

JOSÉ ANTONIO OBEID

**DESEMPENHO E PARÂMETROS NUTRICIONAIS DE BOVINOS DE CORTE
ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DE
PROTEÍNA BRUTA**

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
2005

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

T

O12d
2005

Obeid, José Antonio, 1947-

Desempenho e parâmetros nutricionais de bovinos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta. / José Antonio Obeid. - Viçosa: UFV, 2005.

x, 60f : il. ; 29cm.

Orientador: Odilon Gomes Pereira.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografias.

1. Bovino de corte – Nutrição. 2. Bovino de corte - Eficiência microbiana. 3. Carboidratos não fibrosos. 4. Purina na nutrição de bovino de corte. 5. Silagem de milho na nutrição de bovino de corte. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 636.2085

JOSÉ ANTONIO OBEID

**DESEMPENHO E PARÂMETROS NUTRICIONAIS DE BOVINOS DE CORTE
ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DE
PROTEÍNA BRUTA**

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: 29 de setembro de 2005.

Prof. José Maurício de Souza Campos

Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Conselheiro)

Prof^ª. Rilene Ferreira Diniz Valadares

Prof^ª. Karina Guimarães Ribeiro

Prof. Odilon Gomes Pereira
(Orientador)

Ao meu saudoso pai Chahid Sleiman Obeid.

A minha mãe, Luzia Vieira Obeid.

Aos meus irmãos, Paulo César e Sumaia.

Aos meus filhos Wallace e Marcelo.

A minha esposa Lenira Nogueira Obeid.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo Dom da vida e pelas amizades conquistadas.

Ao Departamento de Zootecnia, pelo apoio e pela oportunidade de realização da Pós-Graduação.

Ao professor Odilon Gomes Pereira, pela orientação, companheirismo e amizade.

Ao Conselho Departamental, por possibilitar, e aos professores Sebastião de Campos Valadares Filho, Ricardo Frederico Euclydes, Dilermando Miranda da Fonseca, Odilon Gomes Pereira, José Maurício de Souza Campos, Augusto César de Queiróz, Mário Fonseca Paulino e Aloízio Soares Ferreira, por incentivarem a realização do curso no Departamento de Zootecnia.

Aos colegas da área de Forragicultura, professores Odilon Gomes Pereira e Dilermando Miranda da Fonseca, por terem assumido minha atividades, durante o meu treinamento.

Ao professor Rogério de Paula Lana pela ajuda na revisão do trabalho.

Ao professor Edênio Detmann pela ajuda nas análises estatísticas.

A bolsista Isabela Pena C. de Carvalho, pela colaboração durante as análises laboratoriais.

Ao Dalton Henrique, pela ajuda na informatização dos dados e ao Márvio Lobão, André e ao Daniel Lambertucci, pelos inúmeros socorros prestados na parte de informática, durante a digitação da Tese.

Aos funcionários da Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro-CEPET, em especial, ao técnico Agrícola José Maria.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia da UFV, em especial, ao Joécio, Fernando e Monteiro.

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

BIOGRAFIA

JOSÉ ANTONIO OBEID, filho de Chahid Sleiman Obeid e Luzia Vieira Obeid, nasceu em 30/09/1947, em Viçosa, Minas Gerais.

Em dezembro de 1970, graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais.

Em janeiro de 1971, ingressou na ACAR-MG, atual EMATER-MG.

Em março de 1972, iniciou a 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 setembro de 1973.

Em outubro de 1973, ingressou na Universidade Federal de Viçosa, trabalhando como pesquisador e, posteriormente, como diretor da Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro – CEPET.

Em 1978, ingressou no Departamento de Zootecnia da UFV, como professor colaborador, tendo passado à carreira de magistério em 1980.

Em 1985, foi nomeado Coordenador do Grupo Tarefa Universitário – GTU, Campus Avançado de Altamira, Altamira, Pará.

A partir de 1991, foi designado membro da Comissão Estadual de Sementes e Mudas de Minas Gerais - Subcomissão de Forrageiras.

Em 1992, foi designado Presidente do Conselho de Extensão, atual Pró-reitoria de Extensão e Cultura da Universidade Federal de Viçosa.

Em 1994, acumulou com o cargo anterior, a função de Diretor do Centro de Ensino de Extensão da Universidade Federal de Viçosa (CEE).

Em março de 2003, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na UFV, concentrando seus estudos na área de Forragicultura e Pastagens.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO.....	vi
ABSTRACT	ix
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12
CAPÍTULO 1 – Consumo, Digestibilidade, Produção Microbiana e Parâmetros Ruminais de Bovinos de Corte Alimentados com Dietas Contendo Diferentes Níveis de Proteína Bruta.....	18
Resumo	18
Abstract	20
Introdução	21
Material e Métodos	22
Resultados e Discussão	27
Conclusões.....	35
Referências Bibliográficas	36
CAPÍTULO 2 – Níveis de Proteína Bruta em Dietas de Bovinos de Corte: Consumo, Digestibilidade e Desempenho Produtivo.....	40
Resumo	40
Abstract	41
Introdução	42
Material e Métodos	44
Resultados e Discussão	49
Conclusões.....	55
Referências Bibliográficas	56
CONCLUSÕES GERAIS.....	60

RESUMO

OBEID, José Antonio, D.S., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2005.

Desempenho e parâmetros nutricionais de bovinos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta.

Orientador: Odilon Gomes Pereira. Conselheiros: Sebastião de Campos Valadares Filho e Dilermando Miranda da Fonseca.

O estudo envolveu dois experimentos realizados na Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro- CEPET, da Universidade Federal de Viçosa, no período de abril a agosto de 2003. No primeiro experimento avaliou-se os consumos, as digestibilidades aparentes totais e parciais dos nutrientes, o pH e a concentração de amônia ruminal, o balanço de compostos nitrogenados, a produção de proteína microbiana e a eficiência microbiana em novilhos mestiços Holandês x Zebu, alimentados com dietas contendo quatro níveis de proteína bruta (PB). Foram utilizados quatro animais mestiços Holandês x Zebu, castrados, com peso corporal inicial (PVI) médio de 343,5 kg, fistulados no rúmen e no abomaso, distribuídos em um quadrado latino 4x4. As dietas foram constituídas de 60% de silagem de milho e 40% de concentrado, com base na matéria seca. Os tratamentos foram constituídos de dietas com níveis crescentes de proteína bruta (9; 11; 13 e 15% de PB na MS total). Cada um dos quatro períodos experimentais teve a duração de 18 dias, sendo 10 dias para adaptação às dietas e oito dias para coletas. O pH ruminal e o N-amoniaco foram mensurados imediatamente antes e 2, 4 e 6 horas após a alimentação. Para determinação da excreção fecal foi utilizado o óxido crômico como indicador. Para determinação da produção de proteína microbiana, utilizou-se como indicador os derivados de purinas presentes na urina. Os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN) e de nutrientes digestíveis totais (NDT), independentemente da forma de expressão, não foram influenciados pelos níveis de PB das dietas. Houve aumento linear ($P<0,05$) dos consumos de PB e de extrato etéreo (EE), expressos em kg/dia, com o aumento dos níveis de PB nas dietas. Por outro lado, o consumo de carboidratos não fibrosos (CNF), decresceu linearmente ($P<0,05$) com a elevação dos níveis de PB nas dietas. As digestibilidades aparentes totais de MS, MO, EE, FDN e CNF e não foram

influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de PB das dietas. O coeficiente de digestibilidade aparente total da PB aumentou linearmente com a elevação dos níveis de PB nas dietas. Não foi observado efeito de dietas ($P>0,05$) sobre os coeficientes de digestibilidade aparente ruminal e intestinal dos nutrientes, exceto para a FDN que aumentou linearmente ($P<0,05$). A concentração de amônia ruminal (mg/dL de $N-NH_3$) e o pH foram influenciados ($P<0,05$) pelos tempos de coleta e pelos níveis de PB das dietas, com valores mínimo e máximos para amônia de 11,01 e 19,96, nos tempos 1,74 e 5,8 horas após a alimentação, respectivamente, enquanto o pH variou de 5,72 a 6,56. A taxa de passagem estimada (kp) não foi influenciada ($P>0,05$) pelos níveis de PB, apresentando valor médio de $0,044 \pm 0,02/h$. O fluxo de compostos nitrogenados (N) e o balanço de nitrogênio não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de PB das dietas, apresentando os seguintes valores médios de 147,92; 55,66; 22,65 e 69,59 g/dia para N ingerido, N excretado nas fezes, N excretado na urina e para o balanço de nitrogênio, respectivamente. A síntese de compostos nitrogenados microbianos (g/dia) e a eficiência microbiana (g PBmic/kg NDT) não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos níveis de PB, apresentando valores médios de 93,38 e de 99,41 g, respectivamente. Num segundo ensaio, avaliou-se os consumos, as digestibilidades aparentes dos nutrientes, o ganho em peso, a conversão alimentar e o rendimento de carcaça de novilhos Zebuínos, alimentados com dietas com diferentes níveis de PB. Foram utilizados 24 animais, de peso corporal inicial médio de 381,6 kg, distribuídos em um delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas mesmas dietas e relação volumoso:concentrado, descritas no experimento 1. O período experimental foi de 84 dias, dividido em três períodos de 28 dias, após 15 dias de adaptação. Os consumos diários de MS (kg/dia e % do PV) e de MO (kg/dia) não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de PB das dietas, apresentando valores médios de 9,18 kg/dia e de 2,1% do peso corporal para a MS, e de 8,89 kg/dia para o consumo de MO. Os consumos de PB e de EE (kg/dia) aumentaram linearmente ($P<0,05$) com a elevação dos teores de PB das dietas. Os consumos de CNF e de FDN, este, independentemente de sua forma de expressão (kg/dia ou % PV), não foram influenciados ($P>0,05$) pelas dietas. As

digestibilidades aparentes totais de MS, MO, EE e FDN não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos níveis de PB das dietas, apresentando médias de 70,61; 71,60; 72,06 e 43,65%, respectivamente. Os coeficientes de digestibilidade aparente total da PB aumentaram linearmente ($P<0,05$) com o aumento dos níveis de PB das dietas. A taxa de passagem (K_p) estimada não foi influenciada ($P>0,05$) pelos níveis de PB das dietas, resultando em valor médio de $0,0460 \pm 0,001/h$. Os ganhos médios diários (GMD) e a conversão alimentar (CA) apresentaram resposta quadrática aos níveis crescentes de PB, que, entretanto, não influenciou ($P>0,05$) o rendimento de carcaça (RC). Pode-se recomendar para novilhos de corte em fase de acabamento (peso corporal médio inicial de 382 kg), dietas com 12% de PB por proporcionar maior ganho em peso.

ABSTRACT

OBEID, José Antonio. Universidade Federal de Viçosa, September, 2005.
Production and nutritional parameters of beef cattle diets fed with different crude protein levels. Adviser: Odilon Gomes Pereira.
Committee members: Sebastião de Campos Valadares Filho and Dilermando Miranda da Fonseca.

Two experiments were developed for the conclusion of the present work, at Capinópolis-MG, from April to August of 2003. In the first experiment, it was aimed to evaluate the intake and total apparent and partial digestibility of nutrients, the pH and the ruminal ammonia concentration, passage rate, nitrogen compounds balance, microbial protein production and efficiency of microbial synthesis in beef cattle receiving diets containing 9, 11, 13 and 15% of crude protein. Corn silage and concentrate was utilized in 60:40 proportion, in dry matter basis. Four crossbred (HxZ), rumen and abomasum fistulated steers, averaging 343.5 kg live weight, were assigned to a 4x4 Latin Square. Each experimental period last 18 days, being 10 days of adaptation to the diets and 8 days of collections. The chromic oxide was used as marker to estimate the fecal and abomasal dry matter flows, and the microbial efficiency was determined with urine purine bases. 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 and ether extract (EE) intakes increased ($P<0.05$) and non-fibrous carbohydrate (NCF) intake decreased ($P<0.05$) with the increment of dietary CP. The total apparent digestibilities of CP increased linearly ($P<0.05$) with the dietary protein concentration. The intestinal and ruminal nutrient digestibilities were not affected ($P>0.05$) by dietary CP levels, except for the NDF intestinal digestibility, that increased 2.66 units for each percent of dietary CP. Ammonia concentration (N-NH_3 mg/dL) and ruminal pH were influenced ($P<0.05$) by collection times and CP levels, with minimum and maximum values of 11.01 and 19.96 at 5.8 and 1.74 hours after feeding respectively, and the ruminal pH values of 5.72 at 6.56. The digest passage rate was not affected by the diets, being recorded the mean value of 0.044/h. The nitrogen flows and the nitrogen balance were not affected ($P>0.05$)

by diets, being recorded means of 147.92; 55.66; 22.65 e 69.59 g/day for ingested N, fecal N excretion, urinary N excretion and nitrogen balance, respectively. The microbial nitrogen compounds (Nmic) and the efficiency of microbial synthesis (Emic), were not also affected ($P>0.05$) by the dietary CP (93.38 g/day and 99.41 g CPmic/kg TDN, respectively). The second trial was designed to evaluate the intake and total apparent digestibility of nutrients, passage rate, average daily gain, carcass yield and feed conversion in beef cattle fed diets containing four dietary crude protein (CP) levels (9, 11, 13 and 15%), corn silage:concentrate ratio of 60:40, in dry matter basis. There were used 24 non-castrated growing Zebu allotted to randomized blocks desing with four treatments and six replications. The experiment lasted 84 days, divided in three periods of 28 days, after 15 days of adaptation. The fecal production was estimated by indigestible acid detergent fiber (IADF), after *in situ* incubation period of 144 hours. The DM, OM, NDF and NFC intakes and Kp were not influenced ($P>0.05$) by the dietary protein levels. The CP and EE intakes were increased ($P<0.05$) by the dietary protein levels. No significant differences ($P>0.05$) were observed for total tract apparent digestibilities of DM, OM, EE and NDF, NFC. However, a significant dietary effect was detected ($P<0.05$) for CP. The average daily gain and feed conversion were also influenced ($P<0.05$) by the diets, whereas the carcass yeld was not influenced. Based on these results it is recommended 1.1 kg of CP (12% of CP) and 0.684 kg/day of PDR in the dietary dry matter.

