

MARIA ANDRÉA BORGES CAVALCANTE

**NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA EM DIETAS DE BOVINOS DE CORTE:
CONSUMO, DIGESTIBILIDADE, PRODUÇÃO MICROBIANA,
PARÂMETROS RUMINAIS E DESEMPENHO PRODUTIVO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2004

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

C376n
2004

Cavalcante, Maria Andréa Borges, 1976-

Níveis de proteína bruta em dietas de bovinos de corte :
consumo, digestibilidade, produção microbiana, parâme-
tros ruminais e desempenho produtivo / Maria Andréa
Borges Cavalcante. – Viçosa : UFV, 2004.
58p. : il.

Orientador: Odilon Gomes Pereira
Tese (doutorado) - Universidade Federal de
Viçosa

1. Novilho - Nutrição. 2. Proteína bruta na nutrição de
bovinos. 3. Novilho - Digestibilidade. 4. Novilho - Desem-
penho. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

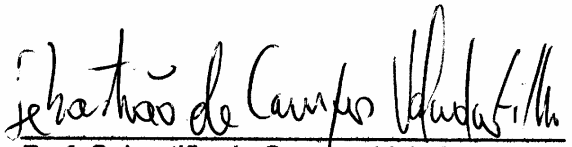
CDD 20.ed. 636.213

MARIA ANDRÉA BORGES CAVALCANTE

**NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA EM DIETAS DE BOVINOS DE CORTE:
CONSUMO, DIGESTIBILIDADE, PRODUÇÃO MICROBIANA,
PARÂMETROS RUMINAIS E DESEMPENHO PRODUTIVO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

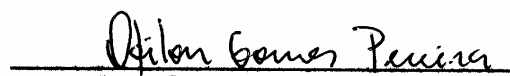
APROVADA: 15 de março de 2004.


Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Conselheiro)


Prof^a. Karina Guimarães Ribeiro
(Conselheiro)


Prof. Dilermando Miranda da Fonseca


Prof^a. Rileine Ferreira Diniz Valadares


Prof. Odilon Gomes Pereira
(Orientador)

*Aos meus avós maternos, Manoel Paulino Borges e
Maria Francisca Borges.*

A minha mãe, Francisca Borges Cavalcante.

*Aos meus irmãos, Reinaldo, Shirley, Lívia, Lavousyeur,
Hooseweelt, Fernanda e Daniele.*

Ao meu cônjuge, Dagoberto Saunders de Oliveira.

AGRADECIMENTO

A Deus pela vida, saúde e perseverança.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do Programa de Pós-Graduação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Odilon Gomes Pereira, pela orientação e amizade.

Aos professores Sebastião de Campos Valadares Filho, Karina Guimarães Ribeiro, Dilermando Miranda da Fonseca e Rilene Ferreira Diniz Valadares, pelas sugestões e informações necessárias à correção deste trabalho.

Aos professores José Alberto Gomide, Domício do Nascimento Júnior, Augusto César de Queiroz, Mário Fonseca Paulino, Rogério de Paula Lana, Antônio Bento Mâncio e Roberto Novais, pela contribuição na minha formação profissional.

Aos estagiários Dalton, Diogo, Leonardo, Raphael Monteiro e Vinícius, pela alegria e imprescindível ajuda durante a execução do trabalho.

A Viviane, que gentilmente iniciou este trabalho.

Aos colegas, Eduardo Kling, Tiago, Viviane e Aloízio, pela convivência na CEPET.

A todos os colegas de curso, especialmente, Kênia, Gelson, Magno, Dorismar, Fernanda e Acyr, Renata, Carla e Bruno, pela agradável convivência.

A bolsista Fernanda Helena, pela colaboração durante as análises laboratoriais.

Aos amigos Cândida, Diolino, Leopoldo e Magno, por compartilhar todos os momentos.

À Diana, amiga certa das horas incertas.

Ao tio Quinca, *in memoriam*.

Aos funcionários da Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro (CEPET) e, em especial, ao Sr. Paulo, Zé Maria, Ralical, Moaba e Chico.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia da UFV, em especial, a Celeste, Venâncio, Adilson e Márcia.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

MARIA ANDRÉA BORGES CAVALCANTE, filha de Francisco Irismar Cavalcante e Francisca Borges Cavalcante, nasceu em 5 de dezembro de 1976, em Inhamuns, Tauá, Ceará.

Em março de 1999, graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza, Ceará.

Em abril de 1999, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, na área de Forragicultura e Pastagens, submetendo-se à defesa de tese em 26 de março de 2001.

Em abril de 2001, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Forragicultura e Pastagens.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT.....	xi
INTRODUÇÃO.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	8
Níveis de Proteína Bruta em Dietas de Bovinos de Corte: Consumo, Digestibilidade, Parâmetros Ruminais, Balanço de Compostos Nitrogenados e Produção de Proteína Microbiana	11
Resumo.....	11
Abstract.....	13
Introdução.....	15
Material e Métodos	17
Resultados e Discussão	23
Conclusões.....	36
Referências Bibliográficas	36
Níveis de Proteína Bruta em Dietas de Bovinos de Corte: Consumo, Digestibilidade Aparente Total dos Nutrientes e Desempenho Produtivo	40
Resumo.....	40

	Página
Abstract.....	41
Introdução.....	42
Material e Métodos	44
Resultados e Discussão	46
Conclusões.....	52
Referências Bibliográficas	53
RESUMO E CONCLUSÕES	55

RESUMO

CAVALCANTE, Maria Andréa Borges, D.S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2004. **Níveis de proteína bruta em dietas de bovinos de corte: consumo, digestibilidade, produção microbiana, parâmetros ruminais e desempenho produtivo.** Orientador: Odilon Gomes Pereira. Conselheiros: Sebastião de Campos Valadares Filho e Karina Guimarães Ribeiro.

Na realização do trabalho foram conduzidos dois experimentos. No primeiro, avaliaram-se o consumo e as digestibilidades aparentes total e parcial dos nutrientes, o pH e a concentração de amônia ruminal, a taxa de passagem, o balanço de compostos nitrogenados e a produção de proteína microbiana em novilhos mestiços Holandês x Zebu, recebendo dietas contendo quatro níveis de proteína bruta (10,5; 12; 13,5 e 15%), na base da matéria seca. Foram utilizados quatro animais fistulados no rúmen e abomaso, castrados, com peso vivo médio inicial de 487,3 kg, distribuídos em um quadrado latino 4 x 4. Cada período experimental teve duração de 20 dias, sendo 10 dias de adaptação às dietas e 10 dias de coletas. Para a determinação da excreção fecal e da taxa de passagem, utilizou-se o óxido crômico como indicador. O pH e o N-amoniaco foram mensurados, no fluido ruminal, antes e 2, 4, 6 e 8 horas, após o fornecimento da dieta. Para a determinação da produção de proteína microbiana, utilizaram-se as bases purinas (RNA), no abomaso, como indicador microbiano. Os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN)

e nutrientes digestíveis totais (NDT) não foram influenciados pelos níveis de proteína bruta (PB) das dietas, enquanto os consumos de PB aumentaram e os de extrato etéreo (EE) e de carboidratos não fibrosos (CNF), reduziram com o incremento de PB nas dietas. As digestibilidades aparentes totais da MS, MO e PB aumentaram linearmente com a concentração protéica da dieta. As digestibilidades aparentes ruminal e intestinal dos nutrientes não foram afetadas pelos níveis de PB das dietas, exceto a digestibilidade intestinal da PB, que aumentou 2,77 unidades para cada percentual de aumento na PB da dieta. A concentração de amônia e o pH ruminal foram influenciados pelos tempos de coleta, estimando-se valores máximos de 17,43 mg/dL e 6,54, às 3,62 e 4,17 h após a alimentação, respectivamente. A taxa de passagem da digesta não foi afetada pelas dietas, registrando-se valor médio de 3,69 %/h. Os fluxos de compostos nitrogenados totais, amoniacais, não amoniacais e microbianos no abomaso, bem como a eficiência de síntese microbiana, expressa de diferentes formas, também não foram afetados pelos níveis de PB das dietas, enquanto o balanço de nitrogênio, expresso em g/dia, aumentou linearmente com o incremento de PB. No segundo experimento, objetivou-se avaliar o consumo e a digestibilidade aparente total dos nutrientes, o ganho de peso, o rendimento de carcaça e a conversão alimentar, em bovinos de corte recebendo as mesmas dietas do primeiro experimento. Foram utilizados 24 novilhos zebuínos, não castrados, com peso vivo médio inicial de 398,4 kg, distribuídos num delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições. O experimento teve duração de 78 dias, divididos em três períodos de 21 dias, após 15 dias de adaptação. A produção fecal foi estimada pela fibra em detergente ácido indigestível, após um período de incubação *in situ* por 144 horas. Com exceção dos consumos de PB, que aumentaram, e os de EE e CNF, com e sem correção para cinzas e proteína, que diminuíram, os demais consumos não foram influenciados pelos níveis protéicos das dietas. As digestibilidades aparentes totais dos nutrientes não foram influenciadas pelas dietas, com exceção da PB e do EE, que apresentaram, respectivamente, comportamentos linear crescente e decrescente, em função da inclusão de PB nas dietas. Os ganhos médios diários de peso vivo, o rendimento de carcaça e a conversão

alimentar, também não foram influenciados pelos níveis de PB das dietas, registrando-se, respectivamente, valores médios de 1.074 g/dia, 51,43% e 10,01. Face aos resultados, recomenda-se para bovinos de corte, na fase de terminação, com peso vivo próximo a 400 kg, a utilização de dietas com 10,5% de PB.

ABSTRACT

CAVALCANTE, Maria Andréa Borges, D.S., Universidade Federal de Viçosa, March of 2004. **Levels of crude protein in diets of beef cattle: intake, digestibility, microbial production, ruminal parameters and productive performance.** Adviser: Odilon Gomes Pereira. Committee Members: Sebastião de Campos Valadares Filho and Karina Guimarães Ribeiro.

Two experiments were developed for this research. The first one evaluated the intake and total and partial apparent digestibilities of the nutrients, pH and ruminal ammonia concentration, passage rate, nitrogen compounds balance and microbial protein production in Holstein x Zebu crossbred steers, fed with diets containing four dietary crude protein levels (10.5; 12; 13.5 and 15%), in dry matter base. There were used four castrated animals fitted with cannula in the abomasum and rumen, with initial mean live weight of 487.3 kg, allotted to a 4 x 4 latin square design. Each experimental period had the duration of 20 days, being 10 days for adaptation to the diets and 10 days for collections. For the determination of the fecal excretion and passage rate, the chromium oxide was used as marker. The pH and N-ammonia were determined in the ruminal liquid before and 2, 4, 6 and 8 hours after feeding. The purine bases (ARN) in the abomasum were used as microbial marker for the determination of the production of microbial protein. The dietary crude protein (CP) levels did not influence the intakes of dry matter (DM), organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF) and total

digestible nutrients (TDN), while the CP intake increased and the ether extract (EE) and non-fibrous carbohydrate (NFC) intakes decreased, with the increment of dietary CP. The total apparent digestibilities of DM, OM and CP increased linearly with the dietary protein concentration. The intestinal and ruminal nutrient digestibilities were not affected by the dietary CP levels, except for the CP intestinal digestibility, that increased 2.77 units for each percent of dietary CP. The ammonia concentration and ruminal pH were influenced by collection times, being estimated the maximum values of 17.43 mg/dL and 6.54, at 3.62 and 4.17 h after feeding, respectively. The digest passage rate was not affected by the diets, being recorded the mean value of 3.69 %/h. The total nitrogen compounds flows, ammonia, non-ammonia and microbial in the abomasum, as well as the efficiency of the microbial synthesis expressed in different ways, were not also affected by the dietary CP levels, while the nitrogen balance, expressed in g/day, increased linearly with the increment of CP. The second trial was designed to evaluate the intake and total apparent digestibility of the nutrients, the weight gain, carcass yield and the food conversion in beef cattle, fed with the same diets of the first experiment. There were used 24 non-castrated Zebus steers, with initial mean live weight of 398.4 kg, allotted to randomized blocks, with four treatments and six replications. The experiment lasted 78 days and was divided in three periods of 21 days, after 15 days of adaptation. The fecal production was estimated by the indigestible acid detergent fiber, after *in situ* incubation period for 144 hours. The intakes were not influenced by the dietary protein levels, except for the increased CP and the decreased EE and NFC, with and without correction for ashes and protein. The total apparent digestibilities of nutrients were not influenced by the diets, except for the CP and EE, which presented positive and negative linear relations, respectively, as a function of the inclusion of dietary CP. The daily mean gain of live weight, carcass yield and food conversion were not also influenced by the diets, recording means values of 1,074 g/day, 51.43% and 10.01, respectively. Based on these results, it is recommended the use of 10.5% of CP in the diet for beef cattle, in the termination phase, with live weight close to 400 kg.

INTRODUÇÃO

A pecuária de corte brasileira fundamenta-se na exploração das pastagens, as quais representam a forma mais prática e econômica de alimentação de bovinos. No entanto, a estacionalidade de produção de forragem, decorrente de fatores climáticos, estabelece dois períodos distintos durante o ano: um período favorável ao crescimento das plantas forrageiras, em que se verificam elevados índices de precipitações pluviais e temperaturas e, um período desfavorável, que limita o crescimento, a disponibilidade e a qualidade de forragem, com reflexos diretos no desempenho produtivo dos animais. Então, a alimentação de bovinos em confinamento surge como uma das alternativas para minimizar o período de escassez de forragem, sendo uma prática bastante utilizada na terminação. Além disso, permite redução da idade de abate dos animais, melhoria da qualidade de carcaça e aumento da oferta de carne na entressafra.

Dentre os fatores de custo da engorda de bovinos em sistema de confinamento, os alimentos, principalmente os concentrados, destacando-se as fontes protéicas, são preponderantes. Assim, é necessário um aprimoramento de tecnologia nas formulações de concentrados protéicos, que associem desempenho e custos positivos. Para tanto, são de fundamental importância os estudos das interações e dos efeitos produzidos pelo uso de diferentes níveis de proteína bruta sobre o consumo voluntário e a utilização e perdas de nutrientes no trato gastrointestinal dos animais, bem como sobre o desempenho produtivo.

Dentre as variáveis que afetam o desempenho animal, o consumo é considerado como um dos mais importantes, sendo afetado por características do animal, alimento e das condições de alimentação (Mertens, 1994).

A ingestão de alimento é resultante de vários mecanismos inter-relacionados (Van Soest, 1994). Para Mertens (1992), o consumo voluntário do animal é regulado por três mecanismos: o fisiológico, em que a regulação é fornecida pelo balanço nutricional; o psicogênico, que envolve a resposta do animal a fatores inibidores ou estimuladores, relacionados ao alimento ou ao ambiente; e o físico, relacionado à capacidade de distensão do rúmen, que pode influenciar a taxa de passagem e a taxa de digestão dos alimentos.

