

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL

**VALOR BIOECONÔMICO DA SUPLEMENTAÇÃO  
ALIMENTAR PARA BOVINOS EM PASTAGENS DE  
*Brachiaria brizantha* cv. MARANDU**

**Rodolfo Marques de Brito**

Zootecnista

Jaboticabal – São Paulo – Brasil

2004

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL

**VALOR BIOECONÔMICO DA SUPLEMENTAÇÃO  
ALIMENTAR PARA BOVINOS EM PASTAGENS DE  
*Brachiaria brizantha* cv. MARANDU**

**Rodolfo Marques de Brito**

Orientadores: Prof. Dr. Alexandre Amstalden Moraes Sampaio  
Prof. Dr. Kleber Tomás de Resende

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias  
e Veterinárias do Campus de Jaboticabal – Unesp,  
como parte das exigências para obtenção do título  
de Doutor em Zootecnia (Produção Animal)

Jaboticabal – São Paulo – Brasil  
Fevereiro - 2004

### **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

Rodolfo Marques de Brito, nascido aos 18 de janeiro de 1972, na cidade de São José do Rio Preto/SP é zootecnista graduado pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp Campus de Jaboticabal/SP em 1997. Obteve o título de Mestre em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal em 2000, pela mesma instituição de ensino superior. Foi representante discente na Comissão Local de Informática (CLI), Comissão de Ética e Bem-estar Animal (CEBEA) e no Conselho de Curso de Pós-graduação em Zootecnia.

À Santíssima Trindade,  
OFEREÇO

Aos meus pais José e Maria,  
à minha irmã Renata,  
à Karina,  
às amigas Clara e Juliana,  
DEDICO

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista, pela oportunidade oferecida;  
À Fapesp pelo suporte prestado à pesquisa e à pós-graduação;  
Ao Prof. Alexandre Sampaio, pela orientação ímpar e esclarecedora;  
À Embrapa-CPPSE – Dr. Aliomar, Dr. Maurício, Dr. Rogério, Dr. Pedro, Dr. Geraldo, Dr. Rymer e Sr. Nacir – pela confiança depositada na FCAV-Unesp;  
À Apta-S. J. Rio Preto/SP – Dr. Romeu, Dr. Célio, Dr. José Luiz, Dr<sup>a</sup> Wignez – pela indispensável colaboração na cessão dos animais Santa Gertrudes;  
Ao Prof. Kleber Tomás Resende pelo importante auxílio na orientação;  
Ao Prof. João Martins Pizauro, pela colaboração nos ensaios laboratoriais, no exame de qualificação e pela amizade espontânea;  
Ao Prof. Marcos Macari, pela contribuição à pós-graduação de qualidade;  
Aos professores Mauro Dal Secco, Atushi Sugohara e Jane Maria Bertocco pela contribuição técnica na qualificação;  
À Patrícia Miguez, Alexandre Mendes e André Cerqueira pela companhia e auxílio nos árduos trabalhos de campo e laboratoriais;  
Ao Hospital Veterinário Laudo Natel e aos médicos veterinários Prof. Catelan, Hidelbrando e Roberta pela preparação e cuidados aos animais experimentais;  
Ao amigo Luciano Eduardo Morello Polaquini e família – Joelma, “Seu” Arthur, D<sup>a</sup> Maria Inês (*in memorian*), “Seu” Faria e D<sup>a</sup> Diva – pela amizade enriquecedora e pela aprazível acolhida em Jaboticabal;  
À D<sup>a</sup> Virginia, “Seu” Zé Antônio, D<sup>a</sup> Fátima, João, “Seu” José e D<sup>a</sup> Tereza pela amizade cristalina e acolhida calorosa;  
Aos companheiros zootecnistas-“*de coração-até debaixo d’água*” Alexandre Oba, Luís Daniel Giusti Bruno e Marcelo de Oliveira Andreotti pela convivência alegre e cômica.

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                                    | Página |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| LISTA DE ABREVIATURAS .....                                                                                                                                        | vii    |
| RESUMO.....                                                                                                                                                        | viii   |
| SUMMARY.....                                                                                                                                                       | ix     |
| CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS .....                                                                                                                            | 1      |
| CAPÍTULO 2 – VALOR BIOECONÔMICO DA SUPLEMENTAÇÃO<br>ALIMENTAR PARA BOVINOS EM PASTAGENS DE <i>Brachiaria brizantha</i><br>cv. MARANDU I. DESEMPENHO.....           | 20     |
| CAPÍTULO 3 – VALOR BIOECONÔMICO DA SUPLEMENTAÇÃO<br>ALIMENTAR PARA BOVINOS EM PASTAGENS DE <i>Brachiaria brizantha</i><br>cv. MARANDU II. METABOLISMO RUMINAL..... | 39     |
| CAPÍTULO 4 – IMPLICAÇÕES .....                                                                                                                                     | 80     |
| REFERÊNCIAS .....                                                                                                                                                  | 81     |

## LISTA DE ABREVIATURAS

|         |                                                             |
|---------|-------------------------------------------------------------|
| AGV('s) | Ácido(s) graxo(s) volátil(eis)                              |
| AOL     | Área de olho de lombo                                       |
| CDAp    | Coeficiente de digestibilidade aparente                     |
| CE      | Carboidrato estrutural (fibroso)                            |
| CHOADR  | Carboidrato aparentemente digerido no rúmen                 |
| CHOT    | Carboidratos totais                                         |
| CNE     | Carboidrato não-estrutural (não-fibroso)                    |
| DAPA    | Ácido diaminopimélico                                       |
| DE5     | Degradabilidade efetiva à taxa de passagem de 5%/h          |
| DP      | Derivados de purina                                         |
| EE      | Extrato etéreo                                              |
| eFDN    | Fibra em detergente neutro efetiva                          |
| EGC     | Espessura de gordura de cobertura                           |
| EM      | Energia metabolizável                                       |
| EMFe    | Energia metabolizável fermentável                           |
| FDA     | Fibra em detergente ácido                                   |
| FDAi    | Fibra em detergente ácido indigestível                      |
| FDN     | Fibra em detergente neutro                                  |
| gg      | Tratamento para ganho diário de peso corporal de 0,5 kg/cab |
| GG      | Tratamento para ganho diário de peso corporal de 1 kg/cab   |
| GPC     | Ganho de peso corporal                                      |
| MM      | Matéria mineral                                             |
| MN      | Matéria natural                                             |
| MO      | Matéria orgânica                                            |
| MOADR   | Matéria orgânica aparentemente digerida no rúmen            |
| MOF     | Matéria orgânica fermentável                                |
| MS      | Matéria seca                                                |
| NDT     | Nutrientes digestíveis totais                               |
| N-RNA   | Nitrogênio presente/contido no RNA                          |
| PB      | Proteína bruta                                              |
| PBM     | Proteína bruta microbiana                                   |
| PC      | Peso corporal                                               |
| PDR     | Proteína degradável/degradada no rúmen                      |
| PEDR    | Proteína efetivamente degradável/degradada no rúmen         |
| PIDA    | Proteína insolúvel em detergente ácido                      |
| PMet    | Proteína metabolizável                                      |
| PNDR    | Proteína não degradável no rúmen                            |
| y       | Taxa/eficiência de crescimento microbiano                   |
| yy      | Tratamento para eficiência microbiana de 9,5 g PBM/MJ EMFe  |
| YY      | Tratamento para eficiência microbiana de 11 g PBM/MJ EMFe   |

## **VALOR BIOECONÔMICO DA SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR PARA BOVINOS EM PASTAGENS DE *Brachiaria brizantha* cv. MARANDU**

**RESUMO** – Utilizou-se 4 tourinhos Santa Gertrudes de 17 meses de idade e 380 kg (canulados no rúmen e no duodeno) e 16 tourinhos Canchim, de 7 meses de idade e 250 kg, para avaliar a suplementação do capim Marandu durante a época seca, visando ganho de peso corporal (GPC) diário de 0,5 e 1 kg/cab e potencial de fermentação microbiana (y) de 9,5 e 11 g proteína bruta microbiana/MJ energia metabolizável fermentável (EMFe). No ensaio de desempenho, os animais Canchim receberam suplementação individual diária com milho, soja grão e farelos de soja e algodão, durante 168 dias, com pesagem a cada 28 dias. A ingestão diária de pasto foi estimada em 5,91 kg matéria seca/cab. Os tratamentos para GPC diferiram ( $P<0,05$ ) no desempenho animal, com médias de GPC diário de 0,94 e 1,09 kg/cab, para os tratamentos que visaram GPC diário de 0,5 e 1 kg/cab, respectivamente. O tratamento para GPC diário de 0,5 kg/cab mostrou melhor resultado econômico, mas não permitiu alcançar o peso de abate apropriado. No ensaio de metabolismo ruminal, os animais Santa Gertrudes receberam feno de capim Marandu e suplemento em baias individuais. O tratamento para GPC diário de 1 kg/cab proporcionou maior ( $P<0,05$ ) digestibilidade da matéria orgânica e de carboidratos totais com médias de 66,63 e 58,68%, respectivamente, quando comparado ao tratamento para GPC diário de 0,5 kg/cab, que apresentou, nas respectivas variáveis citadas, médias de 61,57 e 53,94%. Não houve efeito do potencial de fermentação na digestibilidade dos nutrientes da dieta. A eficiência de síntese microbiana foi similar ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos, com média de 9,2 g de proteína bruta microbiana/MJ EMFe.

**Palavras-chave:** proteína, rúmen, simbiose



**BIOECONOMIC VALUE OF FEED SUPPLEMENTATION TO BEEF CATTLE IN  
PASTURES OF *Brachiaria brizantha* cv. MARANDU**

**SUMMARY** – It were utilized 4 Santa Gertrudis young bulls, with 17 months old and 380 kg (fitted with ruminal and duodenal cannulas) and 16 Canchim young bulls, with 7 months old and 250 kg, to evaluate concentrate supplementation of Palisadegrass, during dry season, in order to support daily body weight gain (BWG) of 0.5 and 1 kg/head and microbial fermentation (y) of 9.5 and 11 g microbial crude protein/MJ fermentable metabolisable energy (FME). In the performance trial, Canchim bulls received daily individual supplementation of corn, whole soybean, cottonseed and soybean meals, for 168 days. Weight measurements were taken every 28 days. The daily estimated forage intake was 5.91 kg dry matter/head. The treatments for different BWG were different ( $P < .05$ ) in animal performance, with daily BWG of 0.94 and 1.09 kg/head, for treatments that aimed daily BWG of 0.5 and 1 kg/head, respectively. The treatment for daily BWG of 0.5 kg/head showed better economic result but did not allowed to achieve a suitable slaughter weight. In the ruminal metabolism trial, the Santa Gertrudis bulls were fed with Palisadegrass hay and concentrate feed in individual stalls. The treatment for daily BWG of 1 kg/head resulted in higher ( $P < .05$ ) digestibility of organic matter and total carbohydrates, with values of 66.63 and 58.68%, respectively, when compared to treatment for daily BWG of 0.5 kg/cab, that showed, in respective variables cited, values of 61.57 and 53.94%. There was no effect of “y” on digestibility of dietetic nutrients. The efficiency of microbial synthesis was similar ( $P > .05$ ) among treatments with mean of 9.2 g microbial crude protein/MJ FME.

**Keywords:** protein, rumen, symbiosis

## **CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

O Brasil possui potencial para alojar 400 milhões de cabeças de bovinos e produzir anualmente 30 milhões de toneladas de carcaça. No entanto, como os índices produtivos brasileiros ainda são insatisfatórios, o pleno usufruto deste enorme potencial da pecuária de corte no país parece permanecer inatingível.

No terceiro milênio, a bovinocultura de corte no Brasil precisará caminhar orientada firmemente para a formação de um grande complexo agroindustrial da cadeia produtiva da carne bovina. A concretização desta realidade, depende da contínua incorporação de tecnologia ao sistema produtivo e da integração entre órgãos governamentais, produtores, técnicos, comerciantes de varejo, indústrias frigoríficas, hipermercados e instituições de pesquisa e extensão, formando uma rede operacional cuja meta principal é proporcionar ao consumidor um produto de qualidade e que atenda às suas expectativas econômicas.

É neste contexto que grande parcela da responsabilidade, resumida na busca de solução para muitos problemas práticos, recai sobre as instituições de pesquisa e extensão, que precisam desenvolver tecnologias aplicáveis ao sistema produtivo. Diante da modéstia tecnológica da bovinocultura de corte brasileira, os avanços e resultados devem ser difundidos e utilizados na solução de problemas definidos, presentes nas fazendas de produção comercial. É neste ambiente complexo que o produtor toma diariamente decisões a respeito do manejo e, muitas vezes, conta apenas com a própria experiência para aconselhá-lo. O primeiro objetivo da pesquisa aplicada é fornecer informações que ajudarão o produtor a tomar decisões melhoradas. Imbuídos dessa convicção os pesquisadores devem agir com eficiência na seleção, montagem, condução e avaliação dos ensaios experimentais.

Nesta perspectiva, a investigação de técnicas de alimentação e manejo nutricional do bovino destinado à produção de carne e inserido no sistema pastoril de exploração, é de vital importância para o agronegócio no país. No mundo globalizado, a competitividade econômica é requisito básico para que o produtor alcance resultados satisfatórios. No embate mercantilista, as ferramentas tecnológicas são as principais armas com as quais o produtor pode contar, pois a base do sistema produtivo pode ser substancialmente otimizada com animais geneticamente superiores, alimentos e técnicas alimentares alternativas e o auxílio proporcionado por novos equipamentos eletrônicos de utilização no campo, que integrados numa ação conjunta possam garantir a produção de um animal de baixo custo, no menor espaço de tempo possível, sem prescindir da plena aceitação pelo mercado consumidor.

### **Suplementação em pastagens no inverno**

De acordo com CHURCH (1988) um terço da superfície do globo foi ocupado por terra, algo em torno de 13.700 milhões de hectares. Deste total, aproximadamente 3% foi utilizado para fins urbanos, 10% foi cultivado com lavouras, 15% foi considerado improdutivo e 30% foi representado por florestas. O restante, totalizando a expressiva parcela de 42% foi ocupado por pastagens naturais ou cultivadas, cuja exploração por intermédio dos herbívoros domésticos poderia representar uma enorme fonte de alimento para a população terrestre no futuro.

Situado na região do planeta propícia ao desenvolvimento das espécies forrageiras, o Brasil possui um grande potencial para produção de carne bovina em pastagens, em razão da vasta extensão territorial e das condições edafoclimáticas que o país apresenta. Mesmo possuindo o maior rebanho bovino comercial do planeta, cerca de 175 milhões de cabeças, o Brasil vem ocupando posições modestas na classificação das melhores taxas de abate do mundo, com média anual entre 20 e 23%, ficando atrás de países como a Nova Zelândia, EUA, México, Portugal, França e Argentina, que apresentaram índices médios ao redor de 40, 35, 35, 35, 30 e 25%, respectivamente (ANUALPEC, 2002).

Um dos fatores responsáveis pela baixa produção bovina nos trópicos brasileiros é a inadequada nutrição do animal, resultante principalmente da sazonalidade característica da produção forrageira, seja ela nativa ou cultivada. No Brasil, a maior parte da produção bovina de corte está fundamentada em pastagens formadas por espécies do gênero *Brachiaria*, que por serem gramíneas tropicais, apresentam sua produção (quantitativa e qualitativa) distribuída em dois períodos distintos: estação chuvosa e quente e estação seca e fria. Esta produção cíclica resulta em grandes variações diárias do peso corporal (PC) do animal que vão de -0,5 a +1,0 kg com média anual de +0,25 kg. Desta forma, a longa duração do período de recria e engorda torna-se excessivamente danosa à economia do sistema produtivo.

Atenuar os limites impostos pela variação estacional na produção forrageira visando reduzir a idade de abate é o desafio apresentado aos pesquisadores brasileiros. Uma forma de reduzir os efeitos das deficiências nutricionais das pastagens é através da suplementação, cujo objetivo básico é preencher as lacunas criadas pela falta de nutrientes específicos na dieta do animal. Suprir as deficiências e não sobrepor o conteúdo nutritivo da forragem é fator decisivo para tornar esta técnica viável, dada a vasta gama de fatores que interferem neste processo.

Outro aspecto importante é definir claramente o objetivo principal da suplementação dentro do sistema de produção. Em situações que o teor de proteína bruta (PB) da forragem é inferior a 7%, cuja ocorrência é comum, pode-se apenas corrigir as demandas de proteína degradável no rúmen (PDR), esperando que o efeito positivo sobre o consumo e digestibilidade da forragem supram parte da deficiência energética e o animal alcance ganhos diários de até 0,3 kg. Os resultados apresentados por ZANETTI et al. (1997) ilustraram este efeito, por intermédio da simples suplementação com uréia do pasto de inverno de bovinos mestiços Nelore e Caracu.

Se o objetivo for a terminação do animal ao final da estação seca, por meio de ganhos diários acima de 0,5 kg/cab, seria necessária suplementação diária intensiva, ao redor de 1% PC em concentrado, considerando que o custo do ganho de peso

adicional por unidade de suplemento tende a aumentar significativamente (SANTHIAGO & SILVA, 1998).

Sob esta ótica, a suplementação na seca em semiconfinamento vem crescendo na preferência dos produtores, de acordo com o levantamento do ANUALPEC (2002). De 1990 a 2002, a participação relativa dos três principais sistemas de terminação de bovinos na entressafra, apresentou a seguinte variação: confinamento – de 58,3 para 38,6%; semiconfinamento – de 8,9 para 45,5%; e pastagens de inverno (azevém e/ou trevo e/ou milheto) – de 32,8 para 21,8%.

A variação relativa de cada item foi de -33,8, +411,2 e -33,5%, com efetivo de 1,92, 2,69 e 1,29 milhões de cabeças em 2002, para confinamento, semiconfinamento e pastagens de inverno, respectivamente. É um comportamento compreensível, pois ENSMINGER et al. (1990) enunciaram as vantagens da suplementação em pastagens, como: redução dos problemas ambientais causados pelo esterco em confinamento, menor incidência de doenças, redução no uso de fármacos, menor demanda de mão-de-obra e redução da infra-estrutura necessária. Sob o ponto de vista de remuneração do capital investido, as vantagens citadas são de grande importância para alcançar um dos objetivos básicos na produção de carne que é a redução de custos.

Diante da grande variabilidade dos sistemas produtivos no circuito pecuário brasileiro e da sensível adesão do produtor à técnica de semiconfinamento, muitas questões ainda permanecem obscuras quanto a esta prática de manejo nutricional. Há alguns anos, os pesquisadores não vêm medindo esforços na tentativa de equacionar integralmente a técnica de suplementação em pastagem, devido à complexidade da interação entre solo, clima, forragem, animal e o suplemento utilizado.

É importante lembrar que a oferta de forragem é um importante fator a ser considerado no manejo da pastagem (ALMEIDA et al., 2000ab) e, portanto, na prática da suplementação, pois o animal deve aproveitar melhor a forragem, sem contudo substituí-la pelo suplemento. De acordo com EUCLIDES et al. (1997a), quando os animais têm forragem disponível e recebem concentrado suplementar, é preciso considerar que a suplementação pode produzir os efeitos aditivo ou substitutivo. Este último produz, em gradientes variados, redução no consumo da forragem. A extensão

destes efeitos é regulada pela qualidade da forragem, uma vez que a baixa qualidade (forragem madura) já proporciona ingestão reduzida.

GOLDING (1985) chamou a atenção para a interação entre produção ótima e produção máxima, pois os sistemas de produção de ruminantes são muito variáveis, alertando que o nível de produção deve ser ótimo, caso em que o produto pode ser vendido por um valor superior ao seu valor de custo, o que geralmente força o nível produtivo a permanecer em patamares inferiores à produção máxima. O autor relatou ainda que suplementar pasto para machos em crescimento e fêmeas para abate durante a estação seca é mais complexo do que para matrizes ou fêmeas para reposição, pois as primeiras categorias exigem decisões com base em condições locais, experiência, situação financeira, ambiente mercantil e potencial genético dos animais.

CEZAR & EUCLIDES FILHO (1996) mostraram que a redução na idade de abate para 26 meses melhorou a taxa de desfrute em 24% quando comparada ao sistema tradicional. Os mesmos autores mostraram ainda melhora de 49% na margem bruta anual/ha e de 18% no mesmo indicador quando os bezerros foram desmamados com 220 kg (utilizando *creep-feeding*) e terminados até 24 meses de idade.

Exemplificando o uso da suplementação como ferramenta para reduzir idade ao abate, EUCLIDES et al. (1997a) avaliaram o efeito de um suplemento composto por 75% de milho desintegrado com palha e sabugo e 25% de farelo de soja, fornecido no nível diário de 0,8% PC e obtiveram ganho diário de peso corporal (GPC) de 355, 410, 450, 510 e 725 g/cab e 35,3, 30,6, 28,7, 26,3 e 22,6 meses de idade ao abate nos tratamentos testemunha (s/ suplemento), suplementação na 1ª seca, suplementação na 2ª seca, suplementação na 1ª + 2ª secas e suplementação na 1ª seca+confinamento na 2ª seca, respectivamente, com novilhos Nelore de peso inicial de 170 kg, abatidos quando 10% do lote atingiu 450 kg. Avaliando os mesmos tratamentos, em condições de pastagem semelhantes, mas desta vez com novilhos desmamados F1 Angus-Nelore de 195 kg e suplemento comercial contendo 18% de PB e 75% de nutrientes digestíveis totais (NDT), EUCLIDES et al. (1997b) observaram ganhos diários 375, 445,

445, 514 e 645 g/cab e 28,4, 25,2, 26,4, 23,6 e 20,6 meses de idade ao abate, respectivamente, para os tratamentos citados anteriormente.

## Ultrassonografia

De acordo com BERG & BUTTERFIELD (1976), o início da utilização de ondas ultrassônicas, para medir a gordura de cobertura de bovinos, figura ao redor de 1956. SZABO et al. (1999) esclareceram que o princípio da avaliação ultrassonográfica foi calcado na velocidade de transmissão de ondas de frequência que variaram de 1 a 5 MHz, e que foram sensíveis às diferenças de densidade do material. Alterações nesta característica dos tecidos resultaram em reflexão das ondas para o instrumento, que foram então captadas, registradas, mapeadas e, eventualmente, reproduzidas em câmeras de imagem. No entanto, como as ondas sonoras não atuaram profundamente, ficou impedido o mapeamento da secção completa do corpo do animal. As imagens obtidas foram avaliadas por programa de computador capaz de determinar principalmente a área da secção dos músculos e espessura de gordura de cobertura.

As pesquisas com ultrassom detiveram-se inicialmente na medida da espessura de gordura de cobertura e da área de olho de lombo, como indicativos da gordura corporal e da musculabilidade do animal, mas a cada dia, novas pesquisas vêm esmerando e aperfeiçoando a utilização deste equipamento. Muitos dos estudos realizados correlacionaram positivamente as medidas realizadas com o ultrassom e aquelas realizadas na carcaça após o abate (ROBINSON et al., 1992; PERKINS et al., 1992; HERRING et al., 1998). HERRING et al. (1998) avaliaram quatro marcas de equipamentos e concluíram que os equipamentos proporcionaram medidas mais acuradas quando utilizados em animais com menor grau de marmorização.

Muitas medidas têm sido feitas nos pontos onde a carcaça é separada, mas ensaios devem ser montados para avaliar e estudar regiões opcionais de mensuração. O trabalho que foi realizado por WILLIAMS et al. (1997) estudou a incorporação das medidas dos músculos *gluteus medius* e *biceps femoris*, nas equações de estimativa de

predição da composição da carcaça. Os autores observaram um incremento nos coeficientes de determinação nas estimativas de retalhabilidade e aparas de gordura, quando combinaram os novos locais de medida com variáveis como peso corporal final e as medidas do músculo *longissimus*, correspondente ao corte comercial brasileiro conhecido como contra-filé.

A possibilidade de medidas tridimensionais na carcaça para avaliar o volume de alguns músculos ou depósitos de gordura ainda é um desafio aos técnicos de engenharia. Há fortes razões para que consideráveis esforços sejam despendidos para desenvolver e aperfeiçoar a aplicação e precisão das medidas ultrassonográficas, pois trata-se de uma técnica não-destrutiva e não-invasora ao animal e ao produto, podendo ser utilizada no animal vivo em qualquer fase de criação, o que é facilitado em razão do equipamento ser portátil.

As informações disponíveis até o presente indicam que o ultrassom, corretamente utilizado e interpretado, poderá ser muito útil na comparação da composição corporal de animais vivos, como é necessário no acompanhamento de animais em engorda (BRETHOUR, 2000) ou ainda para melhorar a precisão dos testes de progênie, o que tornaria mais consistente as decisões das empresas envolvidas nestes empreendimentos, garantindo maior segurança nos investimentos realizados no setor da pecuária bovina (BERGEN et al., 1997).

Para exemplificar esta consideração, pode-se avaliar os resultados obtidos por BASARAB et al. (1997) que compararam a formação de lotes homogêneos de animais para engorda e abate por meio da monitoração com ultrassom, modelo computadorizado de medidas biométricas e acompanhamento visual. O trabalho envolveu 1.031 novilhos de sobreano, com 407 kg, distribuídos em três fazendas de engorda confinada. Os animais foram divididos em 10 grupos de acordo com a estimativa do número de dias necessários para o abate e de acordo com as condições de abate desejadas. Em relação ao procedimento visual, o ultrassom reduziu a variabilidade do peso de abate do lote em 14,3% e não apresentou modificações em relação à gordura de cobertura, sendo que a estimativa de retorno líquido variou de US\$ 4,00 a US\$ 8,82 por cabeça abatida. As medidas corporais apresentaram aumento



na variabilidade do peso de abate de 33,9% e redução da variabilidade na espessura de gordura em 15,5%, com estimativas de retorno líquido de US\$-3,00 a US\$11,55 por cabeça abatida.

O estudo realizado por PERRY & FOX (1997) buscou prever a composição da carcaça por meio de diversas medidas *in vivo* e após o abate de cinco grupos genéticos: Angus, Hereford, Simental, Holandês e cruzados Angus x Simental, abatidos aos 275, 300 e 360 kg. Os autores utilizaram o ultrassom para avaliação da área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura de cobertura (EGC), e obtiveram correlações de 0,79 e 0,82 para as duas variáveis, respectivamente, quando comparadas às medidas realizadas na carcaça, determinando as seguintes equações:  $EGC_{carcaça} = 0,0351 + 0,904 EGC_{ultrassom}$  e  $AOL_{carcaça} = 6,83 + 0,908 AOL_{ultrassom}$ .

PERKINS et al. (1992) avaliaram com ultrassom 495 novilhos e 151 novilhas a 24h antes do abate, na secção transversal da 12ª e 13ª costelas para estimar a precisão das medidas ultrassonográficas de EGC e AOL, e concluíram que a variância absoluta entre as medidas *in vivo* e *post-mortem* indicou que não houve diferenças entre as técnicas e que as avaliações ultrassonográficas podem ser índices acurados da composição dos tecidos na carcaça. Também ROBINSON et al. (1992) compararam as avaliações *in vivo* com aquelas realizadas na carcaça após 24h do abate, concluindo que as medidas *in vivo* da gordura da garupa foram 20% maiores, as medidas de AOL foram similares e as medidas de EGC foram semelhantes quando os animais apresentavam até 10 mm de capa adiposa, acima dos quais as medidas *in vivo* tenderam a ser menores.

MERCADANTE et al. (1999) avaliaram por ultrassonografia, a AOL e a EGC de 690 tourinhos com 9 a 13 meses de idade em prova de ganho de peso e obtiveram melhores correlações com a idade ( $r^2=0,67$ ) e peso ( $r^2=0,79$ ) para as medidas do lombo, do que para as medidas da capa de gordura. Os autores concluíram que a obtenção da AOL por ultrassonografia, na faixa etária em que os animais se encontravam, poderia fornecer informações das mudanças ocorridas no músculo durante o crescimento dos animais. Ainda na avaliação de machos jovens, BRUCKMAIER et al. (1998) estudaram a AOL e a EGC durante o processo de engorda

de animais castrados e inteiros e concluíram que a técnica ultrassonográfica foi eficiente na determinação de diferenças no estado físico e nutricional entre os grupos.

Mesmo não avaliando a correlação entre a medida na carcaça e a medida com ultrassom, CERVIERI et al. (2001) registraram médias de 66,57 cm<sup>2</sup> e 5 mm para medida convencional e, 60,66 cm<sup>2</sup> e 5 mm para medida ultrassonográfica da AOL e EGC, respectivamente. Os autores trabalharam com 60 bezerros Brangus de 8 meses e 243,2 kg, terminados no modelo de produção de “superprecoce”. Foi concluído que o ultrassom contribuiu para a compreensão do crescimento animal, permitindo identificar o ponto de abate, de acordo com a exigência da indústria frigorífica, por meio dos parâmetros avaliados no animal vivo.

### **Herbívoros e produção animal**

De acordo com AUSTGEN & BOWEN (1998), cerca de 50% do carbono orgânico da superfície terrestre encontra-se sob a forma de celulose. Isto representa uma enorme fonte de energia que inúmeros vertebrados, por si só, não podem aproveitar, já que não produzem as enzimas necessárias para digerir este material. Apesar disso, muitos microrganismos secretam celulasas capazes de hidrolisar os constituintes da parede celular dos vegetais e habitam o trato digestório de diversos animais herbívoros, permitindo a estes assimilar e aproveitar os produtos finais do processo de fermentação, particularmente, os ácidos graxos voláteis de cadeia curta. O valor relativo da fermentação para cada espécie é dependente do tamanho de sua câmara fermentativa e da magnitude do processo de degradação dos alimentos. A fermentação ocorre no intestino de humanos, cães e outros onívoros mas o benefício é proporcionalmente pequeno. Os herbívoros sobrevivem valendo-se da fermentação maciça da parede celular nas câmaras anaeróbias que integram seu sistema digestório.

