

JOAN BRÁLIO MENDES PEREIRA LIMA

**AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE PASTO POR BOVINOS DE CORTE,
ESTIMADO PELOS INDICADORES EXTERNOS: ÓXIDO CRÔMICO E LIPE®**

Dissertação apresentada à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição Animal.
Orientadora: Prof^a Ana Luiza Costa Cruz Borges

**Belo Horizonte
Escola de Veterinária da UFMG
2007**

L732a Lima, Joan Brálio Mendes Pereira, 1981-
Avaliação do consumo de pasto por bovinos de corte, estimado pelos indicadores
externos: óxido crômico e LIPE[®] / Joan Brálio Mendes Pereira Lima. – 2007.
58 p. : il.

Orientadora: Ana Luiza Costa Cruz Borges

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária

Inclui bibliografia

1. Bovino de corte – Alimentação e rações – Teses. 2. Brachiaria decumbens – Teses.
3. Dieta em veterinária – Teses. 4. Nutrição animal – Teses. 5. Digestibilidade – Teses.
I. Borges, Ana Luiza Costa Cruz. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de
Veterinária. III. Título.

CDD – 636.708 961 2

Dissertação defendida e aprovada, no dia 07 de fevereiro de 2007, pela Comissão Examinadora constituída por:

**Prof.^ª Ana Luiza Costa Cruz Borges
(Orientador)**

**Prof. Décio Souza Graça
(Co-Orientador)**

Prof. Edmundo Benedetti

Dr. Warley Efrem Campos

Aos meus pais João e Maria pelo exemplo de vida proba e pelo amor e caráter que me proporcionaram...

...dedico.

Ao “vale” e a todos que fazem dele um lugar melhor para se viver...

... ofereço.

AGRADECIMENTOS

À minha querida família, que se torna maior a cada dia. Aos meus pais João e Maria e irmãos Vico e Má pelo apoio incondicional e por acreditarem no meu sonho. Aos meus avós, tios e primos por sempre me proporcionarem momentos de alegria;

À minha mãe pelo carinho, amor, compreensão e apoio durante toda essa jornada;

Ao professor Décio Souza Graça por me dar a honra de sua amizade, pelo convívio, orientação e ensinamentos que levarei por toda vida;

Ao Dr. Armando Leal do Norte, não só por abrir as portas de sua propriedade para a realização deste trabalho, mas, principalmente, pela amizade e convivência. Aos funcionários da Fazenda Lagoa Grande, Dainha, Liu, Gilsão, Neném e Neia pela amizade e ajuda;

À Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais por ter me acolhido durante a graduação e mestrado, fazendo-me sentir orgulho de ser filho desta casa;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos concedida;

À professora Ana Luiza Costa Cruz Borges por despertar em mim o interesse pela nutrição animal e pesquisa e por contribuir, de forma inestimável, para minha formação profissional;

Aos professores Norberto Mário Rodriguez, Iran Borges e Eloísa Oliveira Simões Saliba pela disponibilidade em ajudar e ensinar;

Aos amigos Fernando (Baby), Gustavo (Tim), Sérgio (Tião), Igor (Toddy), Mário Henrique (Kiko), Guilherme (Guizim) e Ricardo pela preciosa amizade e convívio durante todos estes anos e aos portugueses Gonçalo e Frederico pela ajuda na realização deste trabalho;

Aos demais colegas da pós-graduação e graduação pelo bom relacionamento e amizade;

Enfim, a todos que contribuíram e torceram por mim, hoje e sempre, o meu muito obrigado.

“Bem aventurado o homem que acha sabedoria, e o homem que adquire conhecimento. Os seus caminhos são caminhos de delícias, e todas as suas veredas, paz.”

(Provérbios 3: 13; 17)

SUMÁRIO

RESUMO	10
ABSTRACT	11
1 - INTRODUÇÃO GERAL	12
2 - REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 - Mecanismos de regulação do consumo	13
2.2 - Fatores associados à forragem que afetam o consumo	14
2.2.1 - Valor nutritivo	15
2.2.2 - Características quantitativas	16
2.3 - Comportamento ingestivo dos animais sob pastejo	17
2.3.1 - Tamanho do bocado	18
2.3.2 - Taxa de bocado	19
2.3.3 - Tempo de pastejo	19
2.3.4 - Seletividade	20
2.4 - Fatores associados ao animal influenciando o consumo	21
2.5 - Mensuração do consumo de bovinos a pasto	23
2.5.1 - Métodos de amostragem da dieta ingerida	23
2.5.2 - Uso de indicadores e procedimentos na estimativa do consumo	24
2.5.3 - O uso do cromo na estimativa de consumo	26
2.5.4 - O uso do LIPE® na estimativa de consumo	28
3 - MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 - Local, clima e período experimental	31
3.2 - Área experimental e instalações	32
3.3 - Animais, tratamentos e delineamento experimental	33
3.4 - Procedimentos e cálculos	34
3.4.1 - Avaliação da disponibilidade da forragem	34
3.4.2 - Avaliação da digestibilidade da forragem	35
3.4.3 - Avaliação da produção de leite	36
3.4.4 - Avaliação de consumo voluntário de forragem	36
3.4.5 - Análise estatística	38
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1 - Disponibilidade da forragem	38
4.2 - Valor nutritivo da forragem	39
4.3 - Estimativa do consumo voluntário de matéria seca	41
5 - CONCLUSÕES	48
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Textura do solo da área experimental.....	32
Tabela 2 -	Composição química do solo da área experimental.....	32
Tabela 3 -	Níveis de garantia por kg dos suplementos utilizados para os animais.....	33
Tabela 4 -	Análise de variância do experimento 1.....	33
Tabela 5 -	Análise de variância do experimento 2.....	34
Tabela 6 -	Composição média do leite.....	36
Tabela 7 -	Composição químico-bromatológica das amostras do pastejo simulado da entrada e saída dos animais do pasto de <i>Brachiaria decumbens</i> , em 100% da MS	39
Tabela 8 -	Valores da estimativa da produção fecal (PF) e do consumo de matéria seca (CMS), de machos e fêmeas, utilizando-se óxido crômico e LIPE®	41
Tabela 9 -	Estimativa do consumo de proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), cálcio (Ca) e fósforo (P) pelos bezerros, em função dos indicadores e das diferentes fontes de nutrientes da dieta.....	43
Tabela 10 -	Estimativa dos valores de produção fecal (PF) e do consumo de matéria seca das vacas, determinados pelo óxido crômico e LIPE®	44
Tabela 11 -	Estimativa do consumo de proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), cálcio (Ca) e fósforo (P) pelas vacas, em função dos indicadores e das diferentes fontes de nutrientes da dieta.....	45
Tabela 12 -	Comparação entre os consumos, determinados pelo LIPE®, de fêmeas de diferentes idades, em relação ao peso vivo e peso metabólico.....	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Microscopia eletrônica de varredura (SEM), LIPE® com aumento de 20000 vezes.....	30
Figura 2 -	Consumos diários de pasto de <i>Brachiaria brizantha</i> por bovinos de corte, estimados pelos indicadores óxido crômico e LIPE®	31
Figura 3 -	Distribuição pluviométrica mensal nos anos de 2004 e 2005 na fazenda Lagoa Grande.....	32
Figura 4 -	Corte da pastagem para avaliação da disponibilidade.....	35
Figura 5 -	Vacas e bezerros durante a avaliação do consumo de leite.....	36
Figura 6 -	Indicadores usados na estimativa da produção fecal e consumo. A: Óxido crômico, enrolado em papel de celulose. B: Cápsulas de LIPE®	37
Figura 7 -	Colheita de fezes dos bezerros.....	37

AValiação DO CONSUMO DE PASTO POR BOVINOS DE CORTE, ESTIMADO PELOS INDICADORES EXTERNOS: ÓXIDO CRÔMICO E LIPE®

RESUMO

O objetivo foi estimar o consumo de matéria seca (CMS) de pastagens de *Brachiaria decumbens* por vacas e bezerros de corte, por meio da utilização de dois indicadores externos: óxido crômico (Cr_2O_3) e lignina purificada e enriquecida (LIPE®). Para tal fim, a produção fecal foi obtida pela concentração dos indicadores nas fezes e a digestibilidade da dieta foi determinada nas amostras de pastejo simulado. Foram utilizados 12 bezerros lactentes, divididos igualmente por sexo, com idade média de 210 dias e peso médio de 168,04 kg e 12 vacas primíparas, com idade média de 28 meses e peso médio de 365,25 kg. Todos os animais receberam os dois tratamentos (Cr_2O_3 e LIPE®) simultaneamente, em um delineamento experimental inteiramente ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas para bezerros e em blocos ao acaso, para vacas. Para as comparações entre médias foram usados os testes t de Student e SNK, com 5% de significância. Na análise do efeito do sexo sobre o consumo, não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) entre machos e fêmeas quando cada indicador foi avaliado separadamente. Na comparação entre os dois indicadores, para a estimativa da produção fecal e do consumo, os valores obtidos com o óxido crômico foram sempre menores ($p < 0,05$) do que os gerados com a utilização do LIPE®, tanto nos bezerros quanto nas vacas. Os valores de CMS de forragem (kg), CMS total (kg), CMS em relação ao peso vivo (%) e CMS em relação ao peso metabólico ($\text{g/kg PV}^{0,75}$), para bezerros, pelos indicadores óxido crômico e LIPE®, foram, respectivamente, 2,03 e 4,50; 2,71 e 5,18; 1,62 e 3,10; 58,10 e 111,32, enquanto que, para vacas, os valores de CMS total (kg), CMS em relação ao peso vivo (%) e CMS em relação ao peso metabólico ($\text{g/kg PV}^{0,75}$) foram 6,13 e 9,79; 1,70 e 2,71; 73,85 e 118,19. Os valores de consumo, estimados pelo LIPE®, foram mais condizentes com as exigências e com o desempenho observado nos animais.

Palavras-chave: bezerros, *Brachiaria decumbens*, consumo a pasto, vacas.

EVALUTION OF CHROMIC OXIDE AND LIPE[®] AS EXTERNAL MARKERS TO ESTIMATE DRY MATTER INTAKE

ABSTRACT

Six male and six female calves, seven months old, averaging 168,04 kg of liveweight (Lw) and 12 primiparous cows averaging 365,25 kg of liveweight, grazing *Brachiaria decumbens*, were used to compare the efficacy of two external markers: chromic oxide (Cr₂O₃) and purified and enriched lignin (LIPE[®]) dosed simultaneously once a day to predict dry matter intake (DMI). For both, Cr₂O₃ and LIPE[®], there were no differences in DMI attributable to sex. However, for all parameters studied, when the comparisons were made between Cr₂O₃ and LIPE[®], the estimates obtained with LIPE[®] were higher (p<0,05). For the calves, forage DMI (kg); total DMI (kg); DMI as percentage of Lw and DMI in relation to metabolic weight (g/kg Lw^{0,75}) were 4,50 and 2,03; 5,18 and 2,71; 3,10 and 1,62; 111,32 and 58,10 for LIPE[®] and Cr₂O₃ respectively. For the cows, the values were 9,79 and 6,13; 2,71 and 1,70; 118,19 and 73,85 for total DMI (kg), DMI as percentage of Lw and DMI in relation to metabolic weight (g/kg Lw^{0,75}). These results suggest that estimates derived from LIPE[®] gave a better fit with the dry matter requirements of the animals.

Keywords: *Brachiaria decumbens*, calves, cows, pasture intake.

1 - INTRODUÇÃO

A economia brasileira tem passado por rápidas transformações nos últimos anos. O setor agropecuário exerce importante papel na economia nacional, sendo responsável por 42% das exportações totais e 37% dos empregos nacionais (Brasil, 2006), contribuindo, aproximadamente, com 28% do PIB brasileiro no ano de 2006 (Centro..., 2006). O rebanho bovino brasileiro se destaca como o maior rebanho bovino comercial do mundo com cerca de 164,9 milhões de cabeças (Anuário..., 2006).

O Brasil apresenta inquestionável aptidão para produção de bovinos, em sistemas baseados em pastagens, principalmente, em função da sua extensão territorial e condições edafo-climáticas, apresentando cerca de 80% de seu território concentrado na faixa tropical. As pastagens constituem o alimento de menor custo para produção de bovinos, sendo seu uso responsável por uma diminuição dos custos da alimentação, variável esta de maior impacto econômico nos sistemas de produção. A área de pastagem, com espécies cultivadas no Brasil, gira em torno de 105 milhões de hectares, com predominância de gramíneas do gênero *Brachiaria*, enquanto a área com pastagens nativas é de, aproximadamente, 100 milhões de hectares (Euclides Filho, 2006).

O regime extensivo é a forma predominante de produção da carne bovina brasileira. Do total de animais abatidos no ano de 2006, 90,74% foram terminados em sistema de pastejo com algum tipo de suplementação (Anuário..., 2006). Entretanto, boa parte desta produção ocorre em pastagens de médio a baixo valor nutricional, que submetidas às variações climáticas, características das regiões tropicais, fazem com que o consumo de matéria seca seja um dos principais determinantes do processo produtivo. Assim, a baixa produção de bovinos nos trópicos pode ser atribuída, em grande parte, ao baixo consumo de matéria

seca. Como agravante, progressos no entendimento dos fatores básicos que afetam o consumo têm sido lentos em virtude da inabilidade em medi-lo acuradamente, impossibilitando melhor separação da influência do animal e da dieta, limitando a aplicação de estratégias com vistas à otimização do processo produtivo (Detmann et al., 2004).

O consumo de matéria seca é a variável mais importante para que se faça inferências a respeito do alimento e da resposta animal. Ademais, medidas acuradas da ingestão de matéria seca são importantes para os programas de melhoramento genético de bovinos, para o desenvolvimento e validação da simulação do processo de digestão e do metabolismo de nutrientes e, por consequência, de sistemas de produção animal baseados em pastagens (Genro et al., 2004).

A maior limitação dos modelos nutricionais para formulação de dietas se concentra na inacurácia da predição do consumo de matéria seca. A estimativa acurada do consumo de matéria seca é importante para a formulação de dietas balanceadas, objetivando o uso mais eficiente dos nutrientes dos alimentos, permitindo ao nutricionista predizer, desta forma, o máximo desempenho animal, com o mínimo de impacto ambiental. Logo, o consumo de matéria seca pode ser considerado o parâmetro nutricional mais importante em sistemas pastoris, uma vez que constitui o primeiro ponto determinante do ingresso de nutrientes e apresenta alta correlação com a produção animal.

Na tentativa de se obter adequado manejo das forrageiras, torna-se necessário conhecer, não apenas as características físicas, estruturais e anatômicas das espécies, a quantidade de forragem oferecida aos animais e o valor nutritivo, mas também a quantidade de forragem a ser consumida pelo animal e o valor nutritivo da forragem

efetivamente consumida. Dessa forma, na otimização do processo produtivo há a necessidade de se conhecer as interações entre o ambiente (clima, solo), a planta forrageira, o animal e o manejo implementado no sistema, pois este conhecimento se faz necessário para explicar diferenças de consumo e desempenho dos animais em pastejo.

Dessa maneira, medidas diretas ou estimadas do consumo de matéria seca em pastagens têm despertado interesse da pesquisa em nutrição animal, desde o início do século XX. Nos países cuja produção animal está centrada em sistemas pastoris, esforços têm sido envidados na procura de técnicas precisas para obtenção de estimativas acuradas do consumo dos animais sob condições de pastejo (Moore & Sollenberger, 1997). Neste contexto, o uso dos indicadores na nutrição animal vem representando um avanço no entendimento do processo digestivo, sendo cada vez mais utilizados em substituição ao tradicional método de colheita total das fezes.

O objetivo deste experimento foi estimar o consumo de matéria seca de vacas e bezerras de corte, em pastagens de *Brachiaria decumbens*, pela utilização de dois indicadores externos, o óxido crômico (Cr_2O_3) e o LIPE[®] (lignina purificada e enriquecida).

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Mecanismos de regulação do consumo

Os relacionamentos entre o consumo dos animais e os fatores supostamente envolvidos na sua regulação, são, por demais, complexos.

O consumo voluntário expressa a quantidade de alimento ingerido por um animal, quando este é oferecido *ad libitum* (Van Soest,

1994). A regulação do consumo de matéria seca (CMS) dos alimentos pelos animais está a cargo do Sistema Nervoso Central (SNC), especificamente dos Núcleos Lateral (centro da fome) e Ventro-Medial (centro da saciedade) do hipotálamo, tendo estes ações complementares (Forbes, 1995).

Cerca de 30 parâmetros relacionados ao animal, alimento, manejo e ambiente foram considerados por Ingvarsen et al. (1992) como de extrema importância na regulação do consumo de bovinos e, por conseguinte, na sua predição. Também Mertens (1994) listou mais de 50 fatores que afetam a ingestão de alimentos por ruminantes e relatou que modelos matemáticos são necessários para integrar os componentes da regulação do consumo.

Segundo Forbes (1995), os principais estímulos sensitivos que estão relacionados à regulação do CMS por ruminantes são físicos e metabólico-hormonais. Mertens (1994) propôs um modelo estático de regulação do consumo, envolvendo o mecanismo fisiológico, o mecanismo da modulação psicogênica e o da limitação física. No mecanismo fisiológico, a ingestão é proporcional à demanda energética para a produção e, dessa forma, com a melhoria do valor nutritivo da dieta, ocorre um aumento do consumo, até que o ponto estabelecido pela demanda nutricional e fisiológica seja alcançado. O consumo, neste caso, é regulado pela ingestão calórica no nível imposto pelos mecanismos homeostáticos (quimiostáticos). A modulação psicogênica está relacionada a respostas no comportamento animal, diante de fatores associados ao alimento e/ou ao ambiente (cheiro, palatabilidade, cor, textura, forma física), que agem sobre o consumo, ora de forma estimuladora, ora de forma inibitória. Em dietas de baixos níveis energéticos, devido à distensão do tubo digestivo, muitas vezes ocorre inibição do CMS antes que seja satisfeita a demanda total de energia do animal. O mecanismo físico de enchimento e

esvaziamento, neste caso, é o principal fator de regulação do consumo de dietas à base de forragem. Conrad (1966) sugeriu um limite de 66,7% de digestibilidade entre a regulação dominada pelos fatores de distensão do trato digestivo e a dominada pelos fatores quimiostáticos. A fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) pode ser utilizada para caracterizar, na dieta, a expressão dos mecanismos fisiológicos e físicos de controle do consumo, numa mesma escala, por estar relacionada diretamente ao efeito de enchimento do rúmen e inversamente à concentração energética da dieta.

Detmann et al. (2003), resumindo diversos dados da literatura, observaram boa correlação entre o consumo e a FDN, mesmo esta sendo proveniente de diferentes fontes. Tal observação corrobora a afirmação de Mertens (1994) de que, embora seja evidente que as características da FDN variem entre fontes de fibra, este componente melhor mensura a distinção entre os componentes alimentares de lenta degradação, daqueles solúveis e de rápida degradação. Parte deste efeito parece estar relacionada à ampliação do tempo de colonização “lag time” sobre a fração fibrosa, que reflete negativamente sobre o percentual de desaparecimento da fibra em períodos fixos de tempo após o início da atividade microbiana, contribuindo, efetivamente, para o efeito de enchimento ruminal pela FDN (Van Soest, 1994). De fato, este autor afirma ser o teor de FDN o fator mais limitante do consumo de volumosos, sendo que os valores dos constituintes da parede celular, superiores a 55-60% na matéria seca, correlacionam-se de forma negativa com o consumo de forragem. Nas regiões tropicais, as forrageiras, de modo geral, apresentam concentração do FDN quase sempre maior que 55-60% e uma digestibilidade da MS raramente superior a 66,7% (Van Soest, 1994). Logo, nestas condições, o consumo pelos animais sob pastejo está delegado a

fatores mais físicos e psicogênicos do que metabólico-hormonais. Estas duas grandezas têm importantes e fortes habilidades em influenciar o consumo voluntário de matéria seca, em animais sob pastejo, mostrando que qualquer fator que interfira nestas variáveis terá efeito direto sobre o consumo que, por sua vez, interferirá rápida e fortemente no desempenho produtivo animal.