Segundo Van Soest (1994), animais que recebem dietas de alta densidade calórica, como as ricas em concentrados, podem ter o consumo determinado pela demanda energética, enquanto aqueles que recebem dietas de baixa qualidade e densidade energética têm o consumo determinado pela capacidade física do trato gastrointestinal. Considerando que a fibra em detergente neutro (FDN) do alimento apresenta fermentação e passagem pelo rúmen-retículo mais lentas que os demais constituintes da dieta, exercendo efeito de enchimento, Mertens (1992) propôs que este fosse utilizado como preditor da ingestão voluntária de matéria seca (MS), já que permite, numa mesma escala, relacionar os mecanismos físico e fisiológico de regulação do consumo. Dessa forma, a limitação do consumo pela capacidade física ocorre em dietas com valores de FDN acima de 1,2% do peso vivo (PV) (Mertens, 1994) e com digestibilidade aparente total da MS inferior a 66% (Conrad et al., citados pelo NRC, 1989).

Além da densidade calórica da dieta, existem outras características que influenciam a regulação do consumo, como por exemplo, a deficiência ou o excesso de compostos nitrogenados. Quando o suprimento de compostos nitrogenados, provenientes do alimento ou da reciclagem endógena, não atende as exigências dos microrganismos do rúmen, ocorre limitação do crescimento microbiano (Snnifen et al., 1993) e redução da digestibilidade da parede celular (Conrad et al., 1964, citados pelo NRC, 1989), resultando em diminuição do consumo. Por outro lado, quando há

excesso de compostos nitrogenados na dieta, principalmente nitrogênio não protéico (NNP), ocorre elevada liberação de amônia, que pode resultar no desperdício destes compostos, uma vez que convertido em uréia, no fígado, pode ser eliminado na urina.

Em um estudo com novilhos zebuínos alimentados com dietas contendo teores de proteína bruta variando de 7 a 14% na matéria seca, Valadares et al. (1997) verificaram que o nível de 7% de PB foi insuficiente para promover o adequado crescimento microbiano, resultando em diminuição do consumo.

Silva et al. (2000), ao fornecerem dietas com 14 e 17% de PB na MS, para novilhos Nelores, na fase de recria, observaram que o consumo de MS aumentou com o incremento de PB na dieta. Por outro lado, Alves (2001) não registrou efeito de níveis de PB das dietas (12 e 15% na MS) sobre o consumo dos nutrientes. Utilizando dietas contendo os mesmos teores de PB de Alves (2001), Rennó (2003) também verificaram que o consumo de nutrientes, com exceção da PB, não diferiu entre os tratamentos.

Além do consumo, que é a variável mais importante na determinação do desempenho animal, devem ser analisadas as digestibilidades totais e parciais dos nutrientes, que são obtidas por estudos de digestão. A digestibilidade indica a quantidade de cada nutriente de determinado alimento que pode ser utilizada pelo animal, constituindo-se numa característica do alimento (Coelho da Silva & Leão, 1979). Dentre os métodos de avaliação da digestibilidade, é crescente a utilização de métodos indiretos, baseado no uso de indicadores externos, como o óxido crômico (Cr_2O_3), que é um composto inorgânico, bem como de indicadores internos, como a fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA) indigestíveis, que são substâncias presentes no próprio alimento (Valadares Filho, 2000).

Com relação aos efeitos da concentração protéica da dieta sobre a digestibilidade aparente da MS, Valadares et al. (1997) relataram aumentos nas digestibilidades com o incremento de proteína bruta das dietas. Rennó (2003), trabalhando com dietas contendo 12 e 15% de PB, verificou efeito

somente sobre os coeficientes de digestibilidades aparentes totais da PB e do EE.

Os estudos de digestibilidade parcial dos nutrientes permitem quantificar o potencial dos alimentos em fornecer nutrientes para os diferentes compartimentos do trato gastrointestinal, melhorando o conhecimento sobre o processo digestivo (Coelho da Silva & Leão, 1979). Dentre os compartimentos do aparelho digestivo dos ruminantes, o rúmen desempenha papel fundamental na eficiência de utilização da dieta, na síntese de nutrientes, bem como, nos produtos de excreção fecal e urinária.

A eficiência de utilização da proteína bruta pelo animal pode ser avaliada por meio da quantificação de compostos nitrogenados no abomaso, que indica as proporções de nitrogênio (N) dietético e N microbiano que alcançarão o intestino delgado e serão absorvidos pelo animal. Os compostos nitrogenados totais presentes no abomaso são constituídos de compostos nitrogenados amoniacais e não amoniacais. Os compostos nitrogenados não amoniacais representam a maior parte dos compostos nitrogenados totais, variando de 34 a 89%, e incluem, principalmente, N proveniente da dieta e o N microbiano, além de outra fração, a proteína endógena, constituída principalmente da descamação de células epiteliais e de secreção abomasal (Clark et al., 1992).

Outra maneira de avaliar a utilização do N pelo organismo animal é a determinação do balanço de nitrogênio, que permite quantificar retenções ou perdas de compostos nitrogenados fecais e urinárias, referentes ao consumo de determinada dieta.

As exigências protéicas dos ruminantes são supridas pelos aminoácidos que chegam ao intestino delgado, sendo estes provenientes, principalmente, da proteína dietética não degradada no rúmen e da proteína microbiana. Para bovinos de corte, a proteína microbiana pode atender de 50 a 100% das exigências de proteína, dependendo do teor de proteína não degradável no rúmen (NRC, 1996). Segundo Dhiman & Satter (1997), de 40 a 80% dos aminoácidos essenciais, disponíveis para absorção, são supridos pela proteína microbiana.

A proteína microbiana que alcança o intestino delgado é função da eficiência microbiana e do fluxo microbiano. A eficiência microbiana depende

do substrato disponível para fermentação no rúmen, da composição e taxa de fermentação do substrato e dos fatores relativos ao ambiente ruminal, ao passo que o fluxo microbiano, está relacionado com o tamanho de partícula, volume e a taxa de passagem da digesta (Sniffen & Robinson, 1987; Polan, 1988).

Os substratos que mais limitam a síntese de proteína microbiana são as proteínas e os carboidratos. A concentração de amônia ou nitrogênio amoniacal é considerada fundamental para o crescimento microbiano (Coelho da Silva & Leão, 1979), principalmente para os microrganismos celulolíticos, que utilizam a amônia como fonte exclusiva de N para produção de proteína microbiana. Segundo Satter & Slyter (1974), sob condições *in vitro*, concentrações de amônia inferiores a 5 mg N-NH₃/dL de fluido ruminal limitam a atividade de bactérias celulolíticas do rúmen, diminuindo a síntese microbiana.

A importância da determinação da concentração de amônia ruminal deve-se ao fato desta permitir avaliar o balanceamento de proteína e carboidratos da dieta, de modo que, altas concentrações de amônia estão associadas ao excesso de proteína degradada no rúmen e, ou, baixa concentração de carboidratos degradados no rúmen (Ribeiro et al., 2001). A sincronização entre as fontes de carboidratos, que fornecem energia e esqueletos carbônicos aos microrganismos, e proteína, além de resultar na maximização da eficiência microbiana, pode reduzir as perdas de N, na forma de amônia.

Dos fatores relacionados ao ambiente ruminal, que afetam a atividade microbiana, destacam-se o pH e a taxa de passagem (Hoover & Stokes, 1991). Para a maioria dos microrganismos, o valor ótimo de pH varia entre 6 e 7, com atividade máxima próximo de 6,5 (Coelho da Silva & Leão, 1979). Conforme Hoover & Stokes (1991), quando o pH é mantido abaixo de 5,5, ocorre redução da síntese de proteína microbiana e da digestibilidade da fibra, provavelmente por causa da redução da atividade dos microrganismos celulolíticos.

A taxa de passagem do alimento refere-se ao fluxo de resíduos não digeridos pelo trato digestivo, incluindo, além da fibra indigestível, bactérias e outras frações do alimento não degradadas no rúmen (Van Soest, 1994),

sendo afetada por uma série de fatores e podendo variar conforme o consumo, processamento e tipo de alimento, proporção de volumoso, tamanho e densidade de partículas (Hoover & Stokes, 1991).

Para a avaliação de uma dieta, é de suma importância avaliar o desempenho animal, que, para bovinos de corte, pode ser determinado por meio do consumo, ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de carcaça.

Os trabalhos testando níveis de proteína, em dietas para bovinos de corte, têm registrado resultados divergentes, provavelmente por causa das variações relacionadas a raças, ingestão de alimentos, nível energético da dieta, taxas de ganho de peso e idade.

Em estudo com bovinos F₁ Simental-Nelore submetidos a dietas contendo 8,48; 10,82; 13,01; 15,28 e 16,90% de PB e concentrado em diferentes proporções (25; 37,5; 50; 62,5 e 75% na MS), Ferreira et al. (1998) observaram que os ganhos diários de PV aumentaram linearmente, enquanto a conversão alimentar apresentou comportamento inverso à inclusão de PB nas dietas.

Da mesma forma, Detmann (2002) avaliando o efeito de diferentes níveis de proteína bruta, variando de 12 a 24% na MS, em suplementos múltiplos para bovinos, na fase de terminação, observaram que o ganho de peso aumentou quadraticamente com a inclusão de PB, estimando-se máxima resposta com a utilização de 19,5% de PB no suplemento. Neste caso, a queda no desempenho, observada nos animais recebendo suplementos com os maiores teores de PB foi atribuída a possível ocorrência de excesso de proteína, pois, para ser eliminada do organismo, na forma de uréia, há gasto de 12 Kcal/g N.

Alves (2001), ao fornecer dietas com 12 e 15% de PB na MS, a bovinos azebuados e cruzados F₁ Gir-Holandês e Guzerá-Holandês, nas fases de recria e terminação, observou que os ganhos médios diários de PV e a conversão alimentar não diferiram entre as dietas.

Diante do exposto, foram conduzidos dois experimentos, objetivando-se avaliar o consumo, as digestibilidades aparentes total e parcial dos nutrientes, a concentração de amônia e o pH ruminal, a taxa de passagem, o balanço de compostos nitrogenados, a eficiência de síntese

microbiana e o desempenho produtivo de bovinos de corte, recebendo dietas com diferentes níveis de proteína bruta.

Os trabalhos, a seguir, foram elaborados conforme normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, D.D. **Desempenho produtivo e características de carcaças de bovinos Zebu e cruzados Holandês-Zebu (F₁), nas fases de recria e terminação.** Viçosa: UFV, 2001. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- 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**, v.75. n.8, p.2304-2323, 1992.
- COELHO DA SILVA, J.F., LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes.** Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- DETMANN, E. **Níveis de proteína em suplementos múltiplos para terminação de bovinos em pastejo: desempenho produtivo, simulação e validação de parâmetros da cinética digestiva.** Viçosa: UFV, 2002. 84p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- DHIMAN, T.R., SATTER, L.D. Effect of ruminally degrades protein on protein available at the intestine assessed using blood amino acid concentrations. **Journal of Animal Science**, v.75, n.6, p.1674-1680, 1997.
- FERREIRA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., SILVA, J.F.C. et al. Consumo, conversão alimentar, ganho de peso e características de carcaça de bovinos F₁ Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.343-351, 1998.
- HOOVER, W.H., STOKES, S.R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3630-3644, 1991.

- MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, Lavras. 1992. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p.188.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. American Society of Agronomy. NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY. EVALUATION AND UTILIZATION, 1994. p.450-493.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 6 ed. National Academic Press. Washington, D.C. 159p. 1989.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7 ed. National Academic Press. Washington, D.C. 242p. 1996.
- POLAN, C.E. Update: Dietary protein and microbial protein contribution. **Journal of Nutrition**, v.18, n.2, p.242-248, 1988.
- RENNÓ, L.N. **Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia ou dois de proteína**. Viçosa: UFV, 2003. 252p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- RIBEIRO, K.G., GARCIA, R., VALADARES FILHO, S.C. et al. Eficiência microbiana, fluxo de compostos nitrogenados no abomaso, amônia e pH ruminais, em bovinos recebendo dietas contendo feno de capim-tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.581-588, 2001.
- SATTER, L.D., SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. **British Journal of Nutrition**, v.32, n.1, p.199-208, 1974.
- SILVA, F.F., ÍTAVO, L.C., VALADARES FILHO, S.C. et al. Desempenho produtivo de novilhos nelore na recria e terminação com diferentes níveis de concentrado na dieta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000. Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. 4p. CD ROM.
- SNIFFEN, C.J., ROBINSON, P.H. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulations. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.20, p.425-441, 1987.
- SNIFFEN, C.J., BEVERLY, R.W., MOONEY, C.S. et al. Nutrient requirements versus supply in the dairy cow: strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.10, p.3160-3178, 1993.

VALADARES FILHO, S.C. Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO DE RUMINANTES. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. p. 267-337.

VALADARES, R.F.D., GONÇALVES, L.C., RODRIGUEZ, N.M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 1. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1252-1258, 1997.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2 ed. Cornell University, Ithaca. 1994. 476p.

WILSON, J.R., KENNEDY, P.M. Plant and animal constraints to voluntary feed intake associated with fiber characteristics and particle breakdown and passage in ruminants. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.47, n.1, p.199-225, 1996.

**Níveis de Proteína Bruta em Dietas de Bovinos de Corte: Consumo,
Digestibilidade, Parâmetros Ruminiais, Balanço de Compostos
Nitrogenados e Produção de Proteína Microbiana**

RESUMO – Avaliaram-se os consumos e as digestibilidades aparentes total e parcial dos nutrientes, o pH e a concentração de amônia ruminal, a taxa de passagem, o balanço de compostos nitrogenados e a produção de proteína microbiana, em novilhos Holandês x Zebu, recebendo dietas contendo quatro níveis de proteína bruta (10,5; 12; 13,5 e 15%), na base da matéria seca (MS). Foram utilizados quatro animais fistulados no rúmen e abomaso, castrados, com peso vivo médio inicial de 487,3 kg, distribuídos em um quadrado latino 4 x 4. Cada período experimental teve duração de 20 dias, sendo 10 dias de adaptação às dietas e 10 dias de coletas. O pH e N-amoniaco foram mensurados, no fluido ruminal, imediatamente antes, 2, 4, 6 e 8 horas, após o fornecimento da dieta. Para a determinação da produção de proteína microbiana, utilizaram-se as bases purinas (RNA) no abomaso, como indicador microbiano. Os consumos de MS, matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT) não foram influenciados pelos níveis de proteína bruta (PB) das dietas, enquanto os consumos de PB, aumentaram e os de extrato etéreo (EE) e carboidratos não fibrosos (CNF), reduziram com o incremento de PB das dietas. As digestibilidades aparentes totais da MS, MO e PB aumentaram linearmente com a concentração protéica das dietas. As digestibilidades aparentes ruminal e intestinal dos nutrientes não foram afetadas pelos níveis de PB das dietas, exceto a digestibilidade intestinal da PB, que aumentou 2,77 unidades para cada percentual de aumento na PB da dieta. A concentração de amônia e o pH ruminal foram influenciados pelos tempos de coleta, estimando-se valores máximos de 17,43 mg/dL e 6,54, às 3,62 e 4,17 h após a alimentação, respectivamente. A taxa de passagem da digesta não foi afetada pelas dietas, registrando-se valor médio de 3,69 %/h. Os fluxos de compostos nitrogenados no abomaso, bem como a eficiência de síntese microbiana, também não foram afetados pelos

níveis de PB das dietas, enquanto o balanço de nitrogênio, expresso em g/dia, aumentou linearmente com o incremento de PB.