INTRODUÇÃO GERAL

A pecuária de corte é uma das principais atividades econômicas no Brasil e baseia-se na exploração de pastagens, que constituem a maneira mais prática e econômica de alimentação de bovinos. No entanto, a estacionalidade de produção de forragem, gerada por elementos climáticos, estabelece dois períodos distintos durante o ano: um favorável ao crescimento das plantas forrageiras, com elevadas precipitações pluviométricas e temperaturas e, um período desfavorável, que limita o crescimento, a disponibilidade e a qualidade da forragem, com reflexos diretos no desempenho dos animais. Deste modo, a alimentação de bovinos em confinamento, surge como uma das alternativas para contornar a escassez de forragem, sendo uma prática bastante utilizada na fase de terminação. Além disso, propicia a redução da idade de abate dos animais, a melhoria da qualidade de carcaça, o aumento da oferta de carne na entressafra e maior rentabilidade para a exploração

Dentre os fatores de custo da engorda de bovinos, em sistema de confinamento, destacam-se os alimentos, principalmente os concentrados e, em especial, as fontes protéicas. Neste contexto, é necessário um aprimoramento na concepção de concentrados protéicos, que aliem maior desempenho e custos mais baixos. Apesar da vasta literatura relacionada à suplementação protéica de ruminantes, no geral, os resultados da avaliação de curvas de respostas de bovinos de corte, em confinamento, a níveis de proteína bruta na dieta são contraditórios (Poppi & McLennan, 1995).

A produtividade de bovinos de corte depende, dentre outros fatores, da genética do animal e do consumo de nutrientes. O consumo é função do animal (peso corporal e sua variação, nível de produção, estado fisiológico e tamanho), do alimento (teor de nutrientes, densidade energética, fibra, necessidade de mastigação, capacidade de enchimento, dentre outros), das condições de alimentação (disponibilidade de alimento, espaço no cocho, tempo de acesso ao alimento e frequência de alimentação), além do clima (Mertens, 1994) e de vários outros mecanismos inter-relacionados (Van Soest, 1994). Mertens (1992) afirmou que o consumo voluntário do animal é regulado por três mecanismos: o

fisiológico, em que a regulação ocorre 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.

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 falta ou excesso de proteína na dieta pode levar à redução do consumo, a primeira devido à baixa digestão da fibra e, a segunda pela toxidez causada pelo excesso de liberação de amônia. Segundo Valadares (1997), quando o suprimento de nitrogênio, originário da proteína da dieta ou da reciclagem endógena, não atende às exigências dos microrganismos do rúmen, pode ocorrer limitação do crescimento microbiano, reduzindo a digestibilidade da parede celular e o consumo, acarretando baixo desempenho animal.

De fato, Valadares et al. (1997), ao avaliarem níveis de proteína em dietas de bovinos, verificaram que o nível de 7,0% de proteína bruta (PB) na matéria seca (MS) foi insuficiente para promover adequado crescimento microbiano, resultando em diminuição do consumo. Por outro lado, Ítavo et al. (2002), estudando o consumo e a digestibilidade de nutrientes em novilhos Nelore, nas fases de recria e terminação, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína PB, não verificaram diferença no consumo de nutrientes.

Faria & Huber (1984), ao aumentarem a PB da dieta à base de silagem de milho de 8,1 para 13,3%, com a adição de uréia, constataram que o consumo de MS, por novilhos de aproximadamente 340 kg, aumentou em 13%. Esse aumento de consumo, com a adição de uréia, foi atribuído a maior taxa de passagem da digesta e à tendência de redução da digestibilidade da MS. Segundo o NRC (1984), o aumento do consumo pode reduzir a degradação da proteína no rúmen, em decorrência do menor tempo de retenção. Além disso, níveis altos de consumo podem provocar o abaixamento do pH ruminal, reduzindo a atividade bacteriana e a atividade proteolítica.

Cavalcante et al. (2005a), trabalhando com níveis crescentes de PB (10,5; 12,0; 13,5 e 15,0%) e utilizando novilhos mestiços HZ de peso médio de 488 kg, fistulados no rúmen e no abomaso, não encontrou diferenças no consumo de MS, FDA, FDN e NDT, bem como no pH e na concentração de amônia ruminal e na taxa de passagem da digesta. Entretanto, houve aumento nos coeficientes de digestibilidade aparente total da MS e PB, sem alterar a digestibilidade ruminal dos nutrientes avaliados.

A quantidade de nitrogênio ingerida e presente no duodeno pode ser influenciada por diversos fatores, como teor e solubilidade da proteína da dieta, fontes de N de origem endógena, quantidade da matéria orgânica digestível da dieta, tratamento ao qual a proteína dietética foi submetida antes da alimentação e pela absorção de N pelo rúmen, principalmente, sob a forma amoniacal. Russell et al. (1992) afirmaram que a degradação dos alimentos no rúmen pode ter grande efeito sobre os produtos finais da fermentação e sobre o desempenho animal, demonstrando serem as alterações nas taxas de degradação dos alimentos determinantes do desperdício de N como amônia, quando a taxa de degradação da proteína excede a taxa de fermentação dos carboidratos; da redução da síntese microbiana, quando a taxa de fermentação dos carboidratos excede a taxa de degradação de proteína; do enchimento do rúmen, quando os alimentos são degradados muito lentamente, e do escape de nutrientes à fermentação ruminal, quando a taxa de degradação é rápida.

Considerando que o suprimento de proteína microbiana sintetizada no rúmen, na maioria das vezes, não é suficiente para atender às exigências de crescimento, então, na formulação de rações, além do conhecimento da quantidade de proteína, é importante saber quanto desta proteína será degradada no rúmen (PDR) para fornecer compostos nitrogenados indispensáveis ao crescimento microbiano, e quanto passará para o intestino delgado (PNDR) para suplementar a proteína no caso desta não ser suficiente para atender a demanda dos tecidos, e para os processos metabólicos relacionados às atividades de manutenção e produção (NRC, 2001).

Segundo Galyean (1996), os dados de desempenho animal apresentados nas pesquisas mais recentes, foram mais consistentes quando utilizadas fontes de PB degradáveis. Aliás, Old & Garrett (1984) já haviam

afirmado que, dietas com alta concentração de proteína não degradável, podem limitar o crescimento microbiano e a síntese de proteína, porque a degradação ruminal e a utilização de proteína e carboidratos da dieta, de forma simultânea, são necessárias para o ótimo crescimento microbiano.

Avaliando cinco rações isoprotéicas (24% de PB) e diferentes níveis de degradabilidade da PB no rúmen (81; 70; 60; 52 e 45%), Araújo et al. (1995) verificaram que os consumos voluntários de MS, expressos em k g/dia, % PV e g/kg^{0,75}, não diferiram entre os tratamentos, porém, maiores coeficientes de digestibilidade foram observados nos primeiros níveis. Resposta semelhante para o consumo de MS foi obtida por Hess et al. (1994), ao analisarem feno de alfafa, farelo de glúten de milho e farelo de algodão, como fontes protéicas para bovinos de corte de aproximadamente 295 kg de peso. Por outro lado, a cinética da digestão e da passagem de fluido ruminal, bem como a taxa de digestão da FDN foram influenciadas pela suplementação protéica, porém, não pelo tipo de proteína.

Köester et al. (1996) determinaram a quantidade de proteína dietética degradável necessária para maximizar o consumo de matéria orgânica digestível, em vacas de corte recebendo forragem de baixa qualidade, e os efeitos sobre a fermentação e a digestibilidade, utilizando cinco níveis de suplementação com caseinato (0, 180, 360, 540 e 720 g/dia). O consumo de MO apresentou comportamento quadrático com a suplementação, alcançando pico no nível de 540 g/dia de caseinato de sódio. A digestão da MO e da FDN aumentou com a utilização de 180 g/dia, enquanto o fluxo de N microbiano e a eficiência aumentaram linearmente. Enfim, a suplementação com níveis crescentes de proteína degradável, até aproximadamente 11% da MS, melhorou a utilização da forragem, uma vez que o consumo de MO digestível e a eficiência de uso da energia metabolizável foram maximizados. Observaram ainda, que a adição de proteína não degradável aumenta o fluxo de N para o intestino delgado, podendo contribuir positivamente para a resposta de consumo, e que, os incrementos no consumo voluntário de forragens de baixa qualidade, com a suplementação de N, freqüentemente estão associados com aumentos nas taxas de passagem e de digestão da forragem. Por outro lado, os aumentos nas taxas de passagem resultam num menor tempo de retenção da

MO no rúmen, o que pode ocasionar declínio na digestibilidade da FDN, pois haverá menor tempo para a ação dos microrganismos celulolíticos. Segundo Van Soest (1994), concentrações de PB acima de 7% não influenciam o consumo, entretanto, o declínio da ingestão de MS ocorre em dietas contendo valores abaixo de 7 % de PB na matéria seca.

Huntington et al. (2001) afirmaram que a quantidade ou a degradabilidade da proteína da dieta afeta o metabolismo da uréia em bovinos, o que pode ser evidenciado pelas mudanças nas concentrações de nitrogênio da uréia no plasma e na urina. A utilização de promotores de crescimento também afeta o metabolismo da uréia, uma vez que interagem com a proteína bruta, aumentando o ganho de peso e reduzindo a excreção de uréia, especialmente, quando se utilizam elevados níveis de proteína.

Utilizando quatro concentrações de PB (11,9; 16,7; 18,1 e 20,1%) com quantidades similares de EM (2,4 Mcal/kg), Gabler et al. (1999) avaliaram a relação entre PB e energia metabolizável (EM) sobre o desaparecimento de MS *in situ*, amônia ruminal, excreção de N e excreção urinária de derivados de purina em bovinos. O desaparecimento *in situ* da MS apresentou comportamento quadrático, enquanto a amônia ruminal, o N da uréia no plasma e a excreção de derivados de purina na urina, aumentaram linearmente. Desta forma, pode-se inferir que, para utilização ótima de N pelos bovinos de corte, aspectos relacionados com a digestão e a absorção de compostos nitrogenados, bem como a demanda para produção do animal, devem ser levados em consideração, sendo as concentrações de N uréia no sangue, plasma, soro, leite ou na urina reconhecidas como medidas úteis do *status* de proteína ou de nutrição protéica de ruminantes. Salienta-se, entretanto, que Hoffman et al. (2001) mencionaram que o aumento dos níveis de PB na dieta deve ser analisado não apenas em relação aos benefícios, mas também em relação aos problemas, principalmente quanto ao aspecto ambiental, uma vez que animais que recebem dietas com excesso de proteína, excretam grande quantidade de N na urina e fezes.

O estabelecimento de condições adequadas para a otimização da fermentação no rúmen requer o atendimento das exigências da população microbiana. Por outro lado, a síntese de proteína microbiana e o crescimento de

microrganismos do rúmen dependem do adequado suprimento de energia e de N para a síntese e a assimilação de aminoácidos. Old & Garrett (1984) verificaram redução na eficiência de utilização da proteína à medida que elevaram o nível deste nutriente na ração, e que os animais alimentados com dietas ricas em proteína, acumularam maiores quantidades de proteína comparados aos alimentados com nível protéico deficiente.

Para Sniffen & Robinson (1987), além da quantidade de carboidratos não estruturais, dos alimentos ricos em gordura e da quantidade de proteína na dieta, as fontes de proteína também afetam a síntese de proteína microbiana, e os fluxos de frações de N para o duodeno. Eles afirmaram ainda que, em dietas com altos níveis de carboidratos fermentescíveis, a proteína pode ser fator limitante para o crescimento microbiano. Embora a eficiência da síntese de produção microbiana possa ser aumentada pela manipulação da fermentação ruminal, parece existir um ponto no qual a taxa máxima é obtida, ou seja, 23 g de proteína/100g matéria orgânica digestível (MOD). Isto, provavelmente, se deve à saturação dos sistemas enzimáticos bacterianos responsáveis pela incorporação do grupo amino, durante a síntese de novos aminoácidos. A partir desse ponto, toda proteína em excesso que chegar ao rúmen será degradada e perdida como amônia. Dessa forma, o aumento da eficiência de crescimento bacteriano pode ser obtido por meio de menores concentrações de amônia.

A proteína afeta tanto a fermentação ruminal como a produção microbiana de MS por unidade de carboidrato fermentado, sendo que a quantidade de proteína disponível no rúmen necessária para otimizar o crescimento microbiano pode, sob algumas condições, ser próxima de 14 a 15% da MS da dieta. O crescimento dos microrganismos no rúmen é também influenciado por fatores químicos, fisiológicos e nutricionais, sendo o pH e taxa de *turnover* os principais componentes químicos e fisiológicos modificadores da fermentação ruminal: ambos são afetados pela dieta e outras características como nível de consumo, estratégia de alimentação, qualidade da forragem e relação volumoso:concentrado (Hoover & Stokes, 1991).

A concentração ótima de amônia ruminal para maximizar a síntese de proteína microbiana é controversa. Satter & Slyter (1974) relataram que em condições *in vitro*, 5 mg/dL de N-amoniaco seria suficiente para maximizar a

síntese de proteína microbiana. De acordo com Cameron et al. (1991), quando o crescimento microbiano é limitado pela concentração de amônia ruminal, a suplementação com uréia aumenta a concentração de amônia no fluido ruminal, melhorando a eficiência de síntese microbiana e, conseqüentemente, a passagem de PB de origem bacteriana para o intestino delgado.

O pH ruminal é um dos principais fatores que interferem diretamente no crescimento microbiano. Segundo Hoover & Stokes (1991), os microrganismos presentes no rúmen crescem bem em pH de 5,5 a 7,0, sendo o valor ótimo próximo a 6,5. A hidrólise da uréia a CO_2 e NH_3 no rúmen, pode levar ao efeito tampão potencial, via amônia. Provavelmente, o aumento do consumo observado em alguns experimentos com o aumento da suplementação de N degradável, reflete esse efeito tampão. No entanto, mensurações desses efeitos da uréia ou da suplementação de N degradável sobre o pH ruminal são limitadas.

Pesquisas envolvendo a composição dos alimentos concentrados sobre o consumo de volumosos têm mostrado que a maior rapidez na fermentação do amido em relação aos constituintes da parede celular é a principal causa da redução do pH ruminal. Entretanto, quando o concentrado constitui menos que 50% da dieta o seu efeito é pequeno sobre o pH do rúmen, influenciando pouco na taxa de degradação de MS de silagens (Huhtanen, 1993).

Considerando a importância da fermentação microbiana nos ruminantes, é essencial a avaliação do N disponível a ser absorvido pelo animal. Segundo Clark et al. (1992), para avaliar o N que chega ao intestino delgado e que inclui, principalmente, o N dietético não degradado e o N microbiano (diferenciados com o uso de indicadores microbianos), têm sido usado os compostos não amoniacais (NNA) presentes no abomaso. Relataram, ainda, que cerca de 59% da proteína que chega ao ID é de origem microbiana e que até mesmo a totalidade da exigência de proteína metabolizável para bovinos de corte pode ser atendida pela proteína microbiana.