Nestas condições, a explanação proposta por Poppi et al. (1987), acerca dos fatores que afetam o consumo de forragem, parece ser a que mais se adequa aos animais em ambiente de pastagem. Segundo esses autores, a ingestão de forragem é regida por fatores nutricionais e não nutricionais. Os fatores não nutricionais seriam aqueles relacionados ao comportamento ingestivo dos animais sob pastejo; os fatores nutricionais seriam aqueles relacionados a aspectos inerentes à digestibilidade, composição química da forragem e fatores metabólicos.

O consumo voluntário de matéria seca é uma grandeza nutricional multifatorial. As teorias que explicam seu controle admitem ser este mecanismo um produto da ação integrada e aditiva dos diversos fatores que o influenciam. O conhecimento sobre as interações ambiente-planta-animal e suas implicações na regulação do consumo, podem ser melhor demonstrados, desmembrando os diversos meandros que regem esta variável. Dessa forma, é possível adotar alternativas, com respaldo científico, que produzam melhorias nos sistemas produtivos e que incrementem a produtividade animal nos sistemas pastoris.

2.2 - Fatores associados à forragem que afetam o consumo

No caso específico de forragens, especula-se que são muitos os fatores que afetam direta e indiretamente o consumo. Minson & Wilson (1994) elegeram uma série de características

ligadas à ingestão de forragens que favorecem, ou não, o consumo pelos animais:

- Químico-bromatológicas: deficiências de minerais como, por exemplo, Ca, P, Mg, Na, Co e Se; teores de proteína inferiores a 60-80 g/kg de MS; teor de fibra; teor de lignina e umidade.
- Físico-anatômicas: tamanho da partícula; resistência à mastigação; características da epiderme vegetal; relação de tecidos na célula vegetal e seu arranjo estrutural.
- Cinética digestiva: digestibilidade da matéria seca; taxa de digestão e taxa de passagem pelo trato gastrointestinal.

2.2.1 - Valor nutritivo

A composição químico-bromatológica das forrageiras exerce grande influência na regulação do consumo de matéria seca (CMS). No caso específico de pastagens tropicais, a maioria das forrageiras apresenta baixa densidade energética, baixo teor de nitrogênio, baixa digestibilidade e elevado teor de constituintes da parede celular, características estas que fazem com que as gramíneas tropicais sejam menos consumidas quando comparadas às de clima temperado (Minson, 1990).

À medida que a forragem envelhece observa-se queda na produtividade, redução na densidade e no peso das plantas, aumento na relação caule/folha (Euclides et al., 1999) e aumento na concentração de lignina (Saliba, 2005a), resultando em reduções na digestibilidade e no consumo. De acordo com Faria & Mattos (1995), a ingestão máxima de matéria seca ocorre quando a digestibilidade da dieta está entre 66 a 68%. Forrageiras tropicais dificilmente possuem digestibilidade superior a 65%. Isto indicaria que o consumo a pasto, geralmente, é limitado pelo enchimento.

O consumo de nutrientes digestíveis é o produto da quantidade de forragem consumida pela digestibilidade dos nutrientes nessa forragem. Entretanto, 60 a 90% das variações na qualidade potencial entre forrageiras são atribuídas às diferenças em consumo, enquanto que apenas 10 a 40% são resultantes de diferenças em digestibilidades dos nutrientes (Mertens, 1994). Acerca disso, Noller (1997) relatou que o CMS produz mais impacto na produção animal do que variações na composição química ou disponibilidade dos nutrientes. De fato, Minson (1971), comparando seis gramíneas do gênero *Panicum*, no mesmo estágio de desenvolvimento, encontrou diferenças na digestibilidade de apenas três unidades percentuais, enquanto que as referentes ao consumo voluntário foram de 37%.

A concentração de proteína bruta (PB) também é capaz de afetar o consumo voluntário. Bovinos ingerindo pastagens com teor de PB inferior a 7%, são incapazes de manter o nível mínimo de 8mg/dl de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) necessário para o crescimento das bactérias celulolíticas. Por conseguinte, há um comprometimento da atividade microbiana no rúmen, resultando em diminuição da taxa de passagem e em aumento no tempo de retenção do alimento (Egan & Doyle, 1985). A baixa digestibilidade e consumo de gramíneas tropicais, principalmente no período seco do ano, quando a planta se encontra em avançado estágio vegetativo, são devidos, basicamente, ao alto teor de fibra e à baixa percentagem de proteína (Lima, 1989).

A fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), devido às baixas taxas de degradação, é considerada o constituinte dietético primário associado ao efeito de enchimento ruminal. Segundo Van Soest (1994), o teor de FDN é o fator mais limitante do consumo de volumosos. Os

valores dos constituintes da parede celular, superiores a 55-60% na matéria seca, correlacionam-se de forma negativa com o consumo de forragem. Outros fatores associados à FDN, como o tamanho da partícula e a digestibilidade, influenciam enormemente o CMS, por alterar a taxa de passagem da dieta pelo trato digestivo. Portanto, faz-se necessário avaliar, em conjunto, o teor de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) do alimento, pois altos teores de FDN, associados com baixos teores de FDA, são indicativos de uma alta digestibilidade da fração fibrosa. De fato, a pesquisa aponta que forragens com valores de FDA em torno de 30% ou menos são mais consumidas, enquanto que aquelas com teores acima de 40% possuem menor ingestão.

2.2.2 - Características quantitativas

Para as condições tropicais, a massa forrageira, a oferta de forragem e a estrutura do dossel podem ser as características da planta que mais influenciam o consumo de animais em pastejo (Genro et al., 2004).

A massa de forragem pode ser definida como a quantidade total de forragem, em kg de MS, presente por unidade de área, acima do nível do solo. Esta influi o consumo do animal por modificar os componentes da estrutura da pastagem, afetando a facilidade de apreensão da mesma pelo animal. É possível observar diferentes valores de CMS em animais pastejando áreas de igual disponibilidade de forragem. Isto acontece, porque uma mesma massa de forragem disponível pode apresentar-se ao animal de diferentes formas, pelas inúmeras combinações entre altura e densidade (Brâncio et al., 2003a).

A disponibilidade de MS influencia a proporção de material que pode ser colhido pelo animal, o grau de seletividade, o consumo e, em última instância, o desempenho animal. Segundo o National

Research Council (National..., 2000), pastagens com menos de 2.000 kg de MS por hectare levam a um menor consumo pelos animais, devido à dificuldade em apreender bocados de tamanho suficiente para alcançar a ingestão máxima de forragem (Stobbs, 1973a), resultando num aumento do tempo de pastejo. O National... (1987) contém uma revisão de dados da qual se pode inferir que, sob pastejo, o consumo máximo ocorre quando a disponibilidade da forragem é de, aproximadamente, 2250 kg de matéria seca/ha.

Segundo Euclides (2000), inúmeros trabalhos, principalmente com forrageiras tropicais, têm demonstrado que onde há grande acúmulo sazonal de material morto, o consumo e a produção animal não estão correlacionados com o total de forragem disponível e sim com a disponibilidade de matéria seca verde (MSV). De fato, Euclides & Euclides Filho (1998), trabalhando com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria*, não observaram correlação entre consumo e disponibilidade total de forragem. Estes autores encontraram correlação entre o consumo e a disponibilidade de matéria seca verde (MSV) e relataram que os ganhos diários máximos foram obtidos quando a disponibilidade de MSV foi de 1.000 kg/ha para o colômbio, tobiatã e tanzânia e de 900 kg/ha para braquiária e braquiarão.

A oferta de forragem é a relação entre o peso da MS da forragem, a unidade de área e o número de unidade animal. O consumo de forragem é maximizado quando a oferta de forragem é de três a quatro vezes a capacidade de ingestão de matéria seca pelo ruminante. Assim, um CMS de 2,5% do peso vivo do animal, ocorre sob condições de oferta diária de forragem na ordem de 7,5% a 10% do peso vivo animal (Hodgson, 1981). Entretanto, trabalhos conduzidos com forragens tropicais mostram que o consumo e o desempenho animal são potencializados com ofertas bem maiores. Gontijo Neto

(2003), trabalhando com capim tanzânia, observou que o consumo máximo de forragem, o menor tempo de pastejo e a maior quantidade de forragem degradada no rúmen foram verificados para o nível de oferta de forragem próximo a 20 kg de MS de lâminas foliares/100 kg de peso vivo. Mott (1984) relatou que o consumo será reduzido, quando a oferta de forragem estiver inferior a uma faixa de 4-6% do peso vivo.

Características estruturais determinam o grau de pastejo seletivo exercido pelos animais, assim como a eficiência segundo a qual a forragem é colhida, determinando a quantidade total de nutrientes ingeridos (Stobbs, 1973b). A desfolhação seletiva exercida pelos animais durante o pastejo altera o ambiente do futuro bocado por modificar, proporcionalmente, a composição dos tecidos e constituintes da forragem remanescente (Carvalho et al., 1999). Dessa forma, variações nos processos de pastejo, mediante modificações na estrutura do dossel, podem influenciar de forma relevante o consumo de forragem. Segundo Hodgson (1990), para forrageiras de clima temperado, os animais respondem mais consistentemente a variações em altura do dossel que em massa de forragem. Nesse contexto, o trabalho de Stobbs (1973a & b) sugere que, ao contrário do que acontece em pastagens de clima temperado, a densidade volumétrica da forragem parece ser o principal componente da estrutura do dossel a determinar a taxa de consumo em plantas forrageiras tropicais e não a altura, provavelmente devido a grande heterogeneidade das espécies tropicais em seus perfis vertical e horizontal (Hodgson et al., 1994). Deveras, Rego et al. (2006), avaliando características estruturais e qualitativas do braquiário (*Brachiaria brizantha*) e do capim tanzânia (*Panicum maximum*), observaram alternância da importância das variáveis sobre o consumo, conforme a pastagem estudada. A massa de folhas verdes na pastagem e o teor de PB das

folhas foram as principais variáveis que influenciaram a taxa de ingestão do braquiário e do capim tanzânia, respectivamente. Estes autores também observaram que a proporção de lâminas verdes (%) e a massa de lâminas verdes (t/ha) podem ser consideradas determinantes da taxa de ingestão, independentemente da espécie forrageira.

Comprova-se, portanto, a importância de se realizar uma varredura das características da pastagem a ser estudada, buscando explicações para o comportamento ingestivo animal.

2.3 - Comportamento ingestivo dos animais sob pastejo

Dentre os inúmeros fatores que interagem num ecossistema de pastagens, o comportamento ingestivo assume grande importância na pesquisa. O estudo da velocidade de ingestão relaciona-se diretamente com os efeitos da estrutura do dossel sobre o comportamento ingestivo dos animais em pastejo, estando o foco centrado no processo de ingestão de forragem e, conseqüentemente, no desempenho animal.

O consumo diário, sob condições de pastejo, é função de variáveis associadas ao comportamento do animal que, por uma visão minuciosa, podem ser descritas como o tamanho do bocado, a taxa de bocado, o tempo de pastejo e, por fim, o grau de seletividade, que influencia diretamente as demais variáveis. A ingestão diária de forragem é o resultado do produto entre o tempo gasto pelo animal na atividade de pastejo e a taxa de ingestão de forragem durante esse período que, por sua vez, é o resultado do produto entre o número de bocados por unidade de tempo e a quantidade de forragem apreendida por bocado (Moore & Sollenberger, 1997). Assim, o consumo diário pode ser

influenciado por variações em quaisquer desses parâmetros.

O consumo voluntário por animais em pastejo é influenciado pela habilidade dos animais em colher a forragem. Segundo Euclides et al. (1998), quando a pastagem é pouco densa, o animal encontra dificuldade na apreensão. Sob condições de menor oferta forrageira, a resposta clássica é uma diminuição no tamanho do bocado, sendo que a taxa de bocado geralmente tende a aumentar, mas o incremento não é suficiente para evitar diminuição na taxa de consumo, havendo um aumento no tempo de pastejo como resposta compensatória (Genro et al., 2004). No entanto, esta compensação estaria limitada a apenas 15% do consumo diário (Coleman, 1992).

2.3.1 - Tamanho do bocado

Segundo Hodgson (1985), o tamanho do bocado é a variável mais importante na determinação do consumo de animais em pastejo e a mais influenciada pela estrutura do dossel forrageiro, sendo proposto uma representação esquemática onde o peso do bocado seria o produto entre a densidade volumétrica da forragem e o volume do bocado no estrato pastejado, sendo este último o produto entre a área da boca e sua profundidade. Este mesmo autor ressalta que estas simples equações forneceriam uma confiável base conceitual, para compreensão da influência das características do dossel forrageiro sobre o comportamento ingestivo dos animais em pastejo.

Quando a ingestão por bocado é reduzida, ocorre uma queda correspondente na taxa de ingestão, a menos que um incremento compensatório na taxa de bocados seja observado. Desse mesmo modo, a ingestão diária de forragem também será afetada se qualquer redução na taxa de ingestão não for compensada por um incremento no tempo de pastejo (Hodgson, 1990).

As dimensões do bocado de animais em pastejo são funções da área e da profundidade. Portanto, quaisquer alterações no peso do bocado, seja por uma resposta a variações em estrutura do dossel, seja por uma decisão comportamental, passam, necessariamente, por uma alteração nestas variáveis.

A área do bocado apresenta, de uma forma geral, menor sensibilidade às variações na estrutura do dossel forrageiro (Hodgson et al., 1994). Esta variável diminui linearmente com a densidade volumétrica da forragem e aumenta de forma quadrática com a sua altura. A área do bocado é, proporcionalmente, pouco alterada no processo de remoção de forragem do pasto pelos animais. Gonçalves (2002), trabalhando com *Brachiaria brizantha*, verificou que 33% da altura do dossel forrageiro foi removida pelo pastejo, independentemente da altura do pasto.

Segundo Carvalho (1997), vários estudos, nas mais diversas condições, concluíram que a profundidade do bocado guarda uma relação positiva com a altura do dossel forrageiro e negativa em relação à densidade volumétrica da forragem. A altura parece ter mais influência em pastagens de clima temperado (Forbes, 1988). Entretanto, Brâncio (2000), trabalhando com animais em pastagens de capim tanzânia, mombaça e massai, em regime de lotação intermitente, observou que o tamanho do bocado respondeu de forma crescente ao aumento em altura do dossel forrageiro. Em termos absolutos, a profundidade do bocado é significativamente alterada e diminuída conforme o animal pasteja próximo ao nível do solo. Esta variável é a que mais responde às alterações em estrutura do dossel forrageiro, sendo desta forma, a principal variável determinante do volume do bocado. Conseqüentemente, o volume do bocado é a mais importante ferramenta de que dispõe o animal para controlar a quantidade e o valor nutritivo da forragem que será ingerida, o

que seria o peso do bocado, em última análise. Nessa condição, a profundidade do bocado seria o principal determinante do peso do bocado (Carvalho, 1997).

2.3.2 - Taxa de bocado

Assim como as outras variáveis comportamentais, a frequência média dos bocados de apreensão, realizada por animais em pastejo, está ligada a características inerentes a estrutura do dossel forrageiro, mas também possui íntima ligação com variações nos padrões do tamanho do bocado, o principal determinante da quantidade de alimento consumida pelo animal em pastejo (Hodgson et al., 1994; Cosgrove, 1997). A taxa de bocado e o tamanho do bocado estão correlacionados negativamente. Espera-se que quanto maior a disponibilidade e acessibilidade de folhas, maior o tamanho do bocado e, como conseqüência, maior a necessidade de tempo para a acomodação da forragem na boca do animal, restringindo a realização de mais bocados por minuto (Hodgson, 1990).

O número total de movimentos mandibulares de um animal ao longo do dia tem se revelado constante, existindo, no entanto, variações relacionadas à quantidade de movimentos mandibulares, destinados à apreensão e manipulação da forragem (Cosgrove, 1997). A teoria inicial de que o animal aumentaria a taxa de bocado, na tentativa de compensar a diminuição do peso do bocado, se explicaria, na verdade, por uma estratégia do animal de diminuir o número de movimentos mandibulares destinados à mastigação e aumentar o número de movimentos destinados à apreensão, mantendo constante o número total de movimentos mandibulares. Logo, os animais em pastejo podem aumentar a taxa de consumo por meio da apreensão de maior massa de bocado ou pela diminuição do tempo de manipulação do bocado. Os bovinos também são capazes de realizar movimentos mandibulares, nos quais as

atividades de apreensão e manipulação ocorrem de forma concomitante, sendo que para situações de alta oferta de forragem, estes movimentos podem representar até 90% do total de movimentos mandibulares (Laca et al., 1993).

2.3.3 - Tempo de pastejo

O tempo de pastejo reflete a facilidade de apreensão e remoção da forragem. No uso do tempo em pastejo, os animais procuram ser eficientes, uma vez que buscam bocados potenciais, enquanto mastigam a forragem apreendida em bocados anteriores (Prache, 1997).

Segundo Santos et al. (2004), o aumento do tempo de pastejo é o recurso mais eficiente que o animal pode utilizar, quando a taxa de CMS é baixa ou está sendo reduzida. Entretanto, Brâncio et al. (2003b), avaliando três cultivares de *Panicum maximum* (tanzânia, mombaça e massai), submetidas a pastejo, com lotação rotacionada, ao longo do ano, não observaram diferenças no tempo de pastejo entre as cultivares e entre as épocas de avaliação. Concluíram que o tempo de pastejo parece ser uma variável de menor importância no consumo, mesmo em períodos menos favoráveis, uma vez que variou pouco durante o ano (entre 498 e 678 minutos diários), enquanto que as características qualitativas e quantitativas das forrageiras variaram enormemente. Porém, segundo Mannelje & Ebersohn (1980), há limites na distância que os animais podem percorrer e no tempo diário que podem gastar no pastejo e esses fatores podem impedi-los de compensar as deficiências da pastagem com o prolongamento do período de alimentação.

Segundo Prache (1997), algumas características associadas à planta, relacionadas à facilidade de colheita da forragem pelo animal são: a altura do dossel forrageiro, a massa de forragem presente por unidade de volume, o baixo teor de fibras

das lâminas foliares, a disposição espacial dos tecidos vegetais preferidos, a presença de barreiras à desfolhação, tais como bainhas e colmos e o teor de MS. Deve-se considerar o fato da dependência existente entre a desfolhação realizada pelo animal e elementos inerentes à estrutura do dossel, onde determinados componentes da planta são preferidos em relação a outros. Em pastagens cujo valor nutritivo e disponibilidade não são limitantes, assume-se, muitas vezes, que o tempo de procura possa ser insignificante, pois o animal mastiga a forragem enquanto se movimenta de uma estação alimentar para outra (Laca & Demment, 1992).

Quanto menor a altura das plantas, menos efetiva é a capacidade dos animais em ampliar a quantidade de forragem trazida até a boca (Laca et al., 1992). Nesta condição, o consumo diário estaria na dependência do tempo de pastejo, que é função de uma série de fatores, dentre os quais a taxa de passagem e a relação consumo/requerimento animal (Carvalho, 1997).

O tempo de pastejo é normalmente de 8 horas, podendo atingir até 16 horas, em situações extremas (Hodgson et al., 1994). Isso ocorre porque, a cada dia, o animal distribui o seu tempo entre as atividades de pastejo, ruminação e ócio. Observa-se de três a cinco picos de pastejo no decorrer do dia. Os mais intensos ocorrem no início da manhã e no final da tarde (Cosgrove, 1997).

2.3.4 - Seletividade

O animal, ao pastejar, está sob o efeito de muitos fatores que podem influenciá-lo no consumo de forragem. Entre estes, destaca-se a oportunidade animal de selecionar a dieta, sendo esta, o aspecto mais importante do comportamento de pastejo, uma vez que o pastejo seletivo permite compensar a baixa qualidade da forragem. Isto possibilita o consumo das partes mais nutritivas da

forrageira pastejada, desde que a oferta de forragem não seja limitante.

Tal hábito de pastejo seletivo, geralmente, permite maior consumo de forragem, devido ao fato do consumo estar diretamente relacionado com a taxa de passagem da dieta que, por sua vez, está relacionada com a qualidade da forragem. Logo, quanto maior a capacidade do animal em selecionar dietas, com frações menos fibrosas e mais digestivas, maior será o CMS, devido à redução no tempo de retenção da digesta no rúmen, que resulta em uma diminuição no efeito de enchimento. Entretanto, em sistemas de pastoreio intensivo, a seleção, sob uma pastagem de baixa qualidade, pode levar os animais a despender maior tempo selecionando e, com isso, resultar em menor consumo de pasto (McCracken et al., 1993).