Palavras-chave: fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, nitrogênio insolúvel em detergente neutro, nitrogênio insolúvel em detergente ácido, carboidratos não fibrosos, lignina

Crude Protein Levels in Beef Cattle Diets: Intake, Digestibility, Ruminal Parameters, Nitrogen Compounds Balance and Microbial Protein Production

ABSTRACT – The intakes and total and partial apparent digestibilities of the nutrients, the pH and ruminal ammonia concentration, passage rate, nitrogen compounds balance and microbial protein production, in Holstein x Zebu steers fed with diets containing four dietary crude protein levels (10.5; 12; 13,5 and 15%), in dry matter base (DM) were evaluated. There were four castrated animals fitted cannula in the abomasum and rumen, with initial mean live weight of 487.3 kg, allotted to a 4 x 4 latin square design. Each experimental period had the duration of 20 days, being 10 days for adaptation to the diets and 10 days for collections. The pH and N-ammonia were determined in the ruminal liquid immediately before, 2, 4, 6 and 8 hours after feeding. The purine bases (ARN) in the abomasum were used as microbial marker. The dietary crude protein (CP) levels did not influence the intakes of DM, organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF) and total digestible nutrients (TDN), while the CP intake increased and the ether extract (EE) and non-fibrous carbohydrate (NFC) intakes decreased, with the increment of dietary CP. The total apparent digestibilities of DM, OM and CP increased linearly with the dietary protein concentration. The intestinal and ruminal nutrient digestibilities were not affected by the dietary CP levels, except for the CP intestinal digestibility, that increased 2.77 units for each percent of dietary CP. The ammonia concentration and ruminal pH were influenced by collection times, being estimated the maximum values of 17.43 mg/dL and 6.54, at 3.62 and 4.17 h after feeding, respectively. The digest passage rate was not affected by the diets, being recorded the mean value of 3,69 %/h. The total nitrogen compounds flows in the abomasum, as well as the efficiency of the microbial synthesis, were not also affected by the dietary CP levels, while the nitrogen balance, expressed in g/day, increased linearly with the increment of CP.

Key Words: neutral detergent fiber, acid detergent fiber, neutral detergent insoluble nitrogen, acid detergent insoluble nitrogen, non-fibrous carbohydrate, lignin

Introdução

O nível de produtividade em bovinos de corte depende, dentre outros fatores, da genética do animal e do consumo de nutrientes. O consumo de nutrientes dependente, em grande parte, de alimentos à base de volumoso, é um dos fatores mais importantes em sistemas de alimentação, pois determina o atendimento das exigências de manutenção e de produção dos animais.

Em geral, o consumo relaciona-se inversamente com o teor de parede celular do alimento (Mertens & Ely, 1979), estando, em muitas situações, associado com a digestibilidade da dieta (Waldo & Jorgensen, 1981). A digestibilidade dos nutrientes da dieta indica a capacidade do alimento em ser aproveitado pelo animal e sofre influência de vários fatores, dentre os quais o nível de proteína bruta da dieta.

O consumo pode ser limitado pelo alimento, animal ou pelas condições de alimentação. Segundo Mertens (1994), cerca de 60 a 90% das variações no desempenho animal podem ser atribuídas às variações correspondentes em consumo de nutrientes e, apenas 10 a 40%, pelas variações correspondentes em digestibilidade.

Os fatores físicos e fisiológicos reguladores da ingestão são alterados com o aumento da digestibilidade da matéria seca (MS) da dieta, sendo que, para dietas com digestibilidade abaixo de 66%, os fatores físicos determinam o consumo (Conrad et al., 1964, citados pelo NRC, 1989). Além dos mecanismos reguladores do consumo mencionados, Mertens (1992) acrescenta o mecanismo psicogênico, que envolve a resposta do animal a fatores inibidores ou estimuladores relacionados ao alimento ou ao ambiente, que não são relacionados ao valor energético do alimento, nem ao efeito de enchimento.

A proteína é o nutriente exigido em maior quantidade pelos ruminantes, após a energia. As exigências protéicas dos ruminantes são atendidas mediante a absorção intestinal de aminoácidos provenientes, principalmente, da proteína microbiana sintetizada no rúmen e da proteína dietética não degradada no rúmen (Valadares Filho & Valadares, 2001).

A deficiência ou excesso de proteína na dieta pode induzir a redução do consumo, a primeira devido ao não atendimento dos requerimentos dos microrganismos ruminais e, o segundo, pela elevada liberação de uréia, via urina, constituindo num desperdício de proteína. Neste aspecto, Valadares et al. (1997b) relataram que, quando o suprimento de nitrogênio (N), originário da proteína da dieta ou da reciclagem endógena, não atende as exigências dos microrganismos do rúmen, pode ocorrer limitação do crescimento microbiano, afetando negativamente a digestibilidade da parede celular e o consumo, acarretando, dessa forma, baixo desempenho animal. Valadares et al. (1997a), utilizando dietas com diferentes teores protéicos (7; 9,5; 12 e 14,5%, na MS), em novilhos zebuínos, verificaram que o nível de 7% de PB resultou em menor consumo de MS e MO, provavelmente porque esse teor de proteína foi insuficiente para promover o crescimento microbiano adequado. Em dietas para bovinos em terminação, o NRC (1984) recomenda teores de 12% de PB.

O crescimento microbiano é função de componentes químicos, fisiológicos e nutricionais. Para Hoover & Stokes (1991), o pH e a taxa de passagem constituem os principais componentes químicos e fisiológicos modificadores da fermentação ruminal, sendo estes afetados pela composição química dos ingredientes da dieta, nível de consumo, frequência de alimentação, qualidade da forragem, tamanho de partícula e relação volumoso:concentrado.

A determinação da concentração de amônia ruminal permite avaliar o balanceamento de proteína da dieta, de modo que, altas concentrações de amônia estão associadas ao excesso de proteína degradada no rúmen e, ou, à baixa concentração de carboidratos degradados no rúmen (Ribeiro et al., 2001).

Assim, conduziu-se o presente estudo objetivando-se avaliar os consumos e as digestibilidades aparentes totais e parciais dos nutrientes, o pH e a concentração de amônia ruminal, a taxa de passagem, o balanço de compostos nitrogenados e a produção de proteína microbiana, em novilhos mestiços Holandês x Zebu, recebendo dietas com diferentes níveis de proteína bruta.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro (CEPET), da Universidade Federal de Viçosa, no período de julho a outubro de 2001. A CEPET localiza-se no município de Capinópolis, na Região do Pontal do Triângulo Mineiro do Estado de Minas Gerais, com altitude média de 620,2 m, latitude Sul de 18,41° e longitude Oeste de 49,34°. O clima é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, quente e úmido, com temperatura do mês mais frio acima de 18°C; com estação chuvosa no verão e seca no inverno, apresentando precipitações médias anuais entre 1.400 e 1.600 mm.

Foram utilizados quatro animais mestiços Holandês x Zebu, castrados, com peso vivo médio inicial de 487,3 kg $\pm$ 54,5, fistulados no rúmen e abomaso, distribuídos em um quadrado latino 4 x 4, sendo quatro tratamentos e quatro períodos experimentais. Os tratamentos consistiram de dietas com níveis crescentes de proteína bruta: 10,5; 12; 13,5 e 15% na MS total, sendo constituídas de 65% de feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) e 35% de concentrado.

O feno foi produzido em uma área de 5 ha, estabelecida com capim-tifton 85, efetuando-se o corte com uma segadeira de barra, a aproximadamente 5 cm do solo, quando o capim se encontrava em avançado estágio de maturidade (florescimento pleno). O enfardamento foi realizado no início da tarde do dia seguinte ao corte, utilizando-se uma enfardadeira para fardos redondos. Antes de ser fornecido aos animais, procedeu-se a picagem do feno em uma máquina utilizada para confecção de pré-secado, com regulagem para partículas de aproximadamente 6 mm de comprimento.

As proporções dos ingredientes nas dietas e a composição bromatológica dos alimentos e das dietas encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1 – Proporções dos ingredientes nas dietas, expressas na base da matéria seca (%), em função dos níveis de proteína bruta

Ingredientes	Níveis de PB (%)			
	10,5	12	13,5	15
Feno de capim-tifton 85	65,0	65,0	65,0	65,0
Fubá de milho	28,37	25,11	21,84	18,82
Farelo de algodão	5,14	8,22	11,31	14,16
Uréia	0,71	0,87	1,03	1,19
Sulfato de Amônia	0,09	0,10	0,11	0,13
Cloreto de sódio	0,31	0,31	0,31	0,31
Fosfato bicálcico	0,28	0,28	0,28	0,28
Calcáreo calcítico	0,08	0,08	0,08	0,08
Premix mineral ¹	0,03	0,03	0,03	0,03

¹ Composição (%): sulfato de cobre (22,50), sulfato de cobalto (1,40) sulfato de zinco (75,40), iodato de potássio (0,50), selenito de sódio (0,20).

Tabela 2 – Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), nitrogênio não protéico (NNP), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), FDN corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF), CNF calculados com a FDNcp (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina dos concentrados e do feno, expressos com base na MS

Itens	Concentrados				Feno
	1	2	3	4	
MS	90,31	90,53	90,63	90,59	86,13
MO	93,70	93,63	93,59	93,23	93,36
PB	19,66	23,76	28,30	32,39	5,61
NNP ¹	38,06	33,79	32,78	32,67	31,10
NIDA ¹	4,69	4,40	4,20	4,05	31,13
NIDN ¹	6,98	6,87	6,02	5,52	50,81
EE	4,06	3,79	3,53	3,28	1,12
FDN	12,88	13,82	14,12	15,03	84,70
FDNcp	11,85	13,11	13,60	14,21	81,97
CNF	59,62	55,73	54,38	47,67	4,75
CNFcp	61,76	57,45	55,74	50,12	6,58
FDA	6,48	7,90	8,36	9,99	43,30
Lignina	1,57	2,18	1,80	2,44	6,86

¹ % do nitrogênio total.

Tabela 3 – Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), nitrogênio não protéico (NNP), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), FDN corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF), CNF calculados com a FDNcp (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA), lignina e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas, expressos com base na MS

Itens	Níveis de PB (%)			
	10,5	12	13,5	15
MS	87,59	87,67	87,71	87,69
MO	93,48	93,45	93,44	93,31
PB	10,53	11,96	13,55	14,98
NNP ¹	33,54	32,04	31,69	31,65
NIDA ¹	21,88	21,77	21,70	21,65
NIDN ¹	35,47	35,43	35,13	34,96
EE	2,15	2,05	1,96	1,88
FDN	59,56	59,89	60,00	60,32
FDNcp	57,43	57,87	58,22	58,25
CNF	23,95	22,59	22,12	19,77
CNFcp	25,89	24,38	23,79	21,82
FDA	30,41	30,91	31,07	31,64
Lignina	5,01	5,22	5,09	5,31
NDT	63,65	63,88	63,09	63,82

¹% do nitrogênio total.

As dietas com 10,5; 12; 13,5 e 15% de PB continham níveis de uréia de 0,71; 0,87; 1,03 e 1,19% na MS, respectivamente, que corresponderam nos concentrados aos teores de PB de 1,988; 2,436; 2,884 e 3,332%, de modo que, a relação entre o teor de PB proporcionado pelos demais ingredientes dos concentrados e a uréia foi, aproximadamente, de 8,79.

Os animais foram mantidos em baias individuais de 10 m², providas de comedouros e bebedouros. A alimentação foi fornecida à vontade, duas vezes ao dia, às 7 e 15 h, de forma a permitir 10% de sobras.

Cada período experimental teve duração de 20 dias, sendo 10 dias para adaptação às dietas, seis dias para coletas de amostras de fezes, digestas de abomaso, alimentos fornecidos e sobras, um dia para a coleta de líquido ruminal, para a determinação do pH e concentração de amônia

ruminal, um dia para a coleta total de urina, em 24 horas, e dois dias para a coleta de conteúdo ruminal, para determinação da taxa de passagem. Os animais foram pesados ao início e ao final de cada período experimental.

Para a determinação do consumo diário, durante o período de coletas, o alimento fornecido e as sobras previamente recolhidas foram diariamente pesados e amostrados. Foram realizadas amostras compostas do feno e dos concentrados, por tratamento; e das sobras, por animal, em cada período, as quais foram devidamente armazenadas a -15°C. Ao final do experimento, estas amostras foram pré-secas em estufas de ventilação forçada a 65°C, moídas em moinho de facas tipo “Willey”, com peneira de malha de 1 mm, e submetidas às análises laboratoriais.

A produção de matéria seca fecal e os fluxos de MS, nos compartimentos do trato gastrointestinal, foram estimados com a utilização do óxido crômico como indicador, administrado em uma única dose diária de 15 g, via fístula ruminal, do 4º ao 16º dia de cada período experimental, sempre às 11 horas. As coletas de fezes e digestas de abomaso foram feitas uma vez ao dia, em intervalos de 26 horas, iniciando-se às 8 horas do 11º dia e terminando às 18 horas do 16º dia de cada período experimental. As amostras foram armazenadas a -15°C e, posteriormente, submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 72 horas, sendo moídas em moinho com peneira de 1mm. Destas amostras, foi formada uma amostra composta por animal, em cada período, as quais foram acondicionadas em recipientes de vidros e posteriormente analisadas.

As análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), compostos nitrogenados totais, fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE) e lignina foram realizadas conforme procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002). A fibra em detergente neutro (FDN) foi determinada segundo o método da autoclave de Pell & Schofield (1993).

Os teores de compostos nitrogenados não protéicos (NNP), compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro (NIDN) e em detergente ácido (NIDA) foram determinados de acordo com Licitra et al. (1996).