Russel et al. (1992) encontraram crescimento microbiano máximo de 0,4g de MS microbiana por grama de carboidrato degradado no rúmen (CHODR). Valores de 502,20 e 652,88 (Tibo et al., 2000) e de 520,97 e 558,82

g. MSmic/kg de CHODR (Cardoso et al., 2000) foram registrados para dietas com 37,5 e 50% de concentrado, respectivamente.

Considerando a importância da proteína microbiana para o metabolismo protéico dos ruminantes, a determinação de seu fluxo, sob diferentes condições dietéticas, é fundamental para o atendimento dos requisitos em aminoácidos absorvidos. Para tanto, o uso dos derivados de purinas, como indicador metabólico para estimar a síntese microbiana no rúmen, parece ser eficiente e de fácil realização (Fujihara et al., 1987). A técnica assume que o fluxo duodenal de ácido nucléico é essencialmente de origem microbiana e que, após a digestão intestinal das bases purinas (adenina e guanina) microbianas, elas são catabolizadas e excretadas proporcionalmente à quantidade absorvida.

Em bovinos, a alantoína e o ácido úrico constituem 98% dos derivados de purinas excretados na urina, uma vez que, a xantina e a hipoxantina são convertidas a ácido úrico por ação da xantina oxidase (Rennó et al., 2000).

Considerando a existência da relação entre o fluxo duodenal de bases purinas e a excreção urinária dos derivados de purina (Gonzalez-Ronquillo et al., 2003), o fluxo de N microbiano pode ser calculado a partir das purinas absorvidas, que são estimadas a partir da excreção dos derivados de purinas (Chen & Gomes, 1992). Apesar de não ser completa a recuperação das purinas absorvidas, Rennó et al. (2000) constataram que a produção de proteína microbiana, obtida por meio dos derivados de purinas na urina ou pelos derivados de purinas no abomaso, foi semelhante e que o método de excreção urinária de derivados de purinas pode ser utilizado para estimar a produção de proteína microbiana.

A avaliação da excreção diária de bases purinas requer coleta total de urina, em períodos de 24 a 120 horas, entretanto, pesquisas têm sido desenvolvidas para estimar o volume de excreção diária de urina e de derivados de purina a partir de uma única coleta diária de urina, denominada de amostra spot (Valadares et al., 1999; Oliveira et al., 2001).

A creatinina formada no músculo é um resíduo metabólico excretado constantemente e em grande quantidade pelos rins. Sua produção e excreção diária é função da massa muscular e, portanto, proporcional ao peso do animal (Koren, 2000). Assim, ao se determinar a excreção diária de creatinina em

função do peso do animal e, considerando a concentração de creatinina constante ao longo do dia, pode-se estimar o volume urinário excretado diariamente a partir da concentração de creatinina contida em uma amostra de urina coletada de um animal de peso conhecido. Como a excreção de creatinina é pouco afetada pelos ingredientes da dieta (Oliveira et al., 2001; Rennó et al., 2003), não são esperadas variações devidas à dietas, podendo-se coletar uma única amostra de urina, denominada de amostra *spot*. Determinada a concentração de creatinina, pode-se estimar o volume urinário e a excreção de outros compostos urinários. Valadares et al. (1999) afirmaram que a coleta *spot* para quantificar o volume diário de urina e a produção de N microbiano com base na excreção de creatinina, foi semelhante à coleta total. Também Chizzotti (2004) não obteve diferenças entre as médias de volume urinário, excreção de uréia e de derivados de purinas, quando a urina foi obtida via coleta total ou estimada pela coleta *spot*.

A produção animal, especificamente a de bovinos de corte, é definida pelo ganho de peso (kg/dia) e determinada pelo consumo diário de matéria seca digestível ou pelo consumo diário de energia líquida, desde que a dieta contenha proteína e minerais em proporções adequadas ao nível de energia. Segundo Owens et al. (1993), o ganho em peso é definido como o aumento da massa de tecidos, envolvendo tanto os mecanismos de multiplicação (hiperplasia) quanto o aumento do tamanho das células (hipertrofia). Para Poppi & McLennan (1995), o ganho em peso depende do suprimento de aminoácidos e de substratos energéticos liberados para os tecidos até o limite genético para síntese de proteína que, provavelmente, nunca será alcançado quando os animais se alimentam apenas de pasto proveniente de gramíneas tropicais. O suprimento de aminoácidos, por sua vez, depende do teor de proteína da dieta, de sua transferência líquida para o intestino via rúmen, na forma de proteína dietética não degradada e de proteína microbiana, e de sua absorção no intestino delgado. Por outro lado, a deposição de proteína depende da eficiência de uso da proteína absorvida, que é dependente da disponibilidade de energia e da limitação de aminoácidos essenciais.

Segundo Winchester et al. (1957), para animais jovens, uma vez mantidas as rações isocalóricas, os níveis de proteína influenciarão as

variações nos ganhos em peso. Essa afirmação foi corroborada por Andrade et al. (1980), utilizando animais zebuínos com aproximadamente 12 meses de idade e 213,57 kg, confinados durante 171 dias. Porém, quando os animais foram confinados por maior período e em idades mais avançadas (20 meses), o mesmo não foi observado, provavelmente porque os animais atingiram um grau de desenvolvimento e acabamento mais precocemente, tornando a relação gordura:músculo mais elevada, diminuindo assim, as exigências de proteína proporcionalmente ao peso atingido, a intensidade e a composição do peso.

Cavalcante et al. (2005b) verificaram que níveis crescentes de PB (10,5; 12,0; 13,5 e 15,0%) nas dietas não influenciaram os consumos de MS e NDT nem a digestibilidade da MS e o desempenho produtivo, indicando que dietas com 10,5% de PB na MS total podem ser recomendadas para o acabamento de novilhos zebuínos com peso inicial vazio próximo de 400 kg.

Braga (1977), estudando dietas com diferentes ofertas de PB (0,69; 0,62 e 0,55 kg/dia de PB) e fontes de energia (fubá de milho e melaço desidratado) para novilhos mestiços de 255 kg, em confinamento, não observou melhora no ganho em peso. A ausência de resposta foi atribuída a formação de elevado nível de amônia no rúmen que, por deficiência aparente de energia digestível, afetou a eficiência de retenção do N, ou impôs ao animal o uso suplementar da energia para a síntese e a excreção de uréia.

Diferente dessas respostas, a suplementação protéica a alimentos volumosos de baixa qualidade resulta no aumento substancial do ganho em peso. Há menos efeito quando se utiliza forragem de alta qualidade (forragem com elevado teor de PB), com incremento no ganho em peso de até 300 g/dia (Poppi & McLennan, 1995). Robinson et al. (1994), citados pelo NRC (1996), encontraram aumentos significativos no balanço de N em novilhos alimentados com rações com níveis protéicos acima das exigências do NRC (1984). Poppi & McLennan (1995), citaram o trabalho de McLennan et al. (dados não publicados), no qual avaliaram a resposta de novilhos alimentados com feno de *Chloris gayana* Kunt e quantidades crescentes de farelo de algodão (0 a 1,5 kg/dia). O ganho em peso aumentou linearmente com a suplementação farelada de 0,1 para 0,95 kg/dia. Silva et al. (2005) avaliaram o desempenho produtivo de novilhos Nelore na recria e na terminação, alimentados com

diferentes níveis de concentrado (20; 40; 60 e 80%) e de PB (14 e 17%). Na recria, o maior percentual de PB proporcionou maior consumo de MS, PB, FDN e ganho médio diário, enquanto na terminação, apenas o consumo de PB foi maior nas dietas com 17% de PB.

Mbongo et al. (1994), citados por Poppi & McLennan (1995), suplementando novilhos de 272 kg com níveis crescentes de caseína tratada com formaldeído (0, 150, 300 e 500 g/dia de PB), em pasto de *Setaria anceps*, verificaram ganhos em peso vivo de 780, 1020, 900 e 240 g/dia, respectivamente. A redução do ganho de peso nos níveis mais elevados de PB, possivelmente, foi consequência do catabolismo do excesso de proteína.

Hoffman et al. (2001) estudaram o efeito de dietas com níveis protéicos crescentes (8, 11, 13 e 15% de PB) sobre o balanço de nitrogênio e o crescimento de novilhas holandesas de 400 kg. Os autores observaram relação quadrática entre o ganho em peso e os níveis de PB da dieta, bem como das digestibilidades da MS, MO e PB, com valores máximos no nível de 13%. Quanto ao balanço de nitrogênio, verificaram resposta linear positiva do consumo de N, N fecal, N urinário e N absorvido aos níveis de PB da dieta.

O rendimento é o primeiro índice considerado no estudo de carcaças bovinas, expressando a relação percentual entre o peso da carcaça e o peso do animal. O rendimento de carcaça pode aumentar com o peso ao abate e com nível de engorda (Ferreira et al., 1999). Esses autores, ao estudarem o efeito de diferentes níveis de concentrado, em dietas cujos valores de PB variaram de 8,48 a 16,9% na MS sobre o desempenho de bovinos cruzados (Simental x Nelore), verificaram efeitos lineares negativos sobre a conversão alimentar e positivos sobre os ganhos médios diários em peso, peso corporal vazio e peso de carcaça.

Face ao exposto, foram conduzidos dois experimentos objetivando-se avaliar os consumos e as digestibilidades aparentes dos nutrientes, o pH e a concentração de amônia ruminal e a produção de proteína microbiana (Experimento 1), o ganho em peso, a conversão alimentar e o rendimento de carcaça de bovinos de corte (Experimento 2) recebendo dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta.

Os capítulos 1 e 2 foram escritos em consonância com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, P.; VIEIRA, P.F.; ROSA, L.C.A. et al. Utilização de diferentes níveis de proteína e fontes de fósforo na alimentação de bovinos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.9, n.2, p.260-270, 1980.
- ARAÚJO, G.G.L.; COELHO DA SILVA, J.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Efeito da degradabilidade da proteína sobre consumo e digestão de matéria seca, matéria orgânica e carboidratos estruturais, em vacas lactantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.24, n.3, p.371-381, 1995
- BRAGA, E. **Níveis de proteína e fontes de energia para novilhos mestiços em confinamento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 55p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 1977.
- CAMERON, M.R.; KLUSMEYER, T.H.; LYNCH, G.L. et al. Effects of urea and starch on rumen fermentation, nutrient passage to the duodenum, and performance of cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.4, p.1321-1336, 1991.
- CARDOSO, R.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Síntese microbiana, pH e concentração de amônia ruminal e balanço de compostos nitrogenados, em novilhos F1 Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1844-1852, 2000.
- CAVALCANTE, M.A.B.; PEREIRA O.G.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. Níveis de proteína bruta em dietas de bovinos de corte: parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2005a. (Prelo)

- CAVALCANTE, M.A.B.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: consumo, digestibilidade total e desempenho produtivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 03, p. 711-719, 2005b.
- CHEN, X.B.; GOMES, M. J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details. (Occasional publication). **INTERNATIONAL FEED RESOURCES UNIT**. Bucksburn, Aberdeen: Rowett Research Institute. 21p., 1992.
- CHIZZOTTI, M. L. **Avaliação da casca de algodão para novilhos de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e vacas leiteiras**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 2004. 132p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2004.
- CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein syntheses and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2304-2323, 1992.
- FARIA, V.P.; HUBER, J.T. Effect of dietary protein and energy levels on rumen fermentation in Holstein steers. **Journal of Animal Science**, v.58, n.2, p.452-459, 1984.
- 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, 1999.
- FUJIHARA, T.; ORSKOV, E.R.; REEDS, P.J. et al. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agricultural Science**, v.109, n.1, p.7-12, 1987.
- GABLER, M.T.; HEINRICHS, A.J.; GRIEL, L.C. Increased crude protein to energy ratios on in situ dry matter disappearance, rumen ammonia, nitrogen balance, and urinary excretion of purine derivatives of pubertal Holstein heifers. **Journal of Animal Science**, v.79, suppl.1, p.161, 1999.

- GALYEAN, M.L. Protein levels in beef cattle finishing diets: industry application, University research, and systems results. **Journal of Animal Science**, v.74, n.11, p.2860-2870, 1996.
- GONZALEZ-RONQUILLO, M.; BALCELLS, J.; GUADA, J.A. et al. Purine derivate excretion in dairy cows: Endogenous excretion and the effect of exogenous nucleic acid supply. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.4, p.1282-1291, 2003.
- HESS, B.W.; PARK, K.K.; KRYSL, L.J. et al. Supplemental protein for beef cattle grazing dormant intermediate wheatgrass pasture: effects on nutrient quality, forage intake, digesta kinetics, grazing behavior, ruminal fermentation, and digestion. **Journal of Animal Science**, v.72, n.8, p.2113-2123, 1994.
- HOFFMAN, P.C.; ESSE, N.M.; BAUMAN, L.M. et al. Short communication: Effect of dietary protein on growth and nitrogen balance of Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.4, p.843-847, 2001.
- 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.
- HUNTINGTON, G.; POORE, M.; HOPKINS, B. et al. Effect of ruminal protein degradability on growth and N metabolism in growing beef steers. **Journal of Animal Science**, v.79, n.2, p.533-541, 2001.
- HUHTANEN, P. The effects of concentrate energy source and protein content on milk production in cows given grass silage ad libitum. **Grass Forage Science**, v.48, p. 347-355, 1993.
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Níveis de concentrado e proteína bruta na dieta de bovinos Nelora nas fases de recria e terminação: consumo e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2(Suplem.), p.1033-1041, 2002.
- KOREN, A. Creatinine – urine. Medical encyclopedia. 2000. www.nlm.nih.gov/medlineplus/article/003610.htm. (18/11/2004)

- KÖSTER, H.H.; COCHRAN, R.C.; TITGEMEYER, E.C. et al. Effect of increasing degradable intake protein on intake and digestion of low-quality, tallgrass-prairie forage by beef cows. **Journal of Animal Science**, v.74, p.2473-2481, 1996.
- MERTENS, D.R. Análise de fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: 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.(ed.) American Society of Agronomy: Madison. 1994. p.450-493.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of beef cattle. 6ed.** Washington: National Academic of Sciences. 90p. 1984.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of beef cattle. 7ed.** Washington: National Academic of Sciences. 244p. 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle. 7 ed.** Washington: National Academic of Sciences. 381p. 2001.
- OLD, C.A.; GARRETT, W.N. Efficiency of feed energy utilization for protein and fat gain in Hereford and charolais steers. **Journal of Animal Science**, v.60, n.3, p.766-771, 1984.
- OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et. al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1621-1629, 2001.
- OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that affect the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.71, n.11, p.3138-3150, 1993.
- POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v.73, n.1, p.278-290, 1995.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; LEÃO, M.I. et al. Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purinas na urina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1223-1234, 2000.