As características estruturais das forrageiras determinam o grau de pastejo seletivo exercido pelos animais, assim como a eficiência segundo a qual a forragem é colhida, determinando a quantidade total de nutrientes ingeridos (Stobbs, 1973b). Conseqüentemente, os efeitos das características da forragem na ingestão devem ser considerados à luz do potencial para o pastejo seletivo.

As características do pasto não representam as características da forragem realmente consumida pelos animais, devido ao comportamento seletivo destes em pastejo. Diversos trabalhos têm relatado que o ótimo desempenho animal tem sido obtido, quando a disponibilidade de folhas permite elevado grau de seletividade no pastejo. Quando se tem maior oferta de folhas, o bovino compensa os efeitos da baixa digestibilidade pelo aumento de consumo. De fato, experimentos de comportamento ingestivo reportam que a dieta selecionada pelos animais, em pastagem de *Brachiaria decumbens*, apresenta 90% de forragem verde com grande participação da fração lâmina foliar (Euclides et al., 1999; Gomide

et al., 2001). Também Brâncio et al. (2003a), avaliando cultivares de *Panicum*, verificaram alta preferência por folhas, uma vez que os animais selecionaram, em média, 92,4% de folhas verdes e 6,7% de colmos verdes, sendo o restante da dieta composto por inflorescência, folhas secas e colmos secos. Cowan et al. (1981) reportam superioridade de PB da dieta selecionada (12%) em relação àquela disponível na pastagem (10,6%), explicada pela seleção dos animais por folhas verdes.

Animais, mantidos a pasto, selecionam tanto diferentes espécies de planta, quanto diferentes porções em uma mesma espécie (Stobbs, 1973a). Os animais selecionam preferencialmente folhas, provavelmente em virtude de serem mais acessíveis, de apresentarem menor resistência à apreensão (Minson & Wilson, 1994) e possuírem melhor valor nutricional (Van Soest, 1994). Minson (1990) observou que quando o animal é acostumado a consumir folhas, ele continua procurando por elas, mesmo quando a proporção de folhas presentes na pastagem é baixa. A prioridade dos animais em pastejo é consumir as folhas mais novas, as quais possuem maior valor nutritivo, seguida das folhas mais velhas, das folhas de extratos inferiores e, só então, o caule.

À medida que os animais selecionam as partes mais apresentáveis e palatáveis das gramíneas, em geral as folhas verdes, a pastagem apresenta proporção crescente de material não preferido ou recusado, como colmo e material senescente, dificultando cada vez mais a seleção e o consumo de forragem (Brâncio et al., 2003c).

Não se sabe exatamente em que se baseia a seleção, mas sabe-se que os animais utilizam regras simples para fazer a escolha da dieta, provavelmente, segundo Van Soest (1994), relacionadas à qualidade e à quantidade, bem como à concentração de componentes secundários na forragem. Conforme este

autor, os animais parecem distinguir cores (ovinos) ou sabores e odores (bovinos).

De forma sucinta, o estudo do comportamento animal, sob pastejo, parece ter grandes perspectivas, como auxiliar no entendimento de como o animal ajusta este comportamento em função das variações observadas no pasto, possibilitando ainda definir as características dos animais e do relvado, que influenciam o consumo. Cabe salientar que, além dos fatores relacionados às plantas, outros, relacionados ao animal, ao meio ambiente e ao manejo, influenciam o comportamento ingestivo animal sob pastejo.

2.4 - Fatores associados ao animal influenciando o consumo

A estimativa do consumo de matéria seca (CMS) envolve fatores relacionados às características físicas e processos fisiológicos dos animais. Estes dependem, em grande medida, da espécie, raça, sexo, idade, composição corporal, estado fisiológico, assim como do estado reprodutivo (Burns et al., 1994).

A composição corporal, especialmente a porcentagem de gordura, afeta o consumo de alimentos (National..., 1987). Fox et al., (1988) sugerem que o CMS diminui 2,7% para cada 1% de aumento de gordura corporal, no espaço de 21,3 a 31,5% de gordura corporal.

As diferenças na ingestão, que podem ser atribuídas ao sexo, são mais evidentes em certas fases da vida dos animais. Ingvarsen et al. (1992) reportaram que, com pesos corporais inferiores a 250 kg, as novilhas têm maiores capacidades de ingestão que novilhos ou touros. No entanto, a subcomissão do National... (1984) sugeriu diminuir 10% da estimativa de CMS para novilhas de tamanho médio, em relação a machos da mesma idade.

O consumo voluntário de alimentos aumenta à medida que o animal cresce, mas não na mesma proporção do peso vivo. Tem-se comumente aceito que o CMS é proporcional ao peso metabólico ($PV^{0,75}$), pois a comparação de animais de diversas espécies demonstra ser essa uma relação apropriada entre a taxa metabólica e o CMS. Animais mais jovens consomem mais alimentos por unidade de peso corporal que animais adultos, devido a maior proporção do trato digestivo em relação ao peso (National..., 2000).

O estágio fisiológico do animal é outro fator que afeta a ingestão do alimento. Animais em lactação, quando comparados a não lactantes, de mesmo peso corporal e submetidos à mesma dieta, podem apresentar uma ingestão de 35 a 50% superior (Agricultural..., 1980). Segundo Conrad (1966), a diferença na quantidade de leite produzida é devida à quantidade de alimento que o animal é capaz de ingerir, além de suas necessidade de manutenção. Para forragens, Minson (1990) relatou aumento de 30% do CMS durante a lactação. O Agricultural... (1980) e o National... (1987) sugerem que o CMS aumenta 0,2 kg para cada kg de gordura de leite corrigida para 4%. Roseler et al. (1997) apresentaram resultados em que parâmetros de produção responderam por 45% da variação associada ao consumo de vacas em lactação.

O estágio de gestação é outra variável de importância que altera o consumo de vacas (Agricultural..., 1980), apresentando variações entre os valores existentes nas equações de predição. O CMS sofre redução, principalmente no terço final de gestação, devido ao aumento do volume do útero gravídico, que pode comprimir o rúmen, levando a uma diminuição da capacidade física do trato digestivo. Simultaneamente, há aumento da taxa de passagem dos alimentos e da circunferência abdominal, na tentativa de minimizar o efeito físico. Entretanto, essas adaptações

não são suficientes para prevenir a diminuição do CMS (Forbes, 1995). Ingvarsten et al. (1992) relataram que a capacidade de consumo, concernente ao efeito de preenchimento do trato gastrointestinal, é deprimida em cerca de 1,53% por semana, a partir da 26ª semana de gestação, em novilhas consumindo basicamente forragens. Estes valores são condizentes com a diminuição de 2% por semana, durante o último mês de prenhez, sugerido pelo National... (1987).

Segundo Jorge et al. (1998), parte da variação da capacidade dos ruminantes de consumir alimentos tem base genética. Entretanto, a magnitude da influência genética no consumo é de difícil determinação.

Jorge (1997) afirma que os resultados de trabalhos realizados no Brasil, comparando-se o consumo de zebuínos, taurinos e mestiços, têm-se mostrado contraditórios. O autor cita diversos trabalhos realizados em condições brasileiras, em que o consumo pelos animais Nelore variou de 88 a 103% do consumo de seus mestiços. Esse autor salienta ainda a importância de se explorarem as possíveis diferenças dentro e entre grupos genéticos, utilizando-se a seleção. Hunter & Siebert (1985), citados por Jorge et al. (1997), concluíram que os taurinos têm maior capacidade de consumo e eficiência de uso dos alimentos, quando se utilizam alimentos de boa qualidade, porém se igualam aos zebuínos quando este alimento é de média qualidade.

Trabalhos realizados em condições brasileiras (Jorge et al., 1997; Castilho Estrada, 1996; Galvão et al., 1991) têm registrado tendência de menor CMS (expresso em kg/dia) para animais da raça Nelore, quando comparados com seus mestiços. Analisando dados de animais Neloeres e de seus cruzamentos com Angus, Holandês e Normando, Castillo Estrada et al. (1997) não verificaram diferenças de

consumo (expresso como % do PV) entre grupos genéticos. Estes autores atribuíram o menor ganho de peso dos animais Nelore ao menor potencial genético destes animais em depositar massa muscular. No entanto, neste experimento, como em outros citados pelos autores, não foram encontradas diferenças de conversão alimentar entre os animais Nelore e seus cruzamentos, o que poderia creditar o menor ganho de peso dos primeiros à menor ingestão diária total de alimentos (kg/dia) verificada para este grupo.

O efeito do grupo genético sobre a digestibilidade dos nutrientes tem sido objeto de controvérsia. Enquanto alguns trabalhos têm evidenciado diferenças na digestibilidade de nutrientes entre zebuínos, taurinos e seus mestiços, outros não têm registrado diferenças significativas nesta característica (Andrade, 1992; Castillo Estrada, 1996). As diferenças citadas por estes autores (e outros mencionados por eles) referem-se, em geral, à maior capacidade de animais Nelore de digerirem os nutrientes, especialmente quando expostos a dietas de baixa qualidade, com altos teores de fibra. Esta capacidade, quando observada, tem sido atribuída principalmente ao menor consumo dos animais Nelore e, eventualmente, às diferenças anatômicas e fisiológicas entre os grupos genéticos.

O National... (2000) relaciona a capacidade de ingestão de alimentos ao tamanho corporal dos animais e cita, especificamente, animais da raça Holstein e seus cruzamentos com raças britânicas de corte, como exemplo de animais com capacidade de consumir uma maior quantidade de alimentos, em relação ao seu peso vivo. Ademais, este comitê associa ainda a capacidade de ingestão de alimentos do animal ao seu potencial genético para crescimento. Desse modo, animais com maior potencial genético para crescimento, e, portanto, maior demanda nutricional, poderiam apresentar

maior consumo alimentar. De fato, Fox et al. (1988) sugerem um aumento de 8% na estimativa da ingestão de alimentos em animais da raça holandesa e um aumento de 4% para animais cruzados (holandês x britânicos), quando comparados às raças britânicas de corte.

2.5 - Mensuração do consumo de bovinos a pasto

2.5.1 - Métodos de amostragem da dieta ingerida

Inúmeros trabalhos têm demonstrado a importância de se conhecer a qualidade da dieta selecionada pelos bovinos em pastejo, a qual possui características químicas e botânicas diferentes da forragem disponível no pasto. A dieta selecionada pelos animais, em geral, possui maior valor nutritivo que a forragem disponível, uma vez que os animais consomem as folhas em preferência aos caules e forragens verdes em detrimento do material morto (Euclides et al., 1992).

A amostragem de dietas de animais, em condições de pastejo, tem sido alvo de inúmeras investigações, as quais têm buscado ampliar a acurácia na determinação dos componentes físicos e bromatológicos ingeridos pelos animais manejados nestas condições (Detmann et al., 2004). De acordo com o mesmo autor, a colheita de extrusa esofágica tem sido apontada como melhor indicativo da dieta selecionada pelo animal. Contudo, alguns problemas têm sido relatados com a sua utilização, como: contaminação por nitrogênio salivar (Euclides et al., 1992); perda de materiais solúveis, que podem comprometer a acurácia das análises; o pouco tempo de pastejo dos animais para obtenção das amostras, fazendo com que estas não sejam representativas ou que não reflitam as mudanças que ocorrem durante o período de pastejo (McMeniman, 1997) e o inconveniente da manutenção de animais

fistulados, o que torna oneroso e laborioso o procedimento de amostragem.

A técnica do pastejo simulado vem sendo utilizada, como indicativa do material ingerido pelo animal, constituindo uma alternativa de substituição à colheita de extrusa esofágica (De Vries, 1995). Morais et al. (1998) relataram que o método de pastejo simulado é eficaz, quando existe grande quantidade de forragem disponível, sendo de fácil execução e requerendo pouco equipamento. Todavia, a maior objeção a este método de amostragem é o não conhecimento da discrepância entre a amostra e a forragem realmente consumida. Uma estimativa satisfatória da dieta selecionada por animais em pastejo pode ser feita simulando o pastejo animal, uma vez que, as amostras obtidas pelo corte rente ao solo, no topo da pastagem, ou apenas a fração foliar, não são representativas do material ingerido pelos animais (Euclides et al., 1992).

Conforme Johnson (1978), para obtenção de uma estimativa satisfatória da dieta, selecionada por animais em pastejo, a técnica do pastejo simulado deve ser realizada depois de um período prévio de observação cuidadosa, onde são observadas, além do comportamento de pastejo dos animais, a área, a altura e as partes da planta que estão sendo consumidas. Ademais, as amostras devem ser colhidas pelos mesmos observadores, manualmente, tentando simular o pastejo selecionado pelos animais.

Diversos trabalhos na literatura nacional (Euclides et al., 1992; Detmann et al., 1999; Goes et al., 2003; Clipes et al., 2005) relatam não haver diferenças em diversos parâmetros, ao compararem o pastejo simulado com as amostras de extrusas esofágicas de bovinos, pastejando diferentes forrageiras dos gêneros *Brachiaria*, *Pennisetum* e *Panicum*, sendo comprovado que a técnica do pastejo simulado, se feita adequadamente, pode constituir uma

ferramenta prática na obtenção de amostras da forragem ingerida por animais sob pastejo.

2.5.2 - Uso de indicadores e procedimentos na estimativa do consumo

Indicador é o termo utilizado para denominar material usado na estimativa, qualitativa ou quantitativa, de fenômenos fisiológicos ou nutricionais. Um indicador, portanto, é uma referência, um composto usado para monitorar características químicas (hidrólise e síntese) e características físicas (taxa de passagem) de aspectos da digestão e/ou metabólicos (Owens & Hanson, 1992). Possui grande aplicação no estudo das taxas de passagem de líquidos e sólidos, de consumo voluntário, de produção fecal e de digestibilidade de alimentos, em animais sob pastejo ou confinados, variando em sua habilidade para as determinações destes parâmetros nas diferentes dietas (Teixeira, 1997). Logo, um indicador adequado para estimar a produção fecal pode não ser apropriado para estimar a cinética, devido às características de migração do mesmo, separação de fases, inibição da digestão, efeito osmótico no intestino e quantificação, fazendo-se necessária a validação dos indicadores por meio de métodos alternativos, tais como a colheita total das fezes ou o esvaziamento ruminal (Saliba, 2005a).

Segundo Van Dyne & Meyer (1964), as técnicas de estimativa devem ser acuradas e precisas, aplicáveis aos animais individualmente e a todos os tipos de pastagem, bem como ser de fácil análise química. Quando se busca um indicador, o primeiro aspecto importante é a escolha deste e das características que ele deve possuir, tendo como principais: a indigestibilidade, a recuperação fecal completa e a fácil determinação (Kotb &

Luckley, 1972). Segundo Owens & Hanson (1992), nenhuma das substâncias usadas como indicadores preenche todas as características desejáveis, mas várias são suficientemente adequadas para fornecer dados importantes. Por esta razão, a procura de indicadores ideais constitui um dos assuntos de grande interesse na pesquisa de técnicas que facilitem estudos de nutrição animal.

Tradicionalmente, os indicadores são classificados em duas grandes categorias (Kotb & Luckey, 1972; Owens & Hanson, 1992; Moore & Sollenberger, 1997): os indicadores internos, constituintes naturais das dietas, tais como a Sílica, a Lignina, o Nitrogênio fecal, o Cromogênio, o FDN e FDA Indigestíveis e a Cinza Insolúvel em Ácido e os N-alcanos; e os indicadores externos, que consistem numa variedade de compostos inertes, como o óxido crômico, dióxido de titânio, os elementos terras raras (Lantano, Samário, Cério, Ytérbio, Disprósium), o Rutênio Fenantrolina, o Cromo mordante, utilizados para fase sólida e o Cobalto-EDTA, Cromo-EDTA, o Polietilenoglicol (PEG), utilizados para fase líquida. Recentemente, uma nova classe de indicadores foi proposta: os intra-indicadores. De acordo com esta nova denominação, não se designam substâncias únicas, mas sim grupamentos constituintes de substâncias que podem ser utilizadas como indicadores, tendo em vista que atendem as regras de um indicador característico (Saliba, 2005a).

A técnica dos indicadores talvez seja a mais amplamente utilizada e aceita para estimativas de consumo de animais em pastejo. Esta técnica foi inicialmente utilizada décadas atrás, com a finalidade de facilitar a determinação da produção fecal, realizada mediante a colheita total, procedimento bastante trabalhoso, feito com sacolas que, na maioria das vezes, provocam quedas significativas de consumo. De acordo com Detmann et al. (2004), a técnica

dos indicadores é uma alternativa para determinação do CMS a pasto e se baseia na obtenção inicial de um parâmetro básico de indigestibilidade da dieta consumida, lançando-se mão, posteriormente, de artifícios indiretos de determinação da digestibilidade da dieta. O consumo é estimado a partir da fórmula: $CMS (kg/dia) = Produção\ fecal (kg/dia) / (1 - Digestibilidade\ da\ dieta (kg/kg))$. A relação entre a dose diária do indicador e sua concentração nas fezes fornece a estimativa de produção fecal (PF), conforme descrito por Smith & Reid (1955): $Produção\ fecal (g/dia) = Quantidade\ do\ indicador\ fornecido (g) / Quantidade\ do\ indicador\ nas\ fezes (g/g\ de\ MS)$.

Dentro do procedimento básico da técnica dos indicadores, uma vez conhecida a produção fecal, parâmetro referência de indigestibilidade, o próximo passo é estimar, de forma indireta, a digestibilidade a partir de amostras representativas da dieta ingerida, geralmente provenientes de pastejo simulado ou de fistula esofágica. Os métodos empregados neste procedimento são, geralmente, a digestibilidade *in vitro* ou a digestibilidade *in situ*. Entretanto, outros métodos para determinação da digestibilidade têm sido propostos, como é o caso da produção de gás *in vitro*, do uso de constituintes indigestíveis da dieta (Marcadores Internos) e também da Espectroscopia de Reflectância do Infravermelho Próximo (NIRS), sendo esta última, promissora na determinação da digestibilidade de forrageiras (Moore & Sollenberger, 1997).

O procedimento de digestibilidade *in vitro* de dois estádios (Tilley & Terry, 1963), em estudos comparativos de digestibilidade com forrageiras, está bem estabelecido e possui alta precisão, sendo amplamente utilizado na determinação indireta da digestibilidade dietética, em estudos de consumo a pasto (Astigarraga, 1997). No entanto, especialmente em situações que envolvem a

suplementação de bovinos em pastejo com concentrados, este procedimento pode não simular as alterações na digestibilidade por efeito associativo, nível de consumo e taxa de passagem observadas *in vivo* (Cochran et al., 1986). Holechek et al. (1986), ao avaliarem o consumo de nove forrageiras em novilhos, concluíram que em seis espécies o consumo não foi estimado corretamente, o que foi atribuído por esses autores à ineficácia da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Em adição, Soares et al. (1999), ao avaliarem o consumo de vacas estabuladas, por intermédio da aplicação de óxido crômico e do emprego da DIVMS, afirmaram que houve superestimativa do consumo, quando comparado aos valores obtidos por pesagem direta. Detmann et al. (2001) sugeriram que a DIVMS seria inadequada para aplicação em estudos de consumo e digestão com animais em pastejo suplementados com concentrado, recomendando o uso de resíduos indigestíveis, notadamente matéria seca indigestível (MSi) ou fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), como indicadores internos, para estimativa indireta da digestibilidade da dieta e do CMS, em animais sob pastejo. No entanto, Almeida (1998) não encontrou diferenças entre a DIVMS e FDNi, ao estimar o consumo de novilhos em pastejo. Diversos estudos têm demonstrado recuperação inconstante dos resíduos indigestíveis da fibra, decorrentes de falhas no processo de isolamento destes indicadores, havendo a necessidade de estudos de validação e padronização dos métodos de avaliação, para uma melhor precisão dos processos de estimativa da digestibilidade, em diferentes situações e dietas (Detmann et al., 2004).