A exploração dos ruminantes domésticos está intimamente associada ao processo de fermentação ocorrido na porção pré-gástrica do sistema digestório. O estudo do sistema ruminal sob diferentes condições, desperta muitos interesses e

motiva grande variabilidade de ensaios experimentais, nos quais um dos indicadores mais qualificados para avaliação do potencial simbiótico das dietas é a eficiência de síntese de proteína microbiana, citando-se ainda a importância das medidas de pH, concentração de ácidos graxos voláteis,  $\text{NH}_3$ , degradação de frações nutritivas dos alimentos e taxa de passagem da digesta sólida e líquida, entre outros. CATON & DHURYVETTER (1997) fizeram considerações sobre este tema e concluíram que resultados gerados em ensaios de metabolismo e que depois são aplicados no ambiente de produção podem representar e amparar os conceitos práticos e teóricos. Dada a vastidão das áreas de pastagem do globo terrestre, os autores ainda enfatizaram a necessidade de trabalhos adicionais dentro da área de suplementação alimentar desta fonte de nutrientes, bem como a avaliação de novos alimentos e combinações destes que apresentem potencial de uso em sistemas de exploração zootécnica dos ruminantes.

### **Sistema PMet e degradação de alimentos**

Se a nutrição do ruminante doméstico alcançou um estágio em que as dietas são continuamente testadas em múltiplas combinações, então é preciso considerar o maior número possível de detalhes do processo de aproveitamento dos alimentos. Motivados por este fator, MEHREZ & ØRSKOV (1977) basearam-se na degradabilidade das diversas frações dos alimentos e desenvolveram a técnica da degradação *in situ*, que tem sido empregada e estudada extensivamente nos últimos 25 anos, com o objetivo primário de comparar os alimentos e melhorar a compreensão do processo fermentativo. ØRSKOV & McDONALD (1979) introduziram o efeito da taxa de passagem na avaliação da degradabilidade, estabelecendo o conceito de degradação efetiva. O protocolo de execução desta técnica consiste na manufatura de bolsas de poliamida, nas quais são colocadas pequenas quantidades de alimento. Estas bolsas são então inseridas em meio à massa ruminal durante períodos de tempo prefixados para que o alimento seja submetido à ação microbiana. A diferença entre a quantidade

de material inicial e a quantidade restante indica a magnitude do ataque microbiano ao alimento.

Neste contexto investigatório, foram desenvolvidos sistemas matemáticos de avaliação de dietas que têm exigido o conhecimento das características de degradação ruminal dos alimentos na tentativa de predizer o desempenho animal. A avaliação *in situ* foi uma forma de obter dados para alimentar estes modelos de cálculo (VANZANT et al., 1998), apesar da ação de mastigação e ruminação e das variações causadas por fatores como: grau de fragmentação do material, porosidade do tecido de náilon, modo de colocação e retirada dos sacos, período de incubação, regime alimentar, contaminação bacteriana, concentração protéico-energética da dieta, relação área de saco:peso da amostra, número de sacos dentro do rúmen, tempo de adaptação do animal à dieta, lavagem e secagem dos sacos, tipo de suporte e posição dos sacos no rúmen, número e horário dos tempos de incubação e o tempo de associação entre a bactéria e a partícula de alimento, entre outros.

Os parâmetros básicos obtidos por meio da técnica *in situ* e os conceitos sobre taxa de passagem e de degradação das frações nutritivas foram integrados na avaliação de dietas pelo Agricultural Research Council (ARC, 1984) e pelo National Research Council (NRC, 1984). Os modelos de predição do desempenho animal destas instituições são ainda os mais utilizados e difundidos em alimentação e nutrição de bovinos de corte. Os avanços na linha de pesquisa aperfeiçoada pelo sistema ARC (1984) culminaram no Sistema de Proteína Metabolizável, conhecido como “Sistema PMet”, do Agricultural and Food Research Council (AFRC, 1993).

Este sistema reconheceu que o aporte de aminoácidos disponíveis para o ruminante contém duas frações: a primeira consiste da proteína microbiana sintetizada no rúmen e posteriormente digerida no intestino delgado e a segunda como a proteína do alimento não-fermentada que escapa da degradação no rúmen mas pode ser digerida nas porções intestinais. A fração rapidamente degradada no rúmen foi definida como “a”, a fração lentamente degradada no rúmen foi denominada “b”, a proteína não-degradável foi calculada por  $1 - (a + (b \cdot (c / (c + k))))$  e a proteína indigestível foi considerada como proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA). O sistema considerou ainda que a

fração “a” é captada com eficiência de 80%, o que definiu a proteína efetivamente degradada no rúmen (PEDR) como  $0,8a + b.(c/c+k)$ . Desta fração, foi descontado ainda 25% de ácidos nucleicos e aplicada digestibilidade de 85% para chegar à porção metabolizável de origem microbiana. No caso da fração não-degradável, foi atribuída digestibilidade de 90%, após desconto da fração PIDA, obtendo-se a proteína metabolizável (PMet) do alimento que não foi degradado (AFRC, 1993).

Os requerimentos foram portanto, medidos em termos de PEDR e proteína não-degradável no rúmen (PNDR) que foram digeridas, compondo assim a quantidade final de PMet disponível para o animal. Ainda no Sistema PMet, cada unidade de energia metabolizável fermentável (EMFe) que foi obtida tomando por base o valor calórico do alimento menos a energia de lipídeos, ácidos graxos e produtos de fermentação, possibilitaria uma eficiência de crescimento microbiano ( $y$ ), expressa em proteína bruta microbiana (PBM), em razão do nível de produção em que o animal se encontra (1, 2 ou 3 x manutenção), com valores de 9, 10 e 11 g PBM/MJ EMFe. Esta produção de proteína microbiana, alicerçada na sua eficiência de síntese, deve ser a mesma produção obtida do fornecimento de proteína degradável e, assim sendo, o balanceamento procurou estabelecer a igualdade:  $y \text{ (g PBM/MJ EMFe)} \times \Sigma \text{EMFe (MJ)} = \Sigma \text{PEDR (g)}$ , onde  $y$  = eficiência de síntese microbiana,  $\Sigma \text{EMFe}$  = somatória da energia metabolizável fermentável fornecida pelos alimentos da dieta e  $\Sigma \text{PEDR}$  = somatória da proteína degradável no rúmen fornecida pelos alimentos da dieta.

### **Fermentação e ambiente ruminal**

O pH, as concentrações de  $\text{NH}_3$  e ácidos graxos voláteis (AGV's), juntamente com temperatura, pressão osmótica e potencial de oxi-redução do rúmen, controlam as variações na taxa de crescimento dos microrganismos, em virtude do nível, tipo e quantidade de substrato disponível.

Na maioria dos casos, o pH do líquido ruminal pode oscilar de 5,5 (ou pouco menos) a 7,5. As bactérias celulolíticas são inibidas quando o pH cai abaixo de 6,0,

diminuindo a síntese microbiana, em virtude da limitação da diversificação microbiana que resulta em seleção para bactérias amilolíticas. Das celulolíticas, sobrevivem apenas aquelas capazes de alterar a digestão de parede celular para digestão de açúcares. Com dietas compostas por forragens, a gradual hidrólise enzimática da fibra estabelece um padrão de fermentação mais estável e regula a liberação de conteúdo celular facilmente degradável (CHURCH, 1988). FOX et al. (1992) citaram o pH 6,46 como ótimo para síntese microbiana, com prejuízo severo à degradação de parede celular quando o pH diminui abaixo 5,43, como resultado do teor de fibra em detergente neutro efetiva (eFDN) da dieta permanecer abaixo de 24,5%.

VILELA et al. (1994) e PEREIRA et al. (1996) encontraram médias de pH entre 6,05 e 7,44 e consideraram que estes valores estiveram dentro da faixa ótima de crescimento microbiano estabelecida por Hoover, citado por PEREIRA et al. (1996). Avaliando níveis protéicos em dietas para novilhos zebuínos de 282 kg, VALADARES et al. (1997) observaram que o pH mostrou relação linear com o teor de PB das dietas, utilizando feno de capim-elefante como volumoso, obtendo o mínimo valor às 9h35min pós-prandial e médias de 6,47, 6,41, 6,36 e 6,3 para os tratamentos com rações contendo 7, 9,5, 12 e 14,5% de PB na matéria seca (MS), respectivamente.

CARVALHO et al. (1997ab) avaliaram o efeito de dietas compostas por feno de capim-elefante, milho, farelo de soja e uréia, nas quais variou o nível de concentrado (20, 32,5, 45, 57,5 e 70%), sobre o pH ruminal, em novilhos nelorados de 186 kg. Houve redução linear do pH, a cada horário de amostragem, em cada nível de concentrado e ainda redução linear no pH com o aumento do nível de concentrado nas dietas. Os valores médios do pH para os tempos de 0, 2, 4 e 6h foram respectivamente, 7,11, 7,07, 6,92 e 6,77 para a ração com 20% de concentrado; 7,06, 7,03, 6,83 e 6,55 para 32,5% de concentrado; 7,12, 6,88, 6,55 e 6,35 para 45% de concentrado; 7,03, 6,94, 6,65 e 6,33 para 57,5% e 7,05, 6,81, 6,51 e 6,14 para a ração com 70% de concentrado.

ÍTAVO et al. (2002d) utilizando novilhos Nelore fistulados no rúmen e com 165 kg, avaliaram o efeito de níveis de concentrado na matéria seca da dieta (20, 40, 60 e 80%), composta com feno de Tifton, sobre o pH ruminal. As colheitas de líquido ruminal

foram realizadas às 0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12h pós-alimentação. O valor mínimo de pH foi de 6,22, com 43,86% de concentrado e 10h43min pós-alimentação. Os autores relataram que todas as médias registradas estiveram acima de 6, ou seja, acima do estipulado como mínimo para não prejudicar a hidrólise da fibra.

FRANCO (1997) avaliou o pH ruminal de 10 novilhos canulados no rúmen, recebendo via fístula suplementos de alta, média e baixa degradabilidade protéica, nos níveis diários de 0,5, 1 e 1,5 kg/cab, em pastagem pós-florescimento de *Brachiaria brizantha* e concluiu que não houve alteração do pH ruminal e nem da degradabilidade *in situ* da MS, PB e fibra em detergente neutro (FDN) da forragem. Contudo, o autor observou que a  $\text{NH}_3$  ruminal foi sensível à degradabilidade da proteína do suplemento e também ao nível de suplementação.

A concentração de  $\text{NH}_3$  no líquido ruminal é reguladora de vários processos de fermentação ruminal. Esta molécula pode ser oriunda da degradação da proteína verdadeira e/ou do nitrogênio não-protéico dietéticos, da reciclagem de uréia salivar e ainda da própria degradação de PBM no rúmen. Foi avaliado que se a taxa de degradação da proteína exceder a taxa de degradação dos carboidratos, parte do N excedente poderá ser perdida como  $\text{NH}_3$ . Na situação inversa, cairá a produção de proteína microbiana e, se os alimentos forem degradados de forma muito lenta, o enchimento do rúmen reduziria a ingestão e quantidades apreciáveis do alimento podem escapar à fermentação e passar diretamente ao abomaso (NOCEK & RUSSEL, 1988).

VILELA et al. (1994) ilustraram estas considerações, pois seu estudo da concentração de  $\text{NH}_3$  ruminal apresentou diferenças de até 99% entre tratamentos com mesmo nível de concentrado. Os autores sugeriram que houve menor disponibilidade energética em determinadas rações e os microrganismos do rúmen teriam desequilibrado a captação de aminoácidos. SATTER & SLYTER (1974) indicaram que a concentração de  $\text{NH}_3$  ideal para o máximo crescimento microbiano estaria entre 5 e 8% (p/v). MEHREZ & ØRSKOV (1977) relataram que a concentração de 23 mg/100 mL seria ótima para obter a máxima taxa de fermentação. Já para alimentos com maior conteúdo de parede celular, Preston, citado por QUEIROZ et al. (1998), sugeriu

concentração mínima de 20 mg/100 mL. QUEIROZ et al. (1998) avaliaram a variação da  $\text{NH}_3$  ruminal em dietas à base de palhada de milho, palhada de milho+feno de rama de mandioca, palhada de milho+farelo de algodão e palhada de milho+farelo de algodão+feno de mandioca, com médias de  $\text{NH}_3$  de 70,04, 99,17, 90,85 e 117,20 mg/L, respectivamente. Os autores concluíram que as concentrações de  $\text{NH}_3$  não foram adequadas à fermentação no ambiente ruminal.

CARVALHO et al. (1997ab) avaliaram o efeito de dietas compostas por feno de capim-elefante, milho, farelo de soja e uréia, sobre o nível de  $\text{NH}_3$  ruminal quando variaram os níveis de concentrado. Foi observado efeito quadrático em relação ao horário de amostragem e concentração máxima no tempo de 2h54min após a alimentação, cujos valores foram de 34,6, 48,7, 27,2, 23,6 e 19,9 mg/dL para as rações com 20, 32,5, 45, 57,5 e 70% de concentrado, respectivamente. Avaliando níveis de PB em dietas para bovinos, VALADARES et al. (1997) observaram relação linear entre  $\text{NH}_3$  ruminal e o teor de PB das dietas, à base de feno de capim-elefante. Os valores mínimo e máximo ocorreram às 9h22min e 1h17min pós-alimentação, com médias de 4,3, 4,85, 9,67 e 13,90 mg/100 mL para os tratamentos com dietas de 7, 9,5, 12 e 14,5% PB na MS, respectivamente.

ÍTAVO et al. (2002d) utilizando novilhos Nelore canulados no rúmen e com 165 kg, avaliaram o efeito de níveis de concentrado na MS da dieta (20, 40, 60 e 80%), composta com feno de Tifton, sobre a  $\text{NH}_3$  ruminal. A amostragem foi realizada às 0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12h pós-alimentação. O valor de  $\text{NH}_3$  máximo foi de 22,93%, estimado com 14,14% de concentrado e 1h53min pós-alimentação. Os autores reportaram que dos valores registrados, os menores sempre estiveram acima de 5%, considerado no trabalho como o mínimo para manter a funcionalidade do rúmen.

Os AGV's oriundos da fermentação ruminal ou ingeridos em alimentos já fermentados, como silagens, são a fonte de energia primária para o ruminante, suprimindo até 70% da demanda energética do animal. Como produtos finais do processo de multiplicação dos microrganismos ruminais, os AGV's estão intimamente relacionados com as condições de fermentação no rúmen e agindo de modo retroativo, também



participam do controle do ambiente ruminal, pois uma vez produzidos por meio da degradação do substrato, passam a interferir no pH ruminal.

O ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) pode representar 50 a 85% do total de AGV's e predomina em relação aos demais, sendo pouco utilizado no fígado, com contribuição substancial nos tecidos para produção de adenosina tri-fosfato e de acetil-CoA, o principal precursor de gordura. A proporção de ácido acético tende a cair em dietas de alto teor de concentrado e/ou lipídeos. O ácido propiônico ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ ) pode representar entre 10 e 25% do total de AGV's no rúmen, alcançando os maiores níveis em dietas compostas com maior teor de concentrado. O ácido propiônico é quase totalmente drenado para o fígado pela circulação porta, onde serve de substrato para a síntese de glicose e, eventualmente de lactose do leite. O ácido butírico ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ) pode representar entre 3 e 15% do total de AGV's no rúmen, sendo intensamente convertido a  $\beta$ -hidroxibutirato, um importante corpo cetônico, na parede do rúmen para posterior produção de ácidos graxos no tecido adiposo e mamário. Os ácidos acético e butírico são utilizados eficientemente por animais em acabamento, mas não têm uma contribuição efetiva para o suprimento de glicose. O ácido propiônico pode ser utilizado para a gliconeogênese, porém uma elevada taxa propiônico:acético no rúmen resulta em redução da gordura do leite.

Os AGV's são absorvidos passivamente pela parede do rúmen, o que é importante para o crescimento contínuo das bactérias celulolíticas. Pequenas quantidades de AGV's que eventualmente passam para porções posteriores do sistema digestório são prontamente absorvidas no omaso e abomaso. A taxa de absorção ruminal é influenciada pelo tamanho da cadeia do AGV, sendo absorvidos em primeiro lugar os de cadeia de maior comprimento, o que é ainda mais favorecido pelo pH baixo e elevada concentração do ácido no sistema ruminal. Na prática, como resultado da maior concentração ruminal e pequeno aproveitamento pela parede do rúmen, o acetato adentra a circulação sanguínea em maiores quantidades, seguido pelo propionato.

BRITO (2000) avaliou o comportamento dos AGV's do rúmen em bovinos canulados, alimentados com dietas contendo 20, 40 e 50% de concentrado na MS. O

autor registrou como única diferença entre os tratamentos a proporção de ácido propiônico na dieta com 50% de concentrado sobre as demais, com médias de 21,2 contra 19,4%, respectivamente. Este resultado exemplificou a alteração do nível de ácido propiônico, quando foi elevado o nível de fermentação de carboidrato não-estrutural (CNE) no rúmen.

### **Síntese de proteína microbiana**

Na avaliação técnico-nutricional do desempenho animal, o suprimento protéico microbiano é um importante alvo de estudos. A estimativa deste parâmetro foi incorporada aos sistemas de avaliação de dietas que são utilizados em diversos centros pecuários do mundo. Esta estimativa visa controlar as variações na magnitude deste processo simbiótico causadas pela influência de fatores relacionados à dieta basal e/ou à suplementação da mesma. A produção microbiana tem sido expressa de diferentes formas: o ARC (1984) apresentou o valor médio de 32 g N microbiano/kg matéria orgânica aparentemente digerida no rúmen (MOADR), enquanto o AFRC (1993) expressou essa eficiência em gramas de PBM produzida por unidade de EMFe (9, 10 e 11). O NRC (1996) recomendou o valor 130 g de PBM/kg NDT ingerido, em dietas contendo mais de 40% de volumoso. O CNCPS (FOX et al., 1992) utilizou o valor médio de 400 g MS bacteriana/kg carboidrato aparentemente digerido no rúmen (CHOADR) e o sistema PDI estabeleceu a produção microbiana em 145 g PBM/kg matéria orgânica fermentescível (MOF), conforme JARRIGE (1990).

VALADARES et al. (1997) avaliaram o efeito de níveis de concentrado sobre a eficiência microbiana em quatro novilhos zebuínos de 282 kg canulados no rúmen, abomaso e íleo, e alimentados com feno de capim-elefante à vontade e 45% de concentrado na base seca, que perfaziam 7, 9,5, 12 ou 14,5% PB na dieta total. Empregando as bases purinas como indicador microbiano, os autores concluíram que os fluxos de N-microbiano ao abomaso e a eficiência microbiana foram relacionados

quadraticamente com o nível protéico da dieta, estimando-se a melhor eficiência nos níveis de 11% de PB e 62,5% de NDT.

Neste horizonte de investigação, foram desenvolvidas algumas técnicas visando estimar a produção de MS microbiana, por intermédio de marcadores capazes de caracterizar o microrganismo, destacando-se o ácido diaminopimélico (DAPA), as bases purinas adenina ( $C_5H_5N_5$  / 6-aminopurina) e guanina ( $C_5H_5N_5O$  / 2-amino-6-hidroxipurina) descritas por (ZINN & OWENS, 1986) e também isótopos radioativos, como P e S. VALADARES FILHO et al. (1990) compararam o método do DAPA e das bases purinas e concluíram que este último foi adequado para estimar a produção microbiana.

Segundo CECAVA et al. (1990) a maioria dos trabalhos utilizaram uma taxa fixa de N-marcador:N-microbiano na estimativa do fluxo de PBM ao duodeno. Entretanto, fatores que possam alterar o fornecimento de substratos fermentáveis ou a taxa de crescimento microbiano, poderiam alterar a composição das células microbianas, além das espécies presentes no rúmen e o tipo de associação de bactérias com frações específicas do conteúdo ruminal. Embora boa parte destas variações possa ser atribuída às diferentes técnicas utilizadas para isolar e quantificar as bactérias ruminais, CLARK et al. (1992) relataram que a composição de bactérias isoladas no rúmen de vacas recebendo dietas diferentes, foi variável quando foi utilizada a mesma técnica de isolamento e quantificação. Revisando dez ensaios desenvolvidos na Universidade Federal de Viçosa, VALADARES FILHO (1995) encontrou composição média da MS de bactérias isoladas como 84,6% de matéria orgânica (MO), 7,1% de N total, 4,6% de extrato etéreo (EE), 8,6% de RNA-purinas, e 17,6 de relação N-RNA:N-total.

ÍTAVO et al. (2002d) isolaram bactérias do rúmen de bovinos alimentados com diferentes níveis de concentrado em suplementação ao feno de Tifton e registraram médias de PB, EE, matéria mineral (MM) e relação N-RNA:N-total de 73,32%, 20,66%, 4,77% e 14,78, respectivamente. Não houve efeito dos níveis de concentrado sobre a composição das bactérias isoladas. Os níveis de 20, 40, 60 e 80% de concentrado também não apresentaram efeito sobre a eficiência microbiana, com média de 392,4 g

MS bacteriana/kg CHOADR. Os autores utilizaram as bases purinas como marcadores microbianos.

Nos estudos do aporte de N-microbiano às porções posteriores do sistema digestório, o método dos derivados de purinas (DP) na urina foi revelado como muito útil para a determinação do potencial simbiótico de dietas fornecidas aos ruminantes, pois constituiu de um protocolo experimental simples (requer apenas a colheita de urina) e não-invasor (não exige processo cirúrgico no animal como o método das bases purinas).

O método foi baseado no princípio de que os ácidos nucléicos que deixam o rúmen são de origem essencialmente microbiana, exceto em situações em que a dieta contém produtos de origem animal. Os ácidos nucléicos absorvidos são catabolisados (por ação da enzima xantina-oxidase na mucosa intestinal) e excretados na urina principalmente na forma de ácido úrico e alantoína, no caso da espécie bovina, sendo estes compostos determinados através de método colorimétrico (CHEN & GOMES, 1995).

A absorção de purinas é diretamente relacionada à excreção dos DP na urina, cujo valor permite o cálculo do fluxo de N-microbiano no duodeno, tornando a estimativa melhor se conhecida a taxa N-purinas:N-total das bactérias do rúmen. FUNABA et al. (1997) avaliaram o fluxo duodenal de N-microbiano estimado por intermédio da excreção dos DP em bezerros holandeses recém-desmamados e concluíram que o fluxo de N-microbiano no intestino pode ser estimado por meio deste método, que foi uma boa ferramenta para predizer as mudanças relativas no fluxo duodenal de N-microbiano devido ao regime nutricional ou desenvolvimento fisiológico do animal.

O presente trabalho avaliou o desempenho e as características do metabolismo ruminal e digestivo de tourinhos Canchim e Santa Gertrudes, alimentados com macega ou feno de capim Marandu com suplementação concentrada para dois níveis de ganho de peso e dois potenciais de síntese de proteína microbiana no rúmen.

## **CAPÍTULO 2 – Valor Bioeconômico da Suplementação Alimentar para Bovinos em Pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. I. Desempenho**

**RESUMO** – Utilizou-se 16 tourinhos da raça Canchim, desmamados com 7 meses de idade e 250 kg, para avaliar a suplementação do pasto de capim Marandu durante a época seca. Empregou-se o delineamento inteiramente ao acaso (4 tratamentos x 4 repetições) em esquema fatorial 2 x 2 com suplemento concentrado ajustado para ganho de peso corporal (GPC) diário de 0,5 e 1 kg/cab e potencial de fermentação microbiana de 9,5 e 11 g de proteína bruta microbiana/MJ energia metabolizável fermentável. Os animais receberam suplementação individual diária durante 168 dias, com avaliação ultrassonográfica da carcaça e pesagem a cada 28 dias. Os suplementos foram compostos com mistura mineral, milho, soja integral e farelos de soja e de algodão. A ingestão diária de forragem foi calculada em 5,91 kg matéria seca/cab. A suplementação para GPC diário de 0,5 kg/cab proporcionou médias de GPC diário, conversão alimentar do suplemento e ganho diário de área de olho de lombo de 0,94 kg/cab, 2,08 e 0,092 cm<sup>2</sup>/cab, respectivamente. Estas médias foram menores ( $P < 0,05$ ) do que as médias obtidas com a suplementação para 1 kg/cab nas respectivas variáveis citadas, com valores de 1,09 kg/cab, 3,18 e 0,126 cm<sup>2</sup>/cab. Não houve efeito do potencial de fermentação sobre as variáveis de desempenho com médias de GPC diário, conversão alimentar do suplemento e ganho diário de área de olho de lombo de 1,02 kg/cab, 2,64 e 0,011 cm<sup>2</sup>/cab, respectivamente. A suplementação para GPC diário de 0,5 kg/cab apresentou melhor resultado econômico mas não permitiu obter o peso de abate apropriado.

**Palavras-chave:** farelo de soja, milho, simbiose, síntese microbiana

## **Introdução**

No processo de desenvolvimento da pecuária de corte brasileira, os sistemas tradicionais de produção estão se transformando em sistemas empresariais de agronegócio com o objetivo de aumentar a produtividade e a rentabilidade do setor (SANTOS et al., 2002). Os esforços estiveram concentrados em reduzir a idade ao primeiro acasalamento em fêmeas (ROCHA & LOBATO, 2002) e a idade de abate em machos (RESTLE et al., 2002). Uma ferramenta importante para aumentar a eficiência na produção de carne bovina é reduzir a idade de abate para 12 a 15 meses, o que aumentaria o giro de capital e modificaria o sistema de organização das propriedades, liberando espaço físico para manejo e exploração de outras categorias animais.

A subnutrição dos animais criados em pastagens, especialmente durante a estação seca e fria, tem sido considerada a maior determinante das baixas taxas de crescimento dos bovinos em nossas condições ambientais (LANNA, 1996). Este fator também é responsável por aumentar a idade ao abate dos animais. Para contornar este problema é preciso assegurar melhoras na utilização da forragem de baixa qualidade na estação seca, suprimindo as deficiências nutricionais dos microrganismos e ampliando sua taxa de crescimento e aproveitamento da forragem (LENG, 1990). A formulação do suplemento depende, além de aspectos nutricionais, dos objetivos traçados para o sistema de produção e da reserva produtiva da pastagem, já que a produção de animais jovens para abate envolveria ganho de peso diário acima de 500 g/animal e o consumo do suplemento poderia superar o nível de 1% PC (PAULINO et al., 2002).

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho bioeconômico de tourinhos da raça Canchim, durante a época seca, em pastagem de capim Marandu com suplementação para dois níveis de ganho diário de peso corporal e dois potenciais de síntese microbiana.

## Material e Métodos

O ensaio foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Corte e no Laboratório de Ruminantes na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, campus de Jaboticabal (SP). A unidade está localizada na região norte do estado de São Paulo, nas coordenadas 21°15'22" de latitude sul e 48°18'58" de longitude oeste de Greenwich. A altitude local é de 595 m e o clima segundo a classificação de Köppen é do tipo subtropical com chuvas de verão e inverno relativamente seco. As médias anuais de precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar foram calculadas em 1.400 mm, 21°C e 70%, respectivamente.

Foram utilizados 16 tourinhos da raça Canchim, que apresentaram, à desmama,  $7 \pm 0,5$  meses de idade e  $250 \pm 20$  kg peso corporal. Os animais nasceram dentro de um período de 30 dias, receberam suplementação adicional em cocho privativo durante a fase de cria (*creep-feeding*) e foram desmamados no início de maio do ano experimental. No período compreendido entre a desmama e o ensaio propriamente dito, os animais permaneceram em treinamento ao manejo e instalações experimentais e adaptação aos ingredientes da dieta.

Os animais foram alojados em módulo experimental de pastejo intensivo rotativo de 9 ha de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A Rich.) Stapf. cv. Marandu, divididos em 24 piquetes. Durante o período chuvoso e em concomitância à fase de cria dos animais, a forrageira permaneceu sob pastejo e recebeu adubação de manutenção de 130 kg N/ha, parcelada em quatro aplicações, com base em RUGGIERI et al. (1994). Após o período de adubação seguido de um ciclo de pastejo leniente, os piquetes foram vedados por cerca de 30 dias. Nesta data, foi realizada calagem da área na dose de 1.000 kg/ha de calcário calcítico.

Após everminação, os animais foram distribuídos nos tratamentos de acordo com o modelo do delineamento inteiramente ao acaso (4 tratamentos x 4 repetições), conforme a suplementação do pasto a ser fornecida para baixo ou alto (0,5 ou 1 kg/cab) ganho diário de peso corporal e baixo ou alto potencial de fermentação microbiana (9,5

ou 11 g PBM/MJ EMFe). A caracterização dos tratamentos foi obtida por meio do diferente fornecimento quantitativo de energia metabolizável (EM) no caso dos tratamentos para ganho de peso e por meio de diferentes relações PDR:EMFe da dieta, no caso dos tratamentos para diferentes crescimentos microbianos, visando proporcionar maior ou menor potencial de síntese microbiana, expressa por sua vez em g PBM/MJ EMFe, conforme relatou o AFRC(1993). Os animais foram mantidos em lote único no horário de pastejo (entre 6 e 18h) e foram apartados e conduzidos diariamente a baias individuais para recebimento do concentrado, permanecendo contidos pelo tempo de 12h, durante o qual receberam os suplementos referentes a cada tratamento, calculados conforme recomendação do AFRC (1993), cujas composições iniciais estão na Tabela 1. Para formulação do concentrado suplementar a ingestão da macega foi estimada por meio da relação 1,2 kg FDN:100 kg peso corporal.