- RENNÓ, L.N.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Níveis de proteína na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: estimativa da produção de proteína microbiana por intermédio dos derivados de purinas na urina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, RS, 2003. CD ROM. Nutrição de Ruminantes.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: 1. Rumen fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- 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, B.C.; PEREIRA, O.G.; PEREIRA, D.H. et al. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes e ganho de peso de bovinos de corte alimentados com silagem de *Brachiaria brizantha* e concentrado em diferentes proporções. . **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2005. (PRELO).
- SNIFFEN, C.J.; ROBINSON, P.H. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulations. **Journal of Dairy Science**, v.70, n.20, p.425-441, 1987.
- TIBO, G.C.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos F1 Simental x Nelore. 2. Balanço nitrogenado, eficiência microbiana e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.921-929, 2000.
- VALADARES, R.F.D. **Níveis de proteína em dietas de bovinos: consumo, digestibilidade, eficiência microbiana, amônia ruminal, uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina**. Belo Horizonte:UFMG – Escola de Veterinária, 1997.103p. Tese (Doutorado em Ciência Animal)-Universidade Federal de Minas Gerais, 1997.
- 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.

- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, S.C.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.
- 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.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2 ed. Cornell University, Ithaca. 1994. 476p.
- WINCHESTER, C.F.; HINGER, R.L.; SCABOROUGH, V.C. Some effects on beef cattle of protein and energy restriction. **Journal of Animal Science**, v.16, n.2, p.426, 1957.

Consumo, Digestibilidade, Produção Microbiana e Parâmetros Ruminais de Bovinos de Corte Alimentados com Dietas contendo Diferentes Níveis de Proteína Bruta

RESUMO – Avaliou-se os consumos e as digestibilidades aparentes total e parcial dos nutrientes, o pH e a concentração de amônia ruminal, o balanço de compostos nitrogenados (BN), a produção de nitrogênio microbiano (Nmic) e a eficiência microbiana (Emic) em novilhos Holandês x Zebu, recebendo dietas contendo quatro níveis de proteína bruta (9;11;13 e 15%) na base da matéria seca (MS). Foram utilizados quatro animais, fistulados no rúmen e abomaso, castrados, com peso corporal médio inicial de 343,5 kg, distribuídos em um quadrado latino 4 x 4. Cada um dos quatro períodos experimentais teve duração de 18 dias, sendo os 10 dias iniciais para adaptação e, os demais, para as coletas. O pH e o N-amoniaco foram determinados no líquido ruminal imediatamente antes, e 2, 4 e 6 h após a alimentação. Para a determinação da Nmic, utilizou-se os derivados de purinas na urina, sendo a creatinina usada para estimar a excreção urinária. Os consumos de MS, matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT) não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de proteína bruta (PB), enquanto os consumos de PB e de extrato etéreo (EE) aumentaram linearmente ($P<0,05$) e os de carboidratos não fibrosos (CNF) reduziram ($P<0,05$) com o incremento dos níveis de PB das dietas. A digestibilidade aparente total da PB aumentou linearmente ($P<0,05$) com o nível de PB das dietas. As digestibilidades aparentes ruminal e intestinal dos nutrientes não foram afetadas ($P>0,05$) pelos níveis de PB, exceto a digestibilidade intestinal da FDN, que aumentou 2,66 unidades para cada unidade de aumento na PB das dietas. Os valores mínimos e máximos para as concentrações de amônia ruminal (mg/dL) foram de 11,01 e 19,96 às 5,8 e 1,74 h após a alimentação, respectivamente, enquanto o pH variou de 5,72 a 6,56. O fluxo de compostos nitrogenados e o BN não foram afetados ($P>0,05$) pelos níveis de PB das dietas. A síntese de Nmic e a Emic não foram afetadas ($P>0,05$) pelas dietas com valores médios de 93,38 g/dia e de 99,41 g PBmic/kg NDT, respectivamente. Assim, dietas variando de 9 a 15% de PB na MS da dieta de bovinos mestiços Holandês x Zebu, não afetaram a maioria dos

parâmetros nutricionais, influenciando, entretanto, o pH e a concentração de amônia ruminal.

Palavras-chave: carboidratos não fibrosos, derivados de purinas, eficiência microbiana, fibra em detergente neutro, grãos de soja, silagem de milho.

Intake, Digestibility, Microbial Production and Ruminal Parameters of Beef Cattle Fed diets containing different Crude Protein Levels

ABSTRACT – The intakes and total and partial apparent digestibilities of nutrients, the pH and ruminal ammonia concentration, passage rate, nitrogen compounds balance (NB), microbial nitrogen production (Nmic) and the efficiency of microbial synthesis (Emic) in Holstein x Zebu steers fed diets containing four dietary crude protein (CP) levels (9;11;13 and 15%), in dry matter basis (DM) were evaluated. Four castrated animals fitted cannula in the abomasum and rumen, with initial mean live weight of 343.5 kg, were allotted to a 4 x 4 latin square design. Each experimental period last 18 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, and 6 hours after feeding. The dietary CP levels did not influence ($P>0.05$) the intakes of DM, organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF) and total digestible nutrients (TDN), while the CP and EE intakes increased ($P<0.05$) and non-fibrous carbohydrate (NFC) intake decreased ($P<0.05$), with the increment of dietary CP. The total apparent digestibility of CP increased linearly ($P<0.05$) with the dietary protein concentration. The intestinal and ruminal nutrient digestibilities were not affected ($P>0.05$) by the dietary CP levels, except for the NDF intestinal digestibility, that increased 2.66 units per each percent of dietary CP. Ammonia and ruminal pH were influenced ($P<0.05$) by collection times and CP levels, with minimum and maximum values of 11,01 and 19,96 at 5,8 and 1,74 hours after feeding respectively, and the ruminal pH values of 5.72 at 6.56. The nitrogen flows and the NB were not affected ($P>0.05$) by diets. The Nmic production and the Emic, were not also affected ($P>0.05$) by the dietary CP (93,38 g/day and 99,41 g CPmic/kg TDN, respectively). Based on these results, the nutritional parameters were not affected by CP levels (9 to 15% CP), however ruminal parameters, pH and ammonia concentration were affected.

Key Words: corn silage, efficiency of microbial synthesis, neutral detergent fiber, non-fibrous carbohydrate, purines derivatives, whole soybean.

Introdução

A produção e a produtividade animal é influenciada por fatores genéticos, de meio e suas interações. Dentre os fatores de meio, o consumo de nutrientes é o mais importante. Nas condições brasileiras, a alimentação com volumosos é preponderante nos sistemas de exploração bovina sendo responsável, na maioria das vezes, pelo atendimento das exigências de manutenção e de produção.

O consumo pode ser limitado principalmente pelo tipo de alimento, condições de alimentação ou mesmo pelos animais. De modo geral, ele está associado negativamente com o conteúdo de parede celular e, positivamente com o grau de digestibilidade da dieta que, por sua vez, sofre influência do nível de proteína bruta (PB) da dieta, dentre outros. Segundo Mertens (1994), cerca de 60 a 90% das variações no desempenho animal são devidas às oscilações no consumo de nutrientes e apenas 10 a 40% a mudanças na digestibilidade. À regulação do consumo da matéria seca (MS), Mertens (1992) acrescenta o mecanismo psicogênico, responsável por respostas inibidoras ou estimuladoras do consumo relacionadas ao ambiente ou ao alimento, que não estão ligadas ao seu valor energético e nem ao efeito de enchimento.

Depois da energia, a proteína é o nutriente mais requerido pelos ruminantes. Sua deficiência, abaixo de 7% de PB na MS da dieta, resulta na redução do consumo (Van Soest, 1994) por não atender as exigências mínimas dos microrganismos ruminais, e seu excesso promove uma elevada excreção de uréia via urina, ocasionando desperdício de proteína e de energia. A deficiência de nitrogênio limita o crescimento microbiano, reduzindo a digestibilidade da parede celular, o consumo e, conseqüentemente, o desempenho animal.

O crescimento microbiano deve-se a fatores químicos, fisiológicos e nutricionais. O pH e a taxa de passagem constituem os principais componentes químicos e fisiológicos a modificarem a fermentação ruminal, componentes estes que são afetados pela composição químico-bromatológica da dieta, pelo

consumo, pelo tamanho da partícula e pela relação volumoso:concentrado (Hoover & Stokes, 1991).

A determinação da concentração de amônia ruminal possibilita avaliar o balanceamento de proteína da dieta, uma vez que altos níveis de amônia estão associados a excesso de proteína ou à baixa concentração de carboidratos degradáveis no rúmen (Ribeiro et al., 2001).

Vários trabalhos já demonstraram a relação entre a produção de proteína microbiana e a excreção de derivados de purina na urina (Fujihara et al., 1987; Valadares et al., 1999; Rennó et al., 2000; Rennó et al., 2003). Assim, por um método simples e não invasivo, pode-se estimar a produção de proteína microbiana no rúmen, assumindo-se que os ácidos nucleicos presentes no duodeno são predominantemente de origem microbiana, e que, após a digestão intestinal dos nucleotídeos purínicos, as purinas absorvidas são catabolizadas e recuperadas proporcionalmente na urina, como derivados de purinas, principalmente sob a forma de alantoína e de ácido úrico.

Assim, objetivou-se avaliar os consumos, as digestibilidades aparentes totais e parciais dos nutrientes, o pH e a concentração de amônia ruminal, a produção de proteína microbiana, a eficiência da síntese microbiana e o balanço de compostos nitrogenados em novilhos mestiços Holandês x Zebu, alimentados com dietas contendo quatro diferentes níveis de PB.

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 abril a agosto de 2003. A CEPET localiza-se no município de Capinópolis-MG, 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 1400 e 1600 mm.

Foram utilizados quatro animais mestiços Holandês x Zebu, castrados, com peso corporal inicial médio de 343,5 kg, fistulados no rúmen e no abomaso, distribuídos em um quadrado latino 4x4. Os tratamentos consistiram de dietas contendo quatro níveis de PB (9, 11, 13 e 15%) na base da MS, sendo formulado um concentrado para cada dieta. As dietas foram constituídas de 60% de silagem de milho e 40% de concentrado, com base na matéria seca. A proporção dos ingredientes nos concentrados, expressa na base da matéria natural, e, nas dietas experimentais, expressa na base da matéria seca, são apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

O milho (híbrido AG 1051) foi cultivado em área de 3 ha, adubado com 300 kg/ha de 8-28-16 + Zn e 100 kg/ha de uréia em cobertura, procedendo-se a colheita e ensilagem quando os grãos apresentaram o estágio farináceo-duro.

Os animais foram mantidos em baias individuais de 10 m², providas de comedouros cobertos e bebedouros. A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, às 7:00 e 15:00 horas, permitindo-se 10% de sobras (matéria natural).

Os grãos de soja foram adicionados ao concentrado no momento de seu fornecimento aos animais.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes nos concentrados, expressa na base da matéria natural

Ingredientes (%)	Níveis de PB (%)			
	9	11	13	15
Fubá de milho	96,58	84,92	73,27	61,51
Grão de soja inteiro	0,00	11,02	22,02	33,12
Uréia/SA ¹	1,64	2,28	2,93	3,59
Calcário calcítico	0,36	0,36	0,36	0,36
Cloreto de sódio	0,67	0,67	0,67	0,67
Fosfato bicálcico	0,72	0,72	0,72	0,72
Premix mineral ²	0,03	0,03	0,03	0,03

¹Uréia e sulfato de amônia na proporção de 9:1.

² 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 - Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais, expressa na base da matéria seca

Ingredientes	Níveis de PB (%)			
	9	11	13	15
Silagem de milho	60,0	60,0	60,0	60,0
Fubá de milho	38,48	33,77	29,06	24,34
Grão de soja inteiro ¹	0,00	4,44	8,86	13,29
Uréia/SA	0,73	1,00	1,29	1,58
Calcário calcítico	0,16	0,16	0,16	0,16
Cloreto de sódio	0,3	0,3	0,3	0,3
Fosfato bicálcico	0,32	0,32	0,32	0,32
Premix mineral	0,015	0,015	0,015	0,015

¹ Adicionado por ocasião da alimentação dos animais.

Os animais foram pesados antes de receberem a alimentação no período da manhã, ao início e ao final de cada período experimental, num total de quatro, cuja duração foi de 18 dias, sendo 10 dias para adaptação às dietas; seis dias para coletas de amostras de fezes, digesta de abomaso, material fornecido e sobras; um dia para coleta de líquido ruminal, para determinação do pH e do N-amoniaco ruminal, antes e 2, 4 e 6 h após a alimentação; e um dia para coleta de urina para determinação do balanço de compostos nitrogenados.

Para a determinação da excreção fecal e do fluxo da digesta abomasal foi utilizado o óxido crômico, administrado em uma dose diária de 15 g, via fístula, às 11 h entre o 3^o e o 16^o dia de cada período experimental. As coletas de fezes e de digesta abomasal foram realizadas de 26 em 26 horas, entre o 11^o e o 16^o dia de cada período experimental, efetuando-se a primeira coleta às 8:00h. As amostras de digesta abomasal (aproximadamente 500 mL), colhidas via cânula, e as de fezes, colhidas diretamente no reto dos animais, foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas em freezer.

A determinação do pH ruminal foi efetuada através da leitura em aproximadamente 50 mL de fluido ruminal, utilizando-se peagâmetro digital. Após a leitura, as amostras foram colocadas em potes plásticos contendo 1mL de H₂SO₄ 1:1 e congeladas para posterior determinação de amônia ruminal, mediante destilação com KOH 2N.

A taxa de passagem (Kp) foi estimada por meio das equações descritas pelo NRC (2001): $Kp = 3,054 + 0,614X_1$, para forrageiras úmidas, e $Kp = 2,904 + 1,375X_1 - 0,020X_2$, para concentrados, onde X_1 equivale ao consumo de MS em relação ao peso corporal, e X_2 à porcentagem de concentrado na dieta.

As amostras *spot* de urina foram coletadas quatro horas após o fornecimento da refeição matinal, no 18^o dia de cada período experimental. Estas, foram homogeneizadas, filtradas e alíquotas de 10 mL foram transferidas para frascos contendo 40 mL de H₂SO₄ 0,036 N e congeladas para posteriores análises de N total. Durante o período de coletas, foi avaliado o consumo diário dos animais, efetuando-se a pesagem diária dos alimentos oferecidos e das sobras. Nesta ocasião foram amostrados os alimentos e as sobras, acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e congeladas. Ao final de cada período experimental, estas amostras, assim como as de fezes e as de digesta abomasal, foram pré-secas a 65°C, por 72 h, moídas em moinho de faca tipo “Willey”, com peneira de malha de 1 mm, e armazenadas em recipientes de vidro com tampa de polietileno para análises laboratoriais. Para as amostras de fezes, sobras e digesta abomasal foram obtidas as respectivas amostras compostas, por animal e por período, com base no peso seco.