2.5.3 - O uso do cromo na estimativa de consumo

O cromo, do grego *chroma* (cor), foi descoberto e isolado por Vauquelin, em 1797. Este é um mineral de transição, que se

apresenta nos estados de oxidação 0, 2⁺, 3⁺ e 6⁺ (McDowell, 1992). A absorção do cromo de fontes inorgânicas é baixa, variando de 0,4 a 3% (Anderson, 1987). Esta característica faz com que este microelemento seja utilizado como um indicador da passagem de alimentos e nutrientes, através do trato digestivo. Seu uso como indicador foi proposto em 1918, em estudo com vacas leiteiras, e desde então vem sendo extensivamente utilizado como indicador externo na estimativa da produção fecal. O sesquióxido de cromo (Cr₂O₃) é um dos vários compostos de cromo com características de indicador inerte, podendo ser utilizado na forma radioativa ou não.

Entre os indicadores existentes, o óxido crômico tem sido o mais amplamente empregado na determinação da excreção fecal (Prigge et al., 1981; Astigarraga, 1997), apresentando as vantagens de ser barato, facilmente incorporado na dieta e analisado com relativa facilidade (Merchen, 1988). Apesar destes fatos, Titgemeyer (1997), em extensa revisão, verificou que sua recuperação fecal não é completa, principalmente em função da variabilidade dos resultados obtidos pela metodologia de análise, especialmente em animais sob pastejo. Além disso, apresenta outras limitações, como variação de excreção entre animais, variação diurna de sua excreção nas fezes (Owens & Hanson, 1992), incompleta mistura com a digesta ruminal (Coelho da Silva et al., 1968), passagem mais rápida pelo rúmen que o material fibroso (Van Soest, 1994) e, por fim, propriedade carcinogênica (Peddie et al., 1982). Em função destes inconvenientes, novos indicadores têm sido estudados e vêm freqüentemente substituindo o óxido crômico em estudos de digestibilidade.

Segundo Rocha (1987), fatores relacionados à recuperação do indicador, tais como, variação diária na sua excreção, tipo e horário de alimentação, forma de administração, número de doses, método e

horário de amostragem das fezes, duração dos períodos de adaptação e de colheita, e outros relacionados aos processos analíticos, podem influenciar a precisão da estimativa de excreção fecal por este método.

Euclides et al. (1993) não encontraram diferença significativa entre a excreção de Cr_2O_3 nas fezes colhidas pela manhã ou à tarde. Porém, Oliveira et al. (2001) administrando cinco gramas de óxido crômico, duas vezes ao dia, durante 12 dias (colheita nos cinco últimos dias), observaram variação no padrão de excreção fecal entre dias e turnos, sendo maiores as excreções nos três primeiros dias de colheita e no período da manhã. Viana (1959), citado por Lima (1976), de forma semelhante, verificou recuperação satisfatória do óxido crômico com as fezes colhidas pela manhã (98,89%), em relação as amostras da tarde (76,56%).

Saliba et al. (2002), comparando o uso de diversos indicadores na determinação da produção fecal em ovinos em relação ao método de colheita total de fezes, observaram que para o óxido crômico, a recuperação fecal foi de 80,52%, com coeficiente de variação de 36,8%. A produção fecal calculada pelo óxido crômico diferiu ($p < 0,05$) da produção de fezes pela colheita total, cujos valores foram de 274,17g e 340,87g, respectivamente, indicando uma subestimativa da produção fecal em 19,57%, com o uso do óxido crômico.

O período de adaptação depende de quando o ponto de equilíbrio, entre ingestão e excreção do indicador, é atingido. Esta concepção acaba tornando-se extremamente teórica, uma vez que grandes variações são observadas no modelo diário de excreção fecal do óxido crômico (Coelho da Silva et al., 1968; Hopper et al., 1978 e Prigge et al., 1981). Em condições de pastejo, devido ao comportamento infrequente de alimentação,

o "equilíbrio" pode nunca ser atingido, levando-se à majoração do erro na determinação da excreção fecal (Owens & Hanson, 1992). Na literatura, o procedimento tradicional de utilização deste indicador consiste na aplicação de duas doses diárias, de mesmo peso, em intervalos de tempo definidos e com colheitas concomitantes, sendo necessário um período de adaptação de cinco a sete dias, anterior ao início da colheita de fezes, com o intuito de se alcançar um nível estável entre a ingestão e a excreção do indicador (Hopper et al., 1978).

Segundo Lima (1976), os experimentos com bovinos, ovinos e caprinos mostram que um período de adaptação de quatro a sete dias e um igual período de colheita de fezes proporcionam resultados satisfatórios e que a administração do marcador, antes do período de maior intensidade de pastejo, apresenta excreção mais uniforme que a administração após a alimentação. Oliveira et al. (2004) compararam diferentes períodos de adaptação utilizando óxido crômico como indicador e observaram resultados semelhantes entre as estimativas de consumo a partir do quarto dia de adaptação.

A curva de excreção do óxido crômico possui comportamento cíclico simétrico, com um ponto de máximo e um de mínimo valor de concentração fecal, cujo comprimento para total ciclização está próximo de 24 horas (Hopper et al., 1978). Segue um padrão em série temporal estacionária, que gira em torno de um valor médio, esperado ser equivalente a 100% de recuperação do indicador e do valor real de excreção fecal. Segundo Prigge et al. (1981) e Burns et al. (1994), o emprego de duas aplicações diárias leva à redução da amplitude total de variação em torno da média, tornando o perfil de excreção mais estável e próximo do equilíbrio desejado (Owens & Hanson, 1992). De fato, Prigge et al. (1981), ao avaliarem a excreção fecal em vacas estabuladas, relataram que uma única

aplicação diária de óxido crômico, com colheita concomitante, subestimou a excreção fecal, sendo que a aplicação de duas doses diárias, de cinco gramas cada, durante 12 dias, resultou em estimativas semelhantes ao procedimento de colheita total. Também Detmann et al. (2001), trabalhando com animais mestiços (Limousin x Nelore) em pastagens de *Brachiaria decumbens*, concluíram o mesmo, recomendando a aplicação de duas doses diárias, às 8 e 17 horas. Estes investigadores ressaltaram, no entanto, que a utilização de animais treinados ao manejo experimental é essencial, tendo como objetivo reduzir o nível de interferência sobre o comportamento de pastejo.

Ao se trabalhar com animais em pastejo, a cada fornecimento de indicador, os animais devem ser deslocados até o curral e contidos, o que amplia o estresse, podendo alterar o comportamento de pastejo, o consumo e, conseqüentemente, a excreção fecal (Burns et al., 1994). Assim, a redução na aplicação de óxido crômico, para uma dosagem diária, pode resultar em menores níveis de interferência no comportamento de pastejo animal, gerando resultados mais exatos, quando comparados aos reais, sem interferência (Owens & Hanson, 1992). De um ponto de vista etológico, o constante manejo de contenção imposto aos animais pode levá-los à habituação ao processo experimental, de forma que o nível de interferência, observado em um período prévio, seja gradativamente reduzido. Assim, a utilização de animais treinados ou habituados com o manejo experimental é uma condição essencial para a condução do processo avaliativo de consumo e digestão sob pastejo, fazendo com que o número de contenções diárias perca quantitativamente sua importância, como variável de interferência sobre o nível de consumo de animais em pastejo.

Oliveira et al. (2004), avaliando diferentes períodos de fornecimento de óxido crômico

para estimar o consumo de bovinos Nelore, em pastagens de *Brachiaria decumbens*, forneceram 10g de Cr₂O₃ diariamente, às 15 horas, em dose única. Os tratamentos utilizados foram de seis dias (três dias de adaptação + três dias de coleta), sete dias (quatro dias de adaptação + três dias de coleta), oito dias (cinco dias de adaptação + três dias de coleta) e 12 dias (sete dias de adaptação + cinco dias de coleta). A digestibilidade da forragem foi obtida pela colheita de extrusa de dois animais fistulados no esôfago. Estes autores não encontraram diferenças ($p > 0,05$) no consumo e na concentração de cromo excretado nas fezes, nos tratamentos de sete, oito e 12 dias, sendo os valores de consumo estimados de 2,05%, 2,03% e 1,93% do PV, respectivamente. Os autores concluíram que o fornecimento por sete e oito dias permitiu estimar satisfatoriamente o CMS.

2.5.4 - O uso do LIPE[®] na estimativa de consumo

Van Soest (1994) relata que a lignina é o mais importante componente da parede celular secundária que limita a digestibilidade. A lignina tem sido utilizada como indicador interno, desde que as pesquisas demonstravam a sua característica de não ser digerida pelos animais e apresentavam recuperação quantificável nas fezes. No entanto, vários trabalhos vêm demonstrando que esse polímero fenólico pode ser degradado e/ou ter a sua estrutura primária modificada após passagem pelo trato gastrointestinal, resultando em baixa recuperação fecal. De acordo com Fahey & Jung (1983), a digestibilidade da lignina, observada em várias dietas, variou de 27,9 a 53,3%, demonstrando que a sua utilização como indicador é questionável. Van Soest (1994) cita que em gramíneas jovens e espécies vegetais com baixas concentrações de lignina, o seu menor grau de polimerização pode ocasionar uma digestibilidade da ordem de 20 a 40%. Além

disso, dados variáveis obtidos com o uso da lignina são atribuídos às técnicas analíticas para sua quantificação, que são muito empíricas e pouco sensíveis (Van Soest, 1994; Saliba, 1998). Devido a estes fatores, recentemente o uso da lignina isolada e enriquecida com grupamentos fenólicos foi proposto como indicador externo para as determinações da excreção fecal e das estimativas de consumo de animais sob pastejo.

A crescente ampliação no plantio de eucalipto, como fonte de celulose para a indústria de papel, fez com que, nos últimos anos, muitas pesquisas relacionadas ao estudo da composição químico-estrutural e das propriedades físico-químicas da lignina fossem realizadas, em função, principalmente, do interesse da sua eliminação como contaminante da celulose (Vasconcellos, 2004). Em uma revisão sobre o assunto, Rodriguez et al. (2006) descreveram o histórico das pesquisas com o uso da lignina isolada como indicador. As primeiras pesquisas relacionadas à lignina isolada se iniciaram a partir dos trabalhos realizados no Departamento de Química, do Instituto de Ciências Exatas (ICEX) da UFMG, onde um grupo de pesquisadores (Morais et al., 1991; Piló-Veloso et al., 1993; Moraes et al., 1994) conseguiram extrair e caracterizá-la estruturalmente a partir do eucalipto. Conjuntamente, iniciava-se no Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG um estudo abrangente, envolvendo o isolamento da lignina de palhas de resíduos de cultura de milho e soja, seus efeitos sobre a digestibilidade da fibra e comportamento como indicador em ruminantes (Saliba, 1998; Saliba et al., 1999a).

Saliba et al. (1999b) utilizaram os resíduos da cultura do milho e da soja, para isolamento da lignina por meio de solventes orgânicos. As ligninas isoladas, incubadas no rúmen durante 24 horas, não sofreram alterações e, quando observadas ao

microscópio eletrônico de varredura, não foram identificadas bactérias ou colônias de bactérias. Através deste estudo concluiu-se que as ligninas isoladas dos resíduos da cultura do milho e da soja são indigestíveis, podendo estas ser usadas como indicador externo de digestibilidade.

Saliba et al. (2002) estudaram a lignina isolada da palha de milho, caracterizando-a, química e ultra estruturalmente e pesquisaram seu fornecimento diário para ovinos por meio de cápsulas de gelatina, comparando-a com o método de colheita total de fezes e com outros indicadores: externos (óxido crômico e cloreto de itérbio) e internos (metoxila, fibra detergente ácido indigestível e lignina Klason). Não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) entre as produções fecais estimadas pelos diferentes indicadores e entre as recuperações fecais dos mesmos. A produção fecal estimada pelos indicadores diferiu ($p < 0,05$) da colheita total somente quando se utilizou a metoxila e o cromo como indicadores. Os autores concluíram que, apesar da lignina isolada do resíduo do milho ser indigestível, o seu isolamento para ser utilizada como indicador não se justificava, pois a mesma não se destacou em relação aos indicadores comumente utilizados nestes ensaios e apresentou um alto coeficiente de variação (54%) dos dados de produção fecal, sugerindo que a lignina isolada poderia não se misturar uniformemente com a fase sólida intestinal.

A partir de então, novas fontes foram estudadas para isolamento da lignina. Em 2002, pesquisadores da EV-UFMG começaram a trabalhar a molécula da lignina, no sentido de otimizar a sua determinação nas fezes. Saliba et al. (2003a) isolaram a lignina do *Eucalyptus grandis* e a enriqueceram com grupamentos fenólicos, não comumente encontrados na lignina da dieta animal. Esse trabalho deu origem a um hidroxifenilpropano modificado e enriquecido denominado LIPE[®], um

indicador externo de digestibilidade desenvolvido especificamente para pesquisas.

O LIPE[®] foi inicialmente utilizado em coelhos, para a determinação do consumo e digestibilidade, sendo comparado à colheita total de fezes. As estimativas de produção fecal e digestibilidade revelaram a eficiência do LIPE[®] como indicador externo, não apresentando diferenças estatísticas com relação à colheita total.

Em seguida, Saliba et al. (2003b) determinaram o valor nutritivo do feno de tifton-85 para ovinos, por meio de ensaios de digestibilidade *in vivo* com colheita total de fezes em comparação à digestibilidade estimada pela LIPE[®]. Neste estudo, o coeficiente de digestibilidade estimado foi similar nas duas técnicas empregadas, sendo os valores de coeficiente médio de digestibilidade de 63,23% e 64,78% e produção fecal de 365,39 g/dia e 383,07 g/dia, para a técnica *in vivo* e para o LIPE[®], respectivamente.

Saliba et al. (2004) caracterizaram a estrutura da LIPE[®] antes e após a exposição ao trato gastrointestinal de ovinos. Estes autores observaram na microscopia eletrônica de varredura que a molécula do LIPE[®] possui integridade do polímero semelhante às ligninas de madeiras duras (Figura 1). Neste estudo, o LIPE[®] foi totalmente recuperado nas fezes, sendo idêntico ao fornecido, indicando que sua passagem pelo trato gastrointestinal ocorreu sem modificações, digestão ou absorção.

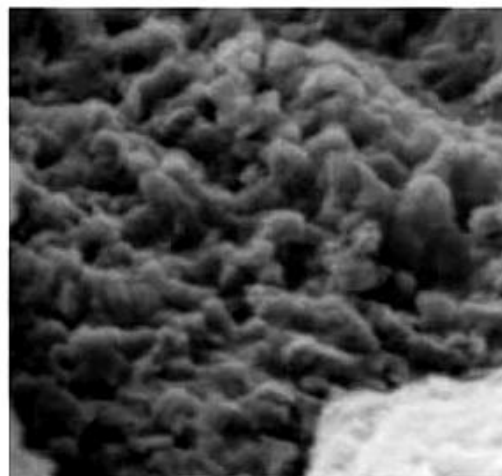


Figura 1 - Microscopia eletrônica de varredura (SEM), LIPE[®] com aumento de 20000 vezes. Fonte: Saliba et al. (2004).

Uma série de experimentos foi conduzida para investigar o uso do LIPE[®] como indicador externo em diferentes espécies animais: coelhos, ovinos, aves, suínos e eqüinos. Comparou-se o uso deste indicador com outros indicadores e com a colheita total de fezes na avaliação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca, consumo voluntário e produção fecal, não sendo encontradas diferenças estatísticas entre os indicadores, para os parâmetros estudados. A taxa de recuperação fecal do LIPE[®] foi de 97,9% e 99,3% para os coelhos, 95,9% nos ovinos, 102,6% e 94,6% nos suínos (Saliba et al. 2003c) e 96 % nos eqüinos (Lanceta, 2005). Com frangos de corte, o LIPE[®] também mostrou ser um bom indicador de digestibilidade de nutrientes e da energia de vários alimentos, comparado com o método padrão de colheita total (Saliba et al. 2005b). Estes estudos mostram que o LIPE[®] é um indicador externo confiável para estudos de digestibilidade nestas espécies.

Segundo Saliba (2005a), o LIPE[®] não apresenta variação diurna de excreção nas fezes. Além disso, a uniformidade na comparação dos valores de produção fecal, obtidos pelo LIPE[®] entre as diferentes formas de amostragem de fezes, sugere que

a amostragem única, em horário fixo, pode ser empregada com segurança, em função da uniformidade de distribuição deste indicador nas fezes. Para ruminantes, o período de adaptação, para que sua excreção seja uniforme, é de 48 horas. O período experimental para a colheita de fezes é satisfatório com cinco dias de repetição.

Oliveira (2005), comparando as estimativas de consumo e de excreção fecal a partir do óxido crômico e do LIPE[®], em bovinos Nelores, em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, avaliou dois tempos de adaptação para estes indicadores, tratamentos de curta adaptação em três dias (óxido crômico em curta adaptação - OCC e

LIPE em curta adaptação - LIPEC); e tratamento de longa adaptação em sete dias (OCL e LIPEL). As médias de excreção fecal e consumo, estimados por estes indicadores, foram semelhantes entre si ($p>0,05$). O consumo estimado de matéria seca foi de 2,12%, 2,09%, 2,16% e 2,10% do peso vivo para os tratamentos OCC, LIPEC, OCL e LIPEL, respectivamente. O autor concluiu que o LIPE[®] mostrou ser um indicador externo capaz de estimar a excreção fecal e o consumo de bovinos a pasto. Os períodos de adaptação de três dias (tratamento de curta adaptação) foram suficientes para estabilizar a concentração dos indicadores óxido crômico e LIPE[®] nas fezes dos animais (Figura 2).

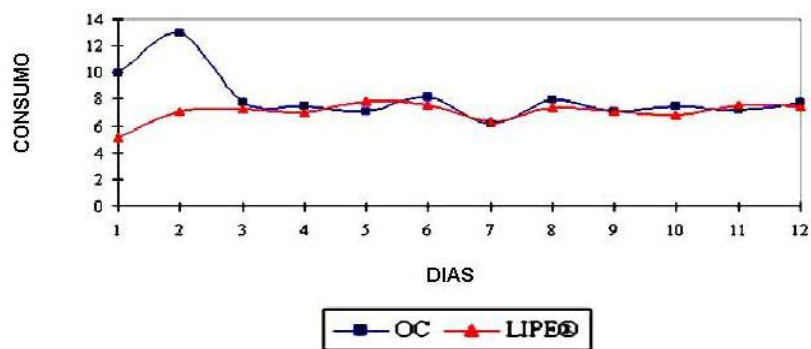


Figura 2 - Consumos diários de pasto de *Brachiaria brizantha* por bovinos de corte, estimados pelos indicadores óxido crômico e LIPE[®]. Fonte: Oliveira (2005)

Em suma, infere-se que a estimativa da produção fecal por intermédio do LIPE[®], em ruminantes, é viável e constitui procedimento alternativo às técnicas tradicionais, o que pode tornar mais simples os procedimentos experimentais.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Local, clima e período experimental

O experimento foi conduzido durante o período de 23 de maio a 06 de junho de

2005, na Fazenda Lagoa Grande, localizada no município de Medeiros Neto, situado no extremo sul do estado da Bahia, sob as coordenadas geográficas aproximadas de 17°24' de latitude sul e 40°15' de longitude oeste. A área ocupada pela exploração é de 1.996,63 ha, sendo a maior parte destinada à atividade pecuária, baseando-se em um esquema de módulos de pastejo com carga animal rotacionada, em gramíneas do gênero *Brachiaria*, com três espécies predominantes: *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria humidicola*.

A propriedade está situada em uma região de clima tropical, onde as temperaturas médias mensais variam de 21 a 26 graus centígrados (°C). A precipitação média anual é de 900

mm relativamente bem distribuídos ao longo do ano, sendo que no período entre julho e setembro verificam-se geralmente os valores mais baixos (Figura 3).