Os carboidratos totais (CHO) foram calculados segundo metodologia da Universidade de Cornell, descrita por Sniffen et al. (1992): $\%CHO = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$.

Devido a presença de uréia nas dietas, os carboidratos não fibrosos (CNF) dos concentrados foram calculados segundo Hall (2000), em que $\%CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivada da uréia} + \% \text{ de uréia}) + \%EE + \%FDN + \%cinzas]$.

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram determinados conforme a equação proposta por Weiss (1999): $NDT = PB_d + 2,25EE_d + FDN_d + CNF_d$, em que PB_d é PB digestível, EE_d , o EE digestível, FDN_d , a FDN digestível e CNF_d , os CNF digestíveis.

O pH foi determinado em amostras de 50 mL de fluido ruminal nos tempos antes, 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação, utilizando-se peagâmetro digital. Para análise das concentrações de amônia ruminal, após a leitura de pH, adicionou-se 1 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 1:1 a cada amostra, acondicionando-as, em seguida, em congelador a $-15^\circ C$. Ao final do experimento, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente, procedendo-se a determinação das concentrações de amônia ruminal ($N-NH_3$) em todas as amostras, mediante destilação com hidróxido de potássio (KOH) 2N, conforme técnica descrita por Fenner (1965), adaptada por Vieira (1980).

As amostras de urina, em cada período experimental, foram obtidas a partir de coletas em 24 horas, utilizando-se funis adaptados aos animais. Mangueiras de PVC conectadas aos funis conduziram a urina até recipientes plásticos tampados contendo 250 mL de solução de H_2SO_4 a 40%. Após a coleta, filtrou-se a urina utilizando-se gaze cirúrgica e determinou-se o volume total de urina produzida, sendo as amostras homogeneizadas e, em seguida, retiradas alíquotas de 50 mL. Essas amostras de urina, devidamente identificadas, foram armazenadas a $-15^\circ C$ para posteriores análises de N total.

Os compostos nitrogenados não amoniacais (NNA), na digesta de abomaso, foram obtidos por diferença entre o N total e o N amoniacal ($N-NH_3$). O $N-NH_3$ foi determinado nas amostras *in natura* da digesta de

abomaso, conforme a técnica descrita por Fenner (1965), adaptada por Vieira (1980).

Nos dois últimos dias de cada período experimental, após o fornecimento de 20 g de óxido crômico, procedeu-se as coletas de digesta ruminal, de cada animal, imediatamente antes do fornecimento do indicador e nos tempos de 3, 6, 9, 12, 24, 36 e 48 horas, para a determinação da taxa de passagem. As amostras foram colocadas em potes de PVC e levadas para secagem a 60-65°C, por 72 horas, em estufa de ventilação forçada. A seguir, as amostras foram moídas em moinho de facas tipo “Willey”, utilizando-se peneira de 1 mm de porosidade, e acondicionadas em vidros, para posteriores análises de matéria seca e cromo.

O teor de cromo nas fezes foi determinado segundo Williams et al. (1962), utilizando-se o espectrofotômetro de absorção atômica. A taxa de passagem (k) foi calculada utilizando-se o seguinte modelo: $y = a e^{-kt}$, em que y é a concentração do indicador no tempo t , após o seu fornecimento, e a é a concentração do indicador no tempo zero (Czerkawski, 1986). A taxa de passagem (Kp) foi, ainda, estimada por meio das equações preditas pelo NRC (2001). Para o volumoso, no caso o feno de capim-tifton 85, adotou-se a taxa de passagem estimada pela seguinte equação: $Kp = 3,362 + 0,479X_1 - 0,007X_2 - 0,017X_3$, sendo X_1 o consumo de MS, expresso em % do PV, X_2 a proporção de concentrado na dieta, expresso em % da MS e X_3 , a concentração de FDN no alimento, também expressa em % da MS. Para o concentrado utilizou-se a equação: $Kp = 2,904 + 1,375X_1 - 0,020X_2$.

Para a quantificação da produção de proteína microbiana, utilizaram-se como indicador as bases purinas presentes no abomaso, conforme técnica descrita por Ushida et al. (1985). A quantidade de compostos nitrogenados microbianos presentes no abomaso foi determinada pelo fluxo de N-RNA no abomaso dividido pela relação N-RNA:N-total, descrita por Rennó (2003), como sendo 16,26, expressa em relação a % de MO. O valor de nitrogênio total adotado para as bactérias isoladas do rúmen também foi reportado de Rennó (2003) e foi de 7,56% da MS. A eficiência de síntese microbiana foi calculada em função da MODR, dos CHODR e do consumo de NDT.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 1995). Os modelos foram escolhidos utilizando-se como critérios a significância observada entre tratamentos por meio do teste F, a 5% de probabilidade, e o coeficiente de determinação (r^2), calculado como a relação entre a soma de quadrados da regressão e a soma de quadrados de tratamentos.

As variáveis pH e concentração de amônia ruminal foram analisadas num esquema de parcelas subdivididas, em que as dietas constituíram as parcelas e, os tempos de coleta, as subparcelas.

Na comparação das médias da taxa de passagem observada e estimada, utilizou-se o teste “t” de Student, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

As médias, as equações de regressão e os respectivos coeficientes de determinação dos consumos diários dos nutrientes, em função dos níveis de PB das dietas podem ser visualizadas na Tabela 4. Os consumos diários de MS, FDN, FDN corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) e NDT, expressos em kg/dia e em % do peso vivo (PV), não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de PB das dietas.

A exemplo dos nutrientes descritos anteriormente, o consumo de MO, expresso em kg/dia, também não foi afetado pelas dietas, observando-se valor médio de 7,24. De acordo com Van Soest (1994), concentrações de PB acima de 7% não influenciam o consumo, porém, ocorre declínio na ingestão de MS naquelas dietas com menos de 7% de PB na matéria seca. Isto foi constatado por Valadares et al. (1997a) que, ao avaliarem dietas contendo 7; 9,5; 12 e 14,5% de PB na MS, observaram consumo de MS da dieta contendo 7% de PB inferior aos dos demais níveis, que não diferiram entre si.

Tabela 4 – Médias, equações de regressão (ER) e coeficientes de determinação (r^2) e variação (CV) obtidos para os consumos diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), FDN corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF), CNF calculados com a FDNcp (CNFcp) e nutrientes digestíveis totais (NDT), em função dos níveis de proteína bruta das dietas

Itens	Níveis de PB (%)				ER	CV(%)
	10,5	12	13,5	15		
	(kg/dia)					
MS	7,59	7,86	7,45	7,87	= 7,69	12,38
MO	7,18	7,41	6,99	7,36	= 7,24	10,58
PB	0,82	0,99	1,04	1,22	¹	8,93
EE	0,208	0,183	0,148	0,145	²	21,72
FDN	4,39	4,54	4,39	4,74	= 4,52	13,47
FDNcp	4,19	4,34	4,22	4,53	= 4,32	13,85
CNF	1,86	1,82	1,55	1,42	³	6,18
CNFcp	2,06	2,01	1,72	1,64	⁴	6,12
NDT	4,73	5,23	4,81	5,72	= 5,12	16,25
	(% do PV)					
MS	1,49	1,56	1,48	1,52	= 1,51	12,45
FDN	0,86	0,90	0,87	0,91	= 0,89	15,05
FDNcp	0,82	0,86	0,84	0,87	= 0,85	15,35
NDT	0,93	1,04	0,95	1,10	= 1,02	17,36

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

¹ = $-0,03786 + 0,0827 \cdot PB$ ($r^2 = 0,91$); ² = $0,35942 - 0,00147 \cdot PB$ ($r^2 = 0,91$);

³ = $2,99025 - 0,10433 \cdot PB$ ($r^2 = 0,93$); ⁴ = $3,1775 - 0,10333 \cdot PB$ ($r^2 = 0,87$).

Os valores médios diários de consumo de MS, obtidos no presente trabalho, para as dietas com 10,5; 12; 13,5 e 15% de PB foram, respectivamente, 7,59; 7,86; 7,45 e 7,87 kg. Esses valores podem ser considerados baixos, o que pode ser explicado, em parte, pelo tamanho dos animais ($487,3 \text{ kg} \pm 54,5$ de peso vivo médio inicial) usados neste experimento. A composição corporal, especialmente a porcentagem de gordura corporal, pode afetar a ingestão de alimentos, principalmente quando o animal se aproxima da maturidade, uma vez que maior proporção de gordura é depositada. Em geral, para qualquer tamanho corporal, existe uma relação linear decrescente entre a quantidade de gordura do animal e o

consumo de alimentos, conforme verificado por Silva et al. (2002), que obteve a seguinte equação: $y = 3,1237 - 0,0028 \cdot PV$ ($r^2 = 0,21$), em que y é o consumo de MS, em % do PV, estimado em função do peso vivo, em kg. Outra provável explicação é o efeito “feedback” do tecido adiposo no controle do consumo, que segundo o NRC (1987), para um novilho de porte médio, o consumo por unidade de peso metabólico começa a declinar a partir de 350 kg.

Os consumos de FDN, calculados de ambas as formas, com e sem correção para cinzas e proteína nos alimentos, cujas médias variaram de 0,82 a 0,87% do PV e 0,86 a 0,91% do PV (Tabela 4), respectivamente, foi inferior ao valor de 1,2% do PV, preconizado por Mertens (1992) em que ocorre o consumo de MS para o desempenho ótimo em vacas de leite. A ausência de efeito dos níveis de proteína bruta das dietas sobre o consumo de FDN pode ser atribuída a ausência de efeito destas sobre o consumo de MS, uma vez que os teores de FDN nas dietas foram relativamente próximos.

Ausência de efeito do teor de PB das dietas sobre o consumo de MS, MO e FDN em novilhos Nelore também foi observada Ítavo et al. (2002), utilizando dietas com 15 e 18% de PB. Outros autores, contudo, observaram efeito do nitrogênio dietético sobre os consumos de MS e MO em novilhos, dentre estes, Dias et al. (2000) em novilhos F₁ Limousin x Nelore, com peso vivo médio inicial de 268 kg, submetidos a dietas contendo teores de PB variando de 10,62 a 15,50% na MS e, Silva et al. (2002), em novilhos Nelore, na fase de engorda, recebendo dietas com teores de PB de 15 e 18% na MS. As diferenças no comportamento dessas variáveis obtidas pelos diferentes autores podem ser atribuídas a variações relacionadas aos níveis protéicos utilizados, a raças, nível energético das dietas e idade dos animais.

O consumo de PB, expresso em kg/dia, aumentou linearmente ($P < 0,05$) com o incremento de PB das dietas, registrando-se aumento de 0,08 unidades para cada percentual de aumento na PB das dietas. Isto pode ser explicado pelo aumento do teor de proteína bruta das dietas, uma vez que o consumo de matéria seca não variou entre as dietas. Ítavo et al. (2002), avaliando o consumo de novilhos zebuínos na fase de recria, submetidos a dietas com 15 e 18% de PB, verificaram que apenas o

consumo de PB foi afetado pelas dietas. Resultado semelhante foi obtido por Rennó (2003) ao avaliar duas dietas com dois níveis de PB (12 e 15%, na MS), para animais Holandês, $\frac{1}{2}$ sangue Holandês-Guzerá, $\frac{1}{2}$ sangue Holandês-Gir e Zebu.

Os consumos de EE e CNF, expressos em kg/dia, decresceram de forma linear ($P < 0,05$) com o aumento do teor de PB nas dietas. Isto pode ser atribuído à redução do teor de EE, com o aumento da PB, resultante da redução de milho nas dietas.

Com relação ao consumo de NDT, considerando que este é obtido por adição, a ausência de efeito do incremento de PB das dietas pode estar relacionada com a forma como este é calculado, pois, o efeito positivo do teor de PB das dietas sobre o consumo de PB digestível, neste caso, foi anulado pelo efeito negativo sobre os consumos de EE digestível e dos CNF digestíveis. Além disso, como os teores de NDT das dietas foram ligeiramente semelhantes e não se verificou diferença para o consumo de MS, espera-se, de certa forma, que o consumo de NDT também não seja afetado pelo incremento protéico das dietas.

As médias, as equações de regressão e os respectivos coeficientes de determinação e variação obtidos para os coeficientes de digestibilidade aparente total dos nutrientes, em função dos níveis de proteína bruta das dietas, encontram-se na Tabela 5. As digestibilidades aparentes totais da MS, MO e PB aumentaram linearmente ($P < 0,05$) com o incremento dos níveis de proteína bruta nas dietas. Para as digestibilidades da MS e MO, estimaram-se incrementos de aproximadamente 2,24 e 2,18 unidades por unidade percentual de PB das dietas, respectivamente. Aumentos nos coeficientes de digestibilidade aparente total de MS e MO, com o incremento de PB nas dietas, também foram observados por Valadares et al. (1997a), em novilhos Zebus, que registraram incrementos de 1,17 e 1,09 unidades nos coeficientes de digestibilidades aparentes dos respectivos nutrientes.

Tabela 5 – Médias, equações de regressão (ER) e coeficientes de determinação (r^2) e variação (CV) obtidos para as digestibilidades aparentes totais de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF), em função dos níveis de proteína bruta das dietas

Itens	Níveis de PB (%)				ER	CV (%)
	10,5	12	13,5	15		
MS	60,39	65,22	63,33	72,22	¹	5,55
MO	61,42	66,59	64,35	73,06	²	5,67
PB	65,52	73,56	73,28	81,34	³	4,12
EE	80,89	75,43	76,80	78,77	= 77,97	7,21
FDN	50,62	56,24	53,82	65,77	= 56,61	10,72
CNF	84,44	89,58	90,01	92,80	= 89,21	4,64

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

¹ = $36,7417 + 2,23905 \cdot PB$ ($r^2 = 0,74$); ² = $38,5769 + 2,17854 \cdot PB$ ($r^2 = 0,73$);

³ = $33,3601 + 3,14234 \cdot PB$ ($r^2 = 0,89$).

Com relação à digestibilidade aparente total da PB, estimou-se incrementos de 3,14 unidades por unidade de acréscimo no nível de proteína bruta das dietas (Tabela 5). Rennó (2003) observou que a digestibilidade total da PB também foi influenciada pela concentração protéica das dietas (12 e 15%), cujos valores médios foram de 71,48 e 74,57%, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Valadares et al. (1997a), que atribuíram o fato à progressiva diminuição da proporção de nitrogênio endógeno nos compostos nitrogenados fecais, com o aumento da ingestão de compostos nitrogenados.

As digestibilidades aparentes totais de EE, FDN e CNF não diferiram ($P > 0,05$) entre as dietas, apresentando médias de 77,97; 56,61 e 89,21%, respectivamente.