As amostras de alimentos, sobras, fezes e de digesta abomasal foram submetidas às análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio total e amoniacal, extrato etéreo (EE) e lignina segundo procedimentos descritos por Silva & Queiróz (2002). Ainda, nas amostras de alimentos, foram determinados os teores de FDA e de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e o insolúvel em detergente neutro (NIDN), segundo Licitra et al. (1996). A fibra em detergente neutro (FDN) foi determinada pela técnica da autoclave, segundo Pell & Schofield (1993), sendo os teores de PB, de FDN e de cinzas obtidos segundo Silva & Queiróz (2002), para determinação da FDN corrigida para cinzas e proteína (FDNcp).

Os carboidratos totais (CHO) das dietas fornecidas, das sobras e das fezes foram calculados segundo Sniffen et al. (1992), em que $CHO = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$. Os nutrientes digestíveis totais (NDT) consumidos foram calculados segundo a equação: $NDT = PBD + EED \times 2,25 + FDNcpD + CNFD$ (NRC, 2001), sendo PBD, EED, FDNcpD e CNFD, respectivamente,

proteína bruta digestível, extrato etéreo digestível, fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína digestível e carboidratos não fibrosos digestíveis.

Os carboidratos não fibrosos (CNF), em decorrência da uréia presente nas rações, foram calculados conforme Hall (2000): $CNF = 100 - [(\% PB - \% PB \text{ derivada da uréia} + \% \text{ de uréia}) + \% FDN + \% EE + \% \text{ cinzas}]$.

Nas amostras diluídas de urina foram realizadas as análises dos derivados de purinas (DP) (ácido úrico e alantoína) pelo método colorimétrico, mediante técnica de Fujihara et al. (1987), descrita por Chen & Gomes (1992). A excreção de DP foi calculada multiplicando-se o volume urinário, estimado em 24 h, pela concentração dos DP nas amostras de urina da coleta *spot*.

A concentração de creatinina na urina foi determinada por intermédio de kits comerciais. A excreção diária de creatinina foi estimada a partir da proposição de 27,76 mg/kg PV (Rennó, 2003). O volume diário de urina foi estimado dividindo-se a excreção diária de creatinina pela concentração de creatinina na amostra *spot* de urina. A determinação da uréia nas amostras de urina foi feita pelo método diacetil modificado, utilizando-se kits comerciais.

As purinas microbianas absorvidas (Pabs mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas na urina (DP mmol/dia) por meio da equação $DP = 0,85 \times Pabs + 0,385 \times PV^{0,75}$, onde 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados urinários de purinas, e $0,385 \times PV^{0,75}$ a excreção urinária de purinas de origem endógena (Verbic et al., 1990).

O fluxo intestinal de compostos nitrogenados microbianos (Nmic em g N/dia) foi calculado em função das purinas microbianas absorvidas (Pabs em mmol/dia) mediante a equação $Nmic = (70 \times Pabs) / (0,83 \times 0,116 \times 1000)$, onde 70 é o conteúdo de N nas purinas (mg N/mmol), 0,83 a digestibilidade das purinas microbianas e 0,116 a relação N purina:N total dos microrganismos ruminais (Chen & Gomes, 1992).

O teor de cromo nas fezes e nas digestas abomasais foram determinados segundo os procedimentos descritos por Silva & Queiróz (2002).

Os dados foram avaliados por meio de análises de variância e de regressão. As análises estatísticas foram realizadas através do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UFV, 2001) adotando-se o nível de significância de até 10%.

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.

Resultados e Discussão

A silagem de milho apresentou pH de 3,8 e concentração de N-NH₃ como porcentagem do N total de 5,94%, indicando que a massa ensilada foi bem fermentada (McDonald et al., 1991).

A composição químico-bromatológica dos concentrados e da silagem e das quatro dietas experimentais encontra-se nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Tabela 3 - Composição químico-bromatológica dos grãos de soja, da silagem de milho e dos concentrados utilizados para compor as dietas com 9, 11, 13 e 15% de PB

Itens	Grão de soja	Silagem de milho	Concentrados (%)			
			9	11	13	15
MS (%)	89,19	35,19	87,40	88,37	87,91	87,80
MO ¹	94,68	96,87	96,91	96,76	97,04	96,50
PB ¹	36,56	7,33	13,19	16,57	19,68	20,92
NIDN ²	5,94	22,11	4,68	2,35	3,36	3,24
NIDA ²	4,58	5,28	1,30	1,27	1,23	1,15
EE ¹	13,88	3,02	2,37	2,62	2,10	2,42
FDN ¹	13,85	46,95	12,42	10,64	10,24	10,67
FDNcp ¹	13,37	45,93	11,74	9,80	9,33	9,83
CNF ¹	30,39	39,57	72,89	72,31	71,76	70,44
FDA ¹	7,14	21,13	2,50	2,40	2,35	2,24
Lignina ¹	2,13	6,56	1,81	1,73	1,63	1,81
NDT ^{1, 3}	93,82	64,28	85,93	88,18	89,43	90,19

¹ Porcentagem da MS.

² Porcentagem do N total.

³ Estimado pela equação do NRC, 2001.

Tabela 4 - Composição químico-bromatológica das quatro dietas experimentais

Itens	Níveis de PB (%)			
	9	11	13	15
MS(%)	56,07	56,50	56,39	56,42
MO ¹	96,89	96,73	96,73	96,48
PB ¹	9,67	11,91	13,76	14,84
EE ¹	2,76	3,36	3,70	4,30
FDN ¹	33,14	32,57	32,59	32,86
FDNcp ¹	32,25	31,65	31,67	31,99
CNF ¹	52,90	50,80	48,78	46,60
FDA ¹	13,68	13,85	14,04	14,23
Lignina ¹	4,66	4,65	4,63	4,70
NDT ^{1, 2}	72,94	74,09	74,73	75,13

¹ Porcentagem da MS.

² Estimado pela equação do NRC, 2001

Na Tabela 5 são apresentadas as médias, as equações de regressão e os coeficientes de determinação (r^2) e de variação (CV%) para os consumos diários de nutrientes, em função dos níveis de PB nas dietas.

Os consumos de MS, MO, FDN e de NDT, independentemente da forma de expressão, não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de PB das dietas. Apesar de se esperar um aumento no consumo de matéria seca ele não aconteceu, mostrando, até mesmo, uma tendência de redução à medida em que se elevou o nível de PB das dietas. Possivelmente, isto tenha sido devido à grande manipulação sofrida pelos animais, decorrente das diversas coletas de amostras

O valor médio estimado para o consumo de MS foi de 7,44 kg, que corresponde a 1,89% do peso corporal. Valor semelhante foi obtido por Cavalcante et al. (2005), com um consumo de 7,69 kg de MS/animal/dia. De modo geral, para qualquer peso corporal, existe uma relação linear decrescente entre a quantidade de gordura corporal e o consumo de alimentos, conforme demonstra o trabalho de Silva et al. (2005), segundo a equação de regressão $= 3,1237 - 0,0028 \cdot PV$, onde é o consumo de MS em porcentagem do peso vivo estimado em função do peso corporal em kg. Considerando o peso médio dos animais de 343,5 kg, a equação estimaria um consumo de 2,16% do peso corporal dos animais.

Ítavo et al. (2002), trabalhando com novilhos também não encontraram efeito de níveis de PB sobre os consumos de MS, MO e de FDN.

Tabela 5 - Médias dos consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT) e respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação (r^2) e de variação (CV), ajustadas em função dos níveis de proteína (PB) das dietas

Itens	Níveis de PB (%)				Equações	r ²	CV (%)
	9	11	13	15			
Consumos (kg/dia)							
MS	7,89	7,66	7,30	6,93	=7,44	-	10,69
MO	7,66	7,42	7,07	6,91	=7,26	-	10,75
PB	0,75	0,91	1,07	1,08	= 0,3073+0,0530638***PB	0,87	18,38
EE	0,43	0,45	0,34	0,46	=0,151052+0,0195464*PB	0,76	10,65
FDN	2,56	2,22	2,09	2,32	=2,31	-	10,82
CNF	4,25	4,18	3,82	3,25	=5,93061-0,175925*PB	0,89	11,49
NDT	6,07	6,15	6,02	5,56	= 5,93	-	12,98
Consumos (%PV)							
MS	2,03	2,02	1,79	1,75	=1,89	-	11,27
FDN	0,62	0,58	0,51	0,58	=0,57	-	11,70
NDT	1,56	1,62	1,47	1,40	=1,51	-	13,40
Consumos (g/kg ^{0,75})							
MS	90,00	88,93	80,35	77,88	=84,24	-	11,06

- e *** Significativo a 5 e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Houve aumento linear ($P<0,05$) dos consumos de PB e EE, com o aumento dos níveis de PB nas dietas. Resultados semelhantes foram observados por Ítavo et al. (2002) e Rennó et al. (2003). O aumento do consumo de EE deveu-se à elevação no teor de lipídios, decorrente da utilização de quantidades crescentes de grãos de soja nas dietas experimentais.

Por outro lado, o consumo de CNF decresceu linearmente ($P<0,10$) com a elevação dos níveis de PB nas dietas, possivelmente, pela diminuição no teor de CNF, ocasionada pelo aumento da quantidade de grãos de soja (Tabela 4), uma vez que o consumo de MS não variou entre as dietas (Tabela 5).

O consumo de FDN, cujo valor médio foi de 2,31 kg/dia, também não foi influenciado pelas dietas experimentais (Tabela 5). Tal fato decorre de teores

de FDN bastante próximos entre as dietas (Tabela 4) e de o consumo de MS não ter sido afetado pelas mesmas.

Na Tabela 6, são apresentadas as médias dos coeficientes de digestibilidade aparentes total e parcial dos nutrientes, suas respectivas equações de regressão ajustadas em função dos níveis crescentes de PB nas dietas, e os coeficientes de determinação (r^2) e de variação (CV %).

Tabela 6 - Médias das digestibilidades aparentes total, ruminal e intestinal de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) das dietas, as respectivas equações de regressão e os coeficientes de determinação (r^2) e de variação (CV) em função dos níveis de proteína (PB) das dietas

Itens	Níveis de PB (%)				Equações	r ²	CV(%)
	9	11	13	15			
Digestibilidade aparente total (%)							
MS	73,95	76,64	78,22	75,25	=75,81	-	2,90
MO	75,06	77,83	79,16	76,40	=76,91	-	2,50
PB	69,56	71,30	77,34	78,03	=56,6432+1,42254*PB	0,93	6,02
EE	73,83	76,36	80,19	77,93	=76,90	-	4,92
FDN	59,76	57,32	61,80	59,45	=59,58	-	9,85
CNF	86,45	76,36	80,19	77,93	=80,51	-	6,47
Digestibilidade aparente ruminal (%)							
MS ¹	69,32	62,28	62,52	57,85	=63,16	-	12,49
MO ¹	75,19	66,46	66,75	62,29	=67,82	-	12,64
PB ²	17,24	35,14	33,64	35,18	=29,71	-	33,19
EE ²	-11,48	-6,60	-21,14	-25,88	= -16,62	-	-97,91
FDN ¹	71,50	75,92	62,39	58,25	=98,9709-2,66292*PB	0,72	11,59
CNF ¹	89,24	71,28	81,79	78,48	= 79,89	-	27,16
Digestibilidade aparente intestinal (%)							
MS ¹	30,38	37,72	37,48	42,15	= 36,84	-	21,43
MO ¹	24,81	33,54	33,25	37,71	= 32,18	-	26,65
PB ²	63,25	55,33	65,78	64,28	= 62,38	-	12,15
EE ²	76,70	77,95	82,83	81,95	= 79,78	-	4,93
FDN ¹	28,50	24,08	37,61	41,75	= 1,02910+2,66292*PB	0,72	23,24
CNF ¹	10,76	28,72	18,21	21,52	= 19,27	-	73,22

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

¹ Digestibilidade calculada em função do total digestível.

² Digestibilidade calculada em função da quantidade que chegou no local.

As digestibilidades aparentes totais de MS, MO, EE, FDN e CNF não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos níveis de PB das dietas, provavelmente em decorrência da ausência de efeito de níveis de PB sobre o consumo de MS, o que concorda com os resultados de Moraes et. al. (2002), trabalhando com silagem de milho e níveis crescentes de concentrado.

O coeficiente de digestibilidade aparente total da PB aumentou linearmente ($P<0,05$) com a elevação dos níveis de PB nas dietas, possivelmente, devido à redução da proporção de N endógeno nas fezes.

Para os coeficientes de digestibilidade aparente ruminal e intestinal, não foi observado efeito ($P>0,05$) de dietas sobre os nutrientes, excetuando-se aqueles da FDN que decresceram e aumentaram de forma linear, respectivamente, com o incremento dos níveis de PB nas dietas (Tabela 6).

Os coeficientes de digestibilidade aparente ruminal negativos observados para o EE podem ser atribuídos à síntese de lipídios microbianos no rúmen aumentando a quantidade de lipídios que chegam ao abomaso, em relação à quantidade ingerida.

A concentração de amônia ruminal foi influenciada pelo tempo de coleta e pelos níveis de PB das dietas, cujas equações de regressão ajustadas encontram-se na Figura 1.

Observou-se efeito cúbico ($P<0,01$) do tempo de coleta sobre a concentração de amônia ruminal em função do tempo de coleta, estimando-se valores mínimo e máximo de 11,07 a 19,85 mg/dL de N-NH₃, às 5,80 e 1,74 h após a alimentação, respectivamente. Estes valores são superiores ao sugerido por Satter & Slyter (1974), 5mg/dL, e também aos propostos por Hoover (1986), na faixa de 3,3 a 8,0 mg/dL de N-NH₃, como necessários à maximização do crescimento microbiano. Entretanto, as concentrações obtidas aproximam-se bastante das relatadas por Rennó et al. (2003), que foram de 13,67 e 20,87 mg/dL de N-NH₃, às 3,09 e às 3,95 h após a alimentação, para as dietas com 12 e 15% de PB, respectivamente.