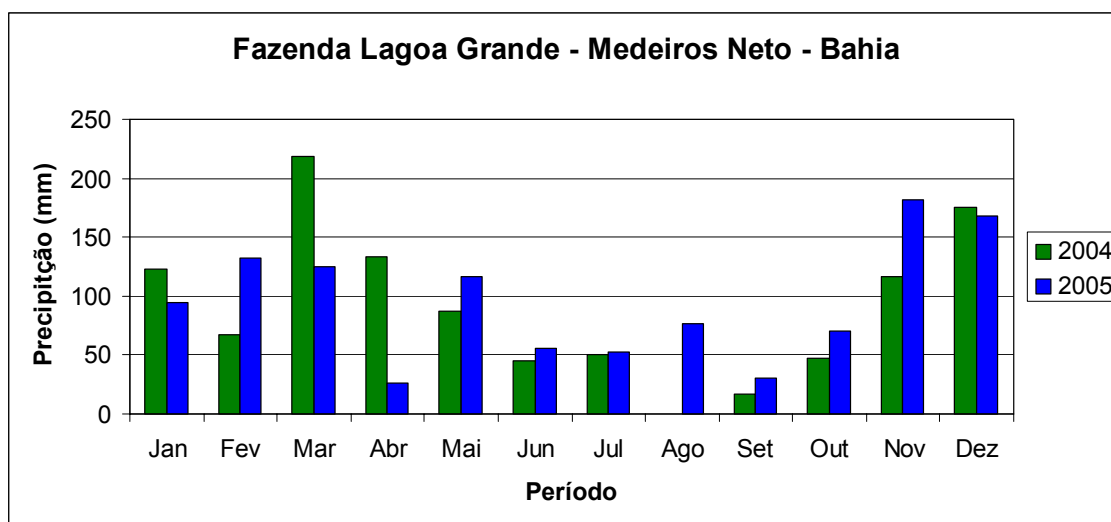


Figura 3 - Distribuição pluviométrica mensal nos anos de 2004 e 2005 na fazenda Lagoa Grande.

Amostras de solo foram colhidas durante o período experimental, sendo posteriormente analisadas no laboratório de Química Agrícola do Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), em Belo Horizonte. Em relação ao solo, sua textura é, na maior parte da fazenda, arenosa. A fração areia (areia grossa + areia fina) atinge, em média, os 87%, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Textura do solo da área experimental

	Textura (%)			
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
Módulo 1	81,5	6,1	0,96	11,44
Módulo 2	82,9	4,1	0,84	12,16
Média	82,2	5,1	0,90	11,80

Quanto às características químicas do solo, destaca-se o baixo teor de matéria orgânica e o baixíssimo teor de fósforo, típico da região onde está localizada a fazenda (Tabela 2).

Tabela 2 - Composição química do solo da área experimental

	Módulo 1	Módulo 2	Média
MO (dag/kg)	2,02	2,02	2,02
pH (H ₂ O)	6,2	5,9	6,05
N (dag/kg)	0,1	0,1	0,1
H+Al*	1,64	2,17	1,91
Al*	0,01	0,06	0,04
Ca*	1,3	1,32	1,31
Mg*	0,41	0,5	0,46
P **	<1	1,1	1,0
K **	120	186	153
V (%)	55,09	51,46	53,28

* cmol.carga/dm³; ** mg/dm³

3.2 - Área experimental e instalações

Para o experimento, foram utilizados piquetes com área de 15,97 ha, de um módulo de pastejo de 126,07 ha, cultivado com *Brachiaria decumbens*. Os piquetes eram delimitados por cerca elétrica e os animais tinham acesso a uma praça de alimentação, que possuía um bebedouro artificial com 6 m de diâmetro, comum para

vacas e bezerros e cochos individuais. Para vacas, havia um cocho de alvenaria para fornecimento de suplemento mineral, com 6 m de comprimento por 0,7 m de altura. Para os bezerros, a suplementação era feita por meio do “creep-feeding”, com cobertura galvanizada e cocho central de madeira com 3 m de comprimento e 0,35 m de altura. A 300 metros do módulo, estava o curral onde foram feitos todos os fornecimentos de indicadores e colheita das fezes, bem como a pesagem dos animais e a determinação da quantidade de leite ingerida pelos bezerros.

3.3 - Animais, tratamentos e delineamento experimental

As vacas utilizadas no experimento eram primíparas, provenientes de cruzamento industrial (Red-Norte[®]), com a seguinte composição genética: 50% Senepol, 25% Santa Gertrudes, 12,5% Tabapuã e 12,5% Red Angus. Os bezerros utilizados eram produtos destas vacas, inseminadas com um touro da raça Senepol.

O trabalho foi dividido em dois experimentos:

Experimento 1: Avaliou-se o consumo voluntário de pasto e o consumo total de matéria seca (CMS) de 12 bezerros de corte lactentes, de ambos os sexos, com idade média de 210 dias e peso médio de 175,33 kg para os machos e 160,75 kg para as fêmeas, em pastejo de *Brachiaria decumbens*, com a utilização de dois indicadores: óxido crômico e LIPE[®]. Estes animais receberam no creep-feeding suplementação com mistura múltipla de minerais e farelos (MM), *ad libitum*, com um consumo esperado de aproximadamente 80g/animal/dia. Os níveis de garantia por kg de produto estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3 - Níveis de garantia por kg dos suplementos utilizados para os animais

	Mist. Múltipla (bezerros)	Suplem. Mineral (Vacas)
Ca	41,8 g	52,7 g
P	26,4 g	29,6 g
Na	34,85 g	277,5 g
Mg	8 g	4,95 g
S	15 g	12,5 g
Mn	1804 mg	600 mg
Zn	5000 mg	2520 mg
Cu	1000 mg	1000 mg
Co	52 mg	75 mg
I	120 mg	105 mg
Se	27 mg	22,5 mg
PB	18,34%	-
NDT	62,12%	-

Para a análise estatística foram utilizados 12 bezerros (seis machos e seis fêmeas) de mesmo grau de sangue, filhos de vacas primíparas e do mesmo touro. Cada bezerro recebeu os dois tratamentos (Óxido crômico e LIPE[®]) simultaneamente, em um delineamento experimental inteiramente ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, sendo o sexo a parcela e os indicadores a subparcela.

A Tabela 4 representa o esquema da análise de variância adotado na avaliação do consumo nos diferentes sexos e métodos de estimativa.

Tabela 4 - Análise de variância do experimento 1

Fonte de Variação	Graus de liberdade
Total (parcelas)	11
Sexo	1
Erro a	10
Total (Subparcela)	23
Indicadores	1
Interação Sexo x Indicad.	1
Erro b	10

Experimento 2: Avaliou-se o consumo total de matéria seca (CMS) de 12 vacas primíparas de corte, com idade média de 28 meses, peso médio de 365,25 kg e com período de lactação de aproximadamente 210 dias, em pastejo de *Brachiaria decumbens*, com a utilização de dois indicadores: óxido crômico e LIPE®. Todas as vacas receberam suplemento mineral, *ad libitum*, em cochos apropriados, de acordo com os níveis de garantia por kg de produto descritos na Tabela 3.

Para a análise estatística foram utilizadas 12 vacas primíparas, do mesmo grau de sangue, recebendo os dois tratamentos simultaneamente, em um delineamento experimental em blocos ao acaso.

A Tabela 5 representa o esquema da análise de variância adotado na avaliação do consumo de vacas pelos diferentes métodos de estimativa.

Tabela 5 - Análise de variância do experimento 2

Fonte de Variação	Graus de liberdade
Total	23
Tratamentos (Indicadores)	1
Bloco (Animais)	11
Erro experimental	11

3.4 - Procedimentos e cálculos

As vacas e os bezerros foram pesados no início e no final do período experimental, sendo determinado o ganho de peso médio diário. Ao se relacionar o consumo ao peso vivo dos animais, utilizou-se como referência o peso médio do período experimental. O peso metabólico foi obtido a partir do peso médio de cada animal, elevando-o a 0,75, conforme descrito no National... (2000).

Os consumos do suplemento mineral e da mistura múltipla foram mensurados durante o período experimental, anotando-se a quantidade de suplemento colocado no

cocho, neste período, menos a sobra recolhida no último dia, sendo este valor dividido pelo número de cabeças e dias de intervalo. Foram colhidas amostras de suplementos para análises quanto ao teor de matéria seca 105°C (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral, cálcio (Ca) e fósforo (P), realizadas no Laboratório de Nutrição da Escola de Veterinária da UFMG.

3.4.1 - Avaliação da disponibilidade da forragem

Para estimativa da disponibilidade de MS da forragem por área e por unidade animal, foram feitas amostragens da pastagem através da técnica agrônômica do corte zero (Santos et al., 1998; Lopes et al., 2000), seguindo a metodologia descrita por McMeniman (1997). Foram feitas amostragens agrônômicas por intermédio do corte de cinco áreas, por meio de quadros confeccionados de tubos de polietileno (PVC), de ¾ polegada (20 mm), com 1 metro de lado, perfazendo um espaço exato de 1m², segundo descrito por Hudgson (2000) para forrageiras do gênero *Brachiaria*. Estes foram lançados de forma aleatória dentro do piquete, efetuando-se o corte ao nível do solo (Figura 4). Além disso, foram mensuradas as alturas em cinco pontos distintos dentro de cada quadro lançado e outras 50 alturas em áreas adjacentes, casualmente, perfazendo um total de 75 pontos aleatórios, dentro do piquete, com o objetivo de se estimar a produção total de MS por hectare. A altura foi mensurada mediante discreta compressão manual na área de lâminas foliares do relvado do pasto, a fim de criar uma uniformidade de leitura. Após a pesagem do material cortado, procedeu-se à homogeneização das amostras, das quais foram retiradas duas alíquotas compostas, uma para análise de disponibilidade total e outra para determinação do percentual da matéria seca verde (MSV) e da matéria seca morta (MSM). As amostras foram

congeladas a -5°C e, posteriormente, foram pré-secadas em estufa a 65°C por 72 h, obtendo-se a matéria pré-seca, base para o

cálculo da proporção de matéria verde e morta presente na forragem disponível, após correção para matéria seca a 105°C.



Figura 4 - Corte da pastagem para avaliação da disponibilidade.

No cálculo da quantidade de MS disponível foram utilizadas as seguintes fórmulas:

- *Disponibilidade total (kg MS/ha) = (Peso médio dos quadrados (kg) / Altura média do relvado nos quadrados (cm)) x Altura média do piquete (cm) x 10000 x Porcentagem de MS da amostra.*
- *Disponibilidade (kg MSV/ha) = (Peso médio do relvado nos quadrados (kg) / Altura média do relvado nos quadrados (cm)) x Altura média do piquete (cm) x 10000 x Proporção de MSV da amostra pré-seca x Porcentagem de MS da amostra verde.*
- *Disponibilidade de forragem (% PV) = (Peso total dos animais (kg) x 100) / Disponibilidade de MS (kg) na área total.*

3.4.2 - Avaliação da digestibilidade da forragem

Para determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da forragem pastejada, foram feitas amostragens do material ingerido pelos animais por meio da técnica do pastejo simulado conforme

Johnson (1978), procurando-se extrair frações da pastagem semelhantes àquelas que os animais selecionavam no piquete, a partir da observação do comportamento de pastejo dos animais, além da observação da área, altura e partes da planta que estavam sendo consumidas. As amostras foram colhidas, homogêneas e, no final do período, foi feita uma amostragem composta dos dias de colheita. As amostras de forragem foram conservadas congeladas a -5°C para posteriores análises laboratoriais. No Laboratório de Nutrição da Escola de Veterinária da UFMG, foram descongeladas à temperatura ambiente, secas a 65°C por 72 horas em estufa de ventilação forçada, processadas em moinho estacionário "Thomas-Willey" modelo 4, usando peneira de abertura de malha de 1 mm e analisadas quanto ao teor de matéria seca 105°C (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinzas (CZ), cálcio (Ca) e fósforo (P) (Association..., 1980); digestibilidade *in vitro* da matéria seca (Tilley & Terry, 1963); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) (Van Soest et al., 1991); nutrientes digestíveis totais (NDT), calculado pela fórmula: $NDT = DIVMS - Cinzas + 1,25 \times EE + 1,9$, segundo Van Soest (1994) e carboidratos não fibrosos (CNF), calculado segundo Sniffen et al.

(1992) pela fórmula: $CNF = 100 - (\%PB + \%FDN + \%EE + \%Cinzas)$.

3.4.3 - Avaliação da produção de leite

O CMS total dos bezerros foi calculado pela soma do consumo voluntário de MS do pasto, do CMS do leite e do CMS da mistura múltipla (MM). A ingestão de leite dos bezerros foi calculada pela estimativa de produção de leite das vacas. Esta quantificação foi realizada antes de se iniciar a aplicação dos indicadores, de forma a não interferir no consumo de forragem. Foram utilizados vinte e quatro vacas com seus respectivos bezerros, sendo doze machos e doze fêmeas. Para a avaliação da produção de leite foi utilizada a metodologia indireta, descrita por Melton et al. (1967). Os bezerros foram separados das vacas às 12 h e colocados para mamar novamente às 18 h, perfazendo um intervalo de seis horas com o objetivo de promover o esgotamento completo do úbere. Após este procedimento, os bezerros eram apartados e permaneciam no curral até às 6 h do dia seguinte. A estimativa foi feita pela diferença de peso do bezerro antes e após a mamada, sendo o valor encontrado referente à produção de leite em doze horas, que foi multiplicado por dois, para estimar a produção de leite em 24 h (Figura 5).



Figura 5 - Vacas e bezerros durante a avaliação do consumo de leite.

Para o cálculo do CMS e nutrientes do leite, foram utilizados os valores médios de referência da composição do leite (Tabela 6), segundo Brasil (1952); National... (2001) e Valadares Filho et al. (2006).

Tabela 6 - Composição média do leite

Composição	
Água	87,00%
Extrato Seco Total (MS)	13,00%
Proteína	3,50%
Lactose	4,90%
Gordura	3,90%
Cinzas	0,70%
Ca	0,13%
P	0,10%

Fonte: Brasil (1952); National... (2001) e Valadares Filho et al. (2006).

3.4.4 - Avaliação de consumo voluntário de forragem

O consumo de forragem pelos animais foi estimado pelo método indireto, que consiste na razão entre a produção fecal diária e a digestibilidade da forragem consumida. A estimativa de consumo foi feita utilizando óxido crômico e LIPE[®], como indicadores externos (Figura 6). Os indicadores foram administrados diariamente às oito horas da manhã em dose única, com auxílio de uma sonda, diretamente no esôfago dos animais. O óxido crômico foi fornecido enrolado em papel de celulose, por 12 dias consecutivos (sete dias de adaptação e cinco dias de colheita) em 1 dose diária de 8 g por bezerro/dia e 10 g por vaca/dia. O primeiro fornecimento do LIPE[®] foi no quinto dia de fornecimento do óxido crômico para que o período de colheita das fezes fosse o mesmo. O LIPE[®] foi fornecido na forma de cápsulas, numa dose de 0,5 g/animal/dia, para bezerros e vacas, por um período de sete dias (dois dias de adaptação e cinco dias de colheita), juntamente com o óxido crômico.



Figura 6 - Indicadores usados na estimativa da produção fecal e consumo. A: Óxido crômico, enrolado em papel de celulose. B: Cápsulas de LIPE®.

A colheita das fezes iniciou-se no oitavo dia de fornecimento do óxido crômico (terceiro dia de fornecimento do LIPE®) e esta foi colhida diretamente do reto do animal, em sacos plásticos identificados, no mesmo horário de fornecimento dos indicadores, durante cinco dias consecutivos (Figura 7). As amostras foram congeladas a -5°C e, ao final do período, foi feita uma amostra composta de cada animal para posteriores análises laboratoriais. No laboratório, as amostras de fezes foram descongeladas em temperatura ambiente, secas a 65°C por 72 horas, em estufa de ventilação forçada, moídas e analisadas quanto ao teor de cromo e LIPE®.



Figura 7 – Colheita de fezes dos bezerros.

A determinação da concentração de cromo nas fezes foi feita pela espectrofotometria de

absorção atômica (EAA), conforme Williams et al. (1962). O aparelho utilizado foi o espectrofotômetro de absorção atômica Hitachi, modelo Z-8200. A produção fecal (PF), utilizando-se óxido crômico, foi calculada segundo Smith & Reid (1955), pela fórmula:

- $$\text{Produção fecal (kg MS/dia)} = (\text{g de Cr ingerido por dia} / \text{Concentração do indicador nas fezes em g Cr/kg MS})$$

Para obtenção da DIVMS, as amostras de pastejo simulado foram submetidas ao procedimento de digestibilidade *in vitro* de dois estágios, proposto por Tilley & Terry (1963). O CMS total das vacas foi calculado segundo Moore & Sollenberger (1997), pela equação:

- $$\text{Consumo total de matéria seca (kg/dia)} = \text{Produção fecal (kg MS/dia)} / (1 - \text{Digestibilidade "in vitro" da matéria seca da forragem})$$

Para bezerros, o CMS total foi determinado pela equação abaixo, sendo considerado o valor de digestibilidade de 90% para o leite e suplemento, conforme o Nacional... (2001).

- *Consumo total de matéria seca (kg/dia)*

$$= [(Produção\ fecal\ total\ (kg\ MS\ /dia) - contribuição\ do\ leite\ para\ a\ produção\ fecal\ (kg\ MS/dia) - contribuição\ do\ suplemento\ para\ a\ produção\ fecal\ (kg\ MS/dia) / (1 - Digestibilidade\ "in\ vitro"\ da\ matéria\ seca\ da\ forragem)] + CMS\ do\ leite\ (kg/dia) + CMS\ do\ suplemento\ (kg/dia)$$

A determinação do teor de LIPE[®] nas fezes foi realizada por espectroscopia no infravermelho, utilizando-se um aparelho modelo Watson Galaxy séries FTIR3000, com pastilhas de KBr e transformada de Fourier. A produção fecal foi calculada pela razão logarítmica das intensidades de absorção das bandas espectrais entre os comprimentos de onda λ_1 (1050nm) e λ_2 (1650nm) como descrito por Saliba (2005a). A determinação do CMS total foi feita como descrito acima, para o óxido de cromo.

3.4.5 - Análise estatística

A análise estatística dos dados foi realizada por intermédio do pacote estatístico SAS, versão 6.12 para Windows, utilizando-se o PROC GLM para a análise de variância (Statistical..., 1990). Para a realização das comparações entre médias, foram adotados os testes t de Student e SNK em nível de significância de 5%.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Disponibilidade da forragem

Na avaliação da disponibilidade de matéria seca total (MST) do pasto, foi encontrado um valor médio de 3.952,45 kg MST/ha, sendo que a disponibilidade média de matéria seca verde (MSV) foi de 2.390,44 kg/ha e a de matéria seca morta (MSM) de 1.562,01 kg/ha. Os valores para MST ficaram acima do limite de 2.000 kg/ha, sugerido por Hodgson (1990), Minson (1990) e recomendado pelo National...

(2000), como mínimo para não comprometer o consumo a pasto. Da mesma forma, os valores de MSV foram superiores aos 1000 kg/ha de MSV citados por Euclides et al. (1992) e Euclides et al. (2000), para pastagens de *Brachiaria decumbens*, como não limitantes à seleção. Valores semelhantes foram encontrados por Gomide et al. (2001), que observaram uma disponibilidade média de MSV de 2.598 ± 591 kg/ha, para pastagens de *Brachiaria decumbens*, durante o período chuvoso. Na comparação da disponibilidade de MST em relação ao peso dos animais, foi observada uma oferta de forragem de 10,14 kg MS/100 kg PV ou % PV. Este valor é compatível com os relatados por Hodgson (1981), segundo o qual a maximização do consumo ocorreria com uma oferta de forragem de três a quatro vezes a capacidade de ingestão de matéria seca do animal. Segundo Penati (2002), o consumo voluntário de matéria seca da forragem pastejada aumenta a taxas decrescentes à medida que a oferta de forragem aumenta, atingindo um máximo quando a oferta de forragem diária atinge valores próximos de 10 a 12% PV. De forma contrária, o consumo será reduzido quando a oferta de forragem estiver numa faixa inferior a 4 e 6% do peso vivo (Mott, 1984).

Observou-se também um decréscimo na relação MSV/MSM na saída do piquete (1,37), comparativamente à entrada (3,18). Esta redução proporcional da MSV e aumento da MSM podem ser justificados pela seletividade exercida pelos animais durante o pastejo. Estes têm preferência por partes mais nutritivas das plantas, em geral as folhas verdes, deixando, num caso de excesso de oferta, como o observado, as partes mais secas das plantas, fazendo com que a pastagem apresente crescente proporção de material senescente. De fato, Euclides et al. (1992) verificaram que a dieta selecionada pelos animais, em pastagem de *Brachiaria decumbens*, apresentava 90% de forragem verde, com grande participação da fração lâmina foliar. Os autores ressaltaram

a grande importância da matéria seca da forragem verde na avaliação do consumo em pastagens tropicais, uma vez que este parâmetro apresenta melhor correlação com o consumo, quando comparado à MST.

