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A. (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, 74(10): p.3583-3597.
- VAN SOEST, P. J. (1994) **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: 2nd ed., Cornell University Press, 476p.

- VAN SOEST, P. J., 1965. Use of detergents in analysis of fibrous feeds. III. Study of effects of heating and drying on yield of fiber and lignin in forages. **J. Assoc. Off. Anal. Chem.**, 48: 785-789.
- VIEIRA, R. A. M., PEREIRA, J. C., MALAFAIA, P. A. M. et al. 1997b. The influence of elephant-grass (*Pennisetum purpureum Schum.*, Mineiro variety) growth on the nutrient kinetics in the rumen. **Animal Feed Science Technology**, 67:151-161.
- VIEIRA, R. A. M., PEREIRA, J. C., MALAFAIA, P. A. M. et al. 2000a. Fracionamento dos carboidratos e cinética de degradação in vitro da fibra em detergente neutro da extrusa de bovinos a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29(3):889-897.
- VIEIRA, R. A. M.; PEREIRA, J. C.; MALAFAIA, P. A. M. et al. (2000b) Fracionamento e cinética de degradação in vitro dos compostos nitrogenados da extrusa de bovinos a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.880-888.
- VIEIRA, R. A. M.; TEDESCHI, L. O.; CANNAS, A. A generalized compartmental model to estimate the fibre mass in the ruminoreticulum: 1. Estimating parameters of digestion. **Journal of Theoretical Biology**, 2008.
- WATERS, C. J. et al. Problems associated with estimating the digestibility of undergrated dietary nitrogen from acid-detergent insoluble nitrogen. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 39, n.3-4, p. 279-291. 1992.
- ZACHARIAS, S., HEATWOLE, C. D., COAKLEY, C. W., 1996. Robust quantitative techniques for validating pesticide transport models. **Trans. Am. Soc. Agric. Eng.** 39, 47-54.