Apesar da digestibilidade da FDN não ter sido afetada pelos níveis de PB das dietas ocorreu uma ligeira melhoria desta com o aumento da PB, que pode ser atribuída a um provável aumento na fermentação microbiana ruminal, com aproveitamento da fração mais digestível, favorecida pelos mais altos níveis de PB. Valadares et al. (1997a) observaram diferença nos coeficientes de digestibilidades aparentes totais da FDN somente para os

níveis de PB das dietas de 7 e 14,5%, não se verificando diferença nos níveis intermediários (9,5 e 12%), o que concorda, de certa forma, com os resultados do presente estudo. Rennó (2003) também não encontrou efeito dos níveis de proteína bruta das dietas sobre as digestibilidades aparentes totais de FDN e CNF, cujos valores médios foram, respectivamente, de 65,19 e 86,69%.

As médias, as equações de regressão e os respectivos coeficientes de determinação e variação dos coeficientes de digestibilidade ruminal e intestinal dos nutrientes, em função dos níveis de proteína bruta das dietas, podem ser visualizadas na Tabela 6. Os coeficientes de digestibilidades ruminais de todos os nutrientes não foram afetados ($P>0,05$) pelos níveis de proteína bruta das dietas.

Ausência de efeito de níveis crescentes de proteína bruta sobre os coeficientes de digestibilidades ruminais da MS, MO e FDN foi observada por Valadares et al. (1997a). Rennó (2003) observou que as digestões ruminais dos nutrientes não foram afetadas pelos níveis de PB das dietas, com exceção do EE e da FDN, que apresentaram comportamentos lineares negativo e positivo, respectivamente.

No presente trabalho, a ausência de efeito dos níveis de proteína bruta das dietas sobre a digestibilidade ruminal do EE, que variou de 8,55 a -3,52%, respectivamente, para os níveis de 10,5 e 15% de PB, pode ser explicada pelo alto coeficiente de variação (749,82%). Os valores negativos observados para a digestibilidade ruminal do EE, naquelas dietas contendo 13,5 e 15% de PB, indicam que houve síntese de lipídios microbianos. O fato da digestão ruminal da FDN não ter sido influenciada pelos níveis de PB das dietas (Tabela 6) pode estar relacionado com o crescimento microbiano, que também não foi afetado, ou seja, a dieta com menor teor de PB (10,5%), provavelmente, forneceu compostos nitrogenados suficientes para promover ótimo crescimento microbiano.

As digestibilidades intestinais da MS, MO, EE, FDN e CNF não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos níveis de PB das dietas, apresentando valores médios de 38,67; 28,29; 78,2; 12,23 e 27,46%, respectivamente. Já a digestibilidade intestinal total da PB aumentou linearmente com a adição de PB nas dietas ($P<0,05$), o que pode ser atribuído ao aumento do teor de

proteína verdadeira, proporcionado pela adição de farelo de algodão nas dietas.

Rennó (2003) verificou que, à exceção da FDN, todas as digestibilidades intestinais não foram influenciadas pelo incremento de PB na dieta. Valadares et al. (1997a), avaliando dietas com 7; 9,5; 12 e 14,5% de PB, relataram que as digestibilidades intestinais da MS, MO e do EE não foram afetadas pelas dietas.

Tabela 6 – Médias, equações de regressão (ER) e coeficientes de determinação (r^2) e variação (CV) obtidos para as digestibilidades ruminais e intestinais da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF), em função dos níveis de proteína bruta das dietas

Itens	Níveis de PB (%)				ER	CV (%)
	10,5	12	13,5	15		
Digestibilidade ruminal						
MS ¹	60,89	62,28	60,62	61,52	= 61,33	3,63
MO ¹	71,40	72,19	72,36	70,88	= 71,71	8,31
PB ²	14,86	22,93	25,15	29,59	= 23,13	25,09
EE ²	8,55	5,74	-1,79	-3,52	= 2,25	749,82
FDN ¹	85,15	88,32	88,79	88,84	= 87,78	9,90
CNF ¹	77,99	73,39	74,32	64,46	= 72,54	25,41
Digestibilidade intestinal						
MS ¹	39,11	37,73	39,38	38,48	= 38,67	5,76
MO ¹	28,60	27,81	27,64	29,12	= 28,29	21,07
PB ²	59,38	65,20	64,27	73,52	³	7,23
EE ²	79,82	73,49	76,52	82,96	= 78,20	8,50
FDN ¹	14,85	11,68	11,21	11,16	= 12,23	71,09
CNF ¹	22,01	26,61	25,68	35,54	= 27,46	65,61

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

¹ Digestibilidade calculada em % do total digestível.

² Digestibilidade calculada em % da quantidade que chegou em cada local.

³ = 30,3318 + 2,7655*PB (r^2 = 0,83).

Analisando a digestão em todo o trato gastrointestinal, observou-se que, em média, 87,78% da FDN e 81,82% dos carboidratos totais foram digeridos no rúmen.

As médias para o pH e as concentrações de amônia ruminais, para cada tempo de coleta, em função dos níveis de proteína bruta das dietas são apresentadas na Tabela 7. O pH não foi influenciado ($P>0,05$) pelas dietas, nem pela interação entre dietas e tempos de coleta, mas observou-se efeito de tempos de coleta, cujos dados ajustaram-se ao modelo quadrático: $y = 6,4282 + 0,05568 \cdot H - 0,00666663 \cdot H^2$ ($R^2 = 0,57$), estimando-se pH máximo de 6,54, às 4,17 horas após a alimentação. Esse resultado pode ser considerado atípico, uma vez que na literatura, normalmente, estima-se pH mínimo, talvez explicado pelo baixo consumo de MS. No entanto, de modo geral, os valores de pH, observados para as dietas, que variaram de 6,21 a 6,79, encontram-se dentro da faixa de pH, 6,0 a 7,0, adequado para o ótimo crescimento microbiano. Para a digestão da fibra, Grant & Mertens (1992) mencionaram que a faixa ideal de pH deve estar próxima de 6,2, sendo que, valores de pH inferiores a 6,0 limitam a digestão da fibra, em consequência da redução do número de microrganismos celulolíticos.

Tabela 7 – Médias e coeficientes de variação (CV) para o pH e concentrações de amônia ruminal, em função dos tempos de coleta (H) e níveis de proteína bruta das dietas

Tempos de coleta (hora)	Níveis de PB (%)				Níveis de PB (%)			
	10,5	12	13,5	15	10,5	12	13,5	15
	pH				Amônia (mg/dL)			
0	6,43	6,39	6,21	6,46	7,51	6,90	9,81	11,56
2	6,68	6,65	6,38	6,79	19,91	22,13	16,20	25,58
4	6,49	6,62	6,49	6,55	14,21	14,55	17,31	20,67
6	6,49	6,44	6,34	6,43	7,53	7,99	12,50	16,61
8	6,36	6,45	6,61	6,58	5,47	11,44	11,11	13,90
Médias	6,49	6,51	6,41	6,56	10,93	12,60	13,39	17,66
CV (%)	5,04				52,87			

A exemplo do pH, a concentração de amônia ruminal foi influenciada ($P < 0,05$) apenas pelos tempos de coleta, cujos dados ajustaram-se à equação: $y = 11,2199 + 3,42012 \cdot H - 0,471116 \cdot H^2$ ($R^2 = 0,78$), estimando-se valor máximo de 17,43 mg/dL de N-NH₃, às 3,62 horas após a alimentação. Esse resultado não era esperado, uma vez que, normalmente, quando se utilizam dietas com níveis crescentes de PB, a concentração de amônia tende a aumentar com o incremento de PB, mas, pode ser atribuído ao alto coeficiente de variação (52,87%) ou ao baixo consumo de MS. O valor obtido é superior aos 5 mg/dL de N-NH₃ sugeridos por Satter & Slyter (1974) e aos 3,3 e 8,0 mg/dL de N-NH₃, propostos por Hoover (1986), como necessários para maximização do crescimento microbiano e da digestão da matéria orgânica no rúmen, respectivamente. Rennó (2003) estimou valores máximos de 13,67 e 20,87 mg/dL de N-NH₃, às 3,09 e 3,95 horas após a alimentação, para dietas contendo 12 e 15% de PB, respectivamente.

Na Tabela 8 encontram-se os valores médios para as taxas de passagem, calculadas com a utilização do óxido crômico (Cr₂O₃) e estimadas pelas equações do NRC (2001), em função dos níveis de proteína bruta das dietas. As taxas de passagem, determinadas de ambas as formas, não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelas dietas. As taxas de passagem médias determinadas segundo o modelo unicomportamental, com a utilização do Cr₂O₃ e estimadas por meio das equações do NRC (2001) foram, respectivamente, 3,69 e 3,33 %/h. Essas taxas de passagem correspondem aos tempos de retenção no rúmen de 27,10 e 30,03 horas, respectivamente.

As baixas taxas de passagem encontradas podem ser explicadas pelo baixo consumo de MS dos animais, que pode ser verificado nas estimativas das taxas de passagem pelo NRC (2001). Segundo essas estimativas, o feno de capim-tifton 85 apresentou taxa de passagem média de 2,82 %/h, enquanto os concentrados constituintes das dietas com 10,5; 12; 13,5 e 15% de PB apresentaram, respectivamente, 4,26; 4,34; 4,24 e 4,29 %/h. Para fenos de capim-tifton 85 obtidos de diferentes idades de rebrotação (28, 35, 42 e 56 dias), Ribeiro et al. (2001) encontraram valor médio geral de 3,36 %/h.

Tabela 8 – Médias das taxas de passagem (k) obtidas com a utilização do óxido crômico (Cr_2O_3) e estimadas pelas equações do NRC (2001), expressas em % por hora, em função dos níveis de proteína bruta das dietas

Níveis de PB (%)	Taxas de passagem (%/h)		P<0,05
	Observada	Estimada	
10,5	3,40	3,32	ns
12,0	4,05	3,37	ns
13,5	4,03	3,31	ns
15,0	3,27	3,33	ns
Médias	3,69	3,33	

^{ns} Não significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

São apresentadas na Tabela 9, as médias, equações de regressões e seus respectivos coeficientes de determinação e variação para os compostos nitrogenados (N) ingeridos, presentes no abomaso, excretados nas fezes e urina, e o balanço de N em função dos níveis de proteína bruta das dietas. A ingestão de compostos nitrogenados aumentou linearmente ($P<0,05$) com o incremento de PB nas dietas (Tabela 9). Esse resultado já era esperado, uma vez que o consumo de PB respondeu linearmente ao aumento no teor de PB nas dietas. Ítavo et al. (2002) e Rennó (2003) também verificaram maior consumo de PB naquelas dietas com maior concentração protéica, no caso, dietas com 18 e 15% de PB, respectivamente, em relação a dietas com 15 e 12% de PB.

Os compostos nitrogenados totais, compostos nitrogenados amoniacais e compostos nitrogenados não amoniacais, presentes no abomaso, não foram influenciados ($P>0,05$) pelas dietas, apresentando valores médios de 123,66; 4,0 e 199,65 g/dia, respectivamente. Segundo Van Soest (1994), os fluxos de N dietético, N microbiano e N amoniacal, no abomaso, podem ser influenciados pelas ingestões de matéria seca e nitrogênio, sendo assim, pode-se atribuir a ausência de efeito do N dietético sobre estas variáveis, ao consumo de matéria seca, que também não foi afetado pela concentração protéica das dietas. Resultados similares foram observados por Rennó (2003), com exceção para os compostos nitrogenados amoniacais, que apresentaram comportamento linear positivo à

inclusão de PB na dieta, registrando-se valores de 2,87 e 4,08 g/dia de N-NH₃, para dietas com 12 e 15% de PB, respectivamente.

Tabela 9 – Médias, equações de regressão (ER) e coeficientes de determinação (r^2) e variação (CV) obtidos para os compostos nitrogenados ingeridos (NI), presentes no abomaso (Nab), excretados nas fezes e urina e balanço de compostos nitrogenados (BN), em função dos níveis de proteína bruta das dietas, expressos em g/dia

Itens	Níveis de PB (%)				ER	CV(%)
	10,5	12	13,5	15		
NI	130,84	158,84	166,58	194,43	³	9,09
Nab (N total)	111,75	121,77	124,75	136,36	= 123,66	14,07
Nab (N-NH ₃)	4,08	3,56	4,47	3,91	= 4,00	22,98
Nab (NNA) ¹	107,67	118,21	120,28	132,45	= 199,65	14,25
Nab (Nmic) ²	79,70	86,34	91,43	94,57	= 88,01	11,26
N fezes	45,38	41,91	43,78	36,00	= 41,77	9,76
N urina	52,32	65,36	67,28	97,88	⁴	10,72
BN	33,14	51,58	55,51	60,55	⁵	17,30
BN (% ingerido)	25,51	32,38	32,74	31,22	= 30,46	11,75

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

¹ Compostos nitrogenados não amoniacais.

² Compostos nitrogenados microbianos, calculados com base na relação N-RNA:N total, expressa na base da MO, de 16,26.

³ = - 6,057 + 13,234*PB (r^2 = 0,96); ⁴ = - 44,117 + 9,239*PB (r^2 = 0,86);

⁵ = - 23,037 + 5,744*PB (r^2 = 0,87).

Os fluxos de compostos nitrogenados microbianos presentes no abomaso também não foram afetados ($P>0,05$) pelo acréscimo de proteína bruta às dietas, apresentando valor médio de 88,01 g/dia. Vários fatores podem influenciar o fluxo de proteína microbiana como o teor e a solubilidade da proteína da dieta, fontes de N de origem endógena, quantidade de matéria orgânica digestível da dieta, tratamento ao qual a proteína dietética foi submetida antes da alimentação e absorção de N pelo rúmen, principalmente na forma amoniacal (Hoover & Stokes, 1991). Neste caso, a ausência de efeito da concentração de PB das dietas, sobre o fluxo

de N microbiano no abomaso, pode ser explicada pelo aporte de PB, que foi adequado em todas as dietas.

Valadares et al. (1997a), utilizando dietas com diferentes teores protéicos, 7; 9,5; 12 e 14,5% na MS, em ensaio com novilhos zebuínos, verificaram que o nível de 7% de PB resultou em menor produção de compostos nitrogenados microbianos, provavelmente porque este nível foi insuficiente para promover adequado crescimento microbiano. Além disso, conforme Sniffen et al. (1993), outro fator que afeta a produção de proteína microbiana é a taxa de passagem, característica esta não influenciada pelos níveis crescentes de PB nas dietas, no presente trabalho.