Infere-se, portanto, que a disponibilidade de massa forrageira possibilitou pastejo irrestrito, não limitando a capacidade seletiva dos animais durante o período experimental, gerando, conseqüentemente, possibilidade de maximização do CMS pelos animais.

4.2 - Valor nutritivo da forragem

A composição químico-bromatológica das amostras compostas do pastejo simulado é exibida na Tabela 7.

Tabela 7 - Composição químico-bromatológica das amostras do pastejo simulado da entrada e saída dos animais do pasto de *Brachiaria decumbens*, em 100% da MS

Nutrientes* (%)	Pastejo Simulado		
	Entrada	Saída	Média
MS	26,97	29,15	28,06
PB	8,90	7,90	8,40
EE	3,12	2,66	2,89
DIVMS	65,34	65,86	65,60
NDT ¹	64,59	60,44	62,52
FDN	63,98	59,78	61,88
FDA	28,31	25,94	27,13
CNF ²	17,45	19,01	18,23
Ca	0,38	0,37	0,37
P	0,16	0,23	0,19
CZ	6,55	10,65	8,60

* - MS: matéria seca total; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; DIVMS: digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca; NDT: nutrientes digestíveis totais; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CNF: carboidratos não fibrosos; Ca: cálcio; P: fósforo; CZ: cinzas.

¹ - Calculado segundo Van Soest (1994) pela equação: NDT = DIVMS - Cinzas + 1,25 x EE + 1,9.

² - Calculado segundo Sniffen et al. (1992) pela equação: CNF = 100 - (%PB + %FDN + %EE + %Cinzas)

O teor de MS da gramínea pastejada foi de 26,97 e 29,15% para a primeira e segunda colheitas do pastejo simulado, respectivamente. Estes valores são superiores ao crítico de 18% MS capazes de reduzir o CMS, como mencionado por Soares et al. (2004). Segundo os autores, o excesso de água contida na gramínea pastejada (fração verde) pode reduzir o consumo animal pelo efeito físico de distensão retículo-ruminal, o que estimularia os mecanorreceptores do órgão a enviar estímulos sensitivos aferentes para o núcleo hipotalâmico Vento-Medial, no centro da saciedade animal (Forbes, 1995).

Da mesma forma, a concentração crítica inferior de proteína bruta (PB) nos alimentos forrageiros para restringir o consumo é, segundo Van Soest (1994) e National... (2000), de 6 a 7%. Abaixo deste valor, o consumo voluntário de matéria seca seria restringido em virtude do comprometimento da atividade microbiana no rúmen, que resultaria numa diminuição da taxa de passagem e num aumento no tempo de retenção do alimento (Egan & Doyle, 1985). No entanto, no presente experimento, as concentrações de PB foram de 8,9 e 7,9% para a primeira e segunda colheitas do pastejo simulado, respectivamente, o que representa, em média, resultados 27 e 13% superiores aos citados na literatura, indicando que as dietas selecionadas pelos animais continham teores de PB acima do valor crítico.

Os valores dos constituintes da parede celular superiores a 55-60% na MS correlacionam-se de forma negativa com o consumo de forragem, limitando o consumo pela distensão física do retículo-rúmen, mecanismo este de particular importância no caso das gramíneas tropicais, em consequência dos altos conteúdos de fibra em detergente neutro (FDN) (Minson, 1990; Van Soest, 1994). Mertens (1994) sugeriu que uma maneira quantitativa de se identificar o momento em que consumo é

limitado pelo enchimento do rúmen (controle físico) é quando a ingestão de FDN atinge níveis superiores a 12 g/kg PV. No presente trabalho, observaram-se consumos médios de 16,57; 16,08 e 17,09 g de FDN/kg PV para as vacas, bezerros e bezerras, respectivamente, indicando que o mecanismo de limitação física do consumo poderia estar atuando. Valores semelhantes foram encontrados por Euclides et al. (1999), trabalhando com novilhos em diferentes cultivares de *Panicum maximum*, com consumos médios de 19,0 g/kg PV de FDN, no período das águas. De fato, as concentrações de FDN foram, respectivamente, 63,98 e 59,78% para a primeira e segunda colheitas do pastejo simulado, estando estes valores próximos ao limite crítico superior de 60%. As concentrações de fibra em detergente ácido (FDA) foram de 28,31 e 25,94% para a primeira e segunda colheitas do pastejo simulado. Van Soest (1994) relatou que as forrageiras tropicais apresentam teores elevados de FDN e FDA, variando de 54 a 77% e 34 a 51%, respectivamente. Os teores de FDN estão de acordo com os relatados por Van Soest (1994). No entanto, os teores de FDA estão abaixo, indicando uma alta digestibilidade da fração fibrosa e, conseqüentemente, melhor valor nutritivo da forrageira, que pode ser justificado, neste caso, pelo manejo rotacional da carga animal.

As análises da digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS) revelaram valores de 65,34% para a primeira colheita e de 65,86% para a segunda colheita do pastejo simulado. Estes valores confirmam as afirmativas de Van Soest (1994), segundo as quais as forrageiras de clima tropical raramente ultrapassam os 70% de digestibilidade. Os resultados foram inferiores ao sugerido por Conrad (1966) para a mudança na regulação do consumo voluntário. Segundo este autor, quando a digestibilidade da forrageira ultrapassa 66,7%, a regulação do consumo voluntário mudaria de estímulos físicos para

estímulos metabólico-hormonais. Como os resultados deste experimento foram menores que o valor proposto, pode-se supor que a regulação do consumo voluntário de matéria seca pelos animais, neste experimento, ficou dependente dos estímulos físicos, confirmando o mencionado acima para os teores de FDN. O valor médio de 65,6% da DIVMS indica um bom valor nutricional da forrageira, durante o período experimental. Este valor está muito próximo do encontrado por Gomide et al. (2001), de 63,8% de DIVMS para a lâmina foliar de pastagens de *Brachiaria decumbens*. O elevado valor de DIVMS é decorrente, provavelmente, da alta disponibilidade de massa forrageira observada neste experimento (2.390,44 kg de MSV/ha), o que possivelmente levou à saturação da resposta funcional do consumo, possibilitando alta seletividade por parte dos animais.

A qualidade da forragem disponível geralmente tem grande influência na quantidade de forragem consumida pelos ruminantes. Sabe-se que deficiências de nutrientes específicos podem limitar o consumo (Minson, 1990). Como os animais foram suplementados com sal mineral à vontade, apresentando durante o período experimental, um consumo médio diário de 180 g de mineral por vaca e de 104 g de mistura múltipla por bezerro, pode-se assumir que o consumo não foi limitado por deficiência de macro e microminerais.

Cabe ressaltar que algumas variações nos resultados do valor nutricional da gramínea deste experimento, entre a primeira e a segunda colheita do pastejo simulado, advêm, provavelmente, do curto período entre elas (seis dias), associado à baixa pressão de pastejo. Além disso, as condições edafo-climáticas, durante o período experimental, podem ter favorecido o crescimento da pastagem. Ademais, apesar das colheitas terem sido feitas pelos mesmos operadores, existe sempre a possibilidade de

diferenças entre elas, originadas pelo erro humano durante a seleção da amostra.

4.3 - Estimativa do consumo voluntário de matéria seca

Durante o período experimental, os bezerros apresentaram peso médio de 175,33 kg para os machos e 160,75 kg para as fêmeas, com um ganho de peso médio de 0,60 e 0,65 kg/dia, respectivamente, e um consumo médio diário de mistura múltipla (MM) de 104 g/animal. Resultados semelhantes foram obtidos por Tomich et al. (2002), que encontraram ganhos médios diários de 0,63 kg/cabeça, para bovinos consumindo 168 gramas/cabeça/dia de mistura múltipla (MM), em pastagens de *Brachiaria brizantha* e *B. ruziziensis*. Devido ao baixo consumo de MM durante o período experimental, não era de se esperar nenhum efeito substitutivo tanto na ingestão de forragem quanto na ingestão de leite. Para que haja um efeito de incremento no CMS total e substituição do consumo de forragem por suplementos, geralmente, seria necessário um consumo em quantidades superiores a 0,5% do PV dos animais (Garcia-Yepez et al., 1997). Dessa forma, considerando-se o peso médio de 168 kg para os animais deste experimento, seria necessário um consumo de suplemento acima de 840 g por animal/dia.

Para avaliação do CMS total pelos bezerros, determinou-se a quantidade de leite ingerida

pelos crias na fase final do aleitamento, utilizando-se a metodologia indireta, descrita por Melton et al. (1967). Os valores médios de ingestão por machos e fêmeas foram, respectivamente, 4,92 e 3,92 litros de leite por dia. Considerando-se que o leite apresenta um teor de matéria seca de 13%, as quantidades de matéria seca ingerida, provenientes dos sólidos totais do leite, foram de 0,64 kg de MS para machos e de 0,51 kg para fêmeas. A ingestão média de leite, encontrada no presente estudo, está muito próxima da produção encontrada por Restle et al. (2003) de 4,99 kg/animal/dia, utilizando a mesma metodologia, em vacas charolesas. Souza (2006), trabalhando com animais de mesma composição genética dos utilizados neste experimento, também encontrou resultados semelhantes para ingestão de leite por bezerros, sendo 4,8 kg para machos e 4,0 kg para fêmeas, cujas mães apresentavam média de 220 dias de lactação. Apesar de numericamente superior, este autor não observou efeitos significativos do sexo sobre a produção de leite das mães. Os valores de CMS total pelos bezerros foram obtidos pela soma do consumo voluntário de forragem, do leite e do suplemento.

Os valores de produção fecal e dos consumos de matéria seca, obtidos pelo óxido cômico e pelo LIPE[®], para machos e fêmeas, são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Valores da estimativa da produção fecal (PF) e dos consumos de matéria seca (CMS), de machos e fêmeas, utilizando-se óxido crômico e LIPE[®]

	Óxido Crômico			LIPE [®]			CV* (%)
	Machos	Fêmeas	Média	Machos	Fêmeas	Média	
PF (Kg)	0,78b	0,76b	0,77 ± 0,10b	1,64a	1,59a	1,62 ± 0,22a	14,99
CMS Pasto (Kg)	2,04b	2,03b	2,03 ± 0,30b	4,56a	4,44a	4,50 ± 0,62a	14,27
CMS Total (Kg)	2,78b	2,64b	2,71 ± 0,31b	5,30a	5,05a	5,18 ± 0,65a	13,16
CMS (% PV)	1,59b	1,64b	1,62 ± 0,15b	3,04a	3,16a	3,10 ± 0,48a	15,15
CMS (g/kgPV^{0,75})	57,83b	58,37b	58,10 ± 5,2b	110,48a	112,15a	111,32 ± 15,8a	14,51

* - Coeficiente de variação.

Médias seguidas por letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste t (p>0,05).

Interpretando a Tabela 8 observa-se que, em relação aos sexos, não foram encontradas diferenças ($p>0,05$), entre machos e fêmeas, para os respectivos valores de produções fecais, obtidos pelo óxido crômico (0,78 x 0,76) e pelo LIPE[®] (1,64 x 1,59). O National... (2000) sugere uma diferença no consumo entre os sexos, porém esta diferença não foi observada neste trabalho, sendo os valores estimados de consumo, entre machos e fêmeas, semelhantes ($p>0,05$) tanto pelo óxido crômico quanto pelo LIPE[®]. Resultados semelhantes foram encontrados por Souza (2006), trabalhando com animais da mesma composição genética dos utilizados neste experimento, em pastagens de *Brachiaria decumbens*, suplementados com sal mineral, sendo os valores de CMS, sob diversos parâmetros, semelhantes ($p>0,05$) entre machos e fêmeas. As diferenças na ingestão que podem ser atribuídas ao sexo são mais evidentes em certas fases da vida dos animais. Ingvarsten et al. (1992) reportaram que, com pesos corporais inferiores a 250 kg, as novilhas têm maiores capacidades de ingestão que novilhos ou touros. No entanto, a subcomissão do National... (1984) sugeriu diminuir 10% da estimativa do CMS para novilhas de tamanho médio, em relação a machos da mesma idade.

Quando comparado o uso dos indicadores na estimativa da produção fecal e do consumo, observaram-se menores valores ($p<0,05$) para o óxido crômico em relação aos do LIPE[®], em todos os parâmetros avaliados.

A produção fecal média foi de 0,77 e 1,62 kg de MS/animal/dia, para o óxido crômico e o LIPE[®], respectivamente. Saliba et al. (2002), comparando o uso de diversos indicadores, na determinação da produção fecal em ovinos, em relação ao método de colheita total de fezes, observaram que para o óxido crômico, a recuperação fecal foi de 80,52 %, com coeficiente de variação de 36,8%. A produção fecal calculada pelo óxido crômico diferiu ($p<0,05$) da produção

de fezes pela colheita total, cujos valores foram de 274,17 g e 340,87 g, respectivamente, indicando uma subestimativa da produção fecal em 19,57%, com o uso do óxido crômico. Entretanto, Oliveira (2005), comparando as estimativas de consumo e de excreção fecal a partir do óxido crômico e do LIPE[®], de bovinos Nelore, em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, não observou diferenças ($p>0,05$) na excreção fecal e no consumo, estimados por estes indicadores.

Os valores de CMS da forragem (kg), CMS total (kg), CMS em relação ao peso vivo (%) e CMS em relação ao peso metabólico (g/kg PV^{0,75}), para os indicadores óxido crômico e LIPE[®], foram, respectivamente, 2,03 e 4,50; 2,71 e 5,18; 1,62 e 3,10; 58,10 e 111,32. O resultado observado de CMS da forragem, estimado pelo LIPE[®] (4,50 kg de MS/animal/dia), foi semelhante aos encontrados por Baker et al. (1976) em bezerros cruzados Hereford x Friesian com idade média de 220 dias e peso vivo de 232 kg, que tiveram um consumo de forragem de 4,47 e 4,23 kg por cabeça/dia em dois tratamentos em função da quantidade de leite ingerido. Resultados semelhantes, para a estimativa de CMS pelo LIPE[®], também foram encontrados por Souza (2006), trabalhando com animais de mesma composição genética dos utilizados neste experimento, em pastagens de *Brachiaria decumbens*, suplementados com sal mineral. Este autor também utilizou LIPE[®] para estimar o consumo pelos bezerros e observou valores de 4,21 kg; 4,77 kg; 2,84% e 102,30 g/kg PV^{0,75}, para os respectivos CMS da forragem, CMS total, CMS em relação ao peso vivo e CMS e relação ao peso metabólico.

Diante da impossibilidade de se fazer colheita total em animais sob pastejo e do número reduzido de dados utilizados para o desenvolvimento das poucas equações nacionais existentes, as equações do National... (1996) servem como parâmetro

de comparação, apesar destas serem validadas em condições diferentes às encontradas nas regiões tropicais. Para bezerros em condições de peso e desempenho similares às deste experimento, o National... (1996) estima um CMS médio de 5,4 kg/dia, que correspondem a 3,17% do peso vivo e a 114,70 g de MS/kg PV^{0,75}. Os consumos médios diários de matéria seca, por animal, estimados pelo óxido crômico (2,71 kg de MS, 1,62% do PV e 58,10 g MS/kg PV^{0,75}), foram em média, 49% inferiores aos preditos pelo National... (1996), enquanto que os estimados pelo LIPE[®] (5,18 kg de MS, 3,10% do PV e

111,32 g MS/kg PV^{0,75}) apresentaram-se mais próximos aos preditos pelo modelo, ficando em torno de 4,15; 2,24 e 2,95% inferiores, para os respectivos parâmetros avaliados.

Na Tabela 9 estão contidos os valores de consumo de nutrientes, das diferentes fontes alimentares, dos bezerros. As estimativas dos consumos médios de matéria seca da forragem, leite e suplemento foram feitas através das médias de consumo entre machos e fêmeas, para cada indicador.

Tabela 9 - Estimativa do consumo de proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), cálcio (Ca) e fósforo (P) pelos bezerros, em função dos indicadores e das diferentes fontes de nutrientes da dieta

Nutrientes		Alimentos			Total
		Forragem*	Leite	MM***	
PB (kg/dia)	Cr ₂ O ₃	0,17	0,16	0,02	0,35
	LIPE [®]	0,38			0,55
NDT (kg/dia)	Cr ₂ O ₃	1,27	0,55**	0,07	1,88
	LIPE [®]	2,81			3,42
Ca (g/dia)	Cr ₂ O ₃	7,53	5,75	4,35	17,63
	LIPE [®]	16,64			26,74
P (g/dia)	Cr ₂ O ₃	3,86	4,31	2,75	10,92
	LIPE [®]	8,54			15,60

*Foram usados os valores médios dos nutrientes da forragem da Tabela 7.

**Estimado segundo a fórmula proposta pelo National... (2001): $NDT = 0,93 \times PB + (EE \times 2,25) + 0,98 (100 - PB - EE - cinzas) - 7,0$

***MM = Mistura múltipla com consumo médio de 104 g/animal/dia

Para a avaliação dos nutrientes fornecidos pelo leite foram utilizados os valores de referência segundo Brasil (1952), National... (2001) e Valadares Filho et al., (2006), com a composição para matéria seca de 13% e para a proteína bruta, extrato etéreo, cinzas, cálcio e fósforo, expressos em 100% da MS de: 26,9%; 30,08%; 5,38%; 1,00% e 0,75%, respectivamente.

A ingestão diária de nutrientes, estimada com o uso do LIPE[®], apresentou valores de consumo de nutrientes superiores aos

encontrados quando se utilizou o óxido crômico, sendo os respectivos valores de: PB (0,55 x 0,35 kg), NDT (3,42 x 1,88 kg), Ca (26,74 x 17,63 g) e P (15,60 x 10,92 g). A contribuição de PB proveniente da mistura múltipla (MM) foi de 5,5% e 3,4% da quantidade total ingerida diariamente pelos bezerros, estimada pelo óxido crômico e LIPE[®], respectivamente, sendo que para os valores de NDT, esta contribuição foi de 3,4% e 1,9%. Devido ao baixo consumo do suplemento MM, o acréscimo de PB e NDT foi muito pequeno quando comparado à

ingestão total de nutrientes pelo bezerro. Dessa forma, não seria de se esperar nenhum acréscimo pelo uso do suplemento, tanto no ganho de peso diário quanto no CMS total dos bezerros.

O National... (1996) estima uma exigência diária de PB, NDT, Ca e P de 0,48 kg, 3,25 kg, 18,50 g e 9,50 g, respectivamente, para animais com peso médio de 170 kg apresentando um ganho médio diário de 0,60 kg. O valor de PB encontrado com o uso do LIPE[®] foi, em média, 14% superior ao estimado pelo National... (1996), enquanto que o obtido pelo uso do óxido crômico mostrou-se 28,7% inferior ao predito pelo modelo. As dietas consumidas pelos bezerros, estimadas pelo óxido crômico e LIPE[®], apresentaram um consumo de NDT de 1,88 e 3,42 kg/dia, respectivamente. O valor obtido pelo óxido crômico foi 42,15% inferior ao predito pelo National... (1996), enquanto que o valor obtido pelo LIPE[®] se mostrou bem mais condizente com o predito pelo National... (1996), ficando somente 5,2% superior à exigência descrita por este modelo. Analisando-se os dados da tabela 9 e comparando-os com os preditos pelo National... (1996), pode-se perceber que o LIPE[®] estimou de forma mais adequada o consumo de forragem pelos bezerros, o que resultou num consumo de nutrientes totais

mais compatível com o preconizado pelo National... (1996) para bezerros com ganho médio diário de 0,60 kg.

Quando o CMS total (Tabela 8) foi relacionado com o consumo de nutrientes (Tabela 9), observou-se que para o LIPE[®], os bezerros consumiram uma dieta total com 10,66% de PB e 66,13% de NDT. Analisando esta dieta pelo modelo do National... (1996), para bezerros de peso médio de 170 kg, encontra-se um valor de ganho médio diário de 0,71 kg, 13,80% superior ao observado neste experimento, de 0,62 kg/dia. Talvez os maiores aportes de nutrientes sugeridos pelo LIPE[®], em relação aos preditos, poderiam resultar em maiores ganhos de peso dos bezerros, não observados neste experimento, provavelmente, em decorrência do manejo diário e do estresse proporcionado pelos procedimentos experimentais, que impediram que os bezerros expressassem seus máximos desempenhos.