TABELA 1. Composição inicial dos suplementos fornecidos e características das dietas de tourinhos Canchim em pastagens cultivadas de *B. brizantha* cv. Marandu

|                                             | Baixo GPC <sup>1</sup> |        | Alto GPC |        |
|---------------------------------------------|------------------------|--------|----------|--------|
|                                             | Baixo y <sup>2</sup>   | Alto y | Baixo y  | Alto y |
| <u>Composição do suplemento (%)</u>         |                        |        |          |        |
| Milho moído                                 | 18,4                   | 28,4   | 39,5     | 35,3   |
| Farelo de algodão 38% PB                    | 7,6                    | 3,5    | 19,2     | 35,7   |
| Farelo de soja 45 %PB                       | 7,6                    | 60,5   | 32,8     | 22,9   |
| Soja grão moída                             | 60,3                   | 2,9    | 5,5      | 3,2    |
| Mistura mineral <sup>3</sup>                | 6,1                    | 4,7    | 3,0      | 2,9    |
| Quantidade diária fornecida (kg/cab)        | 1,31                   | 1,72   | 2,71     | 2,80   |
| <u>Características da dieta<sup>4</sup></u> |                        |        |          |        |
| Proteína bruta – PB (% MS)                  | 11,2                   | 13,9   | 14,6     | 15,0   |
| PB (g)                                      | 585                    | 737    | 939      | 971    |
| Energia metabolizável – EM (MJ/kg MS)       | 9,0                    | 8,9    | 9,7      | 9,6    |
| EM (MJ)                                     | 47                     | 47     | 62       | 62     |
| Matéria seca – MS (kg)                      | 5,22                   | 5,30   | 6,41     | 6,49   |
| Ingestão MS (% peso corporal)               | 2,09                   | 2,15   | 2,57     | 2,59   |
| Ganho diário de peso corporal (kg/cab)      | 0,50                   | 0,50   | 1,00     | 1,00   |
| Nível de produção – L (x manutenção)        | 1,33                   | 1,33   | 1,74     | 1,74   |
| “y” estimado (g PBM/MJ EMFe)                | 9,2                    | 9,2    | 9,7      | 9,7    |
| Proteína degradável (g)                     | 370                    | 493    | 557      | 635    |
| Energia Fermentável – EMFe (MJ)             | 40,0                   | 44,7   | 57,2     | 57,5   |
| “y” máximo (g PBM/MJ EMFe)                  | 9,2                    | 11,0   | 9,7      | 11,0   |

<sup>1</sup> GPC – Ganho diário de peso corporal: alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>2</sup> y – Potencial de fermentação microbiano: alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

<sup>3</sup> Níveis de garantia por kg: Ca – 271 g, P – 29 g, Mg – 20 g, S – 31 g, Na – 62 g, Zn – 1.350 mg, Cu – 340 mg, Fe – 1064 mg, Mn – 940 mg, Co – 10 mg, I – 25 mg e Se – 10 mg

<sup>4</sup> Considerando ingestão diária de matéria seca na pastagem de 4 kg/cab



Após a retirada dos animais das baias (às 6h) e nos dias em que ocasionalmente foram observadas sobras do suplemento, estas foram recolhidas, quantificadas e amostradas. As amostras foram agrupadas em períodos de 28 dias e permaneceram acondicionadas em congelador a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Ao final de cada período foram encaminhadas ao laboratório para análise de nutrientes (AOAC, 1995). As quantidades fornecidas de cada suplemento foram reajustadas a cada 28 dias, de acordo com o incremento de peso corporal, para que fossem supridos os requerimentos necessários para a manutenção do nível de produção.

A prática de pastejo diurno foi adotada com base nos achados de PRATES et al. (1995), BOMFIM et al. (2000) e BÜRGUER et al. (2000d). O pastejo durante o período experimental foi rotativo com período de ocupação e descanso variáveis de acordo com a estimativa de oferta de forragem. Houve repetição do pastejo em parte dos piquetes e o período médio de ocupação foi de 4 dias. Antes da entrada dos animais em cada piquete, a forragem foi amostrada em três locais do piquete na altura de corte de 5 cm, pelo método do quadrado (McMENIMAN, 1997), observado o número de amostras recomendado por PENATI et al. (2001). O material foi analisado quanto à MS, PB, MM e EE (AOAC, 1995) além de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) conforme VAN SOEST & WINE (1967). Foi estimada então a MO pela diferença obtida com o teor de MM e também os carboidratos totais (CHOT) estimados conforme SNIFFEN et al. (1992), em que  $\text{CHOT}\% = 100 - \text{PB}\% - \text{EE}\% - \text{MM}\%$ . O mesmo procedimento foi adotado, logo após a saída dos animais do piquete. Devido ao pastejo em lote único, não foi realizada análise estatística destes dados e as médias de composição e estimativa de ingestão da forragem são referentes a todos os tratamentos avaliados.

O ensaio foi conduzido entre 7 de junho e 22 de novembro, com duração de 168 dias e monitoração ultrassonográfica da carcaça e pesagens a cada 28 dias, precedidas por jejum de alimentos sólidos de 15h, conforme recomendaram CARVALHEIRO et al. (1998). Para a avaliação ultrassonográfica o animal foi imobilizado em tronco individual e foram removidos a lama e excrementos do local de mensuração, que em seguida foi tosquiado a 2 mm. O sítio de avaliação foi recoberto

por uma camada espessa de óleo de soja e a monitoração foi realizada por meio de um SCANNER 200 VET equipado com transdutor de matriz linear (18 x 30 cm) de 3,5 MHz, modelo ASP-18 na altura da 12<sup>a</sup> costela para avaliação da AOL e EGC sobre o contra-filé. As imagens foram transferidas para computador tipo IBM-PC convencional e analisadas em *software* próprio para mensuração destes parâmetros. Cada mensuração foi realizada em duplicata e foi utilizada a média destas para análise final.

A análise do consumo do suplemento, nutrientes e das variáveis de desempenho foi feita com um delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2 x 2 x 6 (ganho de peso x potencial de fermentação microbiano x período do ensaio) de acordo com o seguinte modelo matemático:  $y_{ijk} = m + g + f_j + p_k + (gf)_{ij} + (gp)_{ik} + (fp)_{jk} + (gfp)_{ijk} + E_{(ijk)}$ , onde  $y_{ijk}$  = valor observado na parcela que recebeu o suplemento ajustado para “i” ganho de peso e “j” potencial de fermentação no período “k”,  $m$  = média geral,  $g_i$  = efeito do suplemento para “i” ganho de peso,  $f_j$  = efeito do suplemento para “j” potencial de fermentação,  $p_k$  = efeito do período “k”,  $(gf)_{ij}$  = efeito da interação entre o suplemento ajustado para “i” ganho de peso e “j” potencial de fermentação,  $(gp)_{ik}$  = efeito da interação entre o suplemento ajustado para “i” ganho de peso e o período “k”,  $(fp)_{jk}$  = efeito da interação entre o suplemento ajustado para “j” potencial de fermentação e o período “k”,  $(gfp)_{ijk}$  = efeito da interação entre o suplemento ajustado para “i” ganho de peso e “j” potencial de fermentação no período “k”,  $E_{(ijk)}$  = erro no valor observado na parcela que recebeu o suplemento ajustado para “i” ganho de peso e “j” potencial de fermentação no período “k”.

As médias foram comparadas pelo teste F, no nível de 5% de probabilidade (SAMPAIO, 1998). A análise econômica em cada tipo de suplementação foi realizada agregando-se as médias de desempenho e as quantidades de insumos utilizados no período experimental. Foi utilizada a metodologia de fluxo de caixa para determinação do valor presente líquido (EUCLIDES et al., 1997a) e efetuada também a análise econômica de sensibilidade à variação de 5% no preço final de comercialização dos animais.

## Resultados e Discussão

A média da composição bromatológica das amostras do material oferecido e do resíduo, retiradas do pasto, antes e depois do pastejo, estão apresentadas na Tabela 2. Os dados de composição da forragem e resíduo foram agrupados em fase inicial e fase final de pastejo: períodos 1 a 3 (1 a 84 dias) e períodos 4 a 6 (85 a 168 dias).

TABELA 2. Composição bromatológica média do capim Marandu e do resíduo da forragem nos diferentes períodos experimentais<sup>1</sup>

|                                     | MS %  | % MS <sup>2</sup> |      |      |       |       |       |
|-------------------------------------|-------|-------------------|------|------|-------|-------|-------|
|                                     |       | PB                | EE   | MM   | CHOT  | FDN   | FDA   |
| <u>Forragem disponível</u>          |       |                   |      |      |       |       |       |
| Fase inicial: Períodos 1~3 (1-84 d) | 47,52 | 4,93              | 1,35 | 5,63 | 88,09 | 80,02 | 40,52 |
| Fase final: Períodos 4~6 (85-168 d) | 28,47 | 14,47             | 1,92 | 9,15 | 74,46 | 72,95 | 33,00 |
| <u>Resíduo</u>                      |       |                   |      |      |       |       |       |
| Fase inicial: Períodos 1~3 (1-84 d) | 69,23 | 4,47              | 0,80 | 7,41 | 87,32 | 81,77 | 45,84 |
| Fase final: Períodos 4~6 (85-168 d) | 49,81 | 4,66              | 1,15 | 7,30 | 86,89 | 82,11 | 44,00 |

<sup>1</sup> Análises realizadas no Laboratório de Ruminantes da FCAV- Unesp, campus de Jaboticabal/SP

<sup>2</sup> MS – matéria seca, PB – proteína bruta, EE – extrato etéreo, MM – matéria mineral, CHOT – carboidratos totais, FDN – fibra em detergente neutro e FDA – fibra em detergente ácido

Este modelo de organização dos dados foi adotado em virtude das modificações ocorridas devido à pluviosidade registrada no final do terceiro período (56-84 dias) e início do quarto período de (85-112 dias) de pastejo, conforme mostrado na Figura 1.

Foi observado que a precipitação verificada nos meses de agosto e setembro, favoreceu a rebrota da forrageira e modificou, em aproximadamente 190%, o teor protéico da forragem oferecida aos animais no momento da entrada no piquete de pastejo, além de ter proporcionado alterações na fração fibrosa do material, embora estas tenham sido da ordem de 10%.

GERDES et al. (2000) estudaram a composição do capim Marandu nas estações do ano e obtiveram médias de 13,3% PB e 62,3% FDN no período de inverno, efetuando corte a 15 cm do solo, após 35 dias de descanso e adubação no período chuvoso de 100 kg N/ha.

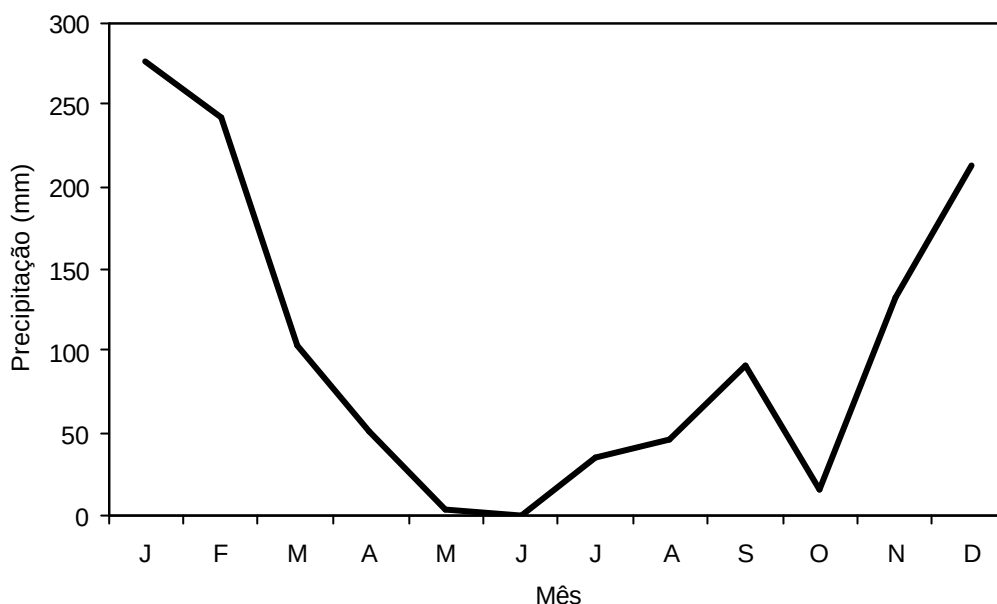


FIGURA 1. Precipitação ocorrida durante o ano de condução do ensaio experimental

MANELLA et al. (2002) suplementaram o pasto de capim Marandu na recria de 192 bezerros Nelore desmamados com 152 kg na época seca e verificaram que a forrageira, ofertada no nível de 4,523 t MS/ha apresentou 5,1% PB, 74,8% FDN e 42,7% FDA na MS, valores consistentes com os observados na fase inicial do presente trabalho.

O resíduo deixado pelos animais, em ambos os períodos de pastejo, foi semelhante. Este fato parece indicar que a desfolha apresentou uniformidade, visto que o consumo de material pelos animais equiparou o conteúdo do resíduo remanescente, como indicativo de que o pastejo foi eficiente em colher o material disponível, uma das características do sistema de uso rotativo da pastagem.

A oferta média de MS de forragem foi de 14,8% PC com médias de 20,7 e 9,2% PC para a primeira e segunda metade do período experimental, respectivamente. Esta variação da oferta de forragem na fase inicial (1 a 84 dias) e fase final (85 a 168 dias) pode ser melhor visualizada na Figura 2.

É possível observar duas fases distintas na oferta de forragem durante o ensaio. A primeira metade foi caracterizada por material de composição qualitativa regular e quantidade apreciável em virtude da estimativa de oferta de 20,7% PC. A segunda

metade do ensaio foi caracterizada por material de melhor qualidade nutricional e oferta reduzida, ou seja, a precipitação registrada não induziu aumento considerável de produção de MS. Mesmo assim, a qualidade do material oferecido ao animal foi melhor. Até a primeira metade do ensaio, foi oferecido cerca 1% PC de proteína bruta por meio do pasto, valor que saltou para 1,33% na segunda metade do ensaio.

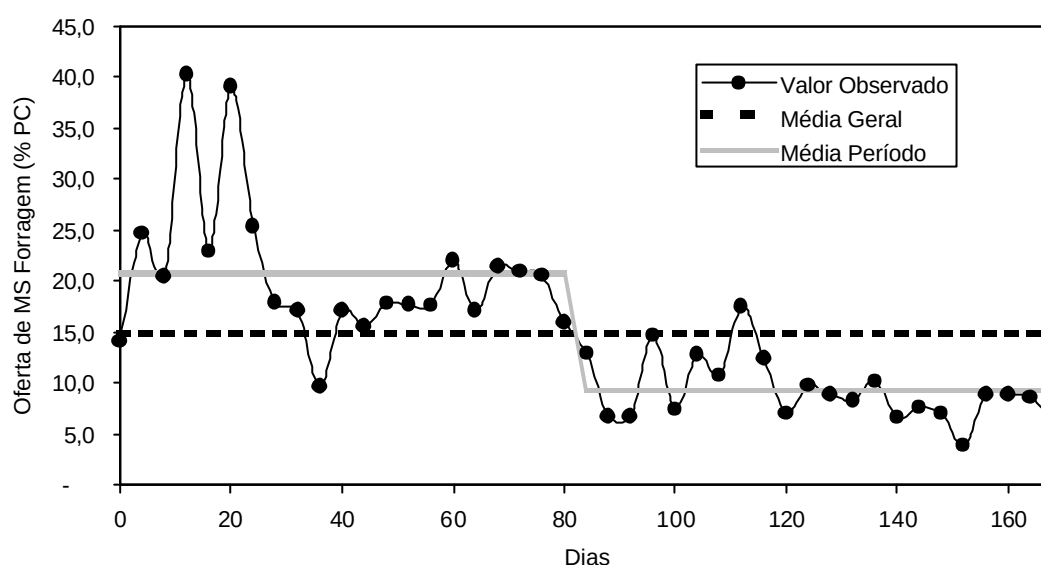


FIGURA 2. Estimativa da oferta de matéria seca da forragem (método do quadrado – McMENIMAN, 1997)

A ingestão diária média de forragem foi estimada em 5,91 kg MS/cab, equivalente a cerca de 1,78% PC, valor menor que o descrito por EUCLIDES et al. (2000) de 2% PC para consumo de capim Marandu na estação seca, sem suplementação, por novilhos Nelore de 300 kg. Naquele trabalho havia 2,55 t/ha de MS total, acima da oferta estimada no presente trabalho de 1,5 t/ha, ao início do período experimental.

As figuras 3 e 4, ilustram o provável comportamento das variáveis de ingestão de forragem durante o ensaio de desempenho. A ingestão diária de FDN foi estimada no presente trabalho em 1,2% PC ou 51 g/kg PC<sup>0,75</sup>.

Em seu trabalho, EUCLIDES et al. (2000) reportaram valor de 1,46% PC para ingestão de FDN do pasto de capim Marandu na estação seca, informando que o

consumo de forragem pode ser limitado pelo enchimento do rúmen a partir de ingestão de FDN da forragem de 1,2% PC, similar ao valor apurado no presente trabalho. Houve evidências de que a suplementação, nestas condições, seria necessária para obter níveis produtivos elevados, pois aqueles autores observaram ganhos diários de 170 g/cab, em novilhos Nelore de 300 kg.

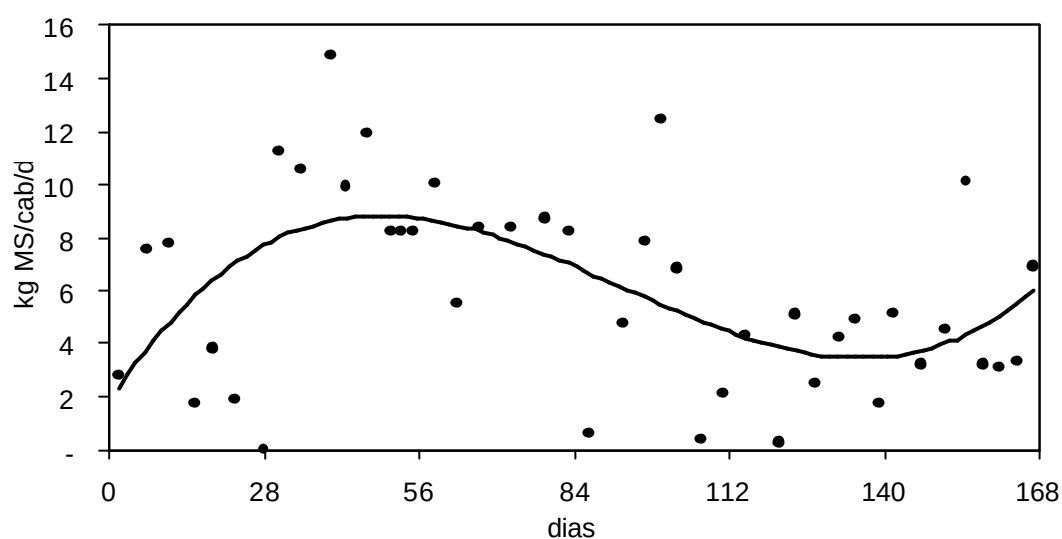


FIGURA 3. Estimativa da ingestão de matéria seca da forragem (método do quadrado – McMENIMAN, 1997)

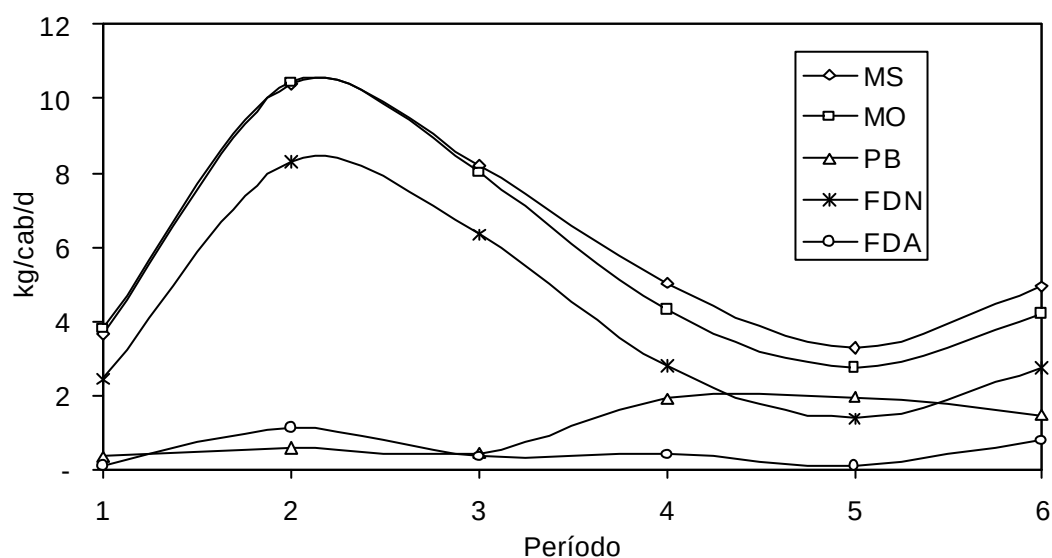


FIGURA 4. Comportamento da ingestão estimada de matéria seca e nutrientes da forragem

SANTOS et al. (2002) suplementaram, no nível de 1% PC, o pasto de *Brachiaria decumbens* para animais F1 Limousin-Nelore castrados, que foram abatidos com 23 meses de idade e apresentaram 246,3 kg, 107,3 cm<sup>2</sup> e 4,8 mm para peso de carcaça quente, AOL e EGC, respectivamente. Os autores verificaram que o grupo controle (sem suplementação) não alcançou o mínimo de 225 kg de carcaça mas apresentou o mínimo de 3 mm de EGC.

Em adição ao que foi exposto até aqui, salienta-se a importância dos programas de suplementação em pastagem nos sistemas de produção pecuária, especialmente aqueles que visam a intensificação da produção. Quando bem planejados e orientados, tais ferramentas de manejo nutricional podem se constituir em poderoso recurso para melhorar a lucratividade pecuária.

As médias de ingestão de suplemento e alguns de seus nutrientes, estão apresentadas nas tabelas 3 e 4. O gradiente nas concentrações de PB e PDR, necessário à diferenciação dos tratamentos para potencial de fermentação, promoveu ingestão diária absoluta de PB e PDR (kg/cab) específicas para cada nível de produção e/ou potencial de fermentação, indicado pela interação significativa entre os tratamentos para GPC e fermentação ruminal (Tabela 4). Este comportamento não foi repetido quando a ingestão destes nutrientes foi expressa em relação ao PC, com maiores ( $P < 0,05$ ) ingestões verificadas apenas nos tratamentos para alto GPC, conforme mostrado na Tabela 3.

TABELA 3. Ingestão diária de suplemento concentrado e seus nutrientes por tourinhos Canchim em pastagem de capim Marandu

|                                            | Potencial de ganho<br>diário de peso corporal <sup>1</sup> |       | F | Potencial de<br>fermentação <sup>2</sup> |      | F  | cv%   |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------|---|------------------------------------------|------|----|-------|
|                                            | Baixo                                                      | Alto  |   | Baixo                                    | Alto |    |       |
| Ingestão de suplemento (kg/cab)            | 1,82                                                       | 3,46  | * | 2,64                                     | 2,64 | NS | 7,21  |
| Ingestão de suplemento (% PC) <sup>3</sup> | 0,59                                                       | 1,04  | * | 0,80                                     | 0,82 | NS | 12,94 |
| Ingestão de EM do supl. (MJ/cab)           | 21,1                                                       | 40,7  | * | 31,2                                     | 30,7 | NS | 7,23  |
| Ingestão de EM do supl. (MJ/100 kg PC)     | 6,9                                                        | 12,84 | * | 9,6                                      | 9,6  | NS | 12,84 |
| Ingestão de PB do suplemento (% PC)        | 0,17                                                       | 0,28  | * | 0,20                                     | 0,25 | NS | 14,58 |
| Ingestão de PDR do suplemento (% PC)       | 0,12                                                       | 0,18  | * | 0,13                                     | 0,17 | NS | 15,59 |

<sup>1</sup> Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>2</sup> Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

<sup>3</sup> PC – peso corporal, EM – energia metabolizável, PB – proteína bruta, PBM – proteína bruta microbiana

Nas demais variáveis foi observado que a ingestão de suplemento e nutrientes do mesmo não diferiram ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos com diferentes potenciais de fermentação. As médias observadas foram de 2,64 kg/cab e 0,81% PC para os diferentes potenciais de fermentação.

Houve diferenças de ingestão ( $P<0,05$ ) entre os níveis de produção. No caso dos diferentes GPC, foram verificadas médias diárias de ingestão de suplemento de 3,46 kg/cab e 1,04% PC para alto GPC e 1,82 kg/cab e 0,59% PC para baixo GPC. Este fato esteve relacionado com necessidade de aumento do aporte nutricional diário necessário à manutenção do elevado nível de produção.

TABELA 4. Ingestão diária (kg/cab) de proteína bruta (PB) e proteína degradável no rúmen (PDR) do suplemento por tourinhos Canchim em pastagem de capim Marandu<sup>1</sup>

| por toadninos Canchim em pastagem de capim marandu      |                                       |         |       |        |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------|-------|--------|
| Potencial de ganho diário de peso corporal <sup>2</sup> | Potencial de fermentação <sup>3</sup> |         | Média | cv (%) |
|                                                         | Baixo                                 | Alto    |       |        |
|                                                         | Ingestão PB do suplemento             |         |       |        |
| Baixo                                                   | 0,44 Bb                               | 0,58 Ba | 0,51  | 7,05   |
| Alto                                                    | 0,83 Ab                               | 1,02 Aa | 0,92  |        |
| Média                                                   | 0,64                                  | 0,80    | -     |        |
|                                                         | Ingestão PDR do suplemento            |         |       |        |
| Baixo                                                   | 0,31 Bb                               | 0,41 Ba | 0,36  | 8,64   |
| Alto                                                    | 0,52 Ab                               | 0,68 Aa | 0,60  |        |
| Média                                                   | 0,41                                  | 0,54    | -     |        |

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais, minúscula (linha) e maiúscula (coluna,) não diferem pelo teste F a 5%

<sup>2</sup> Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>3</sup> Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

Também como consequência direta do maior requerimento para elevado GPC, os animais que receberam suplemento para GPC diário de 1 kg/cab apresentaram maior ingestão diária estimada de EM ( $P<0,05$ ), tanto em valores absolutos (MJ/cab) como relativos (MJ/100 kg PC), conforme pode ser visto na Tabela 3.

Os resultados de desempenho produtivo dos animais estão nas tabelas 5 e 6. Em concordância com a maior ingestão de nutrientes, foi observado no tratamento para alto GPC, maior crescimento corporal ( $P<0,05$ ) dos animais, com médias diárias de 1,09 e 0,94 kg/cab, para os tratamentos de alto e baixo GPC, respectivamente. Foi



observado que o modelo AFRC (1993) subestimou o GPC dos animais no tratamento para GPC de 0,5 kg/cab. A principal causa deste fator pode estar relacionada ao modelo do Sistema PMet que foi pautado em sistema produtivo (forragem, raças, suplementação de pasto, adubação) diferente do padrão nacional. Alie-se a isto a característica jovem dos animais experimentais, que naturalmente tendem a apresentar maiores taxas de desenvolvimento nesta fase da vida, em especial quando se trata de raça especializada.

TABELA 5. Desempenho de tourinhos Canchim em pastagem suplementada de capim Marandu. <sup>1</sup>

|                                            | Potencial de ganho<br>diário de peso corporal <sup>2</sup> |        | F  | Potencial de<br>fermentação <sup>3</sup> |        | F  | cv%    |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------|----|------------------------------------------|--------|----|--------|
|                                            | Baixo                                                      | Alto   |    | Baixo                                    | Alto   |    |        |
| GPC (kg/cab) <sup>4</sup>                  | 0,94                                                       | 1,09   | *  | 1,00                                     | 1,03   | NS | 1977   |
| CA (kg suplemento/kg GPC)                  | 2,08                                                       | 3,18   | *  | 2,65                                     | 2,62   | NS | 18,78  |
| Ganho diário de AOL (cm <sup>2</sup> /cab) | 0,092                                                      | 0,126  | *  | 0,102                                    | 0,117  | NS | 56,51  |
| Ganho diário de EGC (mm/cab)               | 0,0027                                                     | 0,0045 | NS | 0,0033                                   | 0,0039 | NS | 139,98 |

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais, minúscula (linha) e maiúscula (coluna,) não diferem pelo teste F a 5%

<sup>2</sup> Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>3</sup> Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

<sup>4</sup> GPC – ganho de peso corporal diário, CA – conversão alimentar, AOL – área de olho de lombo, EGC – espessura de gordura de cobertura e PBM – proteína bruta microbiana

Foi observada melhor conversão alimentar do suplemento ( $P < 0,05$ ) no tratamento ajustado para menor GPC, que apresentou média de 2,08 contra 3,18 do tratamento para alto GPC. Nessa linha de investigação, EUCLIDES et al. (2001) forneceram concentrado suplementar ao pasto de *Brachiaria decumbens* para novilhos F1 Angus-Nelore de 195 kg, no nível de 0,8% PC e observaram GPC diário durante a seca de 490 g/cab, contra 70 g/cab do grupo sem suplementação. A conversão do suplemento observada por aqueles autores foi de 3,18, semelhante à do tratamento para alto GPC no presente trabalho, mas que, neste caso, exigiu suplementação de 1,04% PC, indicando que aqueles autores observaram maior eficiência do ganho de peso. Porém, ao considerar o tratamento para baixo GPC, com média de conversão de 2,08, foi observado que este foi 34,6% mais eficiente do que o observado no trabalho de EUCLIDES et al. (2001).

O resultado de conversão alimentar dos suplementos direciona a discussão às recomendações de SAN THIAGO & SILVA (1998), que alertaram para a consideração do custo do ganho adicional obtido por unidade de suplemento fornecido acima do necessário para manutenção de peso corporal do animal, especialmente nos casos em que a quantidade diária fornecida ultrapasse 1% PC.