Com relação às excreções fecal e urinária de N, observou-se que, enquanto a excreção fecal não foi influenciada pelos níveis de PB das dietas ($P>0,05$), a excreção urinária aumentou linearmente ($P<0,05$), estimando-se incremento de 9,24 unidades para cada percentual de aumento da PB na dieta. Esses resultados confirmam àqueles obtidos por Rennó (2003), embora os valores numéricos aqui observados sejam mais elevados. Isso indica que ocorre maior conservação dos compostos nitrogenados quando se utilizam dietas com menores teores protéicos, pois o aumento da PB da dieta, pode ocasionar excesso na liberação de uréia, via urina, constituindo num desperdício de proteína.

Por sua vez, o balanço de compostos nitrogenados foi influenciado ($P<0,05$) pelas dietas, somente em g/dia, estimando-se incrementos de 5,744 g de N por unidade de acréscimo no teor protéico das dietas. Tal comportamento, decorre do aumento linear verificado para a ingestão de compostos nitrogenados, com o incremento dos níveis de PB nas dietas.

Na Tabela 10 podem ser visualizadas as médias, equações de regressão e seus respectivos coeficientes de determinação e variação para a matéria orgânica degradada no rúmen (MODR), os carboidratos totais degradados no rúmen (CHODR), a matéria seca microbiana (MS mic) presente no abomaso e a eficiência microbiana, expressa de diferentes formas, em função dos níveis de PB das dietas. Observa-se que nenhuma dessas variáveis foi influenciada ($P>0,05$) pela concentração de proteína bruta das dietas. Os valores médios estimados para as quantidades de matéria orgânica e carboidratos degradados no rúmen (MODR e CHODR),

foram de 3,45 e 3,20 kg/dia, respectivamente. Trabalhando com níveis de proteína bruta de 12 e 15%, Rennó (2003) encontrou valores médios de 3,75 e 3,43 kg/dia para as respectivas variáveis, valores estes próximos daqueles obtidos no presente trabalho.

Tabela 10 – Médias e coeficientes de variação (CV) obtidos para a matéria orgânica degradada no rúmen (MODR), os carboidratos totais degradados no rúmen (CHODR), a matéria seca microbiana (MS mic) presente no abomaso e a eficiência microbiana, expressa em g Nmic/kg MODR, g Nmic/kg CHODR, g MSmic/kg CHODR e g PBmic/kg NDT, em função dos níveis de proteína bruta das dietas

Itens	Níveis de PB (%)				Médias	CV(%)
	10,5	12	13,5	15		
MODR ¹	3,16	3,55	3,28	3,82	3,45	10,93
CHODR ¹	3,02	3,31	3,02	3,46	3,20	11,28
MS mic ²	1.054,23	1.142,10	1.209,35	1.250,95	1.164,16	11,36
N mic/MODR ³	25,67	24,86	28,33	25,39	26,06	14,88
N mic/CHODR ³	26,93	26,64	30,83	27,99	28,10	15,26
MS mic/CHODR ³	356,24	352,32	407,81	370,28	371,66	15,26
PB mic/NDT ³	108,98	106,34	124,04	109,62	112,25	13,29

¹ kg/dia; ² g/dia; ³ g/kg.

A eficiência microbiana de 26,06 g Nmic/kg MODR foi superior às 16,04 g Nmic/kg MODR, encontradas por Rennó (2003), para novilhos de quatro grupos genéticos, recebendo dietas contendo dois níveis de PB (12 e 15%). Por outro lado foi inferior às 32 g Nmic/kg MODR, preconizadas pelo ARC (1984). Os valores médios estimados para as eficiências microbianas, expressas em g Nmic/kg CHODR e g MSmic/kg CHODR, foram de 28,10 e 371,66, respectivamente. Essas estimativas se aproximam daquelas obtidas por Ribeiro et al. (2001), de 30,74 g Nmic/kg CHODR e 337,4 g MSmic/kg CHODR, porém são inferiores aquelas encontradas por Rennó (2003) de 17,51 e 231,84, para as respectivas variáveis e, estão aquém do valor de 400 g MSmic/kg CHODR proposto pelo NRC (1996). A eficiência microbiana, expressa em g PB/kg NDT, apresentou valor médio de

112,25, que é superior ao valor de 76,5 observado por Rennó (2003), porém, relativamente próximo do valor de 130 g PB/kg NDT preditas pelo NRC (2001).

Conclusões

A adição de níveis crescentes de proteína bruta às dietas não alterou os consumos de matéria seca, fibra em detergente neutro e nutrientes digestíveis totais, bem como, o pH e a concentração de amônia ruminal, a eficiência microbiana e a taxa de passagem da digesta. Contudo, resultou em maiores coeficientes de digestibilidade aparente total de MS e PB, sem alterar a digestibilidade ruminal de todos nutrientes avaliados.

Referências bibliográficas

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. 1984. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. Supplement n.1. Report of the protein group of the ARC working party. Farnham Royal: CAB. 45p.
- CZERKAWSKI, J.W. **An introduction to rumen studies**. Pergamon International Library. Oxford, New York. p.31-44. 1986.
- DIAS, H.L.C., VALADARES FILHO, S.C., SILVA, J.F.C. et al. Consumo e digestões totais e parciais em novilhos F1 Limousin x Nelore alimentados com dietas contendo cinco níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.545-554, 2000.
- GRANT, R.J., MERTENS, D.R. Influence of butter pH and raw corn starch addition on *in vitro* fiber digestion kinetics. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.10, p.2762-2768, 1992.
- HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. University of Florida. 2000. p. A-25 (Bulletin 339, April-2000).
- HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.10, p.2755-2766, 1986.

- HOOVER, W.H., STOKES, S.R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3630-3644, 1991.
- ÍTAVO, L.C.V., VALADARES FILHO, S.C., SILVA, F.F. 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**, v.31, n.2 (Suplem.), p.1033-1041, 2002.
- LICITRA, G., HERNANDEZ, T.M., VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.
- MERTENS, D.R. Análise de fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992, p.188.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: **Forage quality, evaluation and utilization**. FAHEY Jr, G.C. (ed.) American Society of Agronomy. NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION, 1994. p.450-493.
- MERTENS, D.R., ELY, L.O. A dynamic model of fiber digestion and passage in the ruminant for evaluating forage quality. **Journal of Animal Science**, v.49, n.4, p.1085-1095, 1979.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of beef cattle**. 6 ed. National Academy Press. Washington, D.C. 90p. 1984.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Predicting feed intake of food-producing animals**. National Academy Press. Washington, D.C. 85p. 1987.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 6 ed. National Academy Press. Washington, D.C. 159p. 1989.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7 ed. National Academic Press. Washington, D.C. 242p. 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7 ed. National Academic Press. Washington, D.C. 381p. 2001.
- PELL, A.N., SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.10, p.1063-1073, 1993.

- RENNÓ, L.N. **Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia ou dois níveis de proteína.** Viçosa: UFV, 2003. 252p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- RIBEIRO, K.G., GARCIA, R., VALADARES FILHO, S.C. et al. Eficiência microbiana, fluxo de compostos nitrogenados no abomaso, amônia e pH ruminais, em bovinos recebendo dietas contendo feno de capim-tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.581-588, 2001.
- SATTER, L.D., SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. **British Journal of Nutrition**, v.32, n.1, p.199-208, 1974.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, F.F., VALADARES FILHO, S.C., ÍTAVO, L.C.V. et al. Desempenho produtivo de novilhos nelores, na recria e na engorda, recebendo dietas com diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1 (Suplem.), p.492-502, 2002.
- SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SNIFFEN, C.J., BEVERLY, R.W., MOONEY, C.S. et al. Nutrient requirements versus supply in the dairy cow: strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.10, p.3160-3178, 1993.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas.** Versão 8.0. Viçosa, MG, 1998. (Manual do usuário).
- USHIDA, K., LASSALAS, B., JOUANY, J.P. Determination of assay parameters for RNA analysis in bacterial and duodenal samples by spectrophotometry. Influence of sample treatment and preservation. **Reproduction and Nutrition Development**, v.25, n.6, p.1037-1046, 1985.
- VALADARES FILHO, S.C., VALADARES, R.F.D. Recentes avanços em proteína na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE, SINLEITE, 2, 2001, Lavras: UFLA, 2001. p.228-243.

- VALADARES, R.F.D., GONÇALVES, L.C., RODRIGUEZ, N.M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 1. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1252-1258, 1997a.
- VALADARES, R.F.D., GONÇALVES, L.C., SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína bruta em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidades e balanço de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1259-1263, 1997b.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2 ed. Cornell University, Ithaca. 1994. 476p.
- VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. Viçosa: UFV, 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- WALDO, D.R., JORGENSEN, N.S. Forages for high animal production: nutritional factors and effects of conservation. **Journal of Dairy Science**, v.64, n.6, p.1207-1229, 1981.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: Cornell nutrition conference for feed manufactures, 61, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University. 1999. p.176-185.
- WILLIAMS, C.H., DAVID, D.J., IISMA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agriculture Science**, v.59, p.381-385, 1962.

Níveis de Proteína Bruta em Dietas de Bovinos de Corte: Consumo, Digestibilidade Aparente Total dos Nutrientes e Desempenho Produtivo

RESUMO – Avaliaram-se o consumo e a digestibilidade aparente total dos nutrientes, o ganho de peso, o rendimento de carcaça e a conversão alimentar, em bovinos de corte, recebendo dietas contendo quatro níveis de proteína bruta (10,5; 12; 13,5 e 15%), na base da matéria seca. Foram utilizados 24 novilhos zebuínos, não castrados, com peso vivo inicial médio de 398,4 kg, distribuídos num delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições. O período experimental teve duração de 78 dias, divididos em três períodos de 21 dias após 15 dias de adaptação. A produção fecal foi estimada pela fibra em detergente ácido indigestível, após um período de incubação *in situ* por 144 horas. Com exceção dos consumos de proteína bruta (PB) que aumentaram e os de extrato etéreo (EE) e carboidratos não fibrosos (CNF), com e sem correção para cinzas e proteína bruta, que diminuíram linearmente, os consumos dos demais nutrientes não foram influenciados pelos níveis protéicos das dietas. As digestibilidades aparentes totais dos nutrientes não foram influenciadas pelas dietas, com exceção da PB e do EE, que apresentaram, respectivamente, comportamentos lineares crescente e decrescente, em função da inclusão de PB nas dietas. Os ganhos médios diários de peso vivo, o rendimento de carcaça e a conversão alimentar também não foram influenciados pelas dietas, registrando-se, respectivamente, valores médios de 1.074 g/dia, 51,43% e 10,01. Recomenda-se para bovinos de corte, na fase de terminação, com peso vivo inicial próximo a 400 kg, a utilização de dietas com 10,5% de PB.

Palavras-chave: carboidratos não fibrosos, fibra em detergente neutro, proteína bruta, taxa de passagem

Crude Protein Levels in Beef Cattle Diets: Intake, Total Apparent Digestibility of Nutrients and Productive Performance

ABSTRACT – It was estimated the intake and total apparent digestibility of the nutrients, the weight gain, carcass yield and the food conversion in beef cattle, fed with diets containing four dietary crude protein levels (10.5; 12; 13.5 and 15%), in dry matter base. There were used 24 non-castrated Zebus steers, with initial mean live weight of 398.4 kg, and allotted to randomized blocks design with four treatments and six replications. The experiment lasted 78 days and was divided in three periods of 21 days after 15 days of adaptation. The fecal production was estimated by the indigestible acid detergent fiber, after *in situ* incubation period for 144 hours. The intakes were not influenced by the dietary protein levels, except for the increased crude protein (CP) and the linearly decreased ether extract (EE) and non-fibrous carbohydrate (NFC) intakes, with and without correction for ashes and crude protein. The total apparent digestibilities of nutrients were not influenced by the diets, except for CP and EE which presented positive and negative linear relations, respectively, as a function of the inclusion of dietary CP. The daily mean gain of live weight, carcass yield and food conversion were not also influenced by the diets, recording means values of 1,074 g/day, 51.43% and 10.01, respectively. Based on these results, it is recommended the use of 10.5% of CP in the diet for beef cattle, in the termination phase, with initial live weight close to 400 kg.

Key Words: non-fibrous carbohydrate, neutral detergent fiber, crude protein, passage rate

Introdução

O consumo de nutrientes é um dos principais fatores associados ao desempenho animal, pois é determinante do atendimento das exigências de manutenção e produção de ruminantes. Segundo Mertens (1994), aproximadamente 60 a 90% das variações no desempenho animal podem ser atribuídas às variações correspondentes em consumo de nutrientes, e, apenas 10 a 40%, às variações correspondentes à digestibilidade.

Existem vários fatores relacionados ao consumo de alimentos pelos bovinos. O consumo pode ser limitado pelo alimento (teor de fibra, volume e densidade energética), animal (peso vivo e estado fisiológico), condições de alimentação (disponibilidade de alimento, frequência de alimentação e tempo de acesso à ração) e ambiente (Mertens, 1994). Mertens (1992) dividiu esses fatores em três mecanismos: o fisiológico, em que a regulação do consumo é fornecida pelo balanço nutricional; o psicogênico, que envolve a resposta do animal a fatores inibidores ou estimuladores relacionados ao alimento ou ao ambiente; e o físico, associado à capacidade de distensão do rúmen, que pode ser relacionado com o teor de fibra em detergente neutro (FDN) da dieta.

Dentre as características da dieta que influenciam o consumo, destaca-se a concentração e a qualidade da proteína dietética (Roseler et al., 1993, citados por Ferreira et al., 1998). Quando o suprimento de compostos nitrogenados no rúmen, seja na forma de amônia, aminoácidos ou peptídeos, proveniente do alimento ou da reciclagem endógena, não atende às exigências dos microrganismos do rúmen, pode ocorrer limitação do crescimento microbiano, afetando negativamente a digestibilidade da parede celular e o consumo de matéria seca (MS). Por outro lado, quando se utilizam elevados níveis de proteína na dieta, principalmente na forma de nitrogênio não protéico (NNP), além de reduzir a palatabilidade, resultando na redução do consumo, pode ocorrer excesso de amônia no rúmen, ocasionando altas perdas de nitrogênio urinárias (Haddad, 1984).

Num estudo com animais de três grupos genéticos, Holandês-Gir, Holandês-Guzerá e Indubrasil, nas fases de recria e de terminação,

submetidos a dietas com 12 e 15% de PB, Alves (2001) verificou que os consumos de MS, FDN, PB e NDT não foram influenciados pelas dietas. Resultados semelhantes foram obtidos por Rennó (2003), ao avaliarem dietas com 12 e 15% de PB, em novilhos Holandês, $\frac{1}{2}$ sangue Holandês-Guzerá, $\frac{1}{2}$ sangue Holandês-Gir e Zebu. Todavia, Silva et al. (2000) constataram que o consumo de MS, expresso em % do PV, de novilhos Nelores, na fase de recria, alimentados com dieta contendo 14% de PB, foi 9,17% inferior ao verificado para a dieta com 17% de PB.