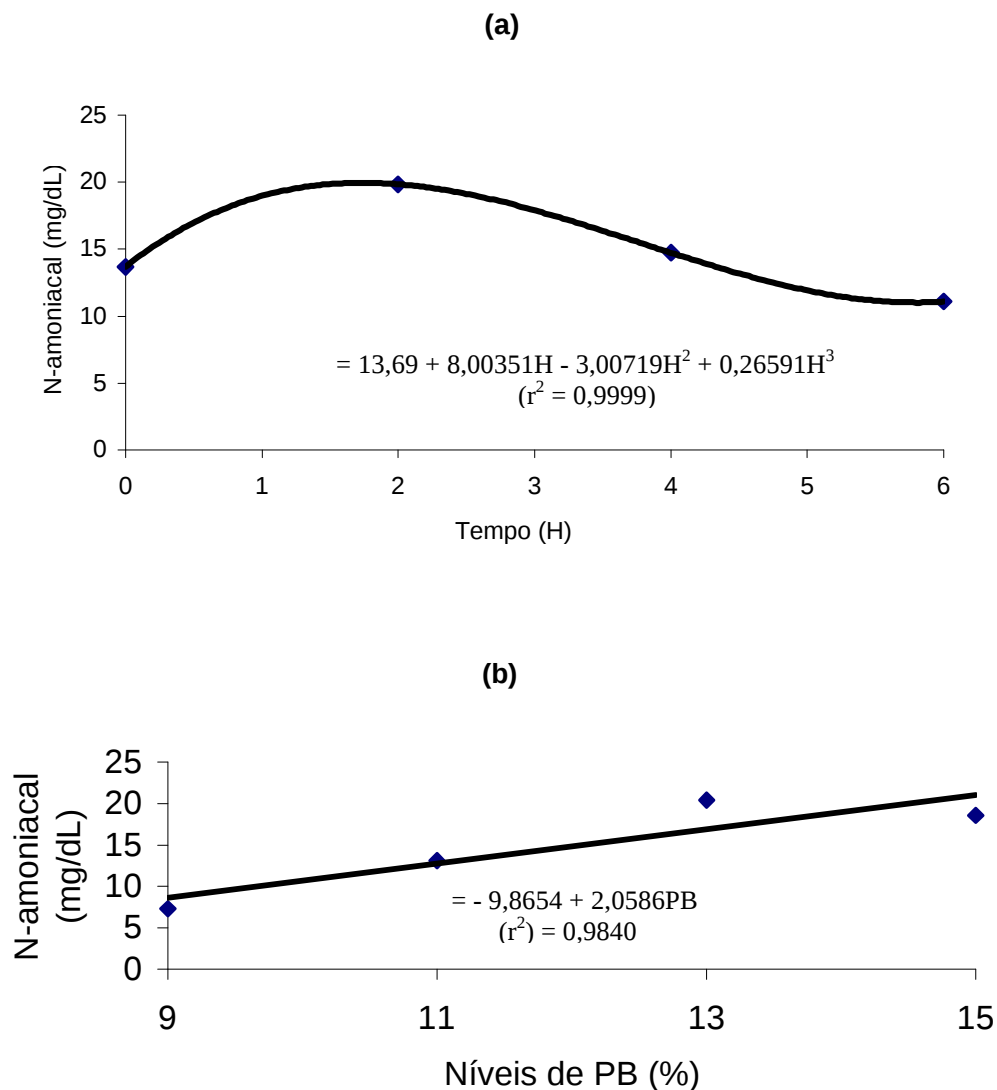


Figura 1 – Estimativa da concentração de amônia ruminal (mg/dL) em função do tempo de amostragem (H) **(a)** e de níveis de PB das dietas **(b)**.

Houve aumento linear ($P < 0,05$) da concentração de amônia ruminal em função da elevação dos níveis de PB das dietas, provavelmente, em decorrência da elevação da população microbiana e do aumento da velocidade de metabolismo da proteína gerando maior quantidade de amônia no rúmen.

O pH ruminal decresceu linearmente ($P < 0,05$) com o tempo de amostragem e com os níveis de PB das dietas, cujas equações de regressão ajustadas encontram-se na Figura 2.

Conforme era de se esperar, a utilização da amônia produzida no rúmen para síntese de aminoácidos, reduziu sua concentração com o avanço do tempo pós-alimentação, resultando em redução do pH

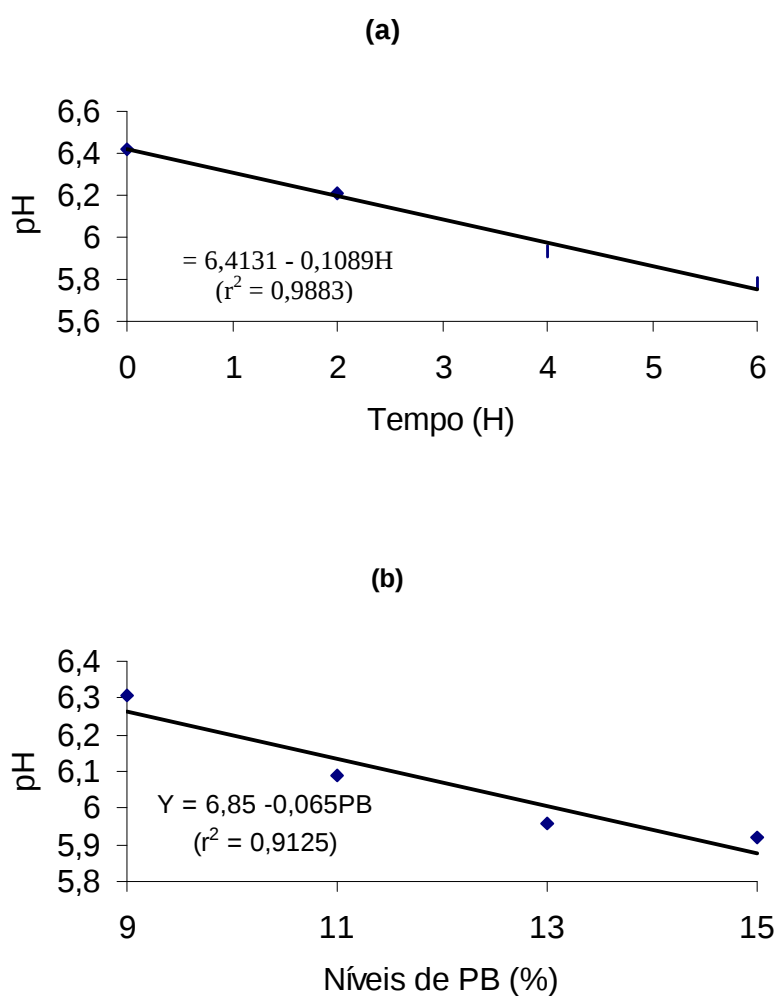


Figura 2- Estimativa dos valores de pH em função do tempo de amostragem (H) **(a)** e de níveis de proteína bruta das dietas (PB) **(b)**.

Os valores de pH obtidos, encontram-se acima da faixa que inibe o crescimento dos microrganismos celulolíticos (5,0 a 5,5) proposta por Hoover (1986), e um pouco abaixo do valor mínimo (6,0) proposto por Grant & Mertens (1992), sem no entanto, comprometer a eficiência da síntese microbiana (Tabela 7).

As taxas de passagem estimadas (kp) não foram influenciadas pelos níveis de PB e apresentaram valor médio de $0,044 \pm 0,002/h$, semelhante ao valor (0,045/h) obtido por Pereira et al. (2005), utilizando 20% de concentrado na dieta. Este resultado pode ser atribuído à falta de efeito dos tratamentos sobre o consumo de MS (Tabela 5). Semelhantemente ao que aconteceu no presente trabalho, Cavalcante et al. (2005) não observaram efeito de níveis crescentes de proteína sobre a taxa de passagem.

O fluxo de compostos nitrogenados e o balanço de nitrogênio (BN) não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de PB das dietas, apresentando valores médios de 147,92; 55,66; 22,65 e 69,59 g/dia, para N ingerido, N excretado nas fezes, N excretado na urina e para o BN, respectivamente. Consequentemente, como não houve efeito sobre a ingestão de compostos nitrogenados, também não foi observado efeito das dietas sobre o BN.

Na Tabela 7 são apresentadas as excreções urinárias de uréia (U), alantoína (ALA), ácido úrico (ACU), purinas totais (PT), relação alantoína : purinas totais (ALA/PT), purinas absorvidas (Pabs), síntese de compostos nitrogenados microbianos (Nmic), a eficiência microbiana (Emic), as respectivas equações de regressão e os coeficientes de regressão (r^2) e de variação (CV %), em função dos níveis de PB das dietas.

Como era de se esperar, as excreções urinárias de uréia e de ácido úrico aumentaram linearmente ($P<0,05$), com a elevação dos níveis de PB das dietas, uma vez que, tais substâncias são resultantes do catabolismo de proteínas em ruminante sendo, normalmente, excretadas via urina.

A relação alantoína:purinas reduziu linearmente ($P<0,05$) com a elevação dos níveis de PB das dietas, em decorrência do aumento da excreção de ácido úrico (componente das purinas totais).

A síntese de compostos nitrogenados microbianos e a eficiência microbiana não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos níveis de PB das dietas,

apresentando valores médios de 93,38 g/dia e de 99,41 g PBmic/kg NDT, respectivamente. Estes valores são inferiores aos obtidos por Magalhães et al. (2005) (111,28 g de Nmic/dia e 123,63 g PBmic/kgNDT) e inferior ao predito pelo NRC (2001), de 130 g PB/kg NDT.

Tabela 7 - Médias das excreções urinárias de uréia (U-urina), alantoína (ALA), ácido úrico (ACU) e purinas totais (PT), relação alantoína : purinas totais (ALA/PT), purinas absorvidas (Pabs), síntese de compostos nitrogenados microbianos (Nmic), eficiência microbiana (Emic), as respectivas equações de regressão e os coeficientes de variação (CV), ajustados em função dos níveis de proteína (PB) das dietas

Itens	Níveis de PB (%)				Equações	r ²	CV(%)
	9	11	13	15			
U-urina (mg/kg PV)	94,27	103,93	103,15	106,97	= 80,30 + 1,75*PB	0,84	5,18
ALA (mmol/dia)	135,60	128,21	127,70	123,23	= 129,46	-	12,64
ACU (mmol/dia)	13,09	14,41	14,54	15,23	= 9,90 + 0,37*PB	0,93	7,10
PT (mmol/dia)	148,69	142,62	142,24	138,46	= 143,73	-	11,92
ALA/PT (%)	91,16	90,00	89,79	88,70	= 94,58 - 0,39*PB	0,96	1,12
Pabs(mmol/dia)	134,42	126,87	127,57	122,42	= 128,44	-	15,89
Nmic (g/dia)	97,73	92,24	92,75	89,00	= 93,38	-	15,89
Emic (gPBmic/kgNDT)	100,42	91,70	100,97	102,80	= 99,41	-	18,83

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Conclusões

Apesar das variações nos parâmetros ruminais, a utilização de níveis de proteína bruta variando de 9 a 15% da MS da dieta de bovinos mestiços Holandez x Zebu, na fase de crescimento, não afetou os parâmetros nutricionais à exceção dos consumos de PB e de EE, e da digestibilidade aparente da PB que, aumentaram.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAVALCANTE, M.A.B.; PEREIRA O.G.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. Níveis de proteína bruta em dietas de bovinos de corte: parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2005. (Prelo)
- CHEN, X.B.; GOMES, M. J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details.(Occasional publication). **INTERNATIONAL FEED RESOURCES UNIT**. Bucksbumd, Aberdeen: Rowett Research Institute. 21p., 1992.
- CHIZZOTTI, M. L. **Avaliação da casca de algodão para novilhos de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e vacas leiteiras**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 2004. 132p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2004.
- FUJIHARA, T.; ORSKOV, E.R.; REEDS, P.J. et al. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agricultural Science**, v.109, n.1, p.7-12, 1987.
- 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. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de nutrientes em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1543-1552, 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.
- McDONALD, D.R.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2. Ed. Aberystwyth: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- MAGALHÃES, K.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Produção de proteína microbiana, concentração plasmática de uréia e excreções de uréia em novilhos alimentados com diferentes níveis de uréia ou de casca de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1400-1407, 2005.(Prelo).
- MERTENS, D.R. Análise de fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: 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 (ed.) American Society of Agronomy: Madison. 1994. p.450-493.
- MORAES, E.H.B.K.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Níveis de proteína em suplementos múltiplos para terminação de bovinos mestiços em pastejo no período de transição seca/água. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD ROM.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: National Academic of Sciences. 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.

- PEREIRA, D.H. **Silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e concentrado, em diferentes proporções, na dieta de bovinos de corte.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 74p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2004.
- RENNÓ, L.N. **Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e cratinina 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.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; LEÃO, M.I. et al. Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purinas na urina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1223-1234, 2000.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Níveis de proteína na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: estimativa da produção de proteína microbiana por intermédio dos derivados de purinas na urina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, RS, 2003. CD ROM. Nutrição de Ruminantes.
- RIBEIRO, K.G.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Eficiência microbiana, fluxo de compostos microbianos 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, B.C.; PEREIRA, O.G.; PEREIRA, D.H. et al. Consumo e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e concentrado em diferentes proporções. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2005. (PRELO).
- SILVA, D.J.; QUEIRÓZ, A.C. **Análises de Alimentos (métodos químicos e biológicos).** 3ª ed. Viçosa: UFV, 2002, Imprensa Universitária. 235p.

- 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.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – **SAEG. Sistemas de análises estatísticas e genéticas. Versão 8.0.** Viçosa, MG, 2001. (Manual do usuário).
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, S.C.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants.** 2 ed. Cornell University, Ithaca. 1994. 476p.
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, n.3, p.243-248, 1990.

Níveis de Proteína Bruta em Dietas de Bovinos de Corte: Consumo, Digestibilidade e Desempenho Produtivo

RESUMO - Foram avaliados o consumo e a digestibilidade aparente total dos nutrientes, o ganho em peso, o rendimento de carcaça e a conversão alimentar de bovinos de corte recebendo dietas com quatro níveis de proteína bruta (PB) (9, 11, 13 e 15%), na base da matéria seca. A relação volumoso:concentrado foi de 60:40, utilizando-se silagem de milho como volumoso. Foram utilizados 24 novilhos zebuínos inteiros, com peso corporal inicial médio de 381,6 kg, distribuídos num delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições. O período experimental foi de 84 dias, dividido em três períodos de 28 dias, após 15 dias de adaptação. A produção de fezes foi estimada pela fibra em detergente ácido indigestível, após incubação *in situ* por 144 horas. Os consumos de matéria seca (MS), de matéria orgânica (MO), de fibra em detergente neutro (FDN) e de carboidratos não-fibrosos (CNF) não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis crescentes de PB das dietas. Os consumos de PB, de extrato etéreo (EE) e de nutrientes digestíveis totais (NDT) aumentaram linearmente ($P<0,05$) com o incremento dos níveis de PB das dietas. As digestibilidades aparentes totais de MS, MO, EE e FDN não foram afetadas ($P>0,05$) pelas dietas, enquanto a da PB aumentou linearmente com os níveis de PB das dietas. Os ganhos médios diários (GMD) e a conversão alimentar (CA) apresentaram resposta quadrática aos níveis crescentes de PB, que, entretanto, não influenciaram ($P>0,05$) o rendimento de carcaça (RC). Assim, pode-se recomendar para novilhos zebuínos em fase de acabamento (peso corporal médio inicial de 382 kg), 1,1 kg de PB/dia e 0,684 kg/dia de PDR, para dietas com 12% de PB.