Ainda na Tabela 5 é possível observar que o tratamento de alto GPC proporcionou maior ( $P < 0,05$ ) ganho absoluto de AOL do que o tratamento para baixo GPC. Quando foi avaliado o ganho de AOL relativo ao PC, foi observada interação entre o nível de produção e o potencial de fermentação. O mesmo foi observado para a deposição de gordura em relação ao PC.

Este comportamento poderia ser atribuído ao caráter combinatório desta variável (peso x AOL; peso x EGC), frente à pequena magnitude representada em relação ao PC do animal. Na prática isto pode significar que a variação milimétrica na EGC foi sensível a aumentos de PC, ainda que gradientes nem sempre expressivos deste último fossem observados entre os tratamentos.

TABELA 6. Ganho diário de área de olho de lombo (AOL) e de espessura de gordura de cobertura (EGC) de tourinhos Canchim em pastagem suplementada de capim Marandu.<sup>1</sup>

| Leãozinhos Canchim em pastagem suplementada de capim marandu. |  |                                           |           |        |        |
|---------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------|-----------|--------|--------|
| Potencial de ganho diário de peso corporal <sup>2</sup>       |  | Potencial de fermentação <sup>3</sup>     |           | Média  | cv (%) |
|                                                               |  | Baixo                                     | Alto      |        |        |
|                                                               |  | Ganho de AOL (cm <sup>2</sup> /100 kg PC) |           |        |        |
| Baixo                                                         |  | 0,308 Aa                                  | 0,150 Bb  | 0,229  | 81,72  |
| Alto                                                          |  | 0,137 Bb                                  | 0,368 Aa  | 0,253  |        |
| Média                                                         |  | 0,222                                     | 0,259     | -      |        |
|                                                               |  | Ganho de EGC (mm/100 kg PC)               |           |        |        |
| Baixo                                                         |  | 0,0009 Aa                                 | 0,0003 Bb | 0,0006 | 153,67 |
| Alto                                                          |  | 0,0004 Ab                                 | 0,0011 Aa | 0,0008 |        |
| Média                                                         |  | 0,0007                                    | 0,0007    | -      |        |

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais, minúscula (linha) e maiúscula (coluna), não diferem pelo teste F a 5%

<sup>2</sup> Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>3</sup> Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

Não houve efeito do nível de produção ( $P > 0,05$ ) sobre a taxa absoluta de deposição diária de gordura de cobertura (mm/cab). É provável que este fato tenha

ocorrido em virtude do “momento fisiológico” em que os animais se encontravam, com ascendência prioritária do crescimento de tecido muscular sobre o desenvolvimento do tecido adiposo, associado ao fato de que a dieta dos animais não apresentou elevada concentração energética. Em adição, apesar da presença de genes zebuínos, a predominância do porte grande da raça Charolês, poderia contribuir para mínimas variações na deposição de gordura, menos prioritária nesta raça em idade jovem.

ROBINSON et al. (1992) observaram que a medida de AOL com ultrassom foi similar à medida na carcaça, mas a ultrassonografia subestimou a EGC quando a cobertura ficou acima de 10 mm. No trabalho de PERRY & FOX (1997) as comparações de medidas *in vivo* e na carcaça apontaram superestimativa das medidas ultrassonográficas na EGC e de AOL, quando esta esteve acima de 74 cm<sup>2</sup>. WILLIAMS et al. (1997) verificaram que o ultrassom subestimou as médias de EGC e AOL, quando comparadas à avaliação *post mortem*.

Diante desta variabilidade, é preciso considerar a possibilidade de cobertura pós-resfriamento menor que 3 mm no tratamento para alto GPC e baixa fermentação. De fato, segundo LANNA (1996), este é um problema enfrentado nos sistemas de produção de novilhos precoces, que utilizam animais não-castrados para terminação em pastagens. Reside neste ponto, a falta de maiores esclarecimentos quanto à forma de suplementação adequada para este modelo de terminação de animais, pois em diversos casos, o acabamento do animal terminado em pastagens é insatisfatório.

Os perfis produtivo e econômico de cada tratamento estão apresentados na Tabela 7. O desempenho dos animais que receberam suplementação para baixo GPC foi sensivelmente maior que o previsto, mas mesmo nesta condição, os animais pertencentes a este tratamento, não poderiam alcançar o peso de abate mínimo requerido pelos frigoríficos dentro do período experimental e sob condições práticas, haveria a necessidade de prolongamento do período de engorda em cerca de 30 dias, mesmo com a indicação da avaliação ultrassonográfica de que a cobertura de gordura atingiu o mínimo de 3 mm.

TABELA 7. Perfil bioeconômico da suplementação em pastagem de capim Marandu para tourinhos Canchim

| Perfil Produtivo                                 | Baixo GPC <sup>1</sup> |        | Alto GPC |        |
|--------------------------------------------------|------------------------|--------|----------|--------|
|                                                  | Baixo y <sup>2</sup>   | Alto y | Baixo y  | Alto y |
| Peso inicial do animal (kg)                      | 249                    | 247    | 250      | 246    |
| Ingestão diária de concentrado (kg/cab)          | 1,81                   | 1,84   | 3,48     | 3,44   |
| Ganho de peso diário (kg/cab)                    | 0,92                   | 0,96   | 1,08     | 1,10   |
| Peso de abate (kg)                               | 403                    | 408    | 432      | 431    |
| Rendimento de carcaça quente (%)                 | 52,5                   | 52,5   | 52,5     | 52,5   |
| Peso da carcaça quente (kg)                      | 211,6                  | 214,2  | 226,8    | 226,3  |
| Peso da carcaça quente (@)                       | 14,1                   | 14,3   | 15,1     | 15,1   |
| Área de olho de lombo inicial (cm <sup>2</sup> ) | 45                     | 39     | 43       | 41     |
| Área de olho de lombo final (cm <sup>2</sup> )   | 61                     | 54     | 62       | 66     |
| Gordura de cobertura inicial (mm)                | 3,0                    | 3,0    | 3,0      | 3,0    |
| Gordura de cobertura final (mm)                  | 3,4                    | 3,3    | 3,1      | 4,2    |
| <b>Perfil econômico (R\$/cab)<sup>3</sup></b>    |                        |        |          |        |
| Custo inicial do animal                          | 515,00                 | 515,00 | 515,00   | 515,00 |
| Custo do concentrado                             | 123,24                 | 140,21 | 220,23   | 237,74 |
| Pastagem                                         | 68,32                  | 68,32  | 68,32    | 68,32  |
| Outros custos                                    | 21,28                  | 23,17  | 32,06    | 34,01  |
| Carcaça                                          | 860,4                  | 871,1  | 922,3    | 920,2  |
| Líquido (R\$/cab)                                | 132,56                 | 124,38 | 86,71    | 65,12  |
| VPL (R\$/cab) <sup>4</sup>                       | 80,86                  | 72,51  | 33,91    | 12,78  |
| TIR (% am)                                       | 2,75                   | 2,55   | 1,69     | 1,26   |

<sup>1</sup> GPC – Ganho diário de peso corporal: Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>2</sup> y – Potencial de fermentação microbiano: Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

<sup>3</sup> R\$ 3,00 = US\$ 1.00; valor da @ boi gordo = R\$61,00 FOB fazenda; outros custos = 10% do total; pasto = 20% @/cab/mês

<sup>4</sup> Valor presente líquido na taxa de desconto de 1% am; TIR – taxa interna de retorno

A produtividade mínima esperada para os tratamentos de alto e baixo GPC ficou em 325 e 278 kg PC/ha, respectivamente, o que representaria quase cinco vezes a média nacional anual de 65 kg PC/ha em sistemas de criação verticalizados (ZIMMER et al., 1998). MANELLA et al. (2002) suplementaram o pasto de capim Marandu na época seca, para bezerros Nelore desmamados com 152 kg, recebendo suplemento concentrado composto com farelo de soja, farelo de trigo, uréia e Refinasil ®. Aqueles autores computaram produtividade de 299,1 kg PC/ha, semelhante à média geral do presente trabalho.

O diferencial de desempenho, apresentado nos tratamentos ajustados para proporcionar baixo GPC em relação aos tratamentos que visaram maiores ganhos, resultou em insatisfatória conversão alimentar do suplemento sobre o ganho adicional de 10,9, quando foi elevado o nível de suplementação do pasto. PERRY (1980) informou que conversões do ganho adicional acima de 9:1 são consideradas ruins em

programas de suplementação em pastagem para gado de corte. Os fatores que causam este resultado inadequado são vários e alguns ainda permanecem pouco esclarecidos. O efeito associativo negativo observado em maiores níveis de suplementação, reduz o pH do rúmen e diminui a digestão da fibra contribuindo para o chamado “efeito de substituição”, situação em que a perfeita complementação da dieta não seria verificada.

Os resultados obtidos no presente trabalho também ilustraram bem a diminuição na rentabilidade, quando se procurou obter maior GPC. Mesmo assim, a rentabilidade obtida nos diferentes níveis de produção foi boa e permaneceu acima daquela oferecida por alguns investimentos disponíveis no mercado financeiro. É notável que o valor presente líquido do fluxo de caixa calculado no tratamento para baixos GPC e fermentação é 532% maior que o valor presente no tratamento com altos GPC e fermentação. Nesta condição, há fortes indicativos de que o prolongamento do tratamento em mais 30 dias, que poderia permitir o peso mínimo de abate do tratamento dificilmente reverteria vantagem para o tratamento para alto GPC e fermentação. Neste sentido, ficou evidenciada a necessidade de novos estudos.

Os suplementos com maior potencial de fermentação microbiana causaram redução no lucro. O maior aporte de PDR frente ao suprimento de EMFe, levou a um aumento no custo do suplemento, dada a natureza onerosa deste nutriente em formulação de dietas. Como os diferenciais de ganho diário de peso corporal (40 e 20 g/cab para baixo e alto ganho, respectivamente) não refletiram a magnitude do aumento de custos, houve redução de 7,27 e 25,44% na rentabilidade mensal dos tratamentos que visaram maior eficiência de síntese microbiana, nos níveis de baixo e alto GPC, respectivamente. Esta consideração é amparada no trabalho de SILVA et al. (2002) que avaliaram dois níveis de PB (15 e 18%) na dieta de novilhos Nelore de 18 meses de idade e 240 kg. Os autores averiguaram que o nível de 18% de PB foi em média (recria+terminação) 10,39% mais caro que o nível de 15% de PB, no custo por arroba produzida. É preciso avaliar que se trata de um percentual capaz de reverter lucros em prejuízos.

Estes resultados indicaram a importância extrema que deve ser dispensada aos diversos detalhes técnico-biológicos envolvidos no manejo alimentar dos animais.

Planejamento inadequado e decisões equivocadas poderão ser extremamente danosas ao sistema de produção. EUCLIDES et al. (2001) avaliaram o resultado econômico de suplementação concentrada de *Brachiaria decumbens* a 0,8% PC, em novilhos F1 Angus-Nelore abatidos sempre aos 460 kg, em 5 situações: sem suplementação, suplementação na 1ª seca da vida do animal, suplementação na 2ª seca da vida do animal, suplementação em ambas as secas e suplementação na 1ª seca+confinamento na 2ª seca da vida do animal. Os autores encontraram valor presente líquido negativo para todos os tratamentos em relação à testemunha (tratamento 1) com valores de – R\$99,00, –R\$40,55, –R\$545,22 e –R\$592,21 para os tratamentos citados, respectivamente. Os autores informaram que aumentos de 10% no preço de comercialização ou variação recíproca na redução do custo do suplemento, viabilizaria apenas o terceiro tratamento citado.

Em virtude deste cenário, foi avaliada a sensibilidade do resultado econômico frente à variação de 5% no preço de comercialização do animal, interpretado neste trabalho como menos flexível quanto às alternativas de produção, visto que variações no insumo “suplemento” poderiam, em tese, ser contornadas com maior facilidade por meio de aquisição em maior volume, substituição de ingrediente, financiamento ou ainda produção própria. O resultado está apresentado na Tabela 8.

Foi observado que a redução de 5% no preço de comercialização inviabilizaria a produção nos tratamentos para alto GPC, pois ambos não suportariam a taxa de desconto de fluxo de caixa mensal de 1%.

TABELA 8. Análise de sensibilidade a variação de 5% no preço de venda da @ sobre o valor econômico da suplementação alimentar de tourinhos em pastagens cultivadas de *B. brizantha* cv. Marandu

| Variação |                  | Baixo GPC <sup>1</sup> |        | Alto GPC |         |
|----------|------------------|------------------------|--------|----------|---------|
|          |                  | Baixo y <sup>2</sup>   | Alto y | Baixo y  | Alto y  |
| ? 5%     | VPL <sup>4</sup> | 44,40                  | 35,55  | ? 5,44   | ? 26,47 |
|          | TIR (% am)       | 1,99                   | 1,78   | 0,89     | 0,45    |
| + 5%     | VPL              | 117,32                 | 109,46 | 73,25    | 52,03   |
|          | TIR (% am)       | 3,48                   | 3,29   | 2,46     | 2,02    |

<sup>1</sup> GPC – Ganho diário de peso corporal: Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>2</sup> y – Potencial de fermentação microbiano: Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

<sup>3</sup> R\$ 3,00 = US\$ 1.00

<sup>4</sup> Valor presente líquido (R\$/cab) na taxa de desconto de 1% am; TIR – taxa interna de retorno

Nestas condições, ficou evidente a importância da avaliação técnica e bioeconômica antes da decisão de adoção de determinada tecnologia ou do investimento em pecuária de corte. Também foi esclarecida a necessidade de integração entre os segmentos produtivos, já que o prejuízo financeiro pode facilmente recair sobre o produtor em benefício de outros segmentos da cadeia deste agronegócio. De acordo com o presente trabalho, bastaria que o preço de venda baixasse de R\$61,00 para R\$58,00/@, como fruto de não-rara variação semanal de mercado aliada à habilidade de negociação do comprador do animal, para que o pecuarista contabilizasse prejuízos nos tratamentos para alto GPC.

EUCLIDES et al. (2001) alertaram que este tipo de resultado revela o risco associado à adoção de inovações em geral e à suplementação de pastagens na seca. Para aqueles autores, cada caso é um caso e portanto, o produtor precisa analisar cuidadosamente suas condições, munido do máximo de informações, de forma a tomar a decisão mais acertada.

## **Conclusões**

A suplementação do pasto de capim Marandu, durante a estação seca, com concentrado formulado para ganho diário de peso corporal de 0,5 kg/cab subestimou o desempenho animal e proporcionou melhor resultado econômico quando comparada à suplementação para ganho diário de 1 kg/cab, mas não permitiu que os animais alcançassem peso adequado para abate.

A suplementação do pasto de capim Marandu, durante a estação seca, com concentrado formulado para aumentar a eficiência de síntese de proteína microbiana no rúmen não interferiu no desempenho animal e reduziu a rentabilidade do sistema produtivo.

### **CAPÍTULO 3 – Valor Bioeconômico da Suplementação Alimentar para Bovinos em Pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. II. Metabolismo Ruminal**

**RESUMO** – Utilizou-se 4 tourinhos da raça Santa Gertrudes, canulados no rúmen e duodeno para avaliar a suplementação alimentar de feno de capim Marandu. Empregou-se o delineamento em quadrado latino 4x4 (animais x períodos) com suplemento concentrado ajustado para ganho de peso corporal (GPC) diário de 0,5 e 1 kg/cab e potencial de fermentação microbiana de 9,5 e 11 g de proteína bruta microbiana/MJ energia metabolizável fermentável (EMFe). Os suplementos foram formulados com mistura mineral, milho, soja integral e farelos de soja e de algodão. Foram calculados o consumo de feno, concentrado e nutrientes. Foi efetuada a avaliação da digestibilidade e degradabilidade das frações nutritivas da dieta, além da eficiência de síntese de proteína microbiana, pH, NH<sub>3</sub> e ácidos graxos voláteis do rúmen. O tratamento para GPC diário de 1 kg/cab proporcionou maior (P<0,05) digestibilidade total da matéria orgânica e de carboidratos totais com médias de 66,63 e 58,68%, respectivamente, quando comparado ao tratamento para GPC diário de 0,5 kg/cab, que apresentou, nas respectivas variáveis citadas, médias de 61,57 e 53,94%. Não houve efeito do potencial de fermentação sobre a digestibilidade dos nutrientes da dieta. O tratamento para GPC diário de 1 kg/cab produziu maior (P<0,05) concentração de ácido propiônico do que o tratamento para GPC diário de 0,5 kg/cab, com médias de 8,94 e 7,62 mM, respectivamente. A eficiência de síntese microbiana foi similar (P>0,05) entre os tratamentos com média de 9,2 g de proteína bruta microbiana/MJ EMFe.

**Palavras-chave:** farelo de soja, milho, proteína microbiana, simbiose



## Introdução

Volumosos de baixa qualidade são importantes fontes de nutrientes utilizadas na alimentação dos ruminantes, principalmente nos países subdesenvolvidos (ÍTAVO et al., 2002a). Na estação seca, os bovinocultores dos países tropicais ocasionalmente vêem-se diante de extensas áreas de relvado na forma de macega. Para otimizar a utilização desse material e manter o desempenho animal em níveis satisfatórios, geralmente é necessário aumentar o aporte de nutrientes digestíveis e procurar promover maior ingestão e digestão do alimento base da dieta por meio do fornecimento de nutrientes suplementares.

Para alcançar resultados satisfatórios em sistemas de suplementação em pastagem de macega, é necessário conhecer o comportamento dos numerosos fatores envolvidos na complexa malha biológica do sistema ruminal, que representa o âmago da interação simbiótica. Avaliar os efeitos da manipulação da dieta nas variações de pH,  $\text{NH}_3$ , AGV e o aproveitamento das frações nutritivas quanto à degradação microbiana e digestão pós-ruminal, bem como a eficiência transformadora destes processos é requisito primário para avançar na compreensão dos mecanismos de controle deste formidável sistema de vida animal, que garantiu aos herbívoros, relativo sucesso no processo evolutivo.

O objetivo do trabalho foi avaliar as características de metabolismo ruminal e digestivo, em tourinhos da raça Santa Gertrudes, proporcionadas pelo feno de capim Marandu suplementado para dois níveis de ganho de peso e dois potenciais de síntese microbiana no rúmen.

## Material e Métodos

O ensaio foi desenvolvido no Setor de Bovinocultura de Corte e no Laboratório de Ruminantes na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, campus de Jaboticabal (SP). A unidade está localizada na região norte do estado de São Paulo, nas coordenadas 21°15'22" de latitude sul e 48°18'58" de longitude oeste de Greenwich. A altitude local é de 595 m e o clima segundo a classificação de Köppen é do tipo subtropical com chuvas de verão e inverno relativamente seco. As médias anuais de precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar foram calculadas em 1.400 mm, 21°C e 70%, respectivamente.

O prado de capim Marandu selecionado para confecção do feno utilizado nas dietas do presente trabalho permaneceu sob pastejo durante o período chuvoso e recebeu adubação de manutenção de 130 kg N/ha, parcelada em quatro aplicações. Após o período de adubação seguido de um ciclo de pastejo com desfolha de intensidade média, a área foi vedada ao pastejo por cerca de 30 dias, antes do processo de fenação.

Foram utilizados 4 tourinhos Santa Gertrudes de 380 kg de peso corporal e 17 meses de idade. Os animais foram canulados no rúmen e no duodeno proximal, segundo técnica descrita por LEÃO & COELHO DA SILVA (1980), e receberam os tratamentos necessários no pré e pós-operatório, a fim de garantir a plena recuperação do processo cirúrgico.

Após recuperação completa da cirurgia para implantação das cânulas de rúmen e duodeno, cada animal foi alojado em baia individual de alvenaria de 16 m<sup>2</sup>, dotada de cocho, bebedouro e saleiro exclusivos, onde permaneceu por um período experimental de 64 dias subdivididos em quatro períodos de 16 dias de experimentação com 7 dias de adaptação à dieta, 2 dias de colheita de fezes e digesta duodenal, 2 dias de colheita de conteúdo ruminal para análise de pH, NH<sub>3</sub>, AGV's e composição de bactérias, 1 dia de colheita de urina e 4 dias de incubação *in situ*. No dia de colheita de urina, os animais foram colocados em gaiola de metabolismo, equipada com calha e reservatório para captação do material, além de bebedouro e cocho individual. As bases do

protocolo experimental seguiram as indicações de FU et al. (2001) e ÍTAVO et al. (2002abcde).

Durante todo o período experimental, os animais receberam feno *ad libitum*, parcelado em 2 vezes ao dia (7 e 17h) e o concentrado suplementar (às 7h) de acordo com as dietas de cada tratamento. O fornecimento de feno às 17h foi suspenso no dia de colheita de conteúdo ruminal para evitar sobreposição de horários em relação ao momento do arraçãoamento. Os animais foram pesados ao início e ao final do ensaio. A análise dos alimentos utilizados e a composição das dietas, ajustadas para o peso dos animais ao início do período, estão apresentados nas tabelas 1 e 2.

TABELA 1. Composição bromatológica dos alimentos utilizados<sup>1</sup>

| Alimento                 | MS %  | % MS <sup>2</sup> |       |       |      |       |       |       |
|--------------------------|-------|-------------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
|                          |       | MO                | PB    | EE    | MM   | CHOT  | FDN   | FDA   |
| Feno capim Marandu       | 90,08 | 94,72             | 5,65  | 0,74  | 5,28 | 88,32 | 81,55 | 47,54 |
| Milho moído              | 87,27 | 99,40             | 11,10 | 3,92  | 0,60 | 84,38 | 26,86 | 4,23  |
| Farelo de algodão 38% PB | 89,96 | 93,79             | 45,81 | 1,36  | 6,21 | 46,62 | 28,42 | 20,66 |
| Farelo de soja 45 % PB   | 90,22 | 93,67             | 51,40 | 1,93  | 6,33 | 40,35 | 22,08 | 11,86 |
| Soja grão moída          | 88,90 | 95,23             | 40,01 | 16,16 | 4,77 | 39,06 | 39,80 | 23,66 |

<sup>1</sup> Análises realizadas no Laboratório de Ruminantes da FCAV- Unesp, campus de Jaboticabal/SP

<sup>2</sup> MS – matéria seca, MO – matéria orgânica, PB – proteína bruta, EE – extrato etéreo, MM – matéria mineral, CHOT – carboidratos totais, FDN – fibra em detergente neutro e FDA – fibra em detergente ácido

Todos os dias pela manhã, as sobras de alimento nos cochos foram quantificadas, amostradas de forma representativa, e não mais reaproveitadas, a fim de estimar o consumo pelos animais. As amostras diárias formaram uma amostra composta por animal no período de colheita e permaneceram acondicionadas em congelador a – 20 °C.

Foi realizada ainda a comparação da digestão dos nutrientes estimada por meio de dois diferentes indicadores: a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), como marcador interno (PENNING & JONHSON, 1983) e o óxido crômico (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) como indicador externo (WILLIAMS et al., 1962). Os procedimentos para estimativa da digestão aparente total e parcial das frações nutritivas das rações seguiram as

recomendações de SAMPAIO et al. (2000) e BERCHIELLI et al. (2000), observando as modificações propostas por ÍTAVO et al. (2002e). O  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  foi fornecido em dose diária de 10 g/animal, durante o período de adaptação e nos dias de colheita de material para cálculo da digestão.

TABELA 2. Composição do suplemento concentrado e simulação de características das dietas de tourinhos Santa Gertrudes recebendo feno de capim Marandu

|                                              | <u>Baixo GPC</u> <sup>1</sup> |        | <u>Alto GPC</u> |        |
|----------------------------------------------|-------------------------------|--------|-----------------|--------|
|                                              | Baixo y <sup>2</sup>          | Alto y | Baixo y         | Alto y |
| <u>Composição do suplemento (%)</u>          |                               |        |                 |        |
| Milho moído                                  | 47,4                          | 33,3   | 50,8            | 27,8   |
| Farelo de algodão 38% PB                     | 20,7                          | 20,7   | 13,1            | 13,1   |
| Farelo de soja 45 %PB                        | 5,8                           | 19,9   | 19,6            | 42,6   |
| Soja grão moída                              | 22,8                          | 22,8   | 14,4            | 14,4   |
| Mistura mineral <sup>3</sup>                 | 3,3                           | 3,3    | 2,1             | 2,1    |
| Quantidade diária fornecida (kg/cab)         | 2,41                          | 2,41   | 3,82            | 3,83   |
| <u>Características da dieta</u> <sup>4</sup> |                               |        |                 |        |
| Proteína bruta – PB (% MS)                   | 11,8                          | 13,6   | 14,3            | 15,2   |
| PB (g)                                       | 815                           | 940    | 1.163           | 1.240  |
| Energia metabolizável – EM (MJ/kg MS)        | 9,4                           | 9,4    | 10,1            | 10,0   |
| EM (MJ)                                      | 65                            | 65     | 82              | 82     |
| Matéria seca – MS (kg)                       | 6,89                          | 6,91   | 8,15            | 8,17   |
| Ingestão MS (% peso corporal)                | 1,81                          | 1,82   | 2,14            | 2,15   |
| Ganho diário de peso corporal (kg/cab)       | 0,50                          | 0,50   | 1,00            | 1,00   |
| Nível de produção – L (x manutenção)         | 1,32                          | 1,32   | 1,71            | 1,71   |
| “y” estimado (g PBM/MJ EMFe)                 | 9,2                           | 9,2    | 9,7             | 9,7    |
| Proteína degradável (g)                      | 542                           | 652    | 725             | 835    |
| Energia Fermentável – EMFe (MJ)              | 58,9                          | 59,1   | 74,6            | 75,2   |
| “y” máximo (g PBM/MJ EMFe)                   | 9,2                           | 11,0   | 9,7             | 11,0   |

<sup>1</sup> GPC – Ganho diário de peso corporal: alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>2</sup> y – Potencial de fermentação microbiano: alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

<sup>3</sup> Níveis de garantia por kg : Ca – 271 g, P – 29 g, Mg – 20 g, S – 31 g, Na – 62 g, Zn – 1.350 mg, Cu – 340 mg, Fe – 1064 mg, Mn – 940 mg, Co – 10 mg, I – 25 mg e Se – 10 mg

<sup>4</sup> Considerando ingestão diária de matéria seca de feno de 4,75 kg/cab

A digesta duodenal foi colhida via cânula e as fezes foram colhidas diretamente do piso, às 10h no primeiro dia e 16h no segundo dia de colheita. A colheita de fezes do piso foi adotada em virtude de reduzir o estresse causado em alguns animais pela colheita no reto. Este procedimento não trouxe prejuízo à qualidade e ao horário da colheita visto que o piso foi lavado com água nos dias de colheita e os animais defecavam em quantidade suficiente assim que se efetuava sua contenção por meio de cabrestos de corda de náilon.

Em seguida, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e mantidas em congelador, devidamente identificadas. Ao final deste período, cada amostra de digesta e fezes foi, liofilizada, moída e analisada quanto à FDAi e  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , após a formação de amostra composta por animal e por período. A FDAi foi obtida após 144 h de incubação do material no rúmen (PENNING & JONHSON, 1983) e o óxido crômico foi determinado por espectrofotometria de absorção atômica em comprimento de onda de 426 nm, fenda 0,5 e corrente 8 mA, conforme técnica de WILLIAMS et al. (1962). Parte deste material, juntamente com amostras de alimento e sobras alimentares, também foi encaminhado ao laboratório para análise de MS, PB, MM e EE (AOAC, 1995) além de FDN e FDA conforme VAN SOEST & WINE (1967). Foi estimada a MO pela diferença obtida com o teor de MM e também os CHOT, conforme SNIFFEN et al. (1992), a fim de possibilitar a determinação da ingestão, fluxo e excreção de nutrientes pelo animal, bem como o coeficiente de digestibilidade aparente (CDAp).

Após a colheita de fezes e digesta duodenal, foram colhidas amostras de 1,5 L de líquido ruminal que foram diluídos em 0,5 L de solução salina para posterior isolamento de bactérias ruminais por centrifugação diferenciada (CECAVA et al., 1990) com auxílio de centrífuga refrigerada Sorvall RC-5C *plus*, sendo efetuada em seguida a liofilização do material e determinação da MS, MO, PB, EE, MM e taxa N:purinas (ZINN & OWENS, 1986) destas bactérias, para cálculo do fluxo de proteína microbiana no duodeno. A digesta colhida no duodeno foi desidratada em liofilizador Edwards SuperModulyo 18L e nestas amostras também foi determinado o N:microbiano por meio da taxa N:purinas estimada para as bactérias isoladas do rúmen.

Na sequência, foram colhidas alíquotas de 25 mL do líquido ruminal em recipiente com solução acidificante (1 mL de ácido sulfúrico 50%) para avaliação da concentração de  $\text{NH}_3$  e ácidos acético, propiônico e butírico. A avaliação foi efetuada nos horários de 0 (imediatamente antes), 3, 6, 9 e 12h após a suplementação concentrada dada pela manhã. Foi realizada também a medida do pH do líquido ruminal em amostra fresca colhida nos horários citados. O pH foi determinado em peagômetro portátil Corning-pH30, de precisão  $\pm 0,2$ . A concentração de  $\text{NH}_3$  foi obtida de acordo com FENNER (1965) e os AGV's foram determinados em cromatógrafo a

gás Shimadzu-GC14B, com coluna 100/120 chr waw 1,6mx3,2mm, após a centrifugação da amostra sob refrigeração a 13.000 rpm durante 20min.