A estimativa do CMS das vacas, bem como suas produções fecais, podem ser observadas na Tabela 10. Durante o período experimental, as vacas apresentaram peso médio de 365,25 kg, com ganho de peso médio de 0,76 kg/dia.

Tabela 10 - Estimativa dos valores de produção fecal (PF) e do consumo de matéria seca (CMS) das vacas, determinados pelo óxido crômico e LIPE[®]

	Indicadores		CV * (%)
	Óxido Crômico	LIPE [®]	
PF (Kg)	2,11 ± 0,18b	3,37 ± 0,38a	6,56
CMS Total (Kg)	6,13 ± 0,53b	9,79 ± 1,12a	6,55
CMS (% PV)	1,70 ± 0,26b	2,71 ± 0,49a	8,29
CMS (g/kg PV^{0,75})	73,86 ± 10,23b	118,19 ± 19,32a	7,79

* - Coeficiente de variação.

Médias seguidas por letras distintas, na mesma linha, diferem entre si pelo teste t (p<0,05).

Para as vacas foi observada diferença (p<0,05) entre os indicadores, para a determinação de todos os parâmetros

avaliados. O CMS total das vacas foi de 6,13 e 9,79 kg/dia para os respectivos indicadores, óxido crômico e LIPE[®].

Quando avaliados, em relação ao peso vivo (%) e ao peso metabólico (g MS/kg PV^{0,75}), foram obtidos valores de consumo de 1,70 e 2,71% do PV e de 73,85 e 118,19 g MS/kg PV^{0,75} para os respectivos indicadores.

Neste experimento, a amplitude de variação no CMS de *Brachiaria* entre os animais foi de 5,56 a 6,95 kg/dia para o óxido crômico, enquanto que para o LIPE[®] foi de 8,14 a 11,48 kg/dia. Estes resultados mostram uma maior variação na estimativa de consumo pelo LIPE[®], no entanto, os resultados médios, obtidos pelo LIPE[®], foram mais condizentes com os valores preditos pelo National... (1996) para vacas primíparas, no final de lactação. O National... (1996) estima um CMS médio de 9,37 kg/dia, correspondentes a 2,57% do peso vivo e a 112,2 g de MS/kg PV^{0,75}, para vacas consumindo dietas contendo 8,4% de PB e 62% de NDT. Os consumos médios diários de matéria seca, por animal, estimados pelo óxido crômico (6,13 kg de MS, 1,70% do PV e 73,85 g MS/kg PV^{0,75}), foram em média 34% inferiores aos preditos pelo National... (1996), enquanto que os estimados pelo LIPE[®] (9,79 kg de MS,

2,71% do PV e 118,19 g MS/kg PV^{0,75}), apresentaram-se mais próximos dos preditos pelo National... (1996), ficando em torno de 4,5; 5,4 e 5,3% superiores aos preditos pelo modelo, para os respectivos parâmetros avaliados. Resultados semelhantes aos obtidos com o uso do LIPE[®] foram relatados por Benedetti (1994), para vacas Holandês × Zebu em lactação, durante a estação das chuvas, encontrando consumos de pastagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*), braquiária (*Brachiaria decumbens*) e de colônia (*Panicum maximum*), pelo uso do óxido crômico, respectivamente de 2,7; 2,8 e 3,0% do PV.

O mesmo foi observado para a ingestão total de nutrientes pelas vacas (Tabela 11). A ingestão diária de nutrientes, obtida com o uso do LIPE[®] para estimar o consumo, apresentou valores de consumo de nutrientes superiores aos encontrados quando se utilizou o óxido crômico, sendo os respectivos valores de: PB (0,51 x 0,82 kg), NDT (3,83 x 6,12 kg), Ca (32,30 x 45,88 g) e P (19,13 x 26,11 g).

Tabela 11 - Estimativa do consumo de proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), cálcio (Ca) e fósforo (P) pelas vacas, em função dos indicadores e das diferentes fontes de nutrientes da dieta

Nutrientes	Indicador	Forragem*	SM**	Total
PB (kg/dia)	Cr ₂ O ₃	0,51	0,0	0,51
	LIPE [®]	0,82		0,82
NDT (kg/dia)	Cr ₂ O ₃	3,83	0,0	3,83
	LIPE [®]	6,12		6,12
Ca (g/dia)	Cr ₂ O ₃	22,66	9,64	32,30
	LIPE [®]	36,24		45,88
P (g/dia)	Cr ₂ O ₃	11,64	5,42	17,06
	LIPE [®]	18,61		24,03

*Foram usados os valores médios dos nutrientes da forragem da Tabela 7.

**SM = Suplemento mineral com consumo médio de 183 g/animal/dia

Quando comparados os valores de consumo de nutrientes, obtidos pelo uso dos dois

indicadores, aos preditos pelo National... (1996) de 0,91 kg de PB, 6,22 kg de NDT,

54,34 g de Ca e 16 g de P, para vacas de 365 kg de peso vivo e com produção de 4,4 kg de leite, foi observado novamente maior coerência dos valores obtidos com o uso do LIPE[®] em relação aos obtidos com o óxido crômico, com exceção dos valores de P que foram mais condizentes com o óxido crômico.

O valor de PB encontrado com o uso do LIPE[®] foi, em média, 9,9% inferior ao estimado pelo National... (1996), enquanto que o obtido pelo uso do óxido crômico mostrou-se 43,9% inferior ao predito pelo modelo. A dieta consumida pelas vacas, estimadas pelo óxido crômico e LIPE[®], apresentou consumos de NDT de 3,83 e 6,12 kg/dia, respectivamente. O valor obtido pelo óxido crômico foi 38,4% inferior ao predito pelo National... (1996), enquanto que o valor obtido pelo LIPE[®] mostrou-se mais próximo ao predito pelo National... (1996), ficando 1,6% inferior à exigência descrita por este modelo. Como a quantidade de NDT ingerida, obtida pelo uso do LIPE[®], foi bem próxima à exigência, provavelmente o nutriente limitante no ganho de peso das vacas foi a proteína, que de fato ficou aquém das exigências em ambos os indicadores. O possível efeito benéfico sobre o desempenho animal, da suplementação protéica, no período chuvoso, tem sido alvo de inúmeros trabalhos da literatura nacional. Quanto aos valores de Ca estimados pelo óxido crômico e LIPE[®], respectivamente, foi observado um consumo 40,56 e 15,57% inferior ao predito, para vacas com produção média diária de leite de 4,4 kg.

Possivelmente ocorreu uma subestimativa dos valores de todos os parâmetros, quando se utilizou o óxido crômico, tanto para vacas quanto para bezerros, pois os resultados de consumo com este indicador não condizem com as exigências destes animais, sugeridas pelo National... (1996), para o desempenho observado.

As pesquisas apontam diversos fatores que podem justificar esta subestimativa dos valores pelo uso do óxido crômico. Titgemeyer (1997) verificou que a recuperação fecal do óxido crômico não é completa, principalmente em função da variabilidade dos resultados obtidos pela metodologia de análise, especialmente em animais sob pastejo. Além disso, a variação de excreção entre animais, a variação diurna de sua excreção nas fezes (Owens & Hanson, 1992), a forma de administração, o número de doses, o método e horário de amostragem das fezes, a duração dos períodos de adaptação e de colheita (Rocha, 1987), a incompleta mistura com a digesta ruminal (Coelho da Silva et al., 1968), bem como a passagem mais rápida pelo rúmen do que o material fibroso (Van Soest, 1994), podem ter contribuído para a obtenção dos valores observados.

No entanto, Euclides et al. (1993) não encontraram diferença entre a excreção de Cr₂O₃ nas fezes coletadas pela manhã ou à tarde. Porém, Oliveira et al. (2001), administrando cinco gramas de óxido crômico, duas vezes ao dia, durante 12 dias (coleta nos cinco últimos dias), observaram variação no padrão de excreção fecal entre dias e turnos, sendo maiores as excreções nos três primeiros dias de colheita e no período da manhã. Viana (1959), citado por Lima (1976), de forma semelhante, verificou recuperação satisfatória do óxido crômico com as fezes colhidas pela manhã (98,89%), em relação as amostras da tarde (76,56%).

Segundo Prigge et al. (1981) e Burns et al. (1994), o emprego de duas aplicações diárias leva à redução da amplitude total de variação em torno da média, tornando o perfil de excreção do óxido crômico mais estável e próximo do equilíbrio desejado (Owens & Hanson, 1992). De fato, Prigge et al. (1981), ao avaliarem a excreção fecal em vacas estabuladas, relataram que uma única aplicação diária de óxido crômico, com colheita concomitante, subestimou a

excreção fecal, sendo que a aplicação de duas doses diárias de cinco gramas cada, durante 12 dias, resultou em estimativas semelhantes ao procedimento de colheita total. Também Euclides et al. (1999) e Detmann et al. (2001), trabalhando com bovinos de corte sob pastejo, chegaram à mesma conclusão e recomendaram a aplicação de duas doses diárias, às 8 e 17h.

A literatura respalda o fornecimento de óxido crômico em uma dose diária e relata que o estresse causado pelo deslocamento e contenção para aplicação de duas doses, em animais não treinados ao manejo experimental, alteraria o comportamento de pastejo, o consumo e, conseqüentemente, a excreção fecal (Burns et al., 1994). Assim, a redução na aplicação de óxido crômico, para uma dosagem diária, poderia resultar em menores níveis de interferência no comportamento de pastejo animal (Owens & Hanson, 1992). Devido ao fato da utilização, neste experimento, de animais de corte não acostumados com o manejo diário, optou-se pelo fornecimento do óxido crômico uma vez ao dia, no período da manhã. Esta única dosagem diária pode ter sido a principal causa dos baixos resultados obtidos pelo óxido crômico, quando comparado ao desempenho observado nos animais e suas exigências. De um ponto de vista etológico, o constante manejo de contenção imposto aos animais pode levá-los à habituação ao processo experimental, de forma que o nível de interferência, observado em um período prévio, seja gradativamente reduzido. Portanto, ressalta-se que a utilização de animais treinados ou habituados com o manejo experimental é condição essencial para a condução do processo avaliativo de consumo e digestão sob pastejo, fazendo com que o número de contenções diárias perca quantitativamente sua importância, como variável de interferência sobre o nível de consumo de animais em pastejo. Ademais, a ampla variação de metodologias e o grande número de variáveis que influenciam os resultados obtidos com o

óxido crômico, fazem com que seu uso seja restrito a situações onde as condições experimentais sejam muito bem controladas.

Como os valores de consumo obtidos com o uso do LIPE[®] foram mais condizentes com as exigências dos animais, preditas pelo National... (1996), esses foram utilizados na avaliação do efeito da idade sobre o CMS total, em relação ao peso vivo e ao peso metabólico de vacas e de suas respectivas filhas (Tabela 12).

Tabela 12 - Comparação entre os consumos, determinados pelo LIPE[®], de fêmeas de diferentes idades, em relação ao peso vivo e peso metabólico

Animais	Consumo	
	CMS % Peso Vivo	CMS g/kg PV ^{0,75}
Vacas	2,91 ± 0,47a	126,30 ± 17,96a
Bezerras	3,15 ± 0,57a	112,15 ± 18,30a
CV* (%)	17,23	15,21

* - Coeficiente de variação.

Médias seguidas por letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste SNK (p>0,05).

O consumo voluntário de alimentos aumenta à medida que o animal cresce, mas não na mesma proporção do peso vivo. Tem-se comumente aceito que o CMS é proporcional ao peso metabólico (PV^{0,75}), pois a comparação de animais de diversas espécies demonstra ser essa uma relação apropriada entre a taxa metabólica e o CMS. Segundo o National... (2000), animais mais jovens consomem mais alimentos por unidade de peso corporal que animais adultos, devido a maior proporção do trato digestivo em relação ao peso. Entretanto, esta relação não foi observada neste experimento. Os valores de CMS para vacas, em porcentagem do peso vivo e em relação ao peso metabólico, de 2,91% e 126,30 g MS/kg PV^{0,75}, foram semelhantes (p>0,05) aos encontrados para bezerras, de 3,15% do PV e de 112,15 g MS/kg PV^{0,75}, respectivamente. Estas semelhanças nos

consumos podem ser justificadas pelo fato das vacas utilizadas neste experimento serem primíparas, portanto, estas apresentavam maior consumo devido as suas maiores necessidades nutricionais.

5 - CONCLUSÕES

- A aplicação de óxido crômico, uma vez ao dia, subestimou os valores de excreção fecal e, conseqüentemente, do consumo de animais a pasto.
- O LIPE[®] demonstrou ser mais uma opção de indicador na nutrição animal, como meio de determinação indireta do consumo de pasto por bovinos.
- Mais pesquisas são necessárias com o intuito de determinar o consumo de pastagens tropicais por bovinos, assim como os fatores que o influencia.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL Research Council - ARC. *The nutrient requirements of ruminans livestock*. Farnham Royal: CAB, 1980, 351p.

ALMEIDA, M.S. *Cinética ruminal e consumo voluntário de pasto por bovinos mantidos em pastagem natural na Zona da Mata*. 1998. 97f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ANDERSON, R.A. Chromium. In: Mertz, W. (Ed.) *Trace elements in human and animal nutrition*. New York: Academic, 1987. p.225-244.

ANDRADE, A.T. *Digestão total e parcial da matéria seca, matéria orgânica, energia bruta e proteína bruta em diferentes grupos genéticos de bovídeos*. 1992. 150f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ANUÁRIO da Pecuária Brasileira - ANUALPEC. *Balanço da Bovinocultura no Brasil*. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2006.

ASSOCIATION Official Analytical Chemists - AOAC. *Official methods of analysis*. 13.ed. Washington. D.C.: AOAC. 1980. 1015p.

ASTIGARRAGA, L. Técnicas para la medición del consumo de rumiantes en pastoreo. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. *Anais...* Maringá: UEM, 1997. p.1-23.

BAKER, R.D.; LE DU, Y.L.P.; BARKER, J.M. Milk-fed calves: 1. Effect of milk intake upon the herbage intake and performance and grazing calves. *J. Agric. Sci.*, v.87, p.187-196, 1976.

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, MG.

BRÂNCIO, P.A. *Comportamento animal e estimativas de consumo por bovinos em pastagens de Panicum maximum Jacq. (cultivares Tanzânia, Mombaça e Massai)*. 2000. 277f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BRÂNCIO, P.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.N.; EUCLIDES, V.P.B. et al. Avaliação de três cultivares de Panicum maximum Jacq. sob pastejo: Composição da Dieta, Consumo de Matéria Seca e Ganho de Peso Animal. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, n.5, p.1037-1044, 2003a.

- BRÂNCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. et al. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: comportamento ingestivo de bovinos. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, n.5, p.1045-1053, 2003b.
- BRÂNCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. et al. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: disponibilidade de forragem, altura do resíduo pós-pastejo e participação de folhas, colmos e material morto. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, n.1, p.55-63, 2003c.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Decreto nº 30.691 de 29/03/1952. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal: (RIISPOA). *Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, 29 de março de 1952.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Agronegócio brasileiro: uma oportunidade de investimento*. 2006. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 08 de outubro de 2006.
- BURNS, J.C.; POND, K.R.; FISHER, D.S. Measurement of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) *Forage quality, evaluation, and utilization*. Winsconsin: American Society of Agronomy, 1994. p.494-532.
- CARVALHO, P.C.F. A estrutura das pastagens e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. *Anais...* Maringá: CCA/UEM, 1997. p.25-52.
- CARVALHO, P.C.F.; PRACHE, S.; DAMACENO, J.C. O Processo de pastejo: desafios da procura e apreensão da forragem pelo herbívoro. In: JÚNIOR, A.M.P. (Ed.) *Mecânica e processo de ingestão de forragem em pastejo*. Porto Alegre: SBZ, 1999. p.253-268.
- CASTILLO ESTRADA, L.H. *Composição corporal e exigências de proteína, energia e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K), características da carcaça e desempenho do Nelore e mestiços em confinamento*. 1996. 129f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- CASTILLO ESTRADA, L.H.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Exigências Nutricionais de bovinos não castrados em confinamento. 1. Conteúdo corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 26, n. 3, p. 575-583, 1997.
- CENTRO de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA. *PIB do Agronegócio: perspectiva para o ano de 2006*. 2006. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/>> Acesso em: 15 de dezembro de 2006.
- CLIPES, R.C.; COELHO DA SILVA, J.F.; DETMANN, E. et al. Avaliação de métodos de amostragem em pastagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) e capim-mombaça (*Panicum maximum*, Jacq) sob pastejo rotacionado. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.57, n.1, p.120-127, 2005.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. *J. Anim. Sci.*, v.63, n.5, p.1476-1483, 1986.
- COELHO DA SILVA, J.F.; CAMPOS, J.; CONRAD, J.H. Uso do óxido crômico na determinação da digestibilidade. *Experientiae*, v.8, n.1, p.1-23, 1968.
- COLEMAN, S.W. Plant-animal interface. *J. Prod. Agric.*, v.5, p.7-13, 1992.

CONRAD, H.R. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: physiological and physical factors limiting intake. *J. Anim. Sci.*, v.25, n.1, p.227-235, 1966.

COSGROVE, G.P. Grazing behavior and forage intake. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL PRODUCTION UNDER GRAZING, 1997, Viçosa. *Anais...* Viçosa: UFV, 1997. p.59-80.

COWAN, R.T.; DAVISON, T.M.; O'ROURKE, P.K. Management practices for tropical grasses and their effects on pasture and milk production. *Aust. J. Expt. Agric. Husb.*, v.21, p.196-202, 1981.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Avaliação qualitativa de dois métodos de amostragem de dieta em pastagens de capim braquiária (*Brachiaria decumbens*, Stapf). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: SBZ, 1999. CD-ROOM.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.

DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C.; CECON, P.R. et al. Consumo de fibra em detergente neutro por bovinos em confinamento. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, n.6, p.1763-1777, 2003.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. et al. Avaliação da técnica de indicadores na estimação do consumo por ruminantes em pastejo. *Cad. Téc. Vet. Zootec.*, n.46, p.40-57, 2004.

DE VRIES, M.F.W. Estimating forage intake and quality in grazing cattle: a reconsideration of the hand-plucking method. *J. Range Manag.*, v.48, n.4, p.370-375, 1995.

EGAN, J.K.; DOYLE, P.T. Effect of intraruminal infusion of urea on the response in voluntary feed intake by sheep. *Austr. J. Agric. Res.*, v.36, p.483-495, 1985.

EUCLIDES FILHO, K. Produção animal no bioma cerrado: uma abordagem conceitual. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: SBZ, 2006. (CD-ROM).

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de diferentes métodos de amostragem para estimar o valor nutritivo de forragens sob pastejo. *Rev. Bras. Zootec.*, v.21, n.4, p.691-702, 1992.

EUCLIDES, V.P.B.; S. THIAGO, L.R.L.; OLIVEIRA, M.P. Consumo de forragem por novilhos pastejando cinco gramíneas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Niterói. *Anais...* Rio de Janeiro: SBZ, 1993. p.491.

EUCLIDES, V.P.B., EUCLIDES FILHO, K. *Uso de animais na avaliação de forrageiras*. Campo Grande: EMBRAPA-CNPQC, 1998. 59p.

EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K.; ARRUDA, Z.J. et al. Desempenho de novilhos em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. *Rev. Bras. Zootec.*, v.27, n.2, p.246-254, 1998.

EUCLIDES, V.P.B.; THIAGO, L.R.S.; MACEDO, M.C.M. Consumo voluntário de forragem de três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo. *Rev. Bras. Zootec.*, v.28, n.6, p.1177-1185, 1999.

EUCLIDES, V.P.B.; CARDOSO, E.G.; MACEDO, M.C.M. et al. Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* CV. Basilisk e *Brachiaria brizantha* CV. Marandu sob pastejo. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, n.6, supl. 2, p.2200-2208, 2000.

EUCLIDES, V.P.B. *Alternativas para intensificação da produção de carne bovina em pastagem*. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 2000. 65p.