Palavras-chave: carboidratos não fibrosos, confinamento, fibra em detergente neutro, silagem de milho, soja grão, uréia.

Crude Protein Levels in Beef Cattle Diets: Intake, Digestibility and Productive Performance

ABSTRACT - It was estimated the intake and total apparent digestibility of nutrients, average daily gain, carcass yield and feed conversion in beef cattle fed diets containing four dietary crude protein (CP) levels (9, 11, 13 and 15%), corn silage:concentrate ration of 60:40, in dry matter basis. There were used 24 non-castrated, growing Zebu allotted to randomized blocks desing with four treatments and six replications. The experiment lasted 84 days, divided in three periods of 28 days, after 15 days of adaptation. The fecal production was estimated by indigestible acid detergent fiber (IADF), after *in situ* incubation period of 144 hours. The dry matter (DM), organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF) and non fibrous carboidrates (NFC) intakes were not influenced ($P>0.05$) by the dietary protein levels. The CP and total digestible nutrients (TDN) intakes were increased ($P<0.05$) by the dietary protein levels. No significant differences ($P>0.05$) were observed for total tract apparent digestibilities of DM, OM, EE and NDF. However, a significant dietary effect ($P<0.05$) was detected for CP. The average daily gain and feed conversion were also influenced ($P<0.05$) by the diets, whereas the carcass yeld was not influenced. Based on these results it is recommended 1.1 kg of CP (12% of CP) and 0.684 kg/day of PDR in the dietary dry matter.

Key Words: corn silage, feedlot, non-fibrous carbohydrate, neutral detergent fiber, whole soybean, urea,.

Introdução

Detentor do maior rebanho comercial bovino do mundo, a pecuária de corte é uma das mais importantes atividades do agronegócio brasileiro, representando uma parcela substancial do PIB e gerando mais de nove milhões de empregos diretos e indiretos. A partir da década de 90, com as imposições da globalização, o setor pecuário (corte e leite) vem apresentando avanços expressivos de desenvolvimento, aumentando a sua competitividade produtiva e econômica. Firmando-se como o maior exportador mundial de carne bovina do mundo a partir de 2003, o Brasil, iniciou a partir de 2004, a sua caminhada rumo a tornar-se, também, o maior exportador mundial de leite.

Com a maior área agricultável (somente de cerrado são 151 milhões de hectares a explorar) e o maior reservatório de água doce do planeta, o Brasil tem condições de produzir pasto e forragem conservada em alta escala e a baixo custo, permitindo o aumento do rebanho e da produção de qualidade. Os produtos de melhor qualidade e, portanto, de maior valor agregado, são demandados pelos países importadores, em especial por aqueles de maior poder aquisitivo que, certamente deverão remunerar melhor a carne e o leite livres de hormônios, probióticos e de promotores de crescimento, tão comuns nos produtos americanos e europeus.

As forrageiras utilizadas no Brasil estão sujeitas à estacionalidade de produção, resultando em grande deficiência quantitativa e qualitativa de forragem no período de estiagem. Com a tecnificação e a intensificação do processo produtivo vivenciados pela pecuária de corte no país, tem sido usada, dentre outras, a prática do confinamento como alternativa no acabamento de novilhos, onde os alimentos volumosos conservados, principalmente sob a forma de silagem ou de feno, constituem a principal fonte de nutrientes para a alimentação dos animais.

Por outro lado, a possibilidade de substituir parte da proteína verdadeira pelo nitrogênio não protéico (NNP), reduzindo o custo de produção, tem levado ao aumento das pesquisas, em especial com a utilização da uréia. Os níveis de suplementação de dietas com uréia para a alimentação de bovinos

confinados, tem sido inconsistentes. A recomendação mais utilizada é a de que a uréia substitua até 1/3 do nitrogênio protéico da dieta, entretanto, Haddad (1984) sugere limitar a quantidade de uréia em no máximo 1,0% da matéria seca total da dieta. Salienta ainda que, quando os níveis de proteína na dieta são elevados, principalmente se a sua origem é NNP, pode ocorrer redução na palatabilidade e, conseqüentemente, no consumo, podendo ocasionar ainda, em caso de excesso de amônia no rúmen, altas perdas de nitrogênio urinário

Magalhães et al. (2005) trabalhando com níveis crescentes de uréia (0,00; 0,65; 1,30 e 1,95% da MS total) não encontraram diferenças nos ganhos em peso de novilhos confinados que foram de 1,21; 1,25; 1,28 e 1,08 kg/novilho/dia, respectivamente.

O consumo é um dos principais fatores responsáveis pelo desempenho animal e, segundo Mertens (1994), 60 a 90% nas variações de desempenho são atribuídas às oscilações no consumo e, apenas de 10 a 40% à digestibilidade dos nutrientes. Dentre os fatores que mais influenciam o consumo, destaca-se o teor de proteína que deve ser atendida pela absorção intestinal de aminoácidos provenientes, principalmente, da proteína microbiana sintetizada no rúmen e da proteína alimentar não degradada no rúmen (Valadares Filho & Valadares, 2001).

A digestibilidade é um importante componente do valor nutritivo da dieta (Van Soest, 1994) e indica a porcentagem de cada nutriente que é utilizado pelo animal (Coelho da Silva & Leão, 1979). Efeitos da concentração protéica da dieta sobre a digestibilidade tem sido mais consistentes quando são utilizadas fontes protéicas degradadas no rúmen. Aumentos na digestibilidade aparente da matéria seca (MS), com o aumento da proteína bruta (PB) na dieta, foram relatados por Valadares et al. (1997). Entretanto, Rennó et al. (2003), trabalhando com dietas contendo níveis de PB de 12 a 15%, verificaram efeito apenas sobre os coeficientes de digestibilidade aparente totais da PB e do extrato etéreo (EE).

Objetivou-se, com este trabalho avaliar os consumos, as digestibilidades aparentes totais dos nutrientes e o desempenho produtivo de novilhos zebuínos, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de PB.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro (CEPET), da Universidade Federal de Viçosa. A CEPET localiza-se no município de Capinópolis-MG, 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 e precipitações médias anuais entre 1400 e 1600 mm.

Foram utilizados 24 animais zebuínos, de peso corporal (vazio) inicial médio de 381,6 kg, distribuídos em um delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições.

Os tratamentos foram constituídos de dietas contendo 9, 11, 13 e 15% de PB na MS, adotando-se relação volumoso:concentrado de 60:40, utilizando-se a silagem de milho como volumoso.

Os concentrados foram formulados a base de fubá de milho, minerais e uréia, aos quais se adicionaram níveis crescentes de grãos de soja, no momento da alimentação, à exceção da dieta com 9% de PB, que não continha grãos de soja.

O milho (híbrido AG 1051) ensilado no estágio farináceo-duro, foi proveniente de uma área de 3,0 ha, adubada com 8-28-16 + Zn (300 kg/ha) e 100 kg de uréia aplicados em cobertura, com produção no dia da ensilagem estimada em 40 t/ha.

Os custos (US\$/100 kg) e a proporção dos ingredientes nos concentrados, expressa na base da matéria natural, bem como os custos (US\$/animal/dia) e a proporção dos ingredientes nas dietas experimentais, expressa na base da matéria seca, encontram-se nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes nos concentrados, expressa na base da matéria natural, e custo do concentrado para as diferentes dietas

Ingredientes	Níveis de PB (%)			
	9	11	13	15
Fubá de milho	96,58	84,92	73,27	61,51
Grão de soja inteiro ¹	0,00	11,02	22,02	33,12
Uréia/SA ¹	1,64	2,28	2,93	3,59
Calcário calcítico	0,36	0,36	0,36	0,36
Cloreto de sódio	0,67	0,67	0,67	0,67
Fosfato bicálcico	0,72	0,72	0,72	0,72
Premix mineral ³	0,03	0,03	0,03	0,03
Custo ⁴ (US\$/100kg) ⁵	13.51	14.51	15.51	16.53

¹ Adicionada por ocasião da alimentação dos animais.

² Uréia e sulfato de amônia na proporção de 9:1.

³ Composição: sulfato de cobre (22,50%), sulfato de cobalto (1,40%), sulfato de zinco (75,40%), lodato de potássio (0,50%), selenito de sódio (0,20%).

⁴ Preço dos ingredientes (03/10/2005): uréia/SA (9:1) (R\$ 1,20/kg); sal branco (R\$ 0,22/kg); fosfato bicálcico (R\$ 1,10/kg); premix mineral (R\$ 3,00/kg); milho (BM&F) (R\$ 0,275/kg); grão de soja (BM&F) (R\$ 0,417/kg).

⁵ Dólar=R\$2,216 (03/10/2005).

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais, expressa na base da matéria seca, e custo total das dietas

Ingredientes	Níveis de PB (%)			
	9	11	13	15
Silagem de milho	60,0	60,0	60,0	60,0
Fubá de milho	38,48	33,77	29,06	24,34
Grão de soja inteiro ¹	0,00	4,44	8,86	13,29
Uréia/SA	0,73	1,00	1,29	1,58
Calcário calcítico	0,16	0,16	0,16	0,16
Cloreto de sódio	0,3	0,3	0,3	0,3
Fosfato bicálcico	0,32	0,32	0,32	0,32
Premix mineral	0,015	0,015	0,015	0,015
Custo ² (US\$/animal/dia) ³	0.97	1.10	1.10	1.18

¹ Adicionada por ocasião da alimentação dos animais.

² Calculado considerando a quantidade de MS consumida por animal/dia. Custo da silagem de milho: R\$ 0,19/kg MS (Anualpec, 2005; corrigido para o teor de 35,19% de MS).

³ Dólar=R\$2,216 (03/10/2005).

A composição químico-bromatológica dos concentrados e da silagem, e das dietas experimentais encontram-se nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Tabela 3 - Composição químico-bromatológica dos grãos de soja, da silagem de milho e dos concentrados utilizados para compor as dietas com 9, 11, 13 e 15% de PB

Itens	Grão de soja	Silagem de milho	Concentrados (%)			
			9	11	13	15
MS (%)	89,19	35,19	87,40	88,37	87,91	87,80
MO ¹	94,68	96,87	96,91	96,76	97,04	96,50
PB ¹	36,56	7,33	13,19	16,57	19,68	20,92
NIDN ²	5,94	22,11	4,68	2,35	3,36	3,24
NIDA ²	4,58	5,28	1,30	1,27	1,23	1,15
EE ¹	13,88	3,02	2,37	2,62	2,10	2,42
FDN ¹	13,85	46,95	12,42	10,64	10,24	10,67
FDNcp ¹	13,37	45,93	11,74	9,80	9,33	9,83
CNF ¹	30,39	39,57	72,89	72,31	71,76	70,44
FDA ¹	7,14	21,13	2,50	2,40	2,35	2,24
Lignina ¹	2,13	6,56	1,81	1,73	1,63	1,81
NDT ³	93,82	64,28	85,93	88,18	89,43	90,19

¹ Porcentagem da MS.

² Porcentagem do N total.

³ Estimado pela equação do NRC, 2001.

Tabela 4 - Composição químico-bromatológica das quatro dietas experimentais

Itens	Níveis de PB (%)			
	9	11	13	15
MS(%)	56,07	56,50	56,39	56,42
MO ¹	96,89	96,73	96,73	96,48
PB ¹	9,67	11,91	13,76	14,84
EE ¹	2,76	3,36	3,70	4,30
FDN ¹	33,14	32,57	32,59	32,86
FDNcp ¹	32,25	31,65	31,67	31,99
CNF ¹	52,90	50,80	48,78	46,60
FDA ¹	13,68	13,85	14,04	14,23
Lignina ¹	4,66	4,65	4,63	4,70
NDT ³	72,94	74,09	74,73	75,13

¹ Porcentagem da MS

³ Estimado pela equação do NRC, 2001.

Após pesagem e vermifugação, os animais foram alojados em baias individuais de 10 m², contendo comedouro coberto e bebedouro.

O período experimental foi de 84 dias, dividido em três períodos de 28 dias, após 15 dias de adaptação.

As pesagens inicial e final foram realizadas com jejum prévio de 14 horas e, as pesagens intermediárias, sem jejum. A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia (7 e 15 h), permitindo-se sobras de 10%, sendo o consumo avaliado diariamente.

Durante o período experimental foram coletadas, diariamente, amostras dos alimentos fornecidos e das sobras de cada animal, que foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e guardadas em freezer. As fezes foram coletadas diretamente no piso, uma vez ao dia, antes da primeira alimentação, entre o 43^o e 48^o dia experimental, para se estimar a produção fecal, utilizando-se a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) como indicador. Nesta ocasião, foram também coletadas amostras dos alimentos fornecidos e das sobras.

Todas as amostras foram submetidas à pré-secagem em estufa com ventilação forçada, à temperatura de 65°C, por 72 horas. Posteriormente, foram moídas em moinho de facas tipo “Willey”, com peneira de malha de 1 mm, e armazenadas em frascos de vidro com tampa de polietileno, para posteriores análises.

As análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), compostos nitrogenados (N), lignina, compostos nitrogenados insolúveis em detergente ácido (NIDA) e em detergente neutro (NIDN), foram feitas segundo procedimentos descritos por Silva & Queiróz (2002).

A fibra em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA) foi determinada pela técnica da autoclave, segundo Pell & Schofield (1993). A correção da FDN para cinzas e proteína (FDNcp) foi realizada nas amostras de alimentos para cálculo da digestibilidade da FDN e dos nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas.

Os teores de NDT foram obtidos a partir da equação: $NDT = PBD + 2,25 EED + FDNcpD + CNFD$ (NRC,2001), onde PBD, EED, FDNcp e CNFD significam respectivamente, proteína bruta digestível, extrato etéreo digestível, fibra em detergente neutro digestível corrigida para cinza e proteína e carboidratos não fibrosos digestíveis. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram

calculados como proposto por Hall (2000): $CNF = 100 - [(\% PB - \% PB \text{ derivada da uréia} + \% \text{ de uréia}) + \% FDN + \% EE + \% \text{ cinzas}]$.