Em seguida, foi efetuada a rotina do protocolo de degradação *in situ* para estimativa da degradabilidade dos nutrientes de cada uma das rações (MEHREZ & ØRSKOV, 1977), nos tempos de 0, 3, 12 e 48h para os concentrados e 0, 6, 24 e 96h para o feno. Os procedimentos experimentais observaram as recomendações propostas por NOCEK (1988) e SAMPAIO (1988). Os sacos foram confeccionados na medida de 5 x 15 cm, nos quais foram colocadas aproximadamente 7 g do alimento volumoso ou, no caso dos concentrados, 15 g de milho moído ou farelo de algodão e 15, 20, e 25 g para os tempos de 3, 12 e 48h para o farelo de soja e a soja integral. Os sacos foram colocados em conjunto no rúmen e retirados após decorrido o tempo estipulado para cada amostra. Após serem removidos do rúmen, os sacos foram lavados em máquina, sob agitação e água corrente, até que esta ficasse límpida, e em seguida, secos em estufa com ventilação forçada a 65 °C por 72 h. Os sacos relativos ao tempo zero não foram ao rúmen, sendo lavados em banho-maria a 39 °C durante 15 minutos, seguindo então para a máquina onde foram lavados como os demais.

No resíduo obtido em cada saco foram determinados os teores de MS, PB, EE e MM para os concentrados e também o teor de FDN no caso do feno. Após a realização da análise bromatológica, os valores da diferença entre as quantidades de MS, MO, PB, CHOT e FDN do material incubado e do resíduo de cada nutriente recuperado em cada saco, foram ajustados em curvas de regressão não-lineares ao modelo matemático  $p_t = a + b [1 - e^{-ct}]$ , no qual “p” representou a degradabilidade potencial da fração do alimento “n” no tempo “t”, de acordo com a sua fração solúvel “a”, fração potencialmente degradável “b” e taxa de degradação “c”. Em seguida foi estimada a degradabilidade efetiva dos nutrientes de cada alimento (ØRSKOV & McDONALD, 1979) de acordo com a equação  $P_n = a + [b \times (c / c+k)]$ , onde “P” representou a degradação efetiva da fração do alimento “n” a uma taxa de passagem “k”.

No último dia do período experimental, a urina excretada foi colhida durante 12h em reservatório que continha 50 mL de solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 10% para manter o pH do material colhido abaixo de 3. Parte da urina colhida foi diluída 4 vezes, sendo então

armazenada a -20 °C. Posteriormente, este material foi descongelado e submetido a análises de alantoína e ácido úrico (RENNÓ et al., 2000). A alantoína foi hidrolisada em condições fracamente alcalinas a ácido alantóico e depois a uréia e ácido glicóxico em solução levemente ácida. O ácido glicóxico reagiu com a fenilhidrazina hidroclicada para produzir a fenilhidrazona. Esta reagiu com potássio para formar um composto que foi quantificado a 522 nm em espectrofotômetro Hitachi. O ácido úrico das amostras foi tratado com uricase e convertido em alantoína, sendo que após o tratamento a densidade óptica da amostra foi nula. A variação na densidade óptica entre a amostra tratada e não tratada indicou a concentração da molécula-problema, por meio de curvas-padrão que foram pré-estabelecidas. A partir dos dados de excreção de alantoína e ácido úrico e composição das bactérias em cada ração, foi estimado o fluxo de N-microbiano no intestino proporcionado pelos diferentes tratamentos, conforme descrito a seguir:  $A$ , mmol/dia (total de purinas microbianas absorvidas) =  $(Y - 0,385 \times PC^{0,75}) / 0,85$  e Fluxo, g/dia (fluxo de N-microbiano) =  $(A \times 70) \div (PN \times 0,83 \times 1000)$ , onde  $Y$  = quantidade de ácido úrico e alantoína excretados (mmol/dia) e  $PN$  = relação purinas:N das bactérias isoladas do rúmen.

As médias foram estudadas num esquema de quadrado latino 4 x 4 (animais x períodos) com 4 tratamentos no modelo fatorial 2 x 2 (ganho de peso x fermentação), conforme o seguinte modelo matemático:  $y_{ijkl} = m + g + f_j + (gf)_{ij} + r_k + c_l + E_{(ijkl)}$ , onde  $y_{ijkl}$  = valor observado na parcela que recebeu o suplemento ajustado para “i” ganho de peso e “j” potencial de fermentação na linha “k” e coluna “l”,  $m$  = média geral,  $g$  = efeito do suplemento para “i” ganho de peso,  $f_j$  = efeito do suplemento para “j” potencial de fermentação,  $(gf)_{ij}$  = efeito da interação entre o suplemento ajustado para “i” ganho de peso e “j” potencial de fermentação,  $r_k$  = efeito da linha “k”,  $c_l$  = efeito da coluna “l”,  $E_{(ijkl)}$  = erro no valor observado na parcela que recebeu o suplemento ajustado para “i” ganho de peso e “j” potencial de fermentação na linha “k” e coluna “l”.

No caso da avaliação de parâmetros com medidas repetidas ao longo do tempo, o modelo também incluiu o fator horário de colheita como causa adicional de variação. Foi realizada análise da variância por meio do teste F ou teste de comparação das médias por meio do teste de Tukey no nível de 5% (SAMPAIO, 1998).

## Resultados e Discussão

### Consumo e digestibilidade

Os resultados de consumo de feno, concentrado, MS e MO, estão na Tabela 3. Não houve diferenças ( $P>0,05$ ) na ingestão diária absoluta de MS de feno (kg/cab), quando foi considerado o potencial de fermentação. No caso do potencial de GPC, é possível notar que apesar de diminuta, houve menor ingestão absoluta ( $P<0,05$ ) de feno quando foi oferecida maior quantidade de concentrado ao animal, sem reflexo consistente na ingestão relativa de feno (%PC).

TABELA 3. Ingestão diária de feno, suplemento concentrado, matéria seca e orgânica por tourinhos Santa Gertrudes recebendo feno de capim Marandu suplementado para diferentes níveis de fermentação e produção

|                                              | Potencial de ganho de diário de peso corporal <sup>1</sup> |       | F | Potencial de fermentação <sup>2</sup> |       | F  | cv%  |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------|---|---------------------------------------|-------|----|------|
|                                              | Baixo                                                      | Alto  |   | Baixo                                 | Alto  |    |      |
| Ingestão de MS de feno (kg/cab) <sup>3</sup> | 4,91                                                       | 4,64  | * | 4,77                                  | 4,79  | NS | 4,45 |
| Ingestão de MS de feno (% PC)                | 1,21                                                       | 1,15  | * | 1,17                                  | 1,18  | NS | 4,08 |
| Ingestão de suplemento (% PC)                | 0,59                                                       | 0,95  | * | 0,77                                  | 0,76  | NS | 2,29 |
| Ingestão MS (kg/cab)                         | 7,05                                                       | 8,07  | * | 7,57                                  | 7,56  | NS | 2,81 |
| Ingestão MS (% PC)                           | 1,73                                                       | 2,00  | * | 1,86                                  | 1,87  | NS | 2,38 |
| Ingestão MS (g/kg PC <sup>0,75</sup> )       | 77,78                                                      | 89,55 | * | 83,63                                 | 83,71 | NS | 2,44 |
| Ingestão MO (kg/cab)                         | 6,67                                                       | 7,74  | * | 7,20                                  | 7,21  | NS | 2,80 |

<sup>1</sup> Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>2</sup> Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

<sup>3</sup> MS – matéria seca, MO – matéria orgânica, PC – peso corporal e PBM – proteína bruta microbiana

Houve ingestão diária total do concentrado pelos animais durante todo o período experimental. Quando foi avaliada a ingestão de suplemento concentrado em relação ao peso corporal dos animais, ficou evidenciada maior ( $P<0,05$ ) ingestão relativa (%PC) nos animais que receberam o tratamento para alto GPC. Não houve diferenças ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para diferentes potenciais de fermentação, que apresentaram média diária de 0,765% PC.

As médias de ingestão total de MS e MO foram maiores ( $P<0,05$ ) nos animais recebendo maior quantidade de alimento concentrado, visando maior GPC, mesmo quando avaliados sob diferentes formas de expressão do consumo pelo animal.



BÜRGUER et al. (2000a) obtiveram ingestão diária de MS de 115,87 e 99,64 g/kg PC<sup>0,75</sup> em bezerros de 107 kg, recebendo feno de Coast-cross suplementado com milho e farelo de soja, nos níveis de 30 e 42,5% da MS, respectivamente. DIAS et al. (2000a) suplementaram feno de Coast-cross para novilhos F1 Limousin-Nelore de 268 kg e obtiveram ingestão de MS de 1,37 e 1,47% PC, para 30 e 42,5% de concentrado na dieta, respectivamente, menor do que média do presente ensaio. Em nenhum dos casos aqui avaliados, houve diferenças relativas aos tratamentos para os diferentes potenciais de fermentação microbiana ( $P>0,05$ ). No entanto, CARDOSO et al. (2000a), suplementaram a dieta à base de feno de Coast-cross para novilhos F1 Limousin-Nelore em níveis que variaram de 25 a 75% MS da dieta e obtiveram ingestão de MS similar entre os tratamentos com médias de 1,58% PC e 66,75 g/kg PC<sup>0,75</sup>.

VÉRAS et al. (2000) suplementaram com concentrado a dieta à base fenos de *Brachiaria decumbens*+Coast-cross para tourinhos Nelore de 330 kg, em níveis que variaram de 25 a 75% MS de concentrado. O consumo diário de MS foi similar entre os tratamentos tanto em %PC como em g/kg PC<sup>0,75</sup>, com médias de 2,14 e 94,87, respectivamente. Naquele mesmo trabalho, o consumo diário de MO foi de 7,64 e 8,02 kg/cab para 30 e 42,5% MS de concentrado na dieta, respectivamente.

Os resultados de consumo de PB estão na Tabela 4 e dos demais nutrientes estudados, podem ser visualizados na Tabela 5. Embora o feno tenha sido fornecido à vontade, a suplementação com concentrado em diferentes níveis parece ter influenciado algumas das variáveis. Em virtude do planejamento experimental foi observada interação significativa (GPC  $\times$  fermentação) na ingestão de PB, já que este nutriente, esteve relacionado diretamente com a diferenciação dos tratamentos, com maiores níveis de ingestão nos casos de maior GPC e maior potencial de fermentação microbiana, quando foi considerada cada uma das causa de variação.

Observando ainda os diferentes potenciais de GPC, a ingestão de CHOT foi maior ( $P<0,05$ ) nos tratamentos para maior GPC, dado que o conteúdo energético necessário ao maior nível de produção guardou estreita relação com o aporte de carboidratos e, eventualmente, também de lipídeos. Os animais do tratamento para alto GPC, ingeriram maior quantidade ( $P<0,05$ ) de EE em relação aos demais.

TABELA 4. Ingestão diária de proteína bruta (PB) da dieta por tourinhos Santa Gertrudes recebendo feno de capim Marandu suplementado para diferentes níveis de fermentação e produção <sup>1</sup>

| Potencial de ganho diário de peso corporal <sup>2</sup> | Potencial de fermentação <sup>3</sup> |         | Média | cv (%) |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------|-------|--------|
|                                                         | Baixo                                 | Alto    |       |        |
|                                                         | Ingestão diária de PB (kg/cab)        |         |       |        |
| Baixo                                                   | 0,85 Bb                               | 1,05 Ba | 0,95  |        |
| Alto                                                    | 1,22 Ab                               | 1,43 Aa | 1,32  |        |
| Média                                                   | 1,03                                  | 1,24    | -     | 0,59   |

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais, minúscula (linha) e maiúscula (coluna,) não diferem pelo teste F a 5%

<sup>2</sup> Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>3</sup> Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

Em tourinhos Nelore de 330 kg, recebendo fenos de *Brachiaria decumbens*+ Coast-cross, suplementados com concentrado, VÉRAS et al. (2000) verificaram ingestão diária de PB, CHOT e EE de 0,8, 7,17 e 0,11 kg/cab para 30% MS de concentrado na dieta e 1, 7,75 e 0,14 kg/cab para 42,5% MS de concentrado na dieta.

Foi verificada maior ( $P<0,05$ ) média no tratamento para alto GPC para ingestão relativa de FDN (%PC). A média do presente ensaio ficou próxima à verificada por RESENDE et al. (2001ab) que alimentaram novilhos mestiços (5/8 europeu) com 24 meses de idade e 310 kg, com feno de capim Tanzânia em diferentes relações volumoso:concentrado e concluíram que a maximização da ingestão de nutrientes digestíveis para a máxima eficiência de utilização da dieta ocorreu em níveis de ingestão de FDN variando entre 1,02 e 1,25% PC, semelhantes ao citado pelo NRC (1984) de 1,2 a 0,1 % PC. Quando a ingestão diária de FDN foi expressa em kg/cab ou em relação do peso metabólico ( $\text{g/kg PC}^{0,75}$ ) não foram observadas diferenças ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para GPC, com médias diárias de 4,69 kg/cab e 51,86 g/kg  $\text{PC}^{0,75}$ .

DIAS et al. (2000a) verificaram médias de ingestão diária de FDN de 0,9 e 0,68% PC e 30 e 27,2 g/kg  $\text{PC}^{0,75}$  para 30 e 42,5% MS de concentrado na dieta, respectivamente, ao suplementarem feno de Coast-cross para novilhos F1 Limousin-Nelore de 286 kg, bem abaixo das médias aqui verificadas, sugerindo que a fração estimada como FDN, pode, eventualmente, apresentar padrão ingestivo variável, dada a natureza de arranjo da fibra em cada alimento. BÜRQUER et al. (2000a) obtiveram semelhante ingestão diária de FDN de 49,31 g/kg  $\text{PC}^{0,75}$  em bezerros com 107 kg,

recebendo feno de Coast-cross suplementado com milho e farelo de soja, nos níveis de 30 a 90% da MS. É uma média mais próxima à do presente trabalho, que utilizou capim Marandu, do que à do trabalho de DIAS et al. (2000a), sugerindo que o arranjo estrutural da FDN, também pode determinar acentuada variabilidade na ingestão diária de forragem. Conforme a Tabela 5, não houve diferenças ( $P>0,05$ ) em relação à ingestão diária de FDA, com média de 2,59 kg/cab.

TABELA 5. Ingestão diária das frações de carboidratos e lipídeos por tourinhos Santa Gertrudes recebendo feno de capim Marandu suplementado para diferentes níveis de fermentação e produção

|                                            | Potencial de ganho diário de peso corporal <sup>1</sup> |       | F  | Potencial de fermentação <sup>2</sup> |       | F  | cv%  |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------|----|---------------------------------------|-------|----|------|
|                                            | Baixo                                                   | Alto  |    | Baixo                                 | Alto  |    |      |
| Ingestão de CHOT (kg/cab) <sup>3</sup>     | 5,56                                                    | 6,25  | *  | 6,00                                  | 5,81  | NS | 3,28 |
| Ingestão de FDN (kg/cab)                   | 4,63                                                    | 4,75  | NS | 4,67                                  | 4,71  | NS | 3,83 |
| Ingestão de FDN (% PC)                     | 1,14                                                    | 1,18  | *  | 1,15                                  | 1,16  | NS | 3,40 |
| Ingestão de FDN (g/kg PC <sup>0,75</sup> ) | 50,99                                                   | 52,73 | NS | 51,62                                 | 52,09 | NS | 3,49 |
| Ingestão de FDA (kg/cab)                   | 2,59                                                    | 2,59  | NS | 2,54                                  | 2,65  | NS | 4,64 |
| Ingestão de EE (kg/cab)                    | 0,158                                                   | 0,165 | *  | 0,167                                 | 0,156 | *  | 0,90 |

<sup>1</sup> Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>2</sup> Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

<sup>3</sup> CHOT – carboidratos totais, FDN – fibra em detergente neutro, FDA – fibra em detergente ácido, EE – extrato etéreo e PBM – proteína bruta microbiana

VÉRAS et al. (2000) suplementaram com concentrado a dieta à base fenos de *Brachiaria decumbens*+Coast-cross para tourinhos Nelore de 330 kg, em níveis que variaram de 25 a 75% MS de concentrado. O consumo diário de FDN em kg/cab, %PC e g/kg PC<sup>0,75</sup>, foi de 4,93, 1,27 e 56,22 para 30% MS de concentrado e 4,26, 1,09 e 48,54 para 42,5% MS de concentrado.

Na avaliação do potencial de fermentação microbiana, exceto na ingestão de EE, neste caso, com maior média ( $P<0,05$ ) nos animais com baixo potencial fermentativo, não foi verificada qualquer diferença ( $P>0,05$ ) nas variáveis de ingestão das frações relacionadas à fração fibrosa da dieta.

A Tabela 6 apresenta a comparação das metodologias de estimativas de digestão total e parcial das principais frações nutritivas das dietas, utilizando como indicadores o Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e a FDAi. Foi observado que à exceção da digestibilidade intestinal da MS e da FDN ( $P>0,05$ ), semelhantes entre ambas as metodologias, houve

diferenças significativas entre ambos os indicadores nas médias estimadas. Quando foi empregada a FDAi, foram verificados maiores valores de digestibilidade ruminal e total ( $P<0,05$ ). Por outro lado, utilizando este mesmo indicador foram apuradas menores médias de digestibilidade intestinal ( $P<0,05$ ).

TABELA 6. Comparação dos métodos de estimativa de CDAP (FDAi<sup>1</sup> x Cromo)

| Item                                  | FDAi  | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Teste F <sup>2</sup> | cv%      |
|---------------------------------------|-------|--------------------------------|----------------------|----------|
| MS – CDAP Ruminal (%)                 | 49,2  | 22,2                           | **                   | 42,63    |
| MS – CDAP Intestinal (%) <sup>3</sup> | 25,5  | 36,8                           | NS                   | 54,11    |
| MS – CDAP Total (%) <sup>4</sup>      | 61,8  | 51,2                           | **                   | 11,04    |
| MO – CDAP Ruminal (%)                 | 56,0  | 31,9                           | **                   | 27,61    |
| MO – CDAP Intestinal (%)              | 18,6  | 31,5                           | *                    | 63,74    |
| MO – CDAP Total (%)                   | 64,1  | 54,2                           | **                   | 9,76     |
| PB – CDAP Ruminal (%)                 | 44,1  | 15,9                           | **                   | 58,78    |
| PB – CDAP Intestinal (%)              | 46,6  | 56,7                           | *                    | 24,58    |
| PB – CDAP Total (%)                   | 71,3  | 63,4                           | **                   | 8,34     |
| CHOT – CDAP Ruminal (%)               | 46,3  | 17,2                           | **                   | 46,76    |
| CHOT – CDAP Intestinal (%)            | 18,5  | 31,5                           | *                    | 64,01    |
| CHOT – CDAP Total (%)                 | 56,3  | 44,2                           | **                   | 14,04    |
| FDN – CDAP Ruminal (%)                | 63,5  | 41,4                           | **                   | 22,73    |
| FDN – CDAP Intestinal (%)             | -4,01 | 7,9                            | NS                   | 1.454,47 |
| FDN – CDAP Total (%)                  | 60,1  | 49,5                           | **                   | 16,35    |

<sup>1</sup> FDAi – fibra em detergente ácido indigestível, MS – matéria seca, MO – matéria orgânica, PB – proteína bruta, CHOT – carboidratos totais e FDN – fibra em detergente ácido

<sup>2</sup> Não houve interação entre metodologia e dieta

<sup>3</sup> Coeficiente de digestibilidade aparente (CDAP) relativo ao total não digerido no rúmen

<sup>4</sup> Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA p) relativo ao total ingerido

Estes resultados parecem consistentes com o estudo de VALADARES FILHO et al. (1985) que compararam o Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e a lignina na determinação dos fluxos de digesta em novilhos de 16 meses de idade e 206 kg, concluindo que o Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> subestimou a digestão ruminal da MS e superestimou a digestão da celulose no intestino delgado. Naquele trabalho, os autores utilizaram colheita de digesta durante 6 dias, às 9 e 15h.

Em revisão sobre indicadores de digestão, OWENS & HANSON (1992) compilaram o comportamento de 13 tipos de marcadores ou indicadores quanto às dez principais características envolvidas no uso dos mesmos, a saber: facilidade de preparação, utilidade para estudo de fluxo de digesta, melhor fração da digesta a ser avaliada, utilidade para estudo de cinética ruminal, absorção, migração entre fases, migração para bactérias, biossíntese, protocolo de análise e por último a acurácia de determinação.

Ainda conforme OWENS & HANSON (1992), a FDAi e o  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  foram semelhantes quanto à uso para estudo de fluxo (úteis), uso para cinética ruminal (impróprios), absorção (nenhuma), migração entre fases (ausente), migração para bactérias (ausente), biossíntese (ausente) e acurácia (satisfatória). As divergências ficaram entre facilidade de preparação (considerada simples para  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  e inexistente para FDAi), método de análise (colorimétrico para  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  e gravimétrico para FDAi) e fração a ser analisada (fibrosa para FDAi e não determinada para  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ).

Diante dos resultados obtidos e da recomendação de pesquisas que avaliaram estes indicadores (VALADARES FILHO et al., 1985; BERCHIELLI et al., 2000; ÍTAVO et al., 2002ae), foi entendido que a FDAi apresentou melhor capacidade de representar os principais conceitos da nutrição de ruminantes (alicerçada em volumosos) e foi escolhido estudar as frações digestíveis da dieta por meio deste indicador, relevadas suas vantagens em relação ao  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , como facilidade de preparação e de análise.

Os dados de digestão das diferentes frações das dietas, estimados por meio da FDAi, estão nas Tabelas 7 a 10. Não foi observada diferença ( $P>0,05$ ) nas médias de digestão ruminal. As suplementações para diferentes níveis de GPC proporcionaram similar coeficiente de digestão ruminal de MS, MO, PB, CHOT, FDN e FDA.

TABELA 7. Digestibilidade ruminal aparente de nutrientes da dieta ingerida por tourinhos Santa Gertrudes recebendo feno de capim Marandu suplementado para diferentes níveis de produção (estimativa realizada utilizando FDAi como indicador)

|                 | Potencial de ganho diário de peso corporal <sup>1</sup> |        | F  | Potencial de fermentação <sup>2</sup> |        | F  | cv%    |
|-----------------|---------------------------------------------------------|--------|----|---------------------------------------|--------|----|--------|
|                 | Baixo                                                   | Alto   |    | Baixo                                 | Alto   |    |        |
| MS <sup>3</sup> | 49,58                                                   | 48,83  | NS | 48,40                                 | 50,01  | NS | 16,77  |
| MO              | 56,54                                                   | 55,42  | NS | 55,13                                 | 56,84  | NS | 15,50  |
| PB              | 43,75                                                   | 44,43  | NS | 41,93                                 | 46,25  | NS | 37,71  |
| EE              | -17,06                                                  | -19,22 | NS | -13,97                                | -22,30 | NS | 208,11 |
| CHOT            | 47,94                                                   | 44,77  | NS | 46,27                                 | 46,45  | NS | 22,99  |
| FDN             | 64,40                                                   | 62,59  | NS | 63,44                                 | 63,55  | NS | 6,66   |
| FDA             | 61,00                                                   | 57,81  | NS | 58,66                                 | 60,16  | NS | 10,10  |

<sup>1</sup> Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>2</sup> Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

<sup>3</sup> MS – matéria seca, MO – matéria orgânica, PB – proteína bruta, EE – extrato etéreo, CHOT – carboidratos totais, FDN – fibra em detergente neutro, FDA – fibra em detergente ácido, FDAi – fibra em detergente ácido indigestível e PBM – proteína bruta microbiana

O mesmo foi observado quando foram considerados os diferentes potenciais de fermentação microbiana. No caso da digestibilidade ruminal da fração EE foram obtidas médias negativas, provavelmente devido à contribuição endógena de rúmen e abomaso, o que torna o fluxo intestinal maior que o fluxo oral (SAMPAIO, 2000). ÍTAVO et al. (2002e), utilizando FDAi como indicador, alimentaram novilhos Nelore inteiros de 165 kg com feno de Coast-cross e níveis de concentrado que variaram de 20 a 80% MS e verificaram digestibilidade aparente ruminal de MS, MO, PB, EE, CHOT e FDN de 56,45, 62,49, 4,80, 1,41, 71,36 e 77,48%, respectivamente. Algumas destas médias são bastante discrepantes dos valores apurados no presente trabalho.

TABELA 8. Digestibilidade intestinal aparente de nutrientes (% do não digerido no rúmen) da dieta ingerida por tourinhos Santa Gertrudes recebendo feno de capim Marandu suplementado para diferentes níveis de produção (estimativa realizada utilizando FDAi como indicador)

|                 | Potencial de ganho diário de peso corporal <sup>1</sup> |       | F  | Potencial de fermentação <sup>2</sup> |       | F  | cv%     |
|-----------------|---------------------------------------------------------|-------|----|---------------------------------------|-------|----|---------|
|                 | Baixo                                                   | Alto  |    | Baixo                                 | Alto  |    |         |
| MS <sup>3</sup> | 26,05                                                   | 24,88 | NS | 26,14                                 | 24,78 | NS | 37,80   |
| MO              | 17,11                                                   | 20,02 | NS | 19,17                                 | 17,97 | NS | 62,46   |
| PB              | 45,00                                                   | 48,16 | NS | 44,10                                 | 49,07 | NS | 24,18   |
| EE              | 62,79                                                   | 61,94 | NS | 61,67                                 | 63,05 | NS | 17,91   |
| CHOT            | 17,02                                                   | 19,94 | NS | 19,09                                 | 17,87 | NS | 62,77   |
| FDN             | -4,55                                                   | -3,62 | NS | -2,15                                 | -6,02 | NS | -366,36 |
| FDA             | -1,57                                                   | -2,85 | NS | -1,83                                 | -2,59 | NS | -654,15 |

<sup>1</sup> Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>2</sup> Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

<sup>3</sup> MS – matéria seca, MO – matéria orgânica, PB – proteína bruta, EE – extrato etéreo, CHOT – carboidratos totais, FDN – fibra em detergente neutro, FDA – fibra em detergente ácido, FDAi – fibra em detergente ácido indigestível e PBM – proteína bruta microbiana

Não foram verificadas diferenças ( $P > 0,05$ ) em qualquer dos parâmetros de digestão intestinal avaliados. De forma análoga ao que ocorreu na digestibilidade ruminal, as suplementações para diferentes níveis de produção animal proporcionaram semelhantes coeficientes de digestão intestinal de MS, MO, PB, EE e CHOT. O mesmo foi observado quando foram considerados os diferentes potenciais de fermentação microbiana ( $P > 0,05$ ). Foram obtidas médias negativas de digestão intestinal para FDN e FDA, com semelhança ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos avaliados.

A digestibilidade aparente total da MS diferiu ( $P < 0,05$ ) entre os níveis de produção dentro dos diferentes potenciais de fermentação. Em cada caso de potencial

de fermentação, foi observado que o tratamento para baixo GPC, apresentou digestibilidade total da MS menor que o tratamento para alto GPC.

TABELA 9. Digestibilidade aparente total da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) da dieta ingerida por tourinhos Santa Gertrudes recebendo feno de capim Marandu suplementado para diferentes níveis de produção<sup>1</sup>. (estimativa realizada utilizando FDAi como indicador)<sup>2</sup>

| Potencial de ganho diário de peso corporal <sup>3</sup> |  | Potencial de fermentação <sup>4</sup> |          | Média | cv (%) |
|---------------------------------------------------------|--|---------------------------------------|----------|-------|--------|
|                                                         |  | Baixo                                 | Alto     |       |        |
| MS %                                                    |  |                                       |          |       |        |
| Baixo                                                   |  | 58,26 Ba                              | 60,35 Ba | 59,31 | 2,52   |
| Alto                                                    |  | 65,37 Aa                              | 63,11 Aa | 64,24 |        |
| Média                                                   |  | 61,82                                 | 61,73    | -     |        |
| PB %                                                    |  |                                       |          |       |        |
| Baixo                                                   |  | 63,36 Bb                              | 73,32 Aa | 68,34 | 3,53   |
| Alto                                                    |  | 73,14 Aa                              | 75,52 Aa | 74,33 |        |
| Média                                                   |  | 68,25                                 | 74,42    | -     |        |

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais, minúscula (linha) e maiúscula (coluna,) não diferem pelo teste F a 5%

<sup>2</sup> FDAi – fibra em detergente ácido indigestível

<sup>3</sup> Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>4</sup> Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

A fração protéica foi melhor digerida sob alto potencial de fermentação no baixo nível de produção e também melhor digerida no alto nível de produção em baixo potencial de fermentação.

Conforme a Tabela 10, houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos para GPC na digestibilidade total da MO. A digestão dos CHOT foi aumentada ( $P < 0,05$ ) sob condições de maior GPC, o que não ocorreu em relação à digestibilidade da FDN, FDA e também da fração lipídica da dieta ( $P > 0,05$ ).

Quando foi considerado o potencial de fermentação, foi observado que os vários nutrientes estudados foram digeridos de forma semelhante pelos animais que ingeriram as dietas para alto e baixo potencial de fermentação microbiana ( $P > 0,05$ ).

Utilizando a FDAi como indicador para seus estudos, VÉRAS et al. (2000) suplementaram com concentrado a dieta à base feno de *Brachiaria decumbens*+feno de Coast-cross para tourinhos Nelore de 330 kg, em níveis que variaram de 25 a 75% MS de concentrado. A digestibilidade aparente total da MS, MO, PB, EE, CHOT e FDN, foi de 61,9, 63,3, 62,9, 65,0, 63,4 e 51,5% e de 67,2, 68,6, 68,6, 72,3, 68,4 e 53,4%, para

30 e 42,5% MS de concentrado na dieta, respectivamente. Considerando que foi o mesmo indicador aqui utilizado, as médias calculadas por aqueles autores são coerentes com os resultados obtidos no presente trabalho.