A digestibilidade é característica do alimento e indica a porcentagem de cada nutriente de um alimento que o animal pode utilizar (Coelho da Silva & Leão, 1979), sendo um importante componente do valor nutritivo da dieta, que deve ser avaliado em estudos de digestão (Van Soest, 1994).

Com relação aos efeitos da concentração protéica da dieta sobre a digestibilidade, os resultados são mais consistentes quando se usam fontes de proteína degradada no rúmen (PDR), ao invés de proteína não degradada no rúmen. Aumentos nas digestibilidades aparentes da MS, com a inclusão de PB nas dietas, foram relatados por Valadares et al. (1997a), em novilhos. Rennó (2003), trabalhando com níveis de PB de 12 e 15%, verificou efeito somente sobre os coeficientes de digestibilidades aparentes totais da PB e do EE.

A melhoria do nível nutricional com a inclusão de proteína na dieta, pode resultar no aumento do custo de produção, o que pode tornar a atividade de baixa rentabilidade. Neste aspecto, o desempenho animal, determinado pelo consumo, ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de carcaça, constitui o fator mais importante de avaliação dos animais para determinação da eficiência da dieta (Ferreira et al., 1998).

Assim, conduziu-se este ensaio objetivando avaliar os consumos, as digestibilidades aparentes totais dos nutrientes e o desempenho produtivo, em novilhos Zebus, recebendo dietas com diferentes níveis de proteína bruta.

Material e Métodos

O local do experimento, as instalações, os tratamentos e a composição das dietas foram descritos no capítulo anterior.

Foram utilizados vinte e quatro animais zebuínos, não castrados, com peso vivo médio inicial de 398,4 kg (21,8, distribuídos num delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições, usando-se o critério de peso, para distribuição dos animais nos blocos. Os animais foram pesados, vermifugados e distribuídos por sorteio em baias individuais de 10 m², com cocho coberto e bebedouro automático.

O experimento teve duração de 78 dias, divididos em três períodos de 21 dias, após 15 dias de adaptação. A alimentação foi fornecida à vontade, duas vezes ao dia, às 7 e 15 h, permitindo-se sobras de 10% e, o consumo mensurado diariamente. Os últimos dias da fase de adaptação foram tomados como base para o fornecimento da dieta na fase de coletas. Após o período de adaptação, procedeu-se a uma nova pesagem dos animais, após 14 horas de jejum, que foi repetida a cada 21 dias, sendo as pesagens intermediárias sem jejum prévio.

Durante o experimento coletaram-se, semanalmente, amostras dos alimentos fornecidos e das sobras, por animal, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e guardadas em freezer.

Para a determinação das digestibilidades aparentes totais dos nutrientes foram efetuadas, entre o 35o e 42o dias experimentais, coletas de fezes dos animais, diretamente no piso, antes da primeira alimentação. Neste período, também foram coletadas amostras dos alimentos fornecidos e das sobras. A estimativa da excreção fecal foi feita utilizando-se a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) como indicador interno.

Todas as amostras foram submetidas à pré-secagem em estufa com ventilação forçada a 65oC, por 72 h, e, posteriormente, moídas em moinho de facas tipo “Willey”, com peneira de 1 mm, e armazenadas em recipientes de vidro, com tampa de polietileno, para posteriores análises laboratoriais.

As análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), compostos nitrogenados totais, fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE) e lignina foram realizadas nos Laboratórios de Nutrição Animal e Forragicultura do

Departamento de Zootecnia da UFV, conforme procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002). A fibra em detergente neutro (FDN) foi determinada segundo o método da autoclave, de Pell & Schofield (1993).

Os teores de compostos nitrogenados não protéicos (NNP), compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro (NIDN) e ácido (NIDA) foram determinados de acordo com Licitra et al. (1996).

Devido a presença de uréia nas dietas, os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Hall (2000): $\%CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivada da uréia} + \% \text{ de uréia}) + FDN + \%EE + \% \text{ cinzas}]$.

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos conforme a equação proposta por Weiss (1999): $NDT = PBd + 2,25EEd + FDNd + CNFd$, em que PBd é PB digestível, EEd, o EE digestível, FDNd, a FDN digestível e CNFd, os CNF digestíveis.

Para estimativa da taxa de passagem (Kp), utilizaram-se as equações preditas pelo NRC (2001): $Kp = 3,362 + 0,479X1 - 0,007X2 - 0,017X3$ e $Kp = 2,904 + 1,375X1 - 0,020X2$; indicadas para determinação da taxa de passagem de forrageiras secas e de alimentos concentrados, respectivamente, sendo X1 equivalente ao consumo de matéria seca em relação ao peso vivo, X2 equivalente à proporção de concentrado na dieta, expresso em % da MS, e X3 a concentração de FDN do alimento, também expressa em % da MS.

As amostras de fezes, alimentos e sobras, referentes à estimativa de digestibilidade, foram incubadas *in situ*, por um período de 144 horas, segundo metodologia descrita por Cochran et al. (1986). O material oriundo da incubação foi submetido à digestão com detergente ácido, para estimativa da FDAi.

Por ocasião do abate dos animais foram tomados os rendimentos de carcaça, expressos pela razão entre o peso de carcaça quente e peso vivo final em jejum, em percentagem.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 1995). Os modelos foram escolhidos utilizando-se como critérios a significância observada entre tratamentos, por meio do teste F, a 5% de probabilidade, e o coeficiente de determinação (r^2), calculado como a

relação entre a soma de quadrado da regressão e a soma de quadrado de tratamento.

Resultados e Discussão

As médias, as equações de regressão e os respectivos coeficientes de determinação e variação para os consumos diários dos nutrientes, em função dos níveis de PB das dietas, encontram-se na Tabela 1. Observa-se que os consumos diários de MS, expressos em kg/dia e em % do peso vivo (PV), não foram afetados ($P>0,05$) pelos níveis de PB das dietas, apresentando valores médios de 10,5 kg/dia e 2,43 % do PV, respectivamente. A ausência de efeito dos níveis de proteína das dietas sobre o consumo pode estar relacionada com as quantidades de compostos nitrogenados presentes nas dietas, que foram suficientes para atender as exigências dos microrganismos ruminais, conforme demonstrado no capítulo anterior do presente trabalho.

Segundo Van Soest (1994), concentrações de PB acima de 7% não influenciam o consumo, porém, ocorre redução na ingestão de MS quando se utilizam dietas com menos de 7% de PB na MS total. Esta afirmação foi confirmada num estudo realizado por Valadares et al. (1997a). Esses autores, utilizando dietas contendo 7; 9,5; 12 e 14,5% de PB na MS, observaram que a dieta contendo 7% de PB apresentou menor consumo de MS em relação às demais, que não diferiram entre si.

Tabela 1 – Médias, equações de regressão (ER) e coeficientes de determinação (r^2) e variação (CV) obtidos para os consumos diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF), CNF calculados com a FDNcp (CNFcp) e nutrientes digestíveis

totais (NDT), em função dos níveis de proteína bruta das dietas

Itens	Níveis de PB (%)				ER	CV(%)
	10,5	12	13,5	15		
	(kg/dia)					
MS	10,31	10,76	10,57	10,35	= 10,5	10,24
MO	9,66	10,12	9,94	9,69	= 9,85	10,14
PB	0,92	1,13	1,31	1,45	¹	8,54
EE	0,25	0,25	0,24	0,19	²	9,09
FDN	5,94	6,28	6,11	5,98	= 6,08	11,59
FDNcp	5,91	6,26	6,09	5,96	= 6,06	11,62
CNF	2,68	2,62	2,48	2,29	³	9,16
CNFcp	2,71	2,64	2,49	2,31	⁴	9,17
NDT	6,57	6,87	6,66	6,60	= 6,68	9,44
	(% do PV)					
MS	2,24	2,47	2,49	2,53	= 2,43	10,93
FDN	1,29	1,44	1,44	1,47	= 1,41	12,43
FDNcp	1,28	1,44	1,44	1,46	= 1,41	12,28
NDT	1,53	1,59	1,54	1,52	= 1,55	7,55

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

¹ = $1,204 + 0,0154589 \cdot PB$ ($r^2 = 0,99$); ² = $0,234 - 0,0169167 \cdot PB$ ($r^2 = 0,99$);

³ = $3,64906 - 0,08856 \cdot PB$ ($r^2 = 0,95$); ⁴ = $3,70025 - 0,091 \cdot PB$ ($r^2 = 0,97$).

Alves (2001), avaliando o consumo em animais de três grupos genéticos (Holandês-Gir, Holandês-Guzerá e Indubrasil), nas fases de recria e de terminação, submetidos a dietas com 12 e 15% de PB, verificou que o consumo de MS não foi influenciado pelas dietas. Em condições semelhantes, Ítavo et al. (2002), em estudo com novilhos na fase de terminação, recebendo dietas contendo 15 e 18% de PB, observou que as ingestões dos nutrientes também não foram afetadas pelos teores de PB das dietas, exceto para a PB. Rennó (2003), ao avaliarem dietas com 12 e 15% de PB, para novilhos Holandês, $\frac{1}{2}$ sangue Holandês-Guzerá, $\frac{1}{2}$ sangue Holandês-Gir e Zebu, observou, que à exceção do consumo de PB, o consumo dos demais nutrientes não foi influenciado pelos níveis protéicos das dietas. Por outro lado, Silva et al. (2000) constataram que o consumo de MS, expresso em % do PV, de novilhos Nelore, na fase de recria,

alimentados com dieta contendo 14% de PB, foi 9,17% inferior ao consumo verificado para a dieta com 17% de PB.

O consumo de PB, expresso em kg/dia, aumentou linearmente ($P<0,05$) com a inclusão dos níveis de proteína bruta nas dietas, estimando-se incremento de 0,0155 kg para cada percentual de PB adicionada. Comportamento semelhante foi observado no ensaio de digestão, capítulo anterior do presente trabalho. Esse resultado repete aqueles obtidos por Ítavo et al. (2002), em dietas com 15 e 18% de PB, para novilhos Nelore. Aumento no consumo de PB com a adição de PB na dieta também foi relatado por Valadares et al. (1997b) e Rennó (2003).

Considerando que as exigências de PB para animais com 432 kg, peso vivo médio verificado no presente trabalho, segundo as recomendações do NRC (1996), sejam iguais a 0,93 kg/dia para ganho de 1,0 kg/dia, observa-se que todas as dietas atenderam os requerimentos de PB, com exceção da dieta com 10,5% de PB, que supriu aproximadamente 98,2% das exigências.

Adotando-se as proporções para as frações protéicas A, B₁, B₂, B₃ e C, como percentagem da PB, descritas por Malafaia et al. (1997), respectivamente, para o feno do gênero *Cynodon*, de 28,06; 1,70; 15,04; 43,97 e 11,24, com taxas de degradação para as respectivas frações do grupo B de 43,12; 5,08; e 0,23 %/h; para o fubá de milho de 11,51; 4,30; 75,45; 7,81 e 0,93, com taxas de degradação para as respectivas frações do grupo B de 50,18; 2,94 e 0,23 %/h; e para a farelo de algodão de 3,68; 4,06; 62,59; 16,62 e 3,06, com taxas de degradação para as frações B₁, B₂ e B₃ de 186,66; 9,86 e 0,23 %/h, e, as taxas de passagem estimadas nas dietas do presente estudo, estimaram-se para as dietas com 10,5; 12; 13,5 e 15% de PB, consumos de proteína degradada no rumem (PDR) de 582,5; 708,6; 851,0 e 951,5 g/dia, respectivamente. Os consumos de proteína não degradada no rúmen (PNDR) estimados para as respectivas dietas foram de 337,6; 421,4; 459,0 e 498,5 g/dia. Todas as dietas atenderam as exigências de PNDR (111,5 g/dia) e PDR (822,9 g/dia) dos animais, excetuando a PDR das dietas contendo 10,5 e 12% de PB.

Os consumos de EE, CNF e CNFcp decresceram linearmente ($P<0,05$) com o incremento dos níveis de PB das dietas.

O consumo de FDN, independentemente da forma de expressão, não foi influenciado ($P>0,05$) pelas dietas. De certa forma, tal comportamento já era esperado, uma vez que o consumo de MS não foi influenciado pelos níveis de PB e, as dietas apresentaram teores de FDN ligeiramente semelhantes. O valor médio de 1,4% do PV é superior àquele de 1,2% do PV, sugerido por Mertens (1992) como controlador da ingestão de MS pelo efeito de enchimento, em vacas de leite.

Ítavo et al. (2002), ao avaliarem dietas contendo 15 e 18% de PB, em bovinos Nelores, observaram que o consumo de FDN também não foi afetado pelas dietas, apresentando valor médio de 1,31% do PV. Então, considerando os mecanismos de controle do consumo (físico e fisiológico), pode-se admitir que, no presente estudo, provavelmente o consumo foi controlado pelo efeito de enchimento ou pela capacidade genética dos animais ganharem peso.

A exemplo do observado para a MS, o consumo de NDT não foi influenciado pelos níveis de PB das dietas, apresentando valor médio de 6,68 kg/dia (Tabela 1). Esse resultado contradiz àquele obtido por Valadares et al. (1997a), que verificaram aumentos de 3,9 unidades nas ingestões de NDT, para cada percentual de aumento na PB das dietas. Porém, vale ressaltar que, diferentemente do ocorrido no presente trabalho, os concentrados protéicos das dietas, utilizados por esses autores, foram à base de farelo de soja, apresentando, portanto, teores de EE crescentes à medida que se aumentaram os níveis de PB nas dietas.

Considerando as recomendações de NDT de 6,33 kg/dia, preconizadas pelo NRC (1996), para animais de peso vivo médio de 432 kg, ganhando 1 kg/dia, as dietas atenderam integralmente essas exigências.

Na Tabela 2 são apresentadas as médias, equações de regressão e os coeficientes de determinação e variação para as digestibilidades aparentes totais dos nutrientes, em função dos níveis de proteína bruta das dietas. Com exceção das digestibilidades aparentes totais de PB e EE, que apresentaram, respectivamente, comportamentos lineares crescente e decrescente ($P<0,05$), em função dos níveis de PB das dietas, as demais não foram influenciadas ($P>0,05$) pelas dietas.

Observaram-se para as digestibilidades aparentes de MS, MO, FDN e CNF, em função da inclusão de PB nas dietas, valores médios de 63,05; 63,9; 52,52 e 90,51 %, respectivamente. Para a PB e o EE, estimaram-se incrementos e reduções nas digestibilidades destes nutrientes de 2,944 e 1,993 unidades, para cada percentual de aumento de PB nas dietas, respectivamente.