FAHEY, G.C.Jr; JUNG, H.G. Lignin as a marker in digestion studies: a review. *J. Anim. Sci.*, v.57, n.1, p.220-225, 1983.

FARIA, V.P.; MATTOS, W.R.S. Nutrição de bovinos tendo em vista performances econômicas máximas. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds.) *Nutrição de bovinos: conceitos básicos e aplicados*. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.199-222.

FORBES, T.D.A. Researching the plant animal interface: the investigation of ingestive behavior in grazing animals. *J. Anim. Sci.*, v.66, p.2369-2379, 1988.

FORBES, J.M. *Voluntary food intake and diet selection in farm animals*. Wallingford: CAB Internacional, 1995. 532p.

FOX, D.G.; SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D. Adjusting nutrient requirements of beef cattle for animal and environmental variations. *J. Anim. Sci.*, v.66, p.1475-1495, 1988.

GALVÃO, J.G.; FONTES, C.A.A.; PIRES, C.C. et al. Ganho de peso, consumo e conversão alimentar em bovinos não castrados, de três grupos raciais, abatidos em diferentes estágios de maturidade. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 20, n. 5, p. 495-501, 1991.

GARCIA-YEPEZ, P.; KUNKLE, W.E.; BATES, D.B. et al. Effects of supplemental

energy source and amount of forage intake and performance by steers and intake and diet digestibility by sheep. *J. Anim. Sci.*, v.75, p.1918-1925, 1997.

GOES, R.H.T.B; MANCIO, A.B.; LANA, R.P. et al. Avaliação qualitativa da pastagem de capim tanner-grass (*Brachiaria arrecta*), por três diferentes métodos de amostragem. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 32, n. 1, p. 64-69, 2003.

GENRO, T.C.M.; EUCLIDES, V.P.B.; MEDEIROS, S.R. Ingestão de matéria seca por ruminantes em pastejo. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2004, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM.

GOMIDE, J.A.; WENDLING, I.J.; BRAS, S.P. et al. Consumo e produção de leite de vacas mestiças em pastagens de *Brachiaria decumbens* manejada sob duas ofertas diárias de forragem. *Rev. Bras. Zootec.* v.30, n.4, p.1194-1199, 2001.

GONÇALVES, A.C. *Características morfológicas e padrões de desfolhação em pastos de capim marandu submetidos a regimes de lotação contínua*. 2002. 124f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

GONTIJO NETO, M. M. *Características e qualidade do Capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) sob pastejo em diferentes ofertas de forragem*. 2003, 69f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

HODGSON, J. Variations in the surface characteristics of the sward and short-term rate of herbage intake by calves and lambs. *Grass Forage Sci.*, v.36, p.49-57, 1981.

- HODGSON, J. The control of herbage intake in the grazing ruminant. *Proc. Nutr. Soc.*, v.44, p.339-346. 1985.
- HODGSON, J. *Grazing management: science into practice*. Longman Scientific & Technical, 1990. 203p.
- HODGSON, J.; CLARK, D.A.; MITCHELL, R.J. Foraging behavior in grazing animals and its impact on plant communities. In: FAHEY Jr., G.C. (Ed.). *Forage quality evaluation and utilization*. Lincoln: American Society of Agronomy, 1994. p.796-827.
- HODGSON, J.; MATTHEWS, P.N.P.; MATTHEW, C.; HARRINGTON, K.C. Pasture measurement. In: HODGSON, J.; WHITE, J. *New Zealand: pasture and crop science*. Auckland: Oxford, 2000. p. 59-66.
- HOLECHEK, J.L.; WOFFORD, H.; ARTHUN, D. et al. Evaluation of total fecal collection for measuring cattle forage intake. *J. Range Manag.*, v.39, n.1, p.2-4, 1986.
- HOPPER, J.T.; HOLLOWAY, J.W.; BUTTS JR., W.T. Animal variation in chromium sesquioxide excretion patterns of grazing cows. *J. Anim. Sci.*, v. 46, n. 4, p.1098-1102, 1978.
- HUNTER, R.A.; SIEBERT, B.D. Utilization of low-quality roughage by *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle: 1 - Rumen digestion. *Br. J. Nutr.*, v.53, n.3, p.637-648, 1985.
- INGVARTSEN, K.L.; ANDERSEN, H.R.; FOLDAGER, J. Effect of sex and pregnancy on feed intake capacity of growing cattle. *Acta Agric. Scand. Sect A*, v.42, p.40-46, 1992.
- JOHNSON, A.D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: MANEJTE, L.T. (Ed.). *Measurement of grassland vegetation and animal production*. Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1978. p.96-102.
- JORGE, A.M. *Desempenho produtivo, características e composição corporal e da carcaça de zebuínos de quatro raças, abatidos em diferentes estágios de maturidade*. 1997. 99f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- JORGE, A.M.; FONTES, C.A.A.; FREITAS, J.A. et al. Ganho de peso e de carcaça, consumo e conversão alimentar de bovinos e bubalinos, abatidos em dois estágios de maturidade. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 26, n. 4, p. 806-812, 1997.
- JORGE, A.M.; FONTES, C.A.A.; PAULINO, M.F. et al. Desempenho produtivo de animais de quatro raças zebuínas, abatidos em três estágios de maturidade: Ganho de peso e de carcaça e eficiência de ganho. *Rev. Bras. Zootec.*, v.27, n.4, p.766-769, 1998.
- KOTB, A.R.; LUCKELY, T.D. Markers in nutrition. *Nutr. Abstr. Rev.*, v.42, n.3, p.814-845, 1972.
- LACA, E.A.; DEMMENT, M.W. Modelling intake of a grazing ruminant in a heterogeneous environment. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON VEGETATION: HERBIVORE RELATIONSHIPS, 1992, New York. *Proceedings...* New York, 1992. p.57-76.
- LACA, E.A.; UNGAR, E.D.; SELIGMAN, N.G.; DEMMENT, M.W. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. *Grass Forage Sci.*, v.47, p.91-102. 1992.
- LACA, E.A.; DEMMENT, M.W.; DISTEL, R.A.; GRIGGS, T.C. A conceptual model to explain variation in ingestive behavior within a feeding patch. In: INTERNATIONAL GRASSLAND

- CONGRESS, 17., 1993, Palmerston North. *Proceedings...* Palmerston North - New Zealand, 1993. p.710-712.
- LANCETA, V.S. *Comparação das técnicas de coleta total e utilização de indicadores externos (CR2O3 e LIPE®) para determinação de digestibilidade e consumo na espécie equina*. 2005. 45f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- LIMA, M.A. *Consumo e digestibilidade da forragem selecionada por bovinos em área de cerrado*. 1976. 193f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- LIMA, V.A.M. *Consumo voluntário e digestibilidade aparente de quatro gramíneas (*Paspalum* spp.) nativas, em bovinos*. 1989. 38f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- LOPES, R.S.; FONSECA, D.M.; COSER, A.C. et al. Avaliação de métodos para estimação da disponibilidade de forragem em pastagem de capim-elefante. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, n.1, p.40-47, 2000.
- MANNETJE, L.; EBERSOHN, J.P. Relations between sward characteristics and animal production. *Trop. Grassl.*, v.14, n.3, p.273-280, 1980.
- McCRAKEN, B.A.; KRYSL, L.J.; PARK, K.K. Steers grazing endophyte-free tall fescue: seasonal changes in nutrient quality, forage intake, digesta kinetics, ruminal fermentation and serum hormones and metabolites. *J. Anim. Sci.*, v.71, n.6, p.1588-1595, 1993.
- McDOWELL, L.R. *Mineral in animal and human nutrition*. London: Academic, 1992. p.368-370.
- McMENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: SIMPÓSIO SOBRE TÓPICOS ESPECIAIS EM ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. *Anais ... Juiz de Fora: SBZ*, 1997. p.133-168.
- MELTON, A.A.; RIGGS, J.K.; NELSON, L.A. et al. Milk production, composition and calf gains of Angus, Charolais and Hereford cows. *J. Anim. Sci.*, v.26, n.4, p.804-809, 1967.
- MERCHEN, N.R. Digestion, absorption and excretion in ruminants. In: CHURCH, D.C. (Ed.) *The ruminant animal: digestive physiology and nutrition*. New Jersey: Prentice Hall, 1988. p.172-201.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C. (Ed.). *Forage quality evaluation and utilization*. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.
- MINSON, D.J. The digestibility and voluntary intake of six varieties of *Panicum*. *Austr. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, v. 11, n. 48, p.18-25, 1971.
- MINSON, D.J. *Forage in ruminant nutrition*. San Diego: Academic, 1990. 483p.
- MINSON, D.J.; WILSON, J.R. Prediction of intake as an element of forage quality. In: FAHEY Jr., G.C. (Ed.). *Forage quality evaluation and utilization*. Madison: American Society of Agronomy, 1994. 988p.
- MOORE, J.E.; SOLLENBERGER, L.E. Techniques to predict pasture intake. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL PRODUCTION UNDER

- GRAZING, 1997, Viçosa. *Anais...* Viçosa: UFV, 1997. p.81-96.
- MORAIS, M.G.; BORGES, A.L.C.C.; GONÇALVES, L.C. et al. Variação da parede celular da *Brachiária decumbens*: Fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose e lignina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1998, Botucatu. *Anais...* São Paulo: SBZ, 1998. CD-ROM. Forragicultura FOR-252.
- MORAIS, S.A.L.; NASCIMENTO, E.A.; PILO-VELOSO, D. Studies of *Eucalyptus grandis* lignin. Part 1: Estimation of lignin and polyphenols contents in *Eucalyptus grandis* by infreared spectroscopy. *J. Braz. Chem. Soc.*, v.2, p.129-131, 1991.
- MORAIS, S.A.L.; NASCIMENTO, E.A.; PILO-VELOSO, D. Determinação do grau de condensação e do número de grupos metoxila por unidade monomérica de ligninas do *Eucalyptus grandis* por espectroscopia FTIR. *Quím. Nova.* v.17, p.5-8, 1994.
- MOTT, G.O. Relationship of available forage and animal performance in tropical grazing systems. In: FORAGE AND GRASSLAND CONFERENCE, FORAGE SYSTEM LEADING U. S. AGRICULTURE IN TO THE FUTURE, 1984, Houston. *Proceedings...* Lexington: American Forage and Grassland Council, 1984. 373p.
- NATIONAL Research Council – NRC. *Nutrient Requeriments of Beef Cattle.* 5.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1984.
- NATIONAL Research Council – NRC. *Predicting Feed Intake of Food-Producing Animals.* Washington, D.C.: National Academy Press, 1987.
- NATIONAL Research Council – NRC. *Nutrient Requirements of Beef Cattle.* 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.
- NATIONAL Research Council – NRC. *Nutrient requirements of beef cattle.* 7th.ed. (rev.). Washington: National Academy Sciences. 2000. Cap. 7: Feed Intake, p.85-96.
- NATIONAL Research Council – NRC. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle.* 7th.ed. (rev.). Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
- NOLLER, C.H. Nutritional requirements of grazing animals. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL PRODUCTION UNDER GRAZING, 1997, Viçosa. *Anais...* Viçosa: UFV, 1997. p.145-172.
- OLIVEIRA, D.E.; MEDEIROS, S.R.; AROEIRA, L.J.M.; LANNA, D.P.D. Padrão da excreção fecal de cromo utilizado como indicador externo para estimativa da produção fecal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: SBZ, 2001. p.1118-1119.
- OLIVEIRA, L.O.F.; SALIBA, E.O.S.; AMARAL, T.B.; OLIVEIRA, A.R. Avaliação de diferentes períodos de fornecimento de óxido crômico como marcador externo nas estimativas de consumo para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: Embrapa, 2004. (CD-ROM).
- OLIVEIRA, L.O.F. *Desempenho, consumo, dinâmica ruminal e cinética da degradação da Brachiaria brizantha CV. Marandu, em bovinos de corte suplementados com*

- proteinados*. 2005. 93f. Tese (Doutorado em Ciência Animal - Nutrição Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- OWENS, F.N.; HANSON, C.F. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. *J. Dairy Sci.*, v.75, n.9, p.2605-2617, 1992.
- PEDDIE, J.; DEWAR, W.A.; GILBERT, A.B. et al. The use of titanium dioxide for determining apparent digestibility in mature domestic fowls (*Gallus domesticus*). *J. Agric. Sci.*, v.99, p.233-263, 1982.
- PENATI, M.A. *Estudo do desempenho animal e produção do capim tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq.) em um sistema rotacionado de pastejo sob irrigação em três níveis de resíduo pós pastejo*. 2002. 117f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- PILÓ-VELOSO, D.; NASCIMENTO, E.A.; MORAIS, S.A.L. Isolamento e análise estrutural de ligninas. *Quím. Nova*, v.16, p.435-448, 1993.
- POPPI, D.P.; HUGHES, T.P.; l'HUILLIER, P.J. Intake of pasture by grazing ruminants. In: NICOL, A.M. (Ed.). *Livestock feeding on pasture*. Hamilton: New Zealand Society of Animal Production, 1987. p.55-64. (Occasional Publication, 10).
- PRACHE, S. Intake rate, intake per bite and time per bite of lactating ewes on vegetative and reproductive swards. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, v.52, p.53-64, 1997.
- PRIGGE, E.C.; VARGA, G.A.; VICINI, J.L. et al. Comparison of ytterbium chloride and chromium sesquioxide as fecal indicators. *J. Anim. Sci.*, v.53, n.6, p.1629-1633, 1981.
- REGO, F.C.A.; DAMASCENO, J.C.; MARTINS, E.N. et al. Influência de variáveis químicas e estruturais do dossel sobre a taxa de ingestão instantânea em bovinos manejados em pastagens tropicais. *Rev. Bras. Zootec.*, v.35, n.3, p.691-698, 2006.
- RESTLE, J.; PACHECO, P.S.; MOLETTA, J.L. Grupo genético e nível nutricional pós-parto na produção e composição do leite de vacas de corte. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, n.3, p.585-597, 2003.
- ROCHA, R. *Avaliação do pasto de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) na produção de leite de vacas mestiças Holandês-Zebu, suplementadas com diferentes fontes alimentares, no período da seca*. 1987. 76f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- RODRIGUEZ, N.M.; SALIBA, E.O.S.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. Uso de indicadores para estimativa de consumo a pasto e digestibilidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: SBZ, 2006. (CD-ROM).
- ROSELER, D.K.; FOX, D.G.; CHASE, L.E. et al. Development and evaluation of equations for prediction of feed intake for lactating holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.80, n.5, p.878-893, 1997.
- SALIBA, E.O.S. *Caracterização química e microscópica das ligninas dos resíduos agrícolas de milho e de soja expostas à degradação ruminal e seu efeito sobre a digestibilidade dos carboidratos estruturais*. 1998. 251f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

- SALIBA, E.O.S.; RODRIGUES, N.M.; PILÓ-VELOSO, D. et al. Utilização da lignina isolada da palha de milho como indicador de digestibilidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: SBZ, 1999a. p.145-147.
- SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Effect of corn and soybean lignin residues submitted to the ruminal fermentation on structural carbohydrates digestibility. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.51, n.1, p.85-88, 1999b.
- SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Lignina isolada da palha de milho utilizada como indicador em ensaios de digestibilidade: Estudo comparativo. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.54, n.1, 2002.
- SALIBA, E.O.S.; PEREIRA, R.A.N.; FERREIRA, W.M. et al. Lignin from *Eucalyptus Grandis* as indicator for rabbits in digestibility trials. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.*, v.3, n.1-3, 2003a. (Special Volume).
- SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; PILÓ-VELOSO, D. et al. Estudo comparativo da digestibilidade pela técnica da coleta total com lignina purificada como indicador de digestibilidade para ovinos em experimento com feno de Tifton 85. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Catarina. *Anais...* Santa Catarina: SBZ, 2003b. (CD-ROM).
- SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; PILÓ-VELOSO, D. et al. Utilization of purified lignin extracted from *Eucalyptus grandis* (PELI), used as an external marker in digestibility trials in various animal species. In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 9., Porto Alegre: *Proceedings...* Porto Alegre-RS, 2003c. (CD-ROM).
- SALIBA, E.O.S.; PILÓ-VELOSO, D.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Structural characterization of lignin from *Eucalyptus Grandis* before and after exposure to the gastrointestinal tract of ruminants. In: SIMPÓSIO MUNDIAL DE LIGNINAS, 8., 2004, São Carlos. *Anais...* São Carlos, 2004.
- SALIBA, E.O.S. Uso de Indicadores: Passado, presente e futuro. In: TELECONFERÊNCIA SOBRE INDICADORES EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 1., 2005, Belo Horizonte: *Anais...* Belo Horizonte – MG: Escola de Veterinária da UFMG, 2005a. p.04-22.
- SALIBA, E.O.S.; VASCONCELLOS, C.H.F.; VELOSO, J.A.F. et al. LIPE[®], Cr₂O₃ e coleta total de excretas para determinação da digestibilidade em frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. *Anais...* Goiânia: SBZ, 2005b. (CD-ROM).
- SANTOS, M.V.F.; NASCIMENTO JR., D.; ALEXANDRINO, E. et al. Métodos agrônômicos para estimativa de consumo e disponibilidade de forragem em pastagem natural. *Past. Trop.*, v.20, n.2, p.29-34, 1998.
- SANTOS, E.D.G.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em tourinhos Limousin-Nelore, suplementados durante a seca em pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf. *Rev. Bras. Zootec.*, v.33, n.3, p.704-713, 2004.
- SMITH, A.M., REID, J.T. Use of chromic oxide as an indicator of fecal output for the purpose of determining the intake of a pasture herbage by grazing cows. *J. Dairy Sci.*, v.38, n.5, p.515-524, 1955.

- SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SOARES, J.P.G.; AROEIRA, L.J.M.; DERESZ, F. et al. Avaliação do consumo de vacas em lactação, medido em sistema "calangates" e estimado pelo óxido crômico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: SBZ, 1999. p.275.
- SOARES, J.P.G.; BERCHIELLI, T.T.; AROEIRA, L.J.M. et al. Estimativa de consumo do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum), fornecido picado para vacas lactantes utilizando a técnica do óxido crômico. *Rev. Bras. Zootec.*, v.33, n.3, p.811-820, 2004.
- SOUZA, G.M. *Consumo voluntário de forragem e desempenho de bezerros suplementados em "Creep-Feeding"*. 2006. 72f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- STATISTICAL analytical system – SAS. SAS/STAT® *user's guide*. Version 6, 4.ed., Cary, NC: SAS Institute, 1990. v.1.
- STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Variation in the bite size of grazing cattle. *Aust. J. Agric. Res.*, v.24, n.6, p.809-819, 1973a.
- STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. *Aust. J. Agric. Res.*, v.24, n.6, p.821-829, 1973b.
- TEIXEIRA, J.C. Introdução aos métodos de determinação de digestibilidade em ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE DE RUMINANTES, 1997, Lavras. *Anais...* Lavras: UFLA, 1997. p.7-28.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the "in vitro" digestion of forage crops. *J. Br. Grass. Soc.*, v.18, n.2, p.104-111, 1963.
- TITGEMEYER, E.C. Design and interpretation of nutrient digestion studies. *J. Anim. Sci.*, v.75, p.2235-2247, 1997.
- TOMICH, T.R.; LOPES H.O.S.; PIRES, D.A.A. et al. Suplementação com mistura múltipla contendo uréia como fonte de nitrogênio para bovinos em pastagens de braquiária no período das águas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. *Anais...* Recife: SBZ, 2002. CD-ROM
- VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA Jr., V.R.; CAPELLE, E.R. *Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos*. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. 329 p.
- VAN DYNE; G.M.; MEYER, J.H. A method for measurement of forage intake of grazing livestock using microdigestion techniques. *J. Range Manag.*, v.17, n.4, p.204-208, 1964.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition, *J. Dairy Sci.*, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

VASCONCELLOS, C.H.F. *Lignina purificada e modificada (LIPE®), óxido crômico e coleta total de excretas, como métodos de determinação da digestibilidade em frangos de corte*. 2004. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

VIANA, J.A.C. Determinação da digestibilidade e do consumo de forragem, em ovino, por meio do óxido crômico e dos cromogênitos vegetais. *Arq. Esc. Sup. Vet.*, v.12, p.137-184, 1959.

WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; ISMAA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. *J. Agric. Sci.*, v.59, n.3, p.381-385, 1962.