TABELA 10. Digestibilidade total aparente de nutrientes da dieta ingerida por tourinhos Santa Gertrudes recebendo feno de capim Marandu suplementado para diferentes níveis de produção (estimativa realizada utilizando FDAi como indicador)

|                 | Potencial de ganho<br>diário de peso corporal <sup>1</sup> |       | F  | Potencial de<br>fermentação <sup>2</sup> |       | F  | cv%  |
|-----------------|------------------------------------------------------------|-------|----|------------------------------------------|-------|----|------|
|                 | Baixo                                                      | Alto  |    | Baixo                                    | Alto  |    |      |
| MO <sup>3</sup> | 61,57                                                      | 66,63 | *  | 63,95                                    | 64,25 | NS | 2,73 |
| EE              | 58,57                                                      | 58,83 | NS | 59,17                                    | 58,23 | NS | 8,45 |
| CHOT            | 53,94                                                      | 58,68 | *  | 56,86                                    | 55,77 | NS | 3,71 |
| FDN             | 59,44                                                      | 62,35 | NS | 62,07                                    | 59,72 | NS | 6,44 |
| FDA             | 56,60                                                      | 58,80 | NS | 57,86                                    | 57,53 | NS | 4,48 |

<sup>1</sup> Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>2</sup> Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

<sup>3</sup> MO – matéria orgânica, EE – extrato etéreo, CHOT – carboidratos totais, FDN – fibra em detergente neutro, FDA – fibra em detergente ácido, FDAi – fibra em detergente ácido indigestível e PBM – proteína bruta microbiana

Em quatro grupos genéticos (Gir, Nelore, Guzerá, Caracu e Santa Gertrudes), LANÇANOVA et al. (2001), obtiveram digestibilidade aparente total da MS e MO de 51,82 e 53,7%, respectivamente, com dietas à base de feno de *Brachiaria brizantha*, milho e farelo de algodão, utilizando métodos de colheita total e lignina em detergente ácido. As médias daquele trabalho foram menores do que as obtidas no presente ensaio.

### Degradabilidade ruminal dos alimentos

A quantificação da fração “a” (solúvel) para MS, MO, PB, FDN e CHOT do feno de capim Marandu foi de 6,1, 3,9, 22,4, 0,1 e 2,8%, respectivamente. Os demais parâmetros de degradação dos nutrientes do alimento volumoso estão apresentados na Tabela 11. Por ser um alimento volumoso, a reduzida média observada na fração FDN, está em conformidade com VELOSO et al. (2000), que obtiveram valor nulo para diversas forrageiras tropicais. O mesmo foi verificado por ÍTAVO et al. (2002a).



Não foram observadas diferenças ( $P>0,05$ ) entre as médias dos parâmetros avaliados para o feno de capim Marandu, nos diferentes tratamentos avaliados. Apesar do interesse principal na degradabilidade efetiva a 5% de taxa de passagem (DE5) das frações PB e FDN de forrageiras, foi observada semelhança entre os níveis de produção e/ou potenciais de fermentação, ressaltando as pequenas diferenças nos valores absolutos, anulados pela ausência de significância estatística.

TABELA 11. Parâmetros de degradação ruminal dos nutrientes do feno de capim Marandu

|                 |                | Potencial de ganho<br>diário de peso corporal <sup>1</sup> |       | F  | Potencial de<br>fermentação <sup>2</sup> |       | F  | cv%   |
|-----------------|----------------|------------------------------------------------------------|-------|----|------------------------------------------|-------|----|-------|
|                 |                | Baixo                                                      | Alto  |    | Baixo                                    | Alto  |    |       |
| MS <sup>3</sup> | b <sup>4</sup> | 56,1                                                       | 54,9  | NS | 55,1                                     | 55,9  | NS | 3,61  |
|                 | c              | 0,036                                                      | 0,036 | NS | 0,035                                    | 0,037 | NS | 12,91 |
|                 | DE5            | 29,7                                                       | 28,9  | NS | 28,9                                     | 29,7  | NS | 6,78  |
| MO              | b              | 57,7                                                       | 56,0  | NS | 56,3                                     | 57,4  | NS | 3,43  |
|                 | c              | 0,036                                                      | 0,035 | NS | 0,035                                    | 0,036 | NS | 13,20 |
|                 | DE5            | 27,8                                                       | 27,1  | NS | 27,1                                     | 27,8  | NS | 7,47  |
| PB              | b              | 35,9                                                       | 35,2  | NS | 35,3                                     | 35,8  | NS | 6,39  |
|                 | c              | 0,021                                                      | 0,021 | NS | 0,022                                    | 0,020 | NS | 50,94 |
|                 | DE5            | 32,6                                                       | 31,5  | NS | 31,8                                     | 32,3  | NS | 11,12 |
| FDN             | b              | 63,0                                                       | 70,6  | NS | 66,8                                     | 66,8  | NS | 17,67 |
|                 | c              | 0,037                                                      | 0,031 | NS | 0,034                                    | 0,035 | NS | 17,30 |
|                 | DE5            | 26,8                                                       | 25,9  | NS | 26,1                                     | 26,6  | NS | 9,87  |
| CHOT            | b              | 59,7                                                       | 57,6  | NS | 58,3                                     | 59,0  | NS | 3,98  |
|                 | c              | 0,036                                                      | 0,039 | NS | 0,038                                    | 0,037 | NS | 12,20 |
|                 | DE5            | 27,8                                                       | 27,8  | NS | 27,8                                     | 27,8  | NS | 6,81  |

<sup>1</sup> Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>2</sup> Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

<sup>3</sup> MS – matéria seca, MO – matéria orgânica, PB – proteína bruta, FDN – fibra em detergente neutro, CHOT – carboidratos totais e PBM – proteína bruta microbiana

<sup>4</sup> b - fração potencialmente degradável (%), c – taxa de degradação (/h) e DE5 - degradabilidade efetiva (%) a 5%/h

A quantificação da fração “a” (solúvel) para MS, MO, PB e CHOT do milho moído foi de 13,8, 13,8, 18,8 e 13,5%, respectivamente. Os demais parâmetros de degradação estão na Tabela 12. BÜRGUER et al. (2000c) observaram médias da fração “a” para MS e PB do milho de 13,69 e 17,66%, respectivamente, similares à do presente ensaio. Aqueles autores também relataram taxa “c” de 5,47 e 4,95/h para MS e PB do milho. VALADARES FILHO (1995) pesquisou em diversos trabalhos e relatou valores médios dos parâmetros de degradação da PB do milho de 21,2%, 78%, 0,019/h e 42,8% para

“a”, “b”, “c” e degradabilidade efetiva a 5%. O AFRC (1993) adotou os valores de 26%, 69%, 0,01/h e 32,3% para “a”, “b”, “c” e DE5 da PB do milho.

TABELA 12. Parâmetros de degradação ruminal dos nutrientes do milho moído

|                 |                | Potencial de ganho<br>diário de peso corporal <sup>1</sup> |       | F  | Potencial de<br>fermentação <sup>2</sup> |       | F  | cv%   |
|-----------------|----------------|------------------------------------------------------------|-------|----|------------------------------------------|-------|----|-------|
|                 |                | Baixo                                                      | Alto  |    | Baixo                                    | Alto  |    |       |
| MS <sup>3</sup> | b <sup>4</sup> | 76,1                                                       | 77,9  | NS | 76,1                                     | 77,9  | NS | 3,28  |
|                 | c              | 0,048                                                      | 0,052 | NS | 0,048                                    | 0,052 | NS | 13,01 |
|                 | DE5            | 50,9                                                       | 53,5  | NS | 50,9                                     | 53,5  | NS | 5,36  |
| MO              | b              | 76,1                                                       | 77,9  | NS | 76,1                                     | 77,9  | NS | 3,26  |
|                 | c              | 0,048                                                      | 0,053 | NS | 0,048                                    | 0,052 | NS | 14,03 |
|                 | DE5            | 50,9                                                       | 53,6  | NS | 51,1                                     | 53,3  | NS | 5,71  |
| PB              | b              | 64,2                                                       | 71,3  | *  | 65,5                                     | 70,0  | NS | 7,13  |
|                 | c              | 0,041                                                      | 0,042 | NS | 0,041                                    | 0,041 | NS | 13,83 |
|                 | DE5            | 47,5                                                       | 51,0  | *  | 48,2                                     | 50,3  | NS | 5,54  |
| CHOT            | b              | 77,0                                                       | 78,2  | NS | 76,8                                     | 78,3  | NS | 2,94  |
|                 | c              | 0,046                                                      | 0,051 | NS | 0,046                                    | 0,050 | NS | 15,34 |
|                 | DE5            | 50,2                                                       | 52,8  | NS | 50,3                                     | 52,7  | NS | 6,24  |

<sup>1</sup> Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>2</sup> Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

<sup>3</sup> MS – matéria seca, MO – matéria orgânica, PB – proteína bruta, CHOT – carboidratos totais e PBM – proteína bruta microbiana

<sup>4</sup> b - fração potencialmente degradável (%), c – taxa de degradação (/h) e DE5 - degradabilidade efetiva (%) a 5%

À exceção da fração “b” e DE5 para a PB ( $P < 0,05$ ), não foi observada qualquer diferença entre os demais parâmetros avaliados ( $P > 0,05$ ). Na prática, como a proteína do milho representou cerca de 15% da PB do suplemento e é de qualidade média, a diferença na DE5 representaria alguma importância técnica, já que sob maiores taxas de GPC houve maior degradação desta fração nutritiva do milho. A taxa “c” obtida no presente trabalho foi sensivelmente maior do que a adotada pelo AFRC(1993) e parece ser a principal causa da variação observada para a DE5 da PB do milho.

A quantificação da fração “a” (solúvel) para MS, MO, PB e CHOT da soja grão foi de 36,2, 36,2, 26,2 e 34,3%, respectivamente. Os demais parâmetros de degradação estão na Tabela 13. A exemplo do que ocorreu com o feno de Marandu, não houve diferença significativa entre as médias de cada item estudado ( $P > 0,05$ ), em ambos os tratamentos avaliados. Apesar da ausência de diferenças, a degradação efetiva da PB esteve abaixo dos valores encontrados na literatura. Revisando vários trabalhos,

VALADARES FILHO (1995) citou valores médios dos parâmetros de degradação da PB da soja integral de 34,6%, 65%, 0,077/h e 77,8% para “a”, “b”, “c” e DE5, respectivamente. A DE5 da PB da soja integral foi menor do que o relatado naquele trabalho, possivelmente devido à menor taxa “c” aqui observada.

TABELA 13. Parâmetros de degradação ruminal dos nutrientes da soja grão

|                 |                | Potencial de ganho<br>diário de peso corporal <sup>1</sup> |       | F  | Potencial de<br>fermentação <sup>2</sup> |       | F  | cv%   |
|-----------------|----------------|------------------------------------------------------------|-------|----|------------------------------------------|-------|----|-------|
|                 |                | Baixo                                                      | Alto  |    | Baixo                                    | Alto  |    |       |
| MS <sup>3</sup> | b <sup>4</sup> | 62,7                                                       | 62,8  | NS | 62,6                                     | 62,8  | NS | 0,46  |
|                 | c              | 0,055                                                      | 0,052 | NS | 0,053                                    | 0,054 | NS | 20,32 |
|                 | DE5            | 68,7                                                       | 67,5  | NS | 67,8                                     | 68,5  | NS | 4,62  |
| MO              | b              | 62,6                                                       | 62,7  | NS | 62,6                                     | 62,8  | NS | 0,47  |
|                 | c              | 0,052                                                      | 0,049 | NS | 0,050                                    | 0,051 | NS | 21,77 |
|                 | DE5            | 67,9                                                       | 66,6  | NS | 66,9                                     | 67,6  | NS | 5,01  |
| PB              | b              | 73,3                                                       | 73,5  | NS | 73,4                                     | 73,5  | NS | 0,31  |
|                 | c              | 0,067                                                      | 0,062 | NS | 0,064                                    | 0,064 | NS | 18,12 |
|                 | DE5            | 67,8                                                       | 66,3  | NS | 67,0                                     | 67,1  | NS | 4,93  |
| CHOT            | b              | 63,3                                                       | 63,5  | NS | 63,2                                     | 63,6  | NS | 1,07  |
|                 | c              | 0,066                                                      | 0,064 | NS | 0,064                                    | 0,066 | NS | 13,75 |
|                 | DE5            | 70,0                                                       | 69,4  | NS | 69,3                                     | 70,1  | NS | 3,36  |

<sup>1</sup> Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>2</sup> Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

<sup>3</sup> MS – matéria seca, MO – matéria orgânica, PB – proteína bruta, CHOT – carboidratos totais e PBM – proteína bruta microbiana

<sup>4</sup> b - fração potencialmente degradável (%), c – taxa de degradação (/h) e DE5 - degradabilidade efetiva (%) a 5%

Os parâmetros de degradação do farelo de soja que não apresentaram comportamento de interação entre os tratamentos estão apresentados na Tabela 14. Todos foram semelhantes ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos testados. A quantificação da fração “a” para MS, MO, PB e CHOT do farelo de soja foi de 31,5, 31,5, 22,9 e 37,6%, respectivamente.

As frações MO e CHOT não apresentaram diferença ( $P>0,05$ ) nos parâmetros de degradabilidade ruminal. A ausência de diferenças na fração MO, pode ser atribuída à pequena magnitude observada nas diferenças de PB (50% da MS do alimento), associada às semelhanças na fração CHOT. Considerando que a fração CHOT compõe cerca de 40% da MS deste alimento, é preciso considerar a importância da

disponibilidade energética para a microbiota ruminal, que representa uma das partes na abordagem bilateral (proteína x energia) do processo de síntese de PBM no rúmen.

TABELA 14. Parâmetros de degradação ruminal dos nutrientes do farelo de soja

|                 |                | Potencial de ganho<br>diário de peso corporal <sup>1</sup> |       | F  | Potencial de<br>fermentação <sup>2</sup> |       | F  | cv%   |
|-----------------|----------------|------------------------------------------------------------|-------|----|------------------------------------------|-------|----|-------|
|                 |                | Baixo                                                      | Alto  |    | Baixo                                    | Alto  |    |       |
| MS <sup>3</sup> | b <sup>4</sup> | 64,9                                                       | 64,1  | NS | 63,7                                     | 65,3  | NS | 3,29  |
| MO              | b              | 58,6                                                       | 58,2  | NS | 57,9                                     | 58,8  | NS | 2,75  |
|                 | c              | 0,051                                                      | 0,055 | NS | 0,055                                    | 0,051 | NS | 16,72 |
|                 | DE5            | 66,7                                                       | 67,7  | NS | 67,8                                     | 66,7  | NS | 3,20  |
| PB              | b              | 73,5                                                       | 72,3  | NS | 71,7                                     | 74,0  | NS | 3,75  |
| CHOT            | b              | 58,6                                                       | 58,2  | NS | 57,9                                     | 58,8  | NS | 2,75  |
|                 | c              | 0,051                                                      | 0,055 | NS | 0,055                                    | 0,051 | NS | 16,72 |
|                 | DE5            | 66,7                                                       | 67,7  | NS | 67,8                                     | 66,7  | NS | 3,20  |

<sup>1</sup> Alto (1 kg/c ab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>2</sup> Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

<sup>3</sup> MS – matéria seca, MO – matéria orgânica, PB – proteína bruta, CHOT – carboidratos totais e PBM – proteína bruta microbiana

<sup>4</sup> b - fração potencialmente degradável (%), c – taxa de degradação (/h) e DE5 - degradabilidade efetiva (%) a 5%

A fração “b” da PB deste alimento apresentou média de 72,9% e a fração “b” da MS apresentou média de 64,5%. Em ambos os casos, não foram verificadas diferenças consistentes ( $P>0,05$ ). Os demais parâmetros de degradação das frações deste alimento, cuja interação foi observada, estão na Tabela 15. No caso do farelo de soja, um suprimento protéico de elevada importância, foi destaque a maior DE5 da PB para alto GPC sob alto potencial de fermentação ( $P<0,05$ ). Esta condição não foi repetida quando os animais foram alimentados para menor GPC.

BÜRGUER et al. (2000c) relataram taxa “c” de 7,34 e 8,16%/h para MS e PB do farelo de soja, maiores do que as médias aqui verificadas. VALADARES FILHO (1995) compilou dados de diversos autores e citou os valores médios dos parâmetros de degradação da PB do farelo de soja de 20,2%, 77%, 0,066/h e 65,6% para “a”, “b”, “c” e DE5. Comparada esta última à média obtida no presente trabalho, houve um decréscimo médio de mais de 10 pontos percentuais, o que é indesejável. Nos trabalhos compilados, não foi possível esclarecer, sob quais circunstâncias quantitativas e qualitativas de forragem, os valores foram obtidos.

TABELA 15. Parâmetros de degradação ruminal dos nutrientes do farelo de soja<sup>1</sup>

| Potencial de ganho diário de peso coproral <sup>2</sup> | Potencial de fermentação <sup>3</sup> |          | Média | cv (%) |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------|-------|--------|
|                                                         | Baixo                                 | Alto     |       |        |
|                                                         | MS c <sup>4</sup>                     |          |       |        |
| Baixo                                                   | 0,046 Aa                              | 0,040 Bb | 0,043 |        |
| Alto                                                    | 0,041 Bb                              | 0,050 Aa | 0,046 |        |
| Média                                                   | 0,044                                 | 0,045    | -     | 5,81   |
|                                                         | MS DE5                                |          |       |        |
| Baixo                                                   | 62,5 Aa                               | 60,0 Ba  | 61,23 |        |
| Alto                                                    | 59,5 Bb                               | 63,8 Aa  | 61,66 |        |
| Média                                                   | 61,0                                  | 61,9     | -     | 2,63   |
|                                                         | PB c                                  |          |       |        |
| Baixo                                                   | 0,037 Aa                              | 0,033 Ba | 0,035 |        |
| Alto                                                    | 0,032 Ab                              | 0,043 Aa | 0,038 |        |
| Média                                                   | 0,034                                 | 0,038    | -     | 10,53  |
|                                                         | PB DE5                                |          |       |        |
| Baixo                                                   | 53,9 Aa                               | 51,4 Aa  | 52,6  |        |
| Alto                                                    | 49,5 Ab                               | 56,9 Aa  | 53,2  |        |
| Média                                                   | 51,7                                  | 54,1     | -     | 6,02   |

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais, minúscula (linha) e maiúscula (coluna,) não diferem pelo teste F a 5%

<sup>2</sup> Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>3</sup> Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

<sup>4</sup> MS – matéria seca, PB – proteína bruta, PBM – proteína bruta microbiana, c – taxa de degradação (/h) e DE5 - degradabilidade efetiva (%) a 5%

É plausível supor que o principal fato causador deste comportamento de menor DE5 em relação à média literária, seja a menor taxa de degradação observada no presente trabalho. O AFRC (1993) adotou os valores de 8%, 92%, 0,08/h e 62,9% para “a”, “b”, “c” e DE5 da PB do farelo de soja, respectivamente.

A quantificação da fração “a” (solúvel) para MS, MO, PB e CHOT do farelo de algodão foi de 22,5, 22,5, 25 e 7,9%, respectivamente. Os parâmetros de degradação que não apresentaram comportamento de interação entre os tratamentos ou tratamentos x tempo de incubação estão apresentados na Tabela 16.

Foi observado em todos os parâmetros estimados, que a degradação efetiva a 5%, de grande relevância prática nutricional, não apresentou diferença ( $P>0,05$ ) entre os diferentes tratamentos avaliados. Mesmo sendo um alimento concentrado com maior teor de fibra, não houve diferença ( $P>0,05$ ) na degradação dos CHOT, entre os diferentes tratamentos, a exemplo do perfil de degradação observado para o feno de capim Marandu.

TABELA 16. Parâmetros de degradação ruminal dos nutrientes do farelo de algodão

|                 |                | Potencial de ganho<br>diário de peso corporal <sup>1</sup> |       | F  | Potencial de<br>fermentação <sup>2</sup> |       | F  | cv%   |
|-----------------|----------------|------------------------------------------------------------|-------|----|------------------------------------------|-------|----|-------|
|                 |                | Baixo                                                      | Alto  |    | Baixo                                    | Alto  |    |       |
| MS <sup>3</sup> | b <sup>4</sup> | 53,8                                                       | 50,8  | *  | 50,8                                     | 53,8  | *  | 2,78  |
|                 | c              | 0,047                                                      | 0,064 | *  | 0,054                                    | 0,054 | NS | 11,50 |
|                 | DE5            | 48,3                                                       | 50,9  | NS | 49,1                                     | 50,1  | NS | 4,93  |
| MO              | b              | 52,7                                                       | 49,8  | *  | 49,8                                     | 52,7  | *  | 2,81  |
|                 | c              | 0,043                                                      | 0,060 | *  | 0,053                                    | 0,051 | NS | 11,73 |
|                 | DE5            | 46,8                                                       | 49,7  | NS | 47,8                                     | 48,7  | NS | 5,17  |
| PB              | c              | 0,037                                                      | 0,056 | NS | 0,038                                    | 0,055 | NS | 48,91 |
|                 | DE5            | 52,8                                                       | 56,9  | NS | 51,7                                     | 58,0  | NS | 9,68  |
| CHOT            | b              | 49,4                                                       | 47,8  | NS | 48,1                                     | 49,1  | NS | 6,28  |
|                 | c              | 0,087                                                      | 0,116 | NS | 0,113                                    | 0,087 | NS | 37,02 |
|                 | DE5            | 38,5                                                       | 39,7  | NS | 41,1                                     | 37,1  | NS | 12,73 |

<sup>1</sup> Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)<sup>2</sup> Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)<sup>3</sup> MS – matéria seca, MO – matéria orgânica, PB – proteína bruta, CHOT – carboidratos totais e PBM – proteína bruta microbiana<sup>4</sup> b - fração potencialmente degradável (%), c – taxa de degradação (/h) e DE5 - degradabilidade efetiva (%) a 5%

Houve diferenças entre as médias da fração “b” da MS e MO. Foi contabilizada maior média ( $P < 0,05$ ) dos tratamentos para baixo GPC e alto potencial de fermentação. Nos tratamentos para alto GPC, foi observada maior ( $P < 0,05$ ) taxa de degradação das frações MS e MO, fato não verificado no caso dos tratamentos para diferentes potenciais de fermentação ( $P > 0,05$ ).

A fração “b” da PB, na qual houve interação entre os tratamentos, está na Tabela 17. Sob condições de alto GPC, foi observada maior média ( $P < 0,05$ ) no maior potencial de fermentação. Por outro lado, sob condições de baixa fermentação, houve vantagem ( $P < 0,05$ ) numérica consistente verificada para o baixo GPC. Foi observada intensa degradação desta fração, o que contribuiu para que a estimativa de “b” ficasse acima dos valores consultados na literatura.

MARTINS et al. (1999) obtiveram valores médios para os parâmetros “a”, “b” e “c” de 47,5%, 50,4% e 0,109/h, respectivamente, o que determinou DE5 da PB do farelo de algodão de 81,4%. VALADARES FILHO (1995) relacionou valores médios de 32,6%, 57,3%, 0,047/h e 54,3% para “a”, “b”, “c” e DE5, respectivamente. O AFRC (1993) adotou os valores de 36%, 60%, 0,06/h e 59,2% para “a”, “b”, “c” e DE5, respectivamente.

TABELA 17. Parâmetro “b” de degradação ruminal da proteína bruta (PB) do farelo de algodão <sup>1</sup>

| Potencial de ganho diário de peso corporal <sup>2</sup> | Potencial de fermentação <sup>3</sup> |         | Média | cv (%) |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------|-------|--------|
|                                                         | Baixo                                 | Alto    |       |        |
|                                                         | PB b <sup>4</sup>                     |         |       |        |
| Baixo                                                   | 66,9 Aa                               | 68,8 Aa | 67,9  |        |
| Alto                                                    | 59,7 Bb                               | 67,6 Aa | 63,6  |        |
| Média                                                   | 63,3                                  | 68,2    | -     | 3,29   |

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais, minúscula (linha) e maiúscula (coluna,) não diferem pelo teste F a 5%

<sup>2</sup> Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>3</sup> Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

<sup>4</sup> PB – proteína bruta, PBM – proteína bruta microbiana, b - fração potencialmente degradável (%)

Foi observada interação entre os tratamentos para nível de GPC e o tempo de incubação do alimento, indicando que a degradação das frações MS e MO foi diferente nos tratamentos à medida que transcorreu o tempo de incubação. Esta interação, foi desdobrada na Tabela 18.

TABELA 18. Variação no tempo na degradação (%) da MS e MO do farelo de algodão de acordo com as diferentes taxas de ganho diário de peso corporal<sup>1</sup>

| Item                   |                        | Tempo (h) |        |        |
|------------------------|------------------------|-----------|--------|--------|
|                        |                        | 3         | 12     | 48     |
| <b>MS</b> <sup>2</sup> | Baixo GPC <sup>3</sup> | 28,6      | 45,4 b | 76,3 a |
|                        | Alto GPC               | 30,2      | 49,6 a | 73,3 b |
| <b>MO</b>              | Baixo GPC              | 27,7      | 43,8 b | 75,2   |
|                        | Alto GPC               | 29,2      | 48,1 a | 72,2   |

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras desiguais na coluna, para cada nutriente, diferem pelo teste F a 5%

<sup>2</sup> MS – matéria seca, MO – matéria orgânica

<sup>3</sup> GPC – ganho diário de peso corporal: Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

Apesar da complexa alternância de ordem quanto à degradação de ambas as frações, a degradação das frações nutritivas, nos animais sob baixos níveis de ganho de peso, apresentou ao longo do tempo, médias mais baixas ( $P < 0,05$ ) no tempo de 12h, o que não ocorreu às 48h no caso da MS. Em ambos os tratamentos estudados, a degradação dos nutrientes no tempo de incubação de 3h foi semelhante ( $P > 0,05$ ).

### AGV, pH e NH<sub>3</sub>

Os dados de fermentação ruminal, incluindo a expressão de ácidos graxos voláteis em duas unidades diferentes, estão na Tabela 19. À exceção da diferença ( $P < 0,05$ ) da concentração molar (mM) de ácido propiônico nos diferentes potenciais de GPC e da diferença ( $P < 0,05$ ) na concentração da NH<sub>3</sub> entre os diferentes potenciais de fermentação ruminal, não foram observadas outras diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) nos demais parâmetros avaliados.

As diferenças observadas, corroboram com as circunstâncias de ambiente ruminal causadas pela própria definição dos tratamentos. Para elevar o potencial de fermentação, foi necessário prover maior quantidade de PDR, que em última instância foi convertida em NH<sub>3</sub>. No caso do ácido propiônico, o padrão de fermentação propiciado pelo maior nível de concentrado, favoreceu que a produção deste AGV fosse incrementada.

Embora significativa, a diferença no caso do ácido propiônico não permitiu que a relação entre os diferentes AGV's fosse alterada de modo substancial, dada a ausência de diferenças ( $P > 0,05$ ) nas avaliações de proporção molar.

TABELA 19. Parâmetros de fermentação ruminal em tourinhos Santa Gertrudes recebendo feno de capim Marandu com suplementação concentrada

|                             | Potencial de ganho<br>diário de peso corporal <sup>1</sup> |       |    | Potencial de<br>fermentação <sup>2</sup> |       |    | cv%   |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------|-------|----|------------------------------------------|-------|----|-------|
|                             | Baixo                                                      | Alto  | F  | Baixo                                    | Alto  | F  |       |
| pH                          | 6,45                                                       | 6,41  | NS | 6,44                                     | 6,42  | NS | 2,06  |
| NH <sub>3</sub> (mg/100 mL) | 16,52                                                      | 18,98 | NS | 14,67                                    | 20,83 | *  | 12,22 |
| ác. acético (mM)            | 47,03                                                      | 51,70 | NS | 48,26                                    | 50,47 | NS | 9,14  |
| ác. propiônico (mM)         | 7,62                                                       | 8,94  | *  | 8,13                                     | 8,43  | NS | 11,49 |
| ác. butírico (mM)           | 2,16                                                       | 2,47  | NS | 2,23                                     | 2,40  | NS | 11,22 |
| ác. acético (%)             | 82,82                                                      | 82,14 | NS | 82,55                                    | 82,40 | NS | 1,04  |
| ác. propiônico (%)          | 13,40                                                      | 14,00 | NS | 13,69                                    | 13,72 | NS | 5,59  |
| ác. butírico (%)            | 3,78                                                       | 3,86  | NS | 3,76                                     | 3,88  | NS | 3,68  |
| relação acético:propiônico  | 6,32                                                       | 6,02  | NS | 6,18                                     | 6,16  | NS | 6,88  |

<sup>1</sup> Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>2</sup> Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)



A diferença na concentração molar de ácido propiônico entre os tratamentos, também não foi suficiente para alterar a relação ácido:propiônico ( $P>0,05$ ), um indicador da relação CE:CNE da dieta selecionada e ingerida pelo animal. BARBOSA et al. (2001) alimentaram novilhos mestiços de 420 kg com feno de capim-elefante, suplementado ou não com 2,8 kg de milho ou farelo de soja. A relação acetato:propionato foi de 3,95 e 3,24, para não-suplementação e suplementação com milho e 3,85 e 3,34, para não-suplementação e suplementação com farelo de soja, respectivamente. A adição de concentrado à dieta, principal responsável pela alteração da relação CE:CNE, foi diretamente relacionada à modificação na relação acetato:propionato em ambos os casos. Para suplementação ou não com 2,8 kg de farelo de soja, houve semelhança para as concentrações de ácidos acético e butírico (57,65 e 7,66 mM) e diferença, no nível de 10% de significância, no ácido propiônico, com médias de 13,6 e 20,1 mM, para não-suplementação e suplementação, respectivamente. Neste caso, houve indicativos de que a elevação do nível de concentrado na dieta, interferiu na concentração ruminal de ácido propiônico, um comportamento similar ao do presente ensaio.

O comportamento do pH e da  $\text{NH}_3$  ruminal pode ser melhor avaliado e apreciado nas Figuras 1 e 2. Foi observado que no caso do pH, não houve qualquer diferença ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos avaliados para diferentes potenciais de fermentação e GPC. No entanto, a reta obtida para os diferentes tratamentos foi homogênea e significativa, sendo portanto capaz de refletir o comportamento desta variável ao longo do tempo. Os parâmetros da reta indicaram que o menor valor de pH foi de aproximadamente 6,23, obtido à 7h48min após a alimentação com concentrado.