Estes resultados concordam com aqueles de Rennó (2003), que verificaram efeito dos teores protéicos das dietas com 12 e 15% na MS, somente para as digestibilidades totais da PB e EE, que apresentaram maior e menor médias, respectivamente, para a dieta contendo 15% de PB. Valadares et al. (1997b) também encontraram aumento linear no coeficiente de digestibilidade aparente do N com a inclusão de PB nas dietas. Os autores atribuíram essa resposta à progressiva diminuição da proporção de nitrogênio endógeno nos compostos nitrogenados fecais, com o aumento da ingestão de compostos nitrogenados.

Tabela 2 – Médias, equações de regressão (ER) e coeficientes de determinação (r^2) e variação (CV) obtidos para as digestibilidades aparentes totais da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF), em função dos níveis de proteína bruta das dietas

Itens	Níveis de PB (%)				ER	CV(%)
	10,5	12	13,5	15		
MS	63,50	62,94	62,04	63,71	= 63,05	2,98
MO	64,21	63,80	63,17	64,40	= 63,90	2,92
PB	62,31	66,59	70,88	75,60	¹	4,84
EE	73,67	73,83	66,85	66,03	²	7,53
FDN	53,23	52,73	50,98	53,12	= 52,52	5,12
CNF	90,25	90,44	91,63	89,74	= 90,51	4,06

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

¹ = $31,3139 + 2,9436 \cdot PB$ ($r^2 = 0,89$); ² = $95,5058 - 1,99300 \cdot PB$ ($r^2 = 0,83$).

As médias, as equações de regressão e os coeficientes de determinação e variação para os ganhos médios diários (GMD), rendimento de carcaça (RC) e conversão alimentar (CA) dos animais, podem ser

visualizadas na Tabela 3. Os níveis crescentes de PB das dietas não influenciaram ($P>0,05$) os ganhos médios diários, o rendimento de carcaça, nem a conversão alimentar dos animais, estimando-se, para as respectivas variáveis, valores médios de 1.074 g/dia; 51,43% e 10,01. Esses resultados podem ser justificados pela ausência de efeito dos níveis de PB das dietas sobre o consumo e a digestibilidade da MS, pois, de acordo com Mertens (1994), 60 a 90% das variações no desempenho animal estão em função direta do consumo de MS e, 10 a 40% das variações, da digestibilidade.

Alves (2001), trabalhando com novilhos azebuados e cruzados F_1 Gir-Holandês e Guzerá-Holandês, nas fases de recria e terminação, submetidos a dietas com 60% de feno de capim-tifton 85, não observaram vantagem no ganho de peso, nem para a conversão alimentar, quando o teor de proteína bruta foi aumentado de 12 para 15% na MS.

Tabela 3 – Médias e coeficientes de variação (CV) obtidos para os pesos vivos inicial (PVI) e final (PVF), ganhos médios diários de peso vivo (GMD), rendimento de carcaça (RC) e conversão alimentar (CA) dos animais, em função dos níveis de proteína bruta das dietas

Itens	Níveis de PB (%)				Médias	CV (%)
	10,5	12	13,5	15		
PVI (kg)	395,8	393,5	403,5	400,7	398,4	5,47
PVF (kg)	463,7	470,5	463,0	470,3	466,9	5,64
GMD (g/dia)	1.077	1.172	944	1.106	1.074	16,55
RC (%)	52,16	50,39	51,37	51,82	51,43	3,84
CA	9,65	9,36	11,57	9,45	10,01	15,95

Para as dietas com 10,5; 12; 13,5 e 15 % de PB foram estimadas, por meio das equações do NRC (2001), taxas de passagem médias de 3,91; 4,10; 4,11 e 4,11 %/h, respectivamente. Estes valores são superiores aos observados no capítulo anterior do presente trabalho, para as respectivas dietas, refletindo o maior consumo de matéria seca no presente experimento.

Na Tabela 4 encontram-se os custos totais das dietas. Observa-se que os menores custos foram obtidos na dieta contendo 10,5% de PB.

Tabela 4 – Estimativas dos custos totais das dietas, em R\$/100 kg da dieta

Itens	Níveis de PB (%)			
	10,5	12	13,5	15
Feno de capim-tifton 85	9,75	9,75	9,75	9,75
Fubá de milho	8,23	7,28	6,33	5,46
Farelo de algodão	2,88	4,60	6,33	7,93
Uréia	0,369	0,450	0,536	0,619
Sulfato de amônia	0,04	0,05	0,06	0,07
Mistura mineral ¹	0,01	0,01	0,01	0,01
Custo total	21,28	22,14	23,02	23,84

Custos de ingredientes (R\$/kg): feno de capim-tifton 85 – 0,15; fubá de milho – 0,29; farelo de algodão – 0,56; uréia – 0,52; sulfato de amônia – 0,56; mistura mineral – 0,02 (julho/2003, cotação do dólar igual a R\$ 2,86).

² Composição (%): cloreto de sódio (0,9), fostato bicálcico (0,8), calcáreo calcítico (0,22) e premix mineral (0,08).

Conclusões

Os níveis crescentes de PB nas dietas não influenciaram os consumos de MS e de NDT, nem a digestibilidade da MS e o desempenho produtivo dos animais, indicando que dietas contendo 10,5% de PB na MS total, podem ser recomendadas na terminação de bovinos zebuínos, com peso vivo inicial vazio próximo de 400 kg.

Referências bibliográficas

- ALVES, D.D. **Desempenho produtivo e características de carcaças de bovinos zebu e cruzados Holandês-zebu (F₁), nas fases de recria e terminação.** Viçosa, MG: UFV, 2001. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal makers: Evaluation of four potential makers. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1476-1483, 1986
- COELHO DA SILVA, J.F., LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes.** Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- FERREIRA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., SILVA, J.F.C. et al. Consumo, conversão alimentar, ganho de peso e características de carcaça de bovinos F1 Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.343-351, 1998.
- HADDAD, C.M. Uréia em suplementos alimentares. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS – URÉIA PARA RUMINANTES, 2, 1984, Piracicaba, . **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1984. p.119-141.
- HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen.** University of Florida. 2000. p. A-25 (Bulletin 339, April-2000).
- ÍTAVO, L.C.V., VALADARES FILHO, S.C., SILVA, F.F. 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**, v.31, n.2 (Suplem.), p.1033-1041, 2002.
- LICITRA, G., HERNANDEZ, T.M., VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.
- MALAFAIA, P.A.M., VALADARES FILHO, S.C., VIEIRA, R.A.M. et al. Determinação e cinética ruminal das frações protéicas de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1243-1251, 1997.
- MERTENS, D.R. Análise de fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 29, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992, p.188.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: **Forage quality, evaluation and utilization.** FAHEY Jr, G.C. (ed.) American Society of Agronomy.

- NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION, 1994. p.450-493.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 ed. National Academy Press. Washinton, D.C. 242p. 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. National Academy Press. Washinton, D.C. 381p. 2001.
- PELL, A.N., SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.10, p.1063-1073, 1993.
- RENNÓ, L.N. **Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia ou dois níveis de proteína**. Viçosa: UFV, 2003. 252p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, F.F., ÍTAVO, L.C., VALADARES FILHO, S.C. et al. Desempenho produtivo de novilhos nelore na recria e terminação com diferentes níveis de concentrado na dieta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000. Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2000. 4p. CD ROM.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 8.0. Viçosa, MG, 1998. (Manual do usuário).
- VALADARES, R.F.D., GONÇALVES, L.C., RODRIGUEZ, N.M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 1. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.26, p.1252-1258, 1997a.
- VALADARES, R.F.D., GONÇALVES, L.C., SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína bruta em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidades e balanço de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1259-1263, 1997b.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2 ed. Cornell University, Ithaca. 1994. 476p.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: Cornell nutrition conference for feed manufactures, 61, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University. 1999. p.176-185.

RESUMO E CONCLUSÕES

O presente estudo foi desenvolvido a partir de dois experimentos realizados na Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro (CEPET), da Universidade Federal de Viçosa, no período de julho a outubro de 2001.

No primeiro experimento avaliaram-se os consumos e as digestibilidades aparentes totais e parciais dos nutrientes, a concentração de amônia e o pH ruminal, a taxa de passagem, o balanço de compostos nitrogenados e a produção de proteína microbiana, em novilhos mestiços Holandês x Zebu, recebendo dietas com diferentes níveis de proteína bruta.

Foram utilizados quatro animais fistulados no rúmen e abomaso, castrados, com peso vivo médio inicial de 487,3 kg, distribuídos num quadrado latino 4 x 4. As dietas, com 10,5; 12; 13,5 e 15% de PB, na base da MS, foram constituídas de 65% de feno de capim-tifton 85 e 35% de concentrado. Cada período experimental teve duração de 20 dias, sendo 10 dias de adaptação, seis dias para coleta de amostras de fezes e digesta de abomaso, um dia para coleta de líquido ruminal para determinação do pH e concentração de amônia, um dia para coleta total de urina, em 24 horas, e dois dias para a coleta de conteúdo ruminal, para determinação da taxa de passagem.

Para estimativa da produção de matéria fecal e do fluxo de digesta de abomaso, utilizou-se o óxido crômico como indicador, administrado em uma dose diária de 15 g, via fístula ruminal. As concentrações de amônia e

pH foram determinadas em amostras de 50 mL de fluido ruminal, coletadas antes e 2; 4; 6 e 8 horas após o fornecimento da dieta. A taxa de passagem foi determinada pelo modelo unicomportamental, utilizando-se o óxido crômico como indicador, ministrado em dose única de 20 g e procedendo-se as coletas de digesta ruminal antes do fornecimento do indicador e 3; 6; 9; 12; 24; 36 e 48 horas após. A taxa de passagem (Kp) foi ainda estimada por meio das equações estabelecidas pelo NRC (2001), para volumosos secos e concentrados: $Kp = 3,362 + 0,479X_1 - 0,007X_2 - 0,017X_3$ e $Kp = 2,904 + 1,375X_1 - 0,020X_2$, respectivamente, sendo X_1 equivalente ao consumo de matéria seca (MS), em % do PV, X_2 , a proporção de concentrado na dieta, em % da MS e X_3 , a concentração de fibra em detergente neutro (FDN) do alimento, em % da MS. Para determinação da produção de proteína microbiana, utilizaram-se as bases purinas presentes no abomaso, como indicador.

Os consumos de MS, matéria orgânica (MO), FDN e nutrientes digestíveis totais (NDT), em kg/dia, não foram influenciados pelos níveis de PB das dietas, apresentando valores médios de 7,69; 7,24; 4,52 e 5,12, respectivamente. Por sua vez, o consumo de proteína bruta (PB) aumentou linearmente com a adição de PB nas dietas, estimando-se acréscimo de 0,0827 kg por percentual de aumento no teor de PB das dietas, enquanto os consumos de extrato etéreo (EE) e dos carboidratos não fibrosos (CNF) apresentaram comportamento inverso, estimando-se decréscimos de 0,00147 e 0,1043 kg, respectivamente. As digestibilidades aparentes totais da MS, MO e PB foram influenciadas pela concentração protéica das dietas, apresentando comportamento linear crescente, registrando-se para as respectivas digestibilidades acréscimos de 2,239; 2,179 e 3,142 kg por unidade percentual de aumento no teor de PB das dietas. As digestibilidades aparentes ruminal e intestinal dos nutrientes não foram afetadas pelos níveis de PB das dietas, exceto a digestibilidade intestinal da PB, que aumentou 2,77 unidades, para cada percentual de aumento na PB das dietas. A concentração de amônia e o pH ruminal foram influenciados apenas pelos tempos de coleta, estimando-se valores máximos de 17,43 mg/dL e 6,54, às 3,62 e 4,17 h após a alimentação, respectivamente. A taxa de passagem da digesta não foi afetada pelas dietas, registrando-se valor médio de 3,69 %/h.

Os fluxos de compostos nitrogenados totais, amoniacaais, não amoniacaais e microbianos presentes no abomaso, que apresentaram, respectivamente, médias de 123,66; 4,00; 199,65 e 88,01 g/dia, não foram afetados pelos níveis de PB das dietas, enquanto o balanço de nitrogênio, expresso em g/dia, aumentou linearmente com o incremento de PB. A eficiência de síntese microbiana não foi influenciada pelos níveis de PB das dietas, observando-se valores médios de 26,06 g Nmic/kg MODR; 28,10 g Nmic/kg CHODR; 371,66 g MSmic/kg CHODR e 112,25 g PBmic/kg NDT.

No segundo experimento, objetivou-se avaliar os consumos e as digestibilidades totais dos nutrientes, o ganho de peso, o rendimento de carcaça e a conversão alimentar, em novilhos submetidos as mesmas dietas do primeiro experimento. Foram utilizados 24 novilhos zebuínos, não castrados, com peso vivo médio inicial de 398,4 kg, distribuídos num delineamento em blocos casualizados, com quatro dietas e seis repetições. O período experimental teve duração de 78 dias, divididos em três períodos de 21 dias, após 15 dias de adaptação.

As digestibilidades aparentes totais dos nutrientes foram estimadas por meio do indicador fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), após o período de incubação *in situ* de 144 horas.

Os consumos de MS, MO, FDN e NDT não foram afetados pelos níveis protéicos das dietas, apresentando valores médios de 10,50; 9,85; 6,08 e 6,68 kg/dia, respectivamente. O consumo de PB aumentou linearmente com a adição de PB nas dietas, estimando-se incremento de 0,0155 kg por unidade percentual de aumento no teor de PB das dietas, enquanto os consumos de EE e CNF reduziram linearmente, estimando-se decréscimos de 0,0169 e 0,0886 kg, respectivamente. As digestibilidades aparentes totais dos nutrientes não foram influenciadas pelas dietas, com exceção para a PB e EE, que apresentaram, respectivamente, aumento de 2,94 % e redução de 1,99 % para cada percentual de aumento na PB das dietas. Os ganhos médios diários de peso vivo, o rendimento de carcaça e a conversão alimentar, também não foram influenciados pelos níveis de PB das dietas, registrando-se, respectivamente, valores médios de 1.074 g/dia, 51,43 % e 10,01.

Com base nos resultados, conclui-se que:

A adição de níveis crescentes de proteína bruta às dietas não alterou os consumos de matéria seca, da fibra em detergente neutro e dos nutrientes digestíveis totais, bem como, o pH e a concentração de amônia ruminal, a eficiência microbiana e a taxa de passagem da digesta. Contudo, resultou em maiores coeficientes de digestibilidade aparente total de MS e PB, sem alterar a digestibilidade ruminal de todos os nutrientes avaliados.

Os níveis crescentes de PB nas dietas não influenciaram os consumos de MS e de NDT, nem a digestibilidade da MS e o desempenho produtivo dos animais, indicando que dietas contendo 10,5% de PB na MS total, podem ser recomendadas na terminação de bovinos zebuínos, com peso vivo inicial vazio em torno de 400 kg.