A fibra em detergente ácido indigestível, utilizada como indicador interno, foi determinada nas amostras de alimentos, sobras e fezes, por meio da incubação ruminal, por 144 h, de 0,5 g de amostra em sacos de Ankom (filter bags F57), que foram lavados posteriormente, em água corrente, fervidos em detergente ácido por uma hora, lavados em água destilada fervente, por 10 minutos, e, por duas vezes, em seguida, com acetona, e secos em estufa a 65°C por 72 horas, para a determinação da FDAi.

A taxa de passagem foi estimada por meio das equações preditas pelo NRC (2001): $Kp = 3,054 + 0,614X_1$, para forrageiras úmidas, e $Kp = 2,904 + 1,375X_1 - 0,020X_2$, para alimentos concentrados, onde X_1 equivale ao consumo de matéria seca em relação ao peso corporal, e, X_2 , a porcentagem de proteína bruta na dieta.

Os teores de proteína degradável no rúmen (PDR) foram calculados conforme recomendações do NRC (2001) por meio da equação: $PDR = A + B * (kd / (kd + kp))$, em que A, B, kd e kp significam, respectivamente, fração solúvel em água, fração insolúvel em água e potencialmente degradável, taxa de degradação da fração B e taxa de passagem da PB pelo rúmen. Os valores de A (%), B (%) e kd (%/h) adotados foram: 54,72; 36,0 e 6,68, para silagem de milho; 21,93; 74,21 e 4,03, para fubá de milho e 29,10; 70,90 e 9,90 para grãos de soja, respectivamente (Valadares Filho et al., 2002). Os valores de kp estimados foram de 4,63%/h para silagem de milho, e 5,73%/h, para fubá de milho e grão de soja, sendo utilizado o valor médio de 5%/h para todos os ingredientes das dietas.

Após o abate dos animais, foram avaliados os rendimentos das carcaças (RC), expressos pela divisão do peso da carcaça quente (PCQ), pelo respectivo peso corporal final (PVF) de cada animal, submetido ao jejum de 14 horas.

As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância e regressão utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 2001). Os modelos foram escolhidos utilizando-se como critérios a significância entre as dietas, por intermédio do teste F a 5% de probabilidade, e por meio dos coeficientes de determinação.

Resultados e Discussão

A silagem de milho utilizada apresentou valor médio de pH de 3,8, concentração de N-NH₃, como porcentagem do N total, de 5,94%, permitindo classificá-la como de ótima qualidade (McDonald et al., 1991).

As médias, as equações de regressão e os respectivos coeficientes de determinação (r^2) e de variação (CV %) para os consumos diários de nutrientes, em função dos níveis de PB, encontram-se na Tabela 5.

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

Itens	Níveis de PB (%)				Equações	r ²	CV (%)
	9	11	13	15			
Consumo (kg/dia)							
MS	8,70	9,52	9,16	9,49	= 9,18	-	8,36
MO	8,44	9,21	8,87	9,17	= 8,89	-	8,35
PB	0,88	1,12	1,28	1,50	= -0,588984+0,104071**PB	0,99	8,63
EE	0,28	0,35	0,35	0,44	= 0,080633+0,0229285**PB	0,89	9,37
FDN	2,72	2,90	2,89	2,97	= 2,86	-	7,82
CNF	4,65	4,89	4,45	4,42	= 4,60	-	9,48
NDT	6,02	6,95	6,57	6,88	=3,79833+0,209679**PB	0,76	8,33
Consumo (%PV)							
MS	2,07	2,14	2,06	2,12	= 2,10	-	7,91
FDN	0,65	0,65	0,65	0,66	= 0,65	-	7,48

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Os consumos diários de MS (kg/dia e % PV) e de MO (kg/dia) não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de PB das dietas, apresentando valores médios de 9,18 kg/dia e de 2,1% do peso corporal para a MS, e de 8,89 kg/dia para o consumo de MO. Certamente, a quantidade de compostos nitrogenados nas diferentes dietas experimentais atendeu às exigências dos microrganismos ruminais, não influenciando, desta maneira, o consumo destes nutrientes.

Segundo Van Soest (1994), concentrações de PB acima de 7% na MS total não influenciam a ingestão de MS por parte dos bovinos. Também, Valadares et al. (1997) só observaram redução de consumo quando a dieta possuía 7% de PB, encontrando consumos mais elevados e iguais, para as dietas contendo 9,5, 12,0 e 14,5% de PB. A utilização de nível de uréia superior em até 58% ao recomendado por Haddad (1984), não comprometeu o consumo de MS.

Conforme esperado, o consumo de PB (kg/dia) aumentou linearmente ($P<0,05$) com a elevação dos teores de PB das dietas, o que está consoante com os resultados obtidos por Ítavo et al. (2002b) e Rennó (2003).

Considerando que a exigência para bovinos de corte com peso de 450 kg e ganho de 1,4 kg/dia é de 1,0 kg de PB (NRC, 1996), à exceção da dieta contendo 9% de PB, que atendeu 88% da exigência deste nutriente, pode-se afirmar as demais dietas atenderam aos requerimentos de PB dos animais.

O consumo de EE aumentou linearmente ($P<0,05$) com a elevação dos níveis de PB das dietas, certamente em decorrência dos níveis crescentes de grãos de soja nas mesmas, uma vez que o consumo de MS não variou entre as dietas.

O consumo de FDN, independentemente de sua forma de expressão (kg/dia ou % PV), não foi influenciado ($P>0,05$) pelas dietas, o que era esperado em decorrência da similaridade no consumo de MS e nos teores de FDN das dietas.

Considerando a recomendação do NRC (1996), de 6,6 kg/dia de NDT, para animais com 450 kg e ganho diário de 1,0 kg, à exceção da dieta com 9% de PB (sem soja), as demais atenderam as exigências de NDT dos animais.

Na Tabela 6 são relacionados os coeficientes de digestibilidade aparente total dos nutrientes, as equações de regressão ajustadas em função dos níveis de PB das dietas e os respectivos coeficientes de determinação (r^2) e de variação (CV %).

As digestibilidades aparentes totais de MS, MO, EE e FDN não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos níveis de PB das dietas, apresentando médias de 70,61; 71,60; 72,06 e 43,65, respectivamente. Tais resultados eram esperados, uma vez que não houve elevação do consumo de CNF com o aumento dos níveis de PB nas dietas. Entretanto, resultados de literatura onde foram

utilizados diferentes níveis de concentrado e de PB nas dietas, revelaram aumentos lineares nos coeficientes de digestibilidade da MS e MO com a elevação dos níveis de PB nas dietas (Ítavo et al., 2002a), ou mesmo efeitos quadráticos (Ladeira et al., 1999).

Tabela 6 - Médias das digestibilidades aparentes totais da matéria seca (MS), da matéria orgânica (MO), da proteína bruta (PB), do extrato etéreo (EE) e da fibra em detergente neutro (FDN) e as respectivas equações de regressão, coeficientes de determinação (r^2) e de variação (CV) em função dos níveis de proteína das dietas (PB)

Itens	Níveis de PB (%)				Equações	r ²	CV (%)
	9	11	13	15			
	Digestibilidade total (%)						
MS	69,55	72,23	70,22	70,43	=70,61	-	4,12
MO	70,59	73,11	71,10	71,60	=71,60	-	4,11
PB	63,85	73,37	72,69	73,64	=53,6782+1,43421**PB	0,62	4,81
EE	67,71	75,05	72,04	73,43	=72,06	—	6,51
FDN	42,53	44,86	43,50	43,73	=43,65	-	11,06

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Os coeficientes de digestibilidade aparente total da PB aumentaram linearmente ($P < 0,05$) com o incremento dos níveis de PB das dietas o que pode ser esperado e está de acordo com Cardoso et al. (2000) e Dias et al. (2000). Entretanto, Ítavo et al. (2002a) e Moraes et al. (2002) não encontraram efeito de níveis de concentrado sobre o coeficientes de digestibilidade aparente total da PB.

A taxa de passagem (K_p) estimada, com valor médio de $0,0460 \pm 0,0012/h$, não foi influenciada ($P > 0,05$) pelos níveis de PB das dietas, valor este semelhante ao obtido por Pereira et al. (2005).

Na Tabela 7, observa-se os pesos corporais inicial (PVI) e final (PVF), os ganhos em peso médios diários (GMD), o rendimento de carcaça (RC), a conversão alimentar (CA), o custo da arroba produzida considerando o alimento (US\$/@), as equações de regressão e os coeficientes de determinação (r^2) e de variação (CV%) obtidos nos diversos tratamentos.

Tabela 7 – Médias obtidas para os pesos corporais inicial (PVI) e final (PVF), ganhos médios diários de peso vivo (GMD), rendimento de carcaça (RC), conversão alimentar (CA), o custo da arroba considerando o alimento (US\$/@) e as respectivas equações de regressão, os coeficientes de determinação (R^2) e de variação (CV) em função dos níveis de proteína bruta (PB) das dietas

Itens	Níveis de PB (%)				Equações	R^2	CV (%)
	9	11	13	15			
PVI ¹	371,83	385,67	384,33	385,17	= 381,75	-	2,95
PVF ¹	468,67	505,00	503,00	508,50	= 496,29	-	2,82
GMD ²	1,17	1,44	1,43	1,41	= -1,5859+0,46992*PB-0,018065*PB ²	0,93	11,18
RC ³	52,58	50,78	51,22	51,72	=51,50	-	3,95
CA	7,52	6,68	6,42	6,44	=16,4563-1,48735*PB+0,0546976*PB ²	0,99	8,15
Custo ¹	23,89	22,82	22,72	24,43	-	-	-

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. ¹ (kg); ² (kg/dia); ³ (%).

¹Custo da @ composto apenas do custo do alimento, calculado em US\$/@ produzida durante o experimento, considerando o rendimento de carcaça; Dólar=R\$ 2,216 (03-10-2005).

O GMD apresentou resposta quadrática ($P<0,05$) ao aumento dos níveis de PB das dieta, estimando-se valor máximo de 1,47 kg/dia, para o nível de 13% de PB na dieta. Comportamento semelhante foi obtido por Hoffman et al. (2001), trabalhando com níveis de PB de 8, 11, 13 e 15%. Já Cavalcante et al. (2005) não verificaram efeito de níveis de PB da dieta sobre o GMD em novilhos anelados, cujo ganho médio foi de 1,074 kg/dia. Observa-se que a utilização de nível de uréia superior em até 58% ao recomendado por Haddad (1984), não prejudicou o GMD.

O teor de PB das dietas não influenciou ($P>0,05$) o RC, o que está em consonância com os resultados de Ferreira et al. (1998), Souza et al. (2002) e Cavalcante et al. (2005).

A conversão alimentar ajustou-se a um modelo quadrático ($P<0,05$), estimando-se o ponto de mínimo de 6,34 para o nível de 13,6% de PB nas dietas, nível este, próximo daquele que resultou em GMD máximo, o que está de acordo com os resultados obtidos por Ferreira et al. (1999) e de Costa et al. (2002). A maior participação de grãos de soja nas dietas resultou em maior ingestão ($P<0,05$) de PB, EE e NDT, requerendo menor quantidade de alimento para o ganho de peso.

Numa análise visual dos dados obtidos, em especial o GMD, decidiu-se por estudar o ganho médio diário em peso, em função do consumo de proteína bruta e da proteína digerida no rúmen (PDR), valendo-se do Linear Response Plateau (LRP). Na Figura 1, observa-se que a ingestão ideal de PB para os animais utilizados no presente ensaio foi de 1,11 kg/dia, para um GMD de 1,43 kg. Estes animais apresentaram consumo médio de MS de 9,18 kg/animal/dia e, conseqüentemente, teor médio de PB na MS total de 12%, sugerindo ser esse teor de PB, equivalente às exigências dos animais na presente pesquisa.

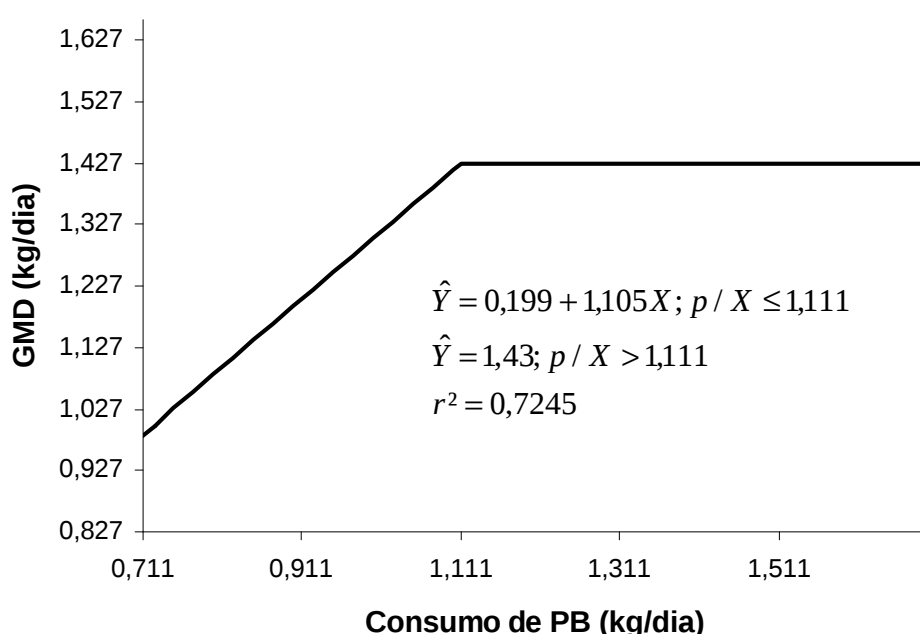


Figura 1 – Ganho médio diário (kg/dia) em função do consumo de proteína bruta (kg/dia).

Na Figura 2, é demonstrada a influência do consumo de PDR no GMD, denotando-se que o GMD de 1,43 kg/dia foi obtido com um consumo de PDR de 0,684 kg/dia, o que equivale a 7,5% de PDR na MS ingerida, ou 62% de PDR na PB total requerida. Contudo, pode-se observar que consumos de PDR acima de 0,684 kg/dia resultaram em mesmo ganho diário.

Assim, pode-se afirmar que as exigências de novilhos de corte zebuínos, em confinamento, com peso médio inicial de 382 kg foram de 12% de PB e de 7,5% de PDR na MS total.