PAULINO et al. (2002) empregaram suplementação diária do pasto de *Brachiaria decumbens* para novilhos de 24 meses de idade e 361 kg com 4 kg/cab de concentrado composto com milho moído, uréia e complemento protéico variável: farelo de soja, soja grão ou caroço de algodão. Os autores detectaram que nenhum tratamento produziu pH ruminal menor do que 6 e concluíram que a suplementação não foi capaz de alterar o pH para níveis indesejáveis, fato observado no presente ensaio.

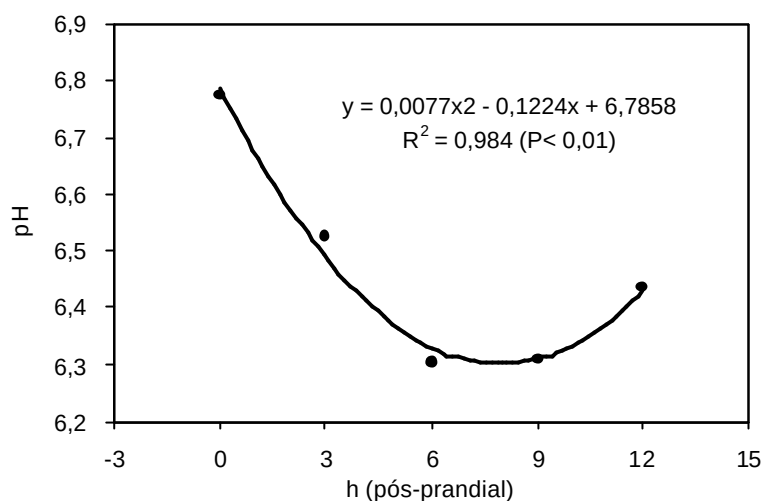


FIGURA 1. Variação do pH ruminal após ingestão de suplemento concentrado em tourinhos Santa Gertrudes alimentados com feno de capim Marandu

É necessário ressaltar que no presente ensaio, o aumento de concentrado na dieta não resultou em menores valores de pH. No entanto, o sistema CNCPS (FOX et al., 1992) recomendou que o valor de 6,46 produz uma boa multiplicação microbiana, estando muito próximo dos valores observados no presente trabalho.

No caso da  $\text{NH}_3$  ruminal, foram observadas diferenças ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos para potencial de fermentação. Pode ser observado que a concentração de  $\text{NH}_3$  foi maior ao longo do período pós-prandial para o tratamento que visou maior potencial fermentação, devido ao maior aporte de PDR planejado na formulação da dieta neste tratamento. Ambas as curvas estimadas são significativas e representam a variação observada. No caso do tratamento para maior potencial de fermentação, a concentração máxima de  $\text{NH}_3$  foi de 28,53 mg/100 mL, às 6h pós-alimentação e para o tratamento de menor fermentação, foi de 19 mg/100 mL, no mesmo tempo pós-prandial. Mesmo com a diferença de valores entre os tratamentos, foi observado que o comportamento das curvas determinadas foi semelhante em ambos os casos.

CARDOSO et al. (2000b) suplementaram a dieta à base de feno de Coast-cross com níveis de concentrado que variaram de 25 a 75% MS da dieta e verificaram semelhança entre os tratamentos, com pico máximo de  $\text{NH}_3$  de 17,56 mg/100 mL às 2h43min pós-prandial, abaixo da média aqui apurada. Também no presente estudo, os diferentes teores de concentrado (tratamentos para diferentes GPC) proporcionaram níveis semelhantes de  $\text{NH}_3$  ruminal.

A média do presente ensaio também esteve bem acima dos valores observados por PAULINO et al. (2002) que suplementaram *Brachiaria decumbens* para novilhos de 24 meses de idade e 361 kg com 4 kg/cab de concentrado composto com milho moído, uréia e complemento protéico variável: farelo de soja, soja grão ou caroço de algodão. Os autores observaram média de 9,51 mg/100 mL para o farelo de soja, maior do que os demais com média de 6,96 mg/100 mL. DIAS et al. (2000b) obtiveram nível de  $\text{NH}_3$  ruminal máximo de 18 e 20 mg/100 mL às 2h55min pós-arraçoamento para 30 e 42,5% de concentrado na MS da dieta, respectivamente, em novilhos F1 Limousin-Nelore de 286 kg, recebendo feno de Coast-cross e suplemento composto com farelo de soja e milho.

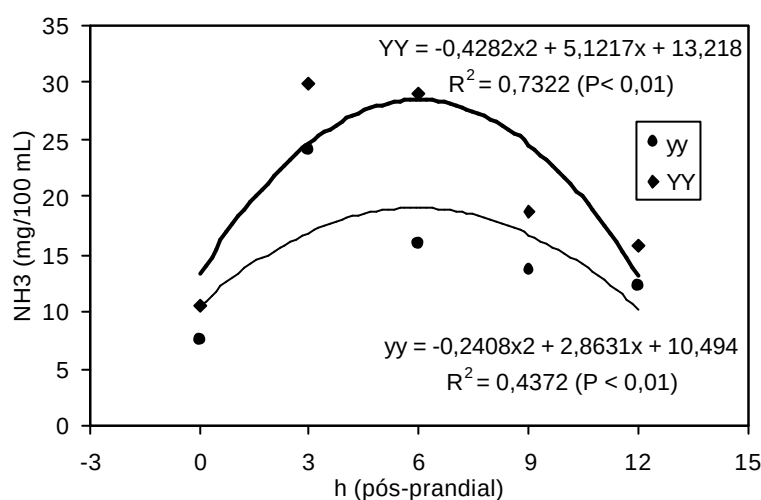


FIGURA 2. Variação da  $\text{NH}_3$  ruminal após ingestão de suplemento concentrado em tourinhos Santa Gertrudes alimentados com feno de capim Marandu. Tratamentos: Alto (YY) e baixo (yy) potencial de fermentação microbiana – 11 e 9,5 g proteína bruta microbiana/MJ EMFe, respectivamente

A concentração ruminal de amônia refletiu as taxas relativas de entrada e saída desta substância no rúmen e de acordo com SATTER & SLYTER (1974), o nível ótimo de  $\text{NH}_3$  para que ocorra um eficiente crescimento microbiano, estaria entre 5 e 8 mg/100 mL. No presente trabalho, as médias de  $\text{NH}_3$  ruminal dos diferentes

tratamentos, estiveram acima do limite superior recomendado por aqueles autores. Porém, de acordo com as recomendações de Preston, citado por QUEIROZ et al. (1998), que sugeriu concentração mínima de 20 mg/100 mL para alimentos com maior conteúdo de parede celular, foi verificado que todos os tratamentos, e especialmente os de alto GPC e potencial de fermentação permaneceram próximos dos patamares citados por aqueles autores.

O comportamento da concentração molar dos ácidos acético, propiônico e butírico no líquido ruminal dos animais pode ser melhor avaliado nas figuras 3 a 5. Foi observado que no caso dos ácidos acético e butírico não houve qualquer diferença entre os tratamentos avaliados para diferentes potenciais de fermentação e/ou GPC. No entanto, as curvas de variação ao longo do tempo obtidas para os diferentes tratamentos foram representativas ( $P < 0,05$ ), sendo portanto capazes de refletir o comportamento destas variáveis no período decorrido após o arraçoamento.

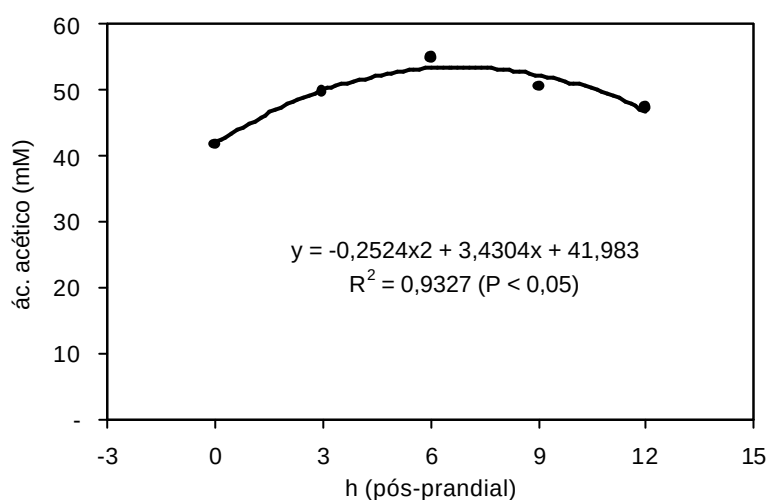


FIGURA 3. Variação da concentração molar de ácido acético ruminal após a ingestão de suplemento concentrado em tourinhos Santa Gertrudes, alimentados com feno de capim Marandu

Os parâmetros das retas indicaram que as maiores concentrações foram de 53,64 e 2,76 mM, decorridas 6h48min e 7h6min após a suplementação com concentrado, para os ácidos acético e butírico, respectivamente.

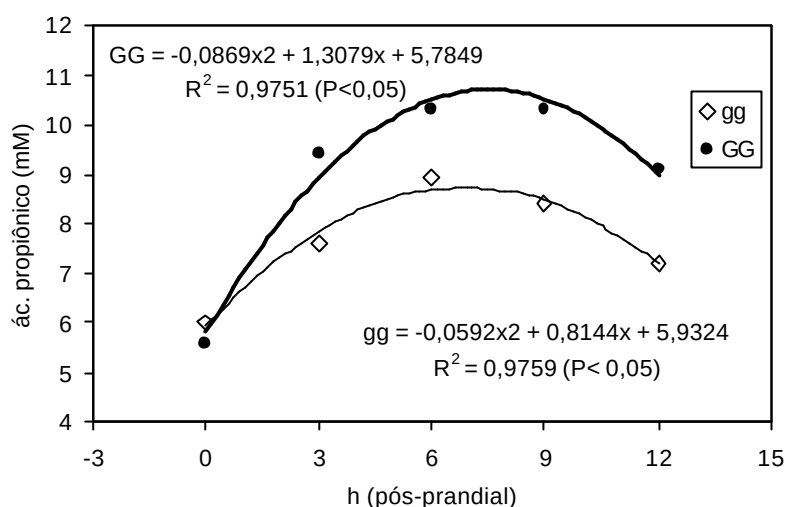


FIGURA 4. Variação da concentração molar de ácido propiônico ruminal após ingestão de suplemento concentrado em tourinhos Santa Gertrudes alimentados com feno de capim Marandu. Tratamentos: Alto (GG) e baixo (gg) ganho diário de peso corporal – 1 e 0,5 kg/cab, respectivamente.

Na concentração molar de ácido propiônico no líquido ruminal foram observadas diferenças entre os tratamentos para diferentes níveis de ganho de peso corporal. Pode ser observado que a concentração foi maior ao longo do período pós-prandial para o tratamento que visou maior ganho de peso. Ambas as curvas estimadas são significativas e representam a variação observada. No caso do tratamento para maior ganho de peso, a concentração máxima de ácido propiônico obtida foi de 10,71 mM, às 7h36min pós-alimentação e para o tratamento de menor ganho de peso, foi de 8,73 mM às 6h54 min pós-prandial.

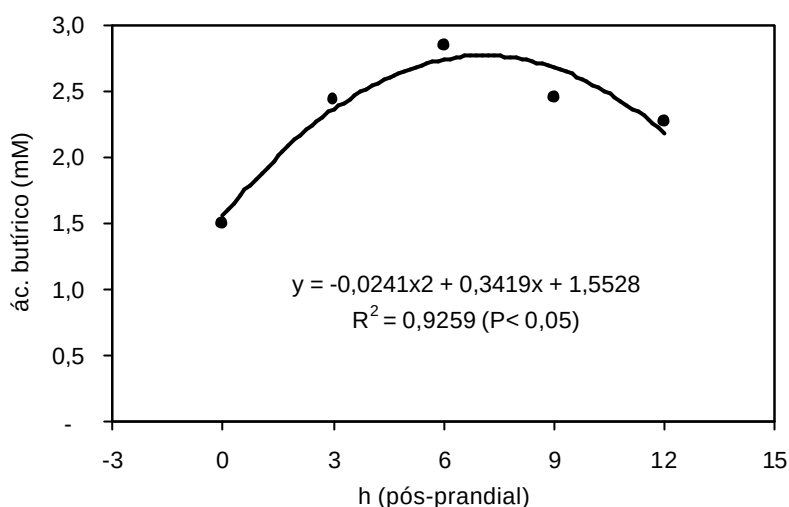


FIGURA 5. Variação da concentração molar de ácido butírico ruminal após a ingestão de suplemento concentrado em tourinhos Santa Gertrudes, alimentados com feno de capim Marandu

A variação da relação entre a concentração molar dos ácidos acético e propiônico no líquido ruminal, que refletem a relação CE:CNE da dieta ingerida pelos animais pode ser melhor visualizado na Figura 6. Não houve diferença mensurável entre os tratamentos avaliados para diferentes potenciais de fermentação e ganho de peso corporal.

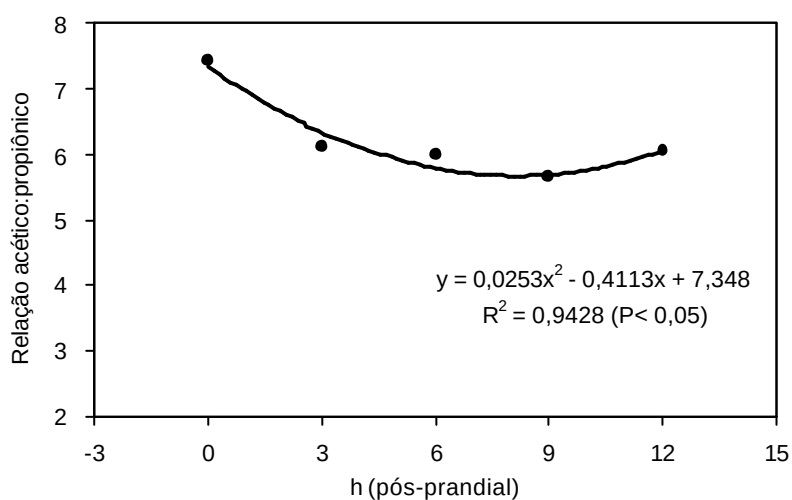


FIGURA 6. Variação da relação entre as concentrações molares de ácido acético e ácido propiônico no líquido ruminal após a ingestão de suplemento concentrado, em tourinhos Santa Gertrudes alimentados com feno de capim Marandu

No entanto, a curva de variação ao longo do tempo obtida para os diferentes tratamentos foi representativa ( $P < 0,05$ ), indicando que a menor relação auferida foi de 5,68, decorridas 8h pós-alimentação.

O comportamento da proporção molar dos ácidos acético, propiônico e butírico no líquido ruminal dos animais pode ser melhor avaliado nas figuras 7 a 9. Foi observado que não houve qualquer diferença entre os tratamentos avaliados para diferentes potenciais de fermentação ou ganho de peso corporal em relação à proporção molar dos ácidos graxos voláteis.

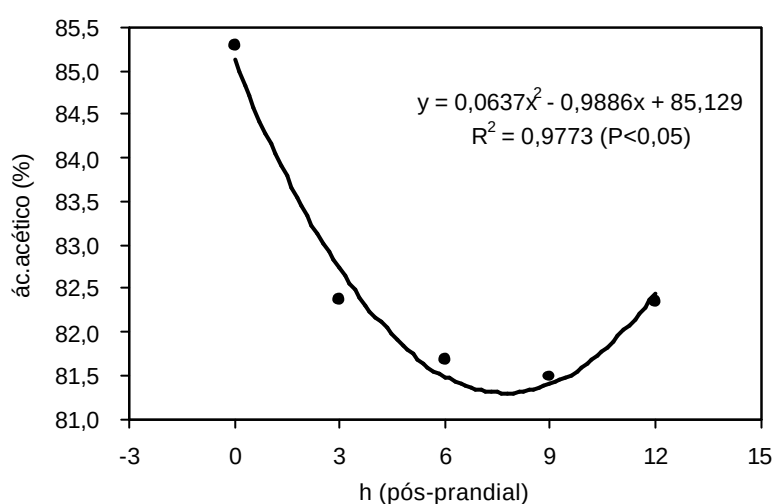


FIGURA 7. Variação proporção molar de ácido acético ruminal após a ingestão de suplemento concentrado, em tourinhos Santa Gertrudes alimentados com feno de capim Marandu

No entanto, a curva de variação ao longo do tempo obtida em cada um dos diferentes tratamentos, nos três AGV avaliados, foi representativa ( $P < 0,05$ ), sendo portanto capaz de refletir o comportamento destas variáveis no período decorrido após a suplementação. Os parâmetros das retas indicaram que a menor proporção obtida para o ácido acético foi de 81,3%, valor que foi alcançado às 7h48min após o fornecimento do alimento concentrado.

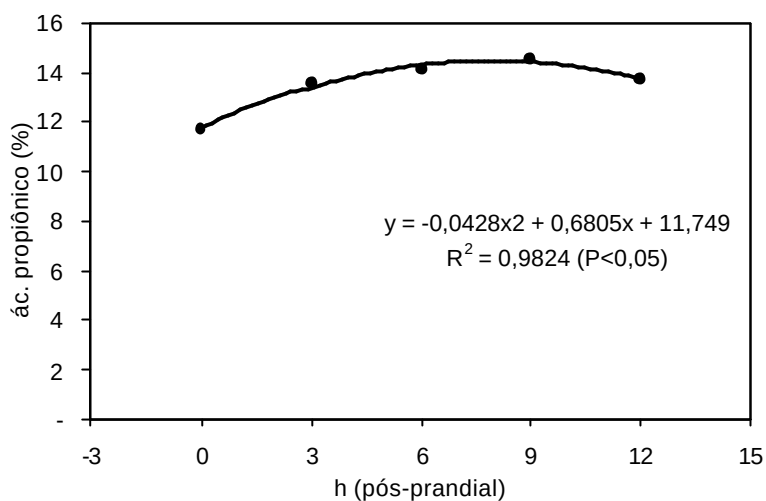


FIGURA 8. Variação da proporção molar de ácido propiônico ruminal após a ingestão de suplemento concentrado, em tourinhos Santa Gertrudes alimentados com feno de capim Marandu

Diferente do comportamento observado para a concentração molar, a proporção molar do ácido propiônico não apresentou variação significativa quando foram considerados os diferentes tratamentos testados (fermentação x ganho de peso). No entanto, como a avaliação da curva mostrou perfil consistente a proporção máxima de ácido propiônico obtida foi de 14,5%, às 8h pós-alimentação.

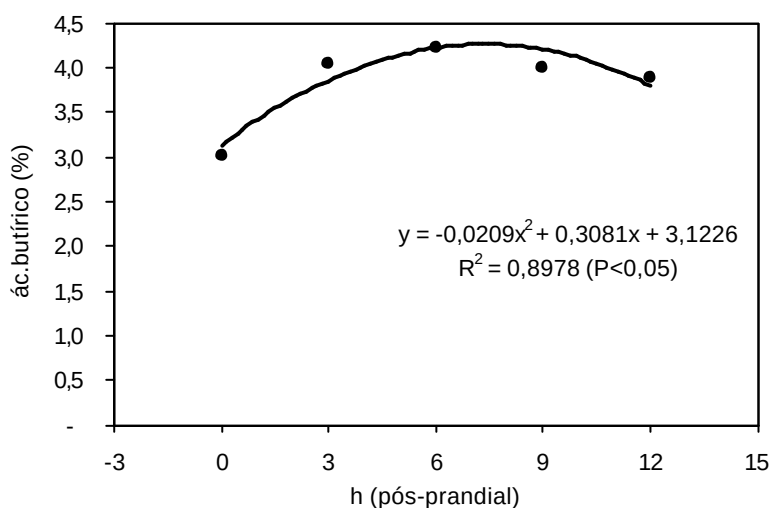


FIGURA 9. Variação da proporção molar de ácido butírico ruminal após a ingestão de suplemento concentrado, em tourinhos Santa Gertrudes alimentados com feno de capim Marandu



De forma análoga à avaliação de concentração molar, a proporção molar do ácido butírico também foi semelhante entre os tratamentos testados mas a validação estatística da curva observada ao longo do tempo decorrido pós-alimentação, revelou proporção molar máxima de 4,19%, obtida às 9h6min.

### Aporte de energia, composição de bactérias e eficiência microbiana

Com base nos dados de digestão das diferentes frações, foram calculados o aporte energético, a concentração energética e as frações aproveitadas no rúmen, conforme mostrado na Tabela 20.

Quando foram considerados os diferentes potenciais de GPC, foi observado que, em virtude do planejamento experimental na escolha dos tratamentos, houve maior ( $P<0,05$ ) aporte energético nos animais sob regime de maior GPC. No entanto, conforme foi apresentado anteriormente, não foram observadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ) no aproveitamento das frações intimamente relacionadas à energia da dieta (MO e CHOT), indicando que ambos os níveis de GPC foram beneficiados de maneira semelhante da fração energética das dietas, enquanto esta esteve presente no rúmen.

TABELA 20. Ingestão diária de energia, concentração energética da dieta e aproveitamento de frações no rúmen apresentadas por tourinhos Santa Gertrudes recebendo feno de capim Marandu suplementado (fluxo estimado por meio do indicador FDAi como indicador)<sup>1</sup>

|                                    | Potencial de ganho<br>diário de peso corporal <sup>2</sup> |       | F  | Potencial de<br>fermentação <sup>3</sup> |       | F  | cv%   |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------|----|------------------------------------------|-------|----|-------|
|                                    | Baixo                                                      | Alto  |    | Baixo                                    | Alto  |    |       |
| NDT ingerido (kg/cab)              | 3,87                                                       | 4,88  | *  | 4,37                                     | 4,38  | NS | 4,20  |
| Concentração energética (MJ/kg MS) | 8,28                                                       | 9,14  | *  | 8,68                                     | 8,75  | NS | 3,56  |
| EMFe ingerida (MJ/cab)             | 52,98                                                      | 68,02 | *  | 60,24                                    | 60,75 | NS | 4,54  |
| MO digerida no rúmen (kg/dia)      | 3,80                                                       | 4,33  | NS | 3,99                                     | 4,13  | NS | 16,25 |
| CHOT digerido no rúmen (kg/dia)    | 2,69                                                       | 2,85  | NS | 2,79                                     | 2,74  | NS | 23,53 |

<sup>1</sup> FDAi – fibra em detergente ácido indigestível, NDT – nutrientes digestíveis totais, EMFe – energia metabolizável fermentável, MO – matéria orgânica, CHOT – carboidratos totais, MS – matéria seca e PBM – proteína bruta microbiana

<sup>2</sup> Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>3</sup> Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

Não houve qualquer diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre as dietas ajustadas para diferentes potenciais de fermentação microbiana. Em situação específica, foi verificada interação entre os tratamentos quanto à ingestão relativa de energia, expressa em relação ao PC, conforme mostrado na Tabela 21. Ao focar o potencial de fermentação, foi observada maior ( $P<0,05$ ) ingestão relativa de NDT nos animais sob maior GPC. No entanto, quando os animais recebiam dieta para baixo GPC, houve maior ( $P<0,05$ ) ingestão de NDT no caso de alto potencial de fermentação.

VÉRAS et al. (2000) suplementaram com concentrado a dieta à base feno de *Brachiaria decumbens*+feno de Coast-cross para tourinhos Nelore de 330 kg, em níveis que variaram de 25 a 75% MS de concentrado. O consumo diário de NDT foi de 4,96 e 5,70 kg/cab para 30 e 42,5% MS de concentrado na dieta, respectivamente.

LANÇANOVA et al. (2001) avaliaram o efeito de 4 grupos genéticos (Gir, Nelore, Guzerá, Caracu e Santa Gertrudes) e verificaram semelhança na concentração energética da dieta ingerida pelos animais, com médias de 52% NDT, em arraçoamento à base de feno de *Brachiaria brizantha*, milho e farelo de algodão, utilizando métodos de colheita total e lignina em detergente ácido. As médias observadas no presente ensaio para o mesmo volumoso foram de 54,9 e 60,5% NDT, para baixo e alto GPC, respectivamente, acima daquela apurada por aqueles autores.

TABELA 21. Ingestão diária relativa de nutrientes digestíveis totais (INDT) por tourinhos Santa Gertrudes recebendo feno de capim Marandu suplementado para diferentes níveis de produção<sup>1</sup>. (fluxo estimado por meio do indicador FDAi)

| Potencial de ganho diário de peso corporal <sup>2</sup> | Potencial de fermentação <sup>3</sup> |         | Média | cv (%) |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------|-------|--------|
|                                                         | Baixo                                 | Alto    |       |        |
|                                                         | INDT ( %PC) <sup>4</sup>              |         |       |        |
| Baixo                                                   | 0,92 Bb                               | 0,98 Ba | 0,95  |        |
| Alto                                                    | 1,24 Aa                               | 1,18 Aa | 1,21  |        |
| Média                                                   | 1,08                                  | 1,08    | -     | 3,17   |

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais, minúscula (linha) e maiúscula (coluna,) não diferem pelo teste F a 5%

<sup>2</sup> Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>3</sup> Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

<sup>4</sup> FDAi – fibra em detergente ácido indigestível, PC – peso corporal e PBM – proteína bruta microbiana

Para estudar algumas características na dinâmica da biomassa microbiana no rúmen, é preciso considerar inicialmente a composição e as propriedades características das bactérias ruminais isoladas do líquido ruminal em cada tratamento.

A composição de MO, EE, MM e purinas está apresentada na Tabela 22. Não houve diferença ( $P>0,05$ ) na composição de bases purinas em qualquer dos fatores analisados (GPC ou fermentação), a exemplo da fração lipídica, que apresentaram médias de 13,32 e 3,92% MS, respectivamente. No entanto, sob menor GPC, as bactérias apresentaram maior concentração de minerais e provavelmente como reflexo, menor teor de MO.

TABELA 22. Composição em matéria orgânica (MO), mineral (MM), extrato etéreo (EE) e bases purinas de bactérias isoladas do líquido ruminal de tourinhos Santa Gertrudes recebendo feno de capim Marandu suplementado para diferentes níveis de produção e fermentação.

|                       | Potencial de ganho diário<br>de peso corporal <sup>1</sup> |       | F  | Potencial de<br>fermentação <sup>2</sup> |       | F  | cv%   |
|-----------------------|------------------------------------------------------------|-------|----|------------------------------------------|-------|----|-------|
|                       | Baixo                                                      | Alto  |    | Baixo                                    | Alto  |    |       |
| MO (%MS) <sup>3</sup> | 91,47                                                      | 92,65 | *  | 92,03                                    | 92,1  | NS | 0,80  |
| EE (% MS)             | 4,04                                                       | 3,81  | NS | 4,20                                     | 3,65  | NS | 18,50 |
| MM (% MS)             | 8,52                                                       | 7,34  | *  | 7,97                                     | 7,89  | NS | 9,28  |
| Purinas (% MS)        | 12,57                                                      | 14,08 | NS | 12,49                                    | 14,17 | NS | 14,09 |

<sup>1</sup> Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>2</sup> Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

<sup>3</sup> MS – matéria seca, MO – matéria orgânica, EE – extrato etéreo, MM – matéria mineral e PBM – proteína bruta microbiana

A composição em PB e CHOT das bactérias, que apresentaram comportamento de interação entre os tratamentos avaliados está apresentada na Tabela 23. Sob condições de baixo potencial fermentativo, a elevação do nível de produção resultou em maior ( $P<0,05$ ) teor protéico nas bactérias. Sob baixo potencial de fermentação, as bactérias apresentaram menor ( $P<0,05$ ) teor de CHOT em alto ganho de peso.

Considerando que o protocolo de isolamento foi eficiente, foi observado resultado de difícil compreensão, pois apesar de CRAIG et al. (1987) terem relatado diferenças no teor de N de bactérias isoladas do rúmen em diferentes tempos pós-alimentação, no presente trabalho, a amostragem foi sempre no mesmo horário, o que foi relatado por aqueles autores como prática que eliminaria a variabilidade na

composição de bactérias. A suposição de que as bactérias do rúmen, em virtude de variação nos nutrientes da dieta, alterariam a taxa de armazenagem de N e CHOT no interior de suas células, o que explicaria o presente resultado, merece maiores investigações. O trabalho de RUSSEL (1998) apontou nesta direção.

TABELA 23. Composição em proteína bruta (PB) e carboidratos totais (CHOT) de bactérias isoladas do líquido ruminal de tourinhos Santa Gertrudes recebendo feno de capim Marandu suplementado para diferentes níveis de produção e fermentação<sup>1</sup>.

| Potencial de ganho diário de peso corporal <sup>2</sup> |  | Potencial de fermentação <sup>3</sup> |          | Média | cv (%) |
|---------------------------------------------------------|--|---------------------------------------|----------|-------|--------|
|                                                         |  | Baixo                                 | Alto     |       |        |
| PB (% MS) <sup>4</sup>                                  |  |                                       |          |       |        |
| Baixo                                                   |  | 45,46 Bb                              | 48,93 Aa | 47,19 | 4,00   |
| Alto                                                    |  | 50,91 Aa                              | 48,79 Aa | 49,85 |        |
| Média                                                   |  | 48,18                                 | 48,86    | -     |        |
| CHOT (% MS)                                             |  |                                       |          |       |        |
| Baixo                                                   |  | 41,37 Aa                              | 39,11 Ab | 40,24 | 3,24   |
| Alto                                                    |  | 37,91 Ba                              | 40,08 Aa | 38,99 |        |
| Média                                                   |  | 39,64                                 | 39,60    | -     |        |

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais, minúscula (linha) e maiúscula (coluna,) não diferem pelo teste F a 5%

<sup>2</sup> Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

<sup>3</sup> Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

<sup>4</sup> PB – proteína bruta, CHOT – carboidratos totais, MS – matéria seca e PBM – proteína bruta microbiana

CECAVA et al. (1990) e CLARK et al. (1992) sumarizaram dados de mais de 50 trabalhos e observaram que as diferenças na composição da MS bacteriana foram pronunciadas, apresentando valores de 60,8 a 92,2% para MO, de 30 a 66,25% para PB e de 0,61 a 2,13 para taxa N:purina. Os dados obtidos no presente estudo foram compatíveis com as faixas de valores citadas pelos referidos autores.

BÜRGUER et al. (2000b) obtiveram médias de 92,59, 51,56 e 9,67% MS para MO, PB e EE bacterianos, respectivamente. DIAS et al. (2000b) obtiveram médias de 93,13, 53,31, 29,27 e 10,52% MS para MO, PB, CHOT e EE bacterianos, respectivamente, em novilhos F1 Limousin-Nelore de 286 kg, recebendo feno de Coast-cross, suplementado com milho e farelo de soja. TIBO et al. (2000) verificaram médias de 89,12, 39,9, 36,3 e 10,51% MS para MO, PB, CHOT e EE bacterianos, respectivamente, em novilhos F1 Simental-Nelore não-castrados de 300 kg, recebendo

feno de Coast-cross, suplementado com milho e farelo de soja, em níveis de concentrado de 25 a 75% MS da dieta.

CARDOSO et al. (2000b) obtiveram média de 91,07, 54,5, 29,85 e 6,74% MS para MO, PB, CHOT e EE de bactérias do rúmen de novilhos F1 Limousin-Nelore.

As variáveis utilizadas para quantificação e avaliação da colheita de urina e de excreção de derivados de purinas na urina, estão apresentadas na Tabela 24. Não foi verificada diferença ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos avaliados na excreção diária de urina, expressa em diferentes unidades.

Os níveis de excreção urinária estiveram próximos do limite inferior, mas dentro da faixa indicada por CHURCH (1988) de 17 a 45 mL/kg de PC. O autor relatou que diversos fatores podem contribuir para a variação deste índice como o consumo de água e sal, a natureza da dieta, atividade física e temperatura ambiente, dentre outros. No entanto, nenhum destes fatores parece ter contribuído para produzir diferenças significativas nas médias aqui obtidas em cada tratamento.

TABELA 24. Excreção de urina e de derivados de purinas por tourinhos Santa Gertrudes recebendo feno de capim Marandu suplementado para diferentes níveis de produção (estimativa realizada pelo método de colheita de urina– 12h)

|                           | Potencial de ganho diário<br>de peso corporal <sup>1</sup> |        | F  | Potencial de<br>fermentação <sup>2</sup> |        | F  | α%    |
|---------------------------|------------------------------------------------------------|--------|----|------------------------------------------|--------|----|-------|
|                           | Baixo                                                      | Alto   |    | Baixo                                    | Alto   |    |       |
| Urina (L/cab/d)           | 7,81                                                       | 9,91   | NS | 8,87                                     | 8,85   | NS | 21,02 |
| Urina (mL/kg PC)          | 19,26                                                      | 24,39  | NS | 21,79                                    | 21,86  | NS | 20,03 |
| Alantoína (mmol/d)        | 103,08                                                     | 131,17 | *  | 113,35                                   | 120,89 | NS | 15,26 |
| Ácido úrico (mmol/d)      | 18,19                                                      | 23,15  | *  | 20,00                                    | 21,33  | NS | 15,27 |
| Derivados totais (mmol/d) | 121,26                                                     | 154,32 | *  | 133,36                                   | 142,22 | NS | 15,26 |

1 Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

2 Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

Foram observadas diferenças na excreção de DP entre os tratamentos para diferentes níveis de GPC, com maiores médias ( $P<0,05$ ) de excreção de alantoína e ácido úrico nos animais do tratamento para alto GPC. CHURCH (1988) relatou que a urina é a principal rota de excreção para a maioria dos produtos residuais originados do metabolismo corporal de compostos nitrogenados. Além disso, o autor citou que

enquanto a ingestão de N limita o aporte de microrganismos ao intestino delgado, a quantidade de alantoína excretada está positivamente correlacionada com o consumo de N digestível. É possível que os resultados de digestão da PB aqui obtidos (Tabelas 4 e 9), tenham contribuído com as diferenças obtidas para DP entre os tratamentos para GPC, supondo que a condição citada por aquele autor foi materializada. Entre os potenciais de fermentação não foram verificadas diferenças ( $P < 0,05$ ) na excreção de DP na urina.

Em consistente trabalho que compilou os dados de diversos ensaios que utilizaram os DP para estimativa do fluxo microbiano, RENNÓ et al. (2000) verificaram que em animais mestiços a excreção de alantoína foi de 80 e 87 mmol/dia para 30 e 42,5% de concentrado na dieta, respectivamente. Nos trabalhos avaliados, a excreção de ácido úrico foi sempre de 7,86 mmol/dia. Ambos os valores são menores do que os obtidos no presente trabalho.

O fluxo de nitrogênio microbiano no duodeno e a eficiência de síntese microbiana, expressa de diferentes formas, estão apresentados na Tabela 25. As diferentes unidades de eficiência de síntese de proteína microbiana foram calculadas tomando por base, as estimativas das frações digeridas no rúmen obtidas no presente trabalho. Para cálculo da ingestão de EMFe, foi descontada a energia da fração EE ingerida, de 35 MJ/kg MS, visto que os animais não ingeriram qualquer alimento pré-fermentado. À exceção do fluxo de N microbiano no duodeno para os diferentes níveis de GPC ( $P < 0,05$ ), não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre as variáveis estudadas.

TABELA 25. Fluxo de N microbiano no duodeno e eficiência de síntese microbiana obtida na dieta por tourinhos Santa Gertrudes recebendo feno de capim Marandu suplementado para diferentes níveis de produção (estimativa realizada utilizando método de derivados de purina na urina colhida em 12 h)

|                               | Potencial de ganho diário de peso corporal <sup>1</sup> |       |  | F  | Potencial de fermentação <sup>2</sup> |       |  | F  | α%    |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------|-------|--|----|---------------------------------------|-------|--|----|-------|
|                               | Baixo                                                   | Alto  |  |    | Baixo                                 | Alto  |  |    |       |
| N microbiano no duodeno (g/d) | 73,8                                                    | 102,3 |  | *  | 84,2                                  | 91,9  |  | NS | 20,3  |
| g N microbiano/kg MOADR       | 21,3                                                    | 26,4  |  | NS | 21,9                                  | 25,7  |  | NS | 24,8  |
| g PB microbiana/ 100 g NDT    | 12,2                                                    | 13,2  |  | NS | 12,2                                  | 13,2  |  | NS | 21,0  |
| g MS microbiana/kg CHOADR     | 424,4                                                   | 883,6 |  | NS | 420,0                                 | 888,1 |  | NS | 121,3 |
| g PB microbiana/MJ EMFe       | 9,0                                                     | 9,4   |  | NS | 8,9                                   | 9,6   |  | NS | 21,4  |

1 Alto (1 kg/cab) e baixo (0,5 kg/cab)

2 Alto (11 g PBM/MJ EMFe) e baixo (9,5 g PBM/MJ EMFe)

Em sumarização de resultados de diversos ensaios conduzidos na Universidade Federal de Viçosa, que utilizaram os DP para estimativa do fluxo microbiano, RENNÓ et al. (2000) verificaram que em animais mestiços o fluxo de N-microbiano no abomaso foi de 67,27 e 82,05 g/dia para 30 e 42,5% de concentrado na dieta. No primeiro caso, há similaridade com a média observada no presente ensaio para o tratamento de baixo GPC. A média geral de fluxo de N-microbiano pelo método de DP para animais mestiços foi de 82 g/dia, compatível com a média geral obtida no presente trabalho.

Os referenciais dos sistemas de nutrição de ruminantes para eficiência de síntese microbiana nem sempre permaneceram próximos, mas foram coerentes com os valores aqui apurados. A produção microbiana tem sido expressa de diferentes formas: o ARC (1984) apresentou o valor médio de 32 g N microbiano/kg MOADR para eficiência microbiana, ao passo que o AFRC (1993) expressou essa eficiência em gramas de PBM produzida por unidade de EMFe (9, 10 e 11). O NRC (1996) recomendou o valor 130 g de PBM/ kg NDT ingerido, em dietas contendo mais de 40% de volumoso. O CNCPS (FOX et al., 1992) utilizou o valor médio de 400 g MS bacteriana/kg CHOADR e o sistema PDI estabeleceu a produção microbiana em 145 g PBM/kg MOF (JARRIGE, 1990). Neste último caso, o valor estimado no presente ensaio foi de 149,06 g PBM/kg MOF, próximo do preconizado por JARRIGE (1990).

BÜRGUER et al. (2000b) avaliaram níveis de concentrado na MS da dieta (30, 45, 60, 75 e 90%) para novilhos alimentados com feno de Coast-cross, farelo de soja e milho e obtiveram eficiências de síntese microbiana de 383,8 e 448,42 g/kg CHOADR para 30 e 45% de concentrado na dieta. Para estes níveis de concentrado, aqueles autores relataram 35,09 e 39,86 g N-microbiano/kg MOADR, respectivamente, acima das obtidas aqui. DIAS et al. (2000b) obtiveram médias de 35,17 g N-microbiano/kg MOADR e 355,66 g MS microbiana/kg CHOADR em novilhos F1 Limousin-Nelore de 286 kg, recebendo dietas à base de feno de Coast-cross e proporções de concentrado que variaram de 25 a 75% MS. Mas aqueles autores verificaram eficiência de síntese de 16,9 e 15,65 g/100 g NDT para 30 e 42,5% MS da dieta como concentrado suplementar, respectivamente. Com 30% MS de concentrado na dieta à base de feno de *Brachiaria decumbens*+Coast-cross, TIBO et al. (2000) verificaram eficiência de

446,6 g MS bacteriana/kg CHOADR, próxima à do presente ensaio no tratamento para baixo GPC. Os mesmo foi verificado na média de 12,37 g PB microbiana/100 g NDT obtidas por aqueles autores nesta relação volumoso:concentrado, também próxima ao nível de baixo GPC do presente trabalho.

CARDOSO et al. (2000b) verificaram médias de 41,70 g N-microbiano/kg MOADR, 41,09 g Nmicrobiano/kg CHOADR, 472,44 g MS microbiana/kg CHOADR e 16,02 g PBM/ 100 g NDT, para dietas à base Coast-cross, suplementadas com níveis entre 25 e 75% MS de concentrado, fornecidas a novilhos F1 Limousin-Nelore.

## **Conclusões**

A suplementação concentrada do feno de capim Marandu para altos níveis de produção, apresentou diferenças quanto a ingestão e digestão total de nutrientes em relação à suplementação para baixo nível de produção. Melhor degradação e fermentação ruminal foi verificada de forma ocasional. Não houve diferenças quanto a eficiência de síntese de proteína microbiana no rúmen.

Em razão da pronunciada semelhança no perfil digestivo da dieta, aproveitamento das frações nutritivas da forragem, regularidade das condições de fermentação ruminal e similaridade na eficiência de síntese microbiana, não foram evidenciadas vantagens em fornecer substrato dietético visando maior eficiência do processo de fermentação ruminal, ainda que os nutrientes da dieta estejam nos níveis de equilíbrio recomendados para ótima síntese microbiana.



## CAPÍTULO 4 – IMPLICAÇÕES

As informações obtidas no presente trabalho, permitiram ponderar que:

- O semiconfinamento em pasto de capim Marandu pode ser um modelo de produção pecuária intensiva no Brasil;
- O valor biológico do semiconfinamento foi dependente do adequado acompanhamento técnico da suplementação, em razão da pronunciada instabilidade nas interações entre clima, solo, planta e animal;
- O valor econômico do semiconfinamento foi bastante sensível à variação do preço de comercialização do produto final (boi gordo);
- A suplementação em semiconfinamento visando alto ganho de peso corporal pode produzir animais com 225 kg de carcaça e 3 mm gordura, aos 13 meses de idade. Novos estudos deverão testar a viabilidade técnica de alternativas no manejo da pastagem, uso de diferentes alimentos suplementares, variação na composição genética dos animais e melhor ajuste de modelos matemáticos de predição do desempenho animal;
- Dadas as diferenças de ingestão e digestão inerentes à elevação do nível produtivo do animal, as diversas paridades verificadas no aproveitamento da forragem, na fermentação ruminal e na síntese microbiana, a suplementação da pastagem, com grande quantidade de concentrado, para obtenção de elevados níveis produtivos deve ater-se a circunstâncias em que o organograma de produção assim a exigir, observando, de forma imperativa, a viabilidade econômica de tal prática, frente outras táticas de manejo nutricional;
- A suplementação visando alterar a eficiência de síntese microbiana foi ineficaz e, por isso, apresentou reduzido apelo bioeconômico.

## REFERÊNCIAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159p.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL **The nutrient requirements of ruminant livestock**. Farnham Royal, 1984. 45p. Supplement 1.

ALMEIDA, E.X. et al. Oferta de forragem de capim-elefante anão Mott e a dinâmica da pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.5, p.1281-1287, 2000a.

ALMEIDA, E.X. et al. Oferta de forragem de capim-elefante anão Mott e o rendimento animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.5, p.1288-1295, 2000b.

ANUALPEC 2002. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2002. p. 25-55. 18-jun-2003.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Animal Feed. In: \_\_\_\_\_. **Official Methods of Analysis**, 16.ed. Washington, 1995. v.1, p.1-30.

AUSTGEN, Z.; BOWEN, R.A. **Pathophysiology of the digestive system**. 1998. Disponível em: <<http://arbl.cvmbs.colostate.edu/hbooks/pathphys/digestion/index.html>>. Acesso em: 20 out. 1999.

BARBOSA, N.G.S. et al. Consumo e fermentação ruminal de proteínas em função de suplementação alimentar energética e protéica em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.5, p.1558-1565, 2001.

BASARAB, J.A.; MILLIGAN, D.; McKINNON, J.J. Potential use of video imaging and real-time ultra-sound on incoming feeder steers to improve carcass uniformity. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.77, p.385-392, 1997.

BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C.L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.3, p.830-833, 2000.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. New York:Jonh Wiley & Sons. 1976. 240 p.

BERGEN, R.D. et al. Use of real-time ultrasound to evaluate live animal carcass traits in young performance-tested beef bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, n.9, p.2300-2307, 1997.

BOMFIM, M.A. D. et al. Efeito do nível de concentrado no tempo de pastejo de novilhos holandês-zebu suplementados a pasto na estação seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa:SBZ,2000. CD-ROM.

BRETHOUR, J.R. Using receiver operating characteristics analysis to evaluate the accuracy in predicting future quality grade from ultrasound marbling estimates on beef calves. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.78, n.9, p.2263-2267, 2000.

BRITO, R.M. **Estudo da fermentação ruminal em bovinos alimentados com dietas ajustadas por diferentes sistemas de nutrição**. 2000. 96f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

BRUCKMAIER, R.M. et al. Ultrasonic measurement of longissimus dorsi muscle and backfat associated with metabolic and endocrine traits, during fattening of intact and castrated male cattle. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.53, n.1, p.123-134, 1998.

BÜRGUER, P.J. et al. Consumo e digestibilidade aparente total e parcial em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.1, p.206-214, 2000a.

BÜRGUER, P.J. et al. Fermentação ruminal e eficiência microbiana em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.1, p.215-224, 2000b.

BÜRGUER, P.J. et al. Taxas de passagem e cinética da degradação ruminal em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.1, p.225-235, 2000c.

BÜRGUER, P.J. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.1, p.236-242, 2000d.

CARDOSO, R.C. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos F1 Limousin-Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.1832-1843, 2000a.

CARDOSO, R.C. et al. Síntese microbiana, pH e concentração de amônia ruminal e balanço de compostos nitrogenados, em novilhos F1 Limousin-Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.1832-1843, 2000b.

CARVALHEIRO, R. et al. Avaliação de possíveis fontes de erro durante as pesagens de bovinos de corte. In: SIMPÓSIO NACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2., 1998, Uberaba. **Anais...** Uberaba:SBMA, 1998. p.327-329.

CARVALHO, A.U. et al. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 3. Eficiência microbiana e população de protozoários ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.26, n.5, p.1007-1015, 1997a.

CARVALHO, A.U. et al. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 4. Concentrações ruminais de amônia e pH, taxa de passagem da digesta ruminal e degradação *in situ* dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n.5, p.1016-1024, 1997b.

CATON, J.S; DHUYVETTER, D. V. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n.2, p.533-542, 1997.

CECAVA, M.J.; MERCHEN, N.R.; GAY, L.C. Composition of ruminal bacteria harvested from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency and isolation techniques. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.73, n.9, p.2480-2488, 1990.

CERVIERI, R.C. et al. Desempenho e características de carcaça de bezerros confinados recebendo dietas com diferentes degradabilidades da fração protéica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.5, p.1590-1599, 2001.

CEZAR, I.M.; EUCLIDES FILHO, K. **Novilho precoce: reflexos na eficiência e economicidade do sistema de produção**. Campo Grande:EMBRAPA-CNPGC, 1996. 31p. (EMBRAPA Doc. 66).

CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of the technical details**. 1995. Disponível em: < <http://www.rri.sri.aj.uk/ifru>>. Acesso: em 10 jan. 2000.

CHURCH, D.C. (Ed.) **El rumiante: fisiología digestiva e nutrición**. 2.ed. Zaragoza:ACRIBIA, 1988. 641p.

CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.75, n.8, p.2304-2323, 1992.

CRAIG, W.M.; BROWN, D.R.; BRODERICK, G.A. Post prandial compositional changes of fluid and particle associated ruminal microorganisms. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.65, n.4, p.1042-1048, 1987.

DIAS, H.L.V. et al. Consumo e digestões totais e parciais em novilhos F1 Limousin-Nelore alimentados com dietas contendo cinco níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.2, p.545-554, 2000a.

DIAS, H.L.V. et al. Eficiência microbiana, pH e concentrações ruminiais de amônia em novilhos F1 Limousin-Nelore alimentados com dietas contendo cinco níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.2, p.555-565, 2000b.

ENSMINGER, M.E.; OLDFIELD, J.E.; HEINEMANN, W. W. **Feeds and nutrition**. 2.ed. Clovis:The Ensminger, 1990. 1544p.

EUCLIDES, V.P.B. et al. Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.2200-2208, 2000. Suplemento 2.

EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K.; ARRUDA, Z.J. **Alternativas de suplementação para redução da idade de abate de bovinos em pastagem de *Brachiaria decumbens***. Campo Grande:EMBRAPA-CNPGC, 1997a. 25p. (EMBRAPA-CNPGC Circular Técnica, 25).

EUCLIDES, V.P.B. et al. Desempenho de novilhos F1 Angus-Nelore em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.2, p.470-481, 2001.

EUCLIDES, V.P.B. et al. Suplementação a pasto com concentrado para produção de bovinos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997b, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora:SBZ, 1997b. v.2, p.249.

FENNER, H. Methods for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.48, p.249, 1965.

FOX, D.G. et al. A Net Carbohydrate and Protein System for evaluating cattle diets. III - Cattle requirements and diet adequacy. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.70, n.10, p.3578-3596, 1992.

FRANCO, A.V.M. **Avaliação de parâmetros ruminiais em bovinos suplementados a pasto na estação seca**. 1997. 56f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

FU, C.J. et al. Ruminal peptide concentration required to optimize microbial growth and efficiency. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.79, n.5, p.1305-1312, 2001.

FUNABA, M. et al. Duodenal flow of microbial N estimated from urinary excretion of purine derivatives in calves after early weaning. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, n.7, p.1965-1973, 1997.

GERDES, L. et al. Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.4, p.955-963, 2000.

GOLDING, E.J. Providing energy-protein supplementation during the dry season. In: McDOWELL, L.R. **Nutrition of grazing ruminants in warm climates** Londres:Academic Press, 1985. 443p.

HERRING, W.O. et al. Comparison of four real-time ultrasound systems that predict intramuscular fat in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.76, n.2, p.364-370, 1998.

ÍTAVO, L.C.V. et al. Consumo, degradabilidade ruminal e digestibilidade aparente de fenos de gramíneas do gênero *Cynodon* e rações concentradas utilizando indicadores internos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.1024-1032, 2002a. Suplemento.

ÍTAVO, L.C.V. et al. Níveis de concentrado e proteína bruta na dieta de bovinos Nelore nas fases de recria e terminação: consumo e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.1033-1041, 2002b. Suplemento.

ÍTAVO, L.C.V. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de nutrientes em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.3, p.1543-1552, 2002c. suplemento.

ÍTAVO, L.C.V. et al. Produção microbiana e parâmetros ruminais de novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.3, p.1553-1561, 2002d.

ÍTAVO, L.C.V. et al. Comparação de indicadores e metodologia de coleta para estimativas de produção fecal e fluxo de digesta em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.4, p.1833-1839, 2002e.

JARRIGE, R. (Ed.) **Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos**. Madri: Mundi-Prensa, 1990. 431p.

LANÇANOVA, J. A. C. et al. Digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica e energia bruta e nutrientes digestíveis totais de uma ração completa para bovinos de

diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.3, p.897-903, 2001.

LANNA, D.P.D. Fatores condicionantes e predisponentes da puberdade e da idade de abate. In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, 4., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1996. p.41-78.

LEÃO, M.I.; COELHO DA SILVA, J.F. Técnica de fistulação de abomaso em bezerros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 17., 1980, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza:SBZ, 1980. p.37.

LENG, R.A. Factors affecting the utilization of "poor-quality" forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Review**, Cambridge, v.3, n.3, p.277-303, 1990.

MANELLA, M.Q.; LOURENÇO, A.J.; LEME, P.R. Recria de bovinos Nelore em pastos de *Brachiaria brizantha* com suplementação protéica ou com acesso a banco de proteína de *Leucaena leucocephala*. Desempenho animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.6, p.2274-2282, 2002.

MARTINS, A.S.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N. Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e proteína bruta das silagens de milho e sorgo e de alguns alimentos concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.3, p.1109-1117, 1999.

McMENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: SIMPÓSIO SOBRE TÓPICOS EM ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora:SBZ, 1997. p.131-168.

MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feed in rumen. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.88, p.654, 1977.

MERCADANTE, M.E.Z.; CYRILLO, J.N.S.G.; SILVA, S.L. et al. Medidas de ultra-som da área de olho de lombo e espessura de gordura de cobertura de bovinos em prova de ganho de peso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre:SBZ, 1999. p.138.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington: National Academy Press, 1984. 90 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington: National Academy Press, 1996. 241p.

NOCEK, J.E. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.71, n.6, 2051-2069, 1988.

NOCEK, J.E.; RUSSEL, J.B. Protein and carbohydrate as integrated system. Relationship of ruminal availability to microbial contribution and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.71, n.6, p.2070-2078, 1988.

ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.92, p.499-503, 1979.

OWENS, F.N.; HANSON, C.F. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.75, n.9, p.2605-2617, 1992.

PAULINO, M.F. et al. Soja grão e caroço de algodão em suplementos múltiplos para terminação de bovinos mestiços em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.484-491, 2002. Suplemento.

PENATI, M.A.. et al. Efeito do número de amostras e da relação dimensão-formato na moldura sobre o coeficiente de variação da massa de forragem em pastagens de capim Tanzânia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:SBZ, 2001. p46-47.

PENNING, P.D.; JONHSON, R.H. The use of internal markers to estimate herbage digestibility and intake. 2. Indigestible acid insoluble fiber. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.100, n.1, p.133-138, 1983.

PEREIRA, O.G. et al. Degradabilidade *in vivo* e *in situ* de nutrientes e eficiência de síntese de proteína microbiana em bovinos alimentados com cana-de-açúcar sob diferentes formas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.25, n.4, p.763-770, 1996.

PERKINS, T.L.; GREEN, R.D.; HAMLIN, K.E. Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.70, n.4, p.1002-1010, 1992.

PERRY, T.D. **Beef cattle feeding and nutrition**. New York:Academic Press, 1980. 383p.

PERRY, T.C.; FOX, D.G. Predicting carcass composition and individual feed requirement in live cattle widely varying in body size. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, n.2, p.300-307, 1997.



PRATES, E.R.; et al. Tempo e ciclo diários de pastejo de novilhos mantidos em condições de pastagem nativa melhorada. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.24, n.1, p.1-7, 1995.

QUEIROZ, A.C.; BARBOSA, M.A.; RESENDE, F.D. Suplementação da palhada de milho na alimentação de bovinos. 2. Concentração de amônia ruminal e pH ruminal. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.2, n.2, p.390-396, 1988.

RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; LEÃO, M.I. Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purinas na urina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.4, p.1223-1234, 2000.

RESENDE, F.D. et al. Bovinos mestiços alimentados com diferentes proporções de Volumoso:Concentrado. 1. Digestibilidade aparente dos nutrientes, ganho de peso e conversão alimentar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.1, p.261-269, 2001a.

RESENDE, F.D. et al. Bovinos mestiços alimentados com diferentes proporções de Volumoso:Concentrado. 2. efeito sobre a ingestão de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.1, p.270-279, 2001b.

RESTLE, J. et al. Produção do superprecoce a partir de bezerros desmamados aos 72 ou 210 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.4, p.1803-1813, 2002.

ROBINSON, D.L. et al. Live animal measurement of carcass traits by ultrasound: assessment and accuracy of sonographers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.70, n.4, p.1667-1676, 1992.

ROCHA, M.G.; LOBATO, J.F.P. Sistemas de alimentação pós-desmama de bezerras de corte para acasaleamento com 14/15 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.4, p.1814-1822, 2002.

RUGGIEIRI, A.C.; FAVORETTO, V.; MALHEIROS, E.B. Características de crescimento e produção de matéria seca da *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf. cv. Marandu em função de níveis de nitrogênio e regimes de corte. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.51, n.2, p.149-55, 1994.

RUSSEL, J.B. Strategies that ruminal bacteria use to handle excess carbohydrate. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.76, n.7, p.1955-1963, 1998.

SAMPAIO, I.B.M. **Experimental designs and modelling techniques in the study of roughage degradation in rumen and growth of ruminants**. 1988. 227f. Thesis (Doctor of Philosophy) - University of Reading, Reading, 1988.

\_\_\_\_\_. **Estatística aplicada à experimentação animal**. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 1998. 221p.

SAMPAIO, A.A.M.; VIEIRA, P.F.; BRITO, R.M. Digestão total e parcial de nutrientes em bovinos alimentados com ração contendo levedura, uréia e farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.2, p.589-597, 2000.

SAN THIAGO, L.R.; SILVA, J.M. **O que você deve saber sobre suplementação em pasto na seca**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1998. (EMBRAPA-CNPGC Gado de Corte Informa, v.11 n.1).

SANTOS, E.D.G. et al. Influência da suplementação com concentrados nas características de carcaça de bovinos F1 Limousin-Nelore, não-castrados, durante a seca, em pastagens de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.4, p.1823-1832, 2002.

SATTER, S.D.; SLYTER, L.L. Effects of ammonia concentration on rumen microbial protein production "in vitro". **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.32, p. 245, 1974.

SILVA, F.F. et al. Desempenho produtivo de novilhos nelore, na recria e engorda, recebendo dietas com diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.492-502, 2002. suplemento.

SNIFFEN, C.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SZABO, C. et al. The application of digital imaging techniques in the in vivo estimation of the body composition of pigs: a review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.60, p.1-11, 1999.

TIBO, G.C. et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços F1 Simental-Nelore. 2. Balanço nitrogenado, eficiência microbiana e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.3, p.921-929, 2000.

VALADARES FILHO, S.C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1., 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa:UFV, 1995. p.355-388.

VALADARES FILHO, S.C. et al. Óxido crômico e lignina na determinação dos fluxos de matéria seca abomasal, ileal e fecal em bovinos e bubalinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.14, n.5, p.565-574, 1985.

VALADARES FILHO, S.C. et al. Eficiência de síntese microbiana em novilhos holandeses, nelores e búfalos mestiços, obtida por diferentes métodos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.19, n.5, p.424-430, 1990.

VALADARES, R.F.D. et al. Nível protéico em dietas de bovinos. 3.pH, NH<sub>3</sub> e eficiência microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.26, n.6, p.1264-1269, 1997.

VAN SOEST, P.J.; WINE, R. H. Use of detergent in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant-cell wall constituents. **Journal of Association of Official Analytical Chemists**, Arlington, v.50, p.50-55, 1967.

VAZANT, E.S.; COCHRAN, R.C.; TITGMEYER, E.C. Standardization of *in situ* techniques for ruminant feedstuff evaluation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.76, n.10, p.2717-2729, 1998.

VELOSO, C.M. et al. pH e amônia ruminais, relação folhas:hastes e degradabilidade ruminal da fibra de forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.3, p.871-879, 2000.

VÉRAS, A.S.C. et al. Consumo e digestibilidade aparente em bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.2367-2378, 2000. Suplemento 2.

VILELA, G.L. et al. Degradabilidades "in situ" da matéria seca e da proteína bruta e proteína efetivamente degradada no rúmen, de vários alimentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.23, n.3, p.342, 1994.

WILLIAMS, C.H. et al. Determination of chromic oxide in feces by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.59, p.381, 1962.

WILLIAMS, R.E. et al. Biceps femoris and rump fat as additional ultrasound measurements for predicting retail and trimmable fat in beef carcasses. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, n.1, p.7-13, 1997.

ZANETTI, M.A. et al. Desempenho de bovinos consumindo suplemento mineral proteinado convencional ou uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora:SBZ, 1997. v.1, p.298.

ZIMMER, A.H.; EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K. **Considerações sobre índices de produtividade da pecuária de corte em Mato Grosso do Sul**. Campo Grande:EMBRAPA-CNPGC, 1998. 53p. (EMBRAPA-CNPGC, Documentos, 70).

ZINN, R.A.; OWENS, F.N. A rapid procedure for purine measurement and its use for estimating net ruminal protein synthesis. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.66, n.1, p.157-165, 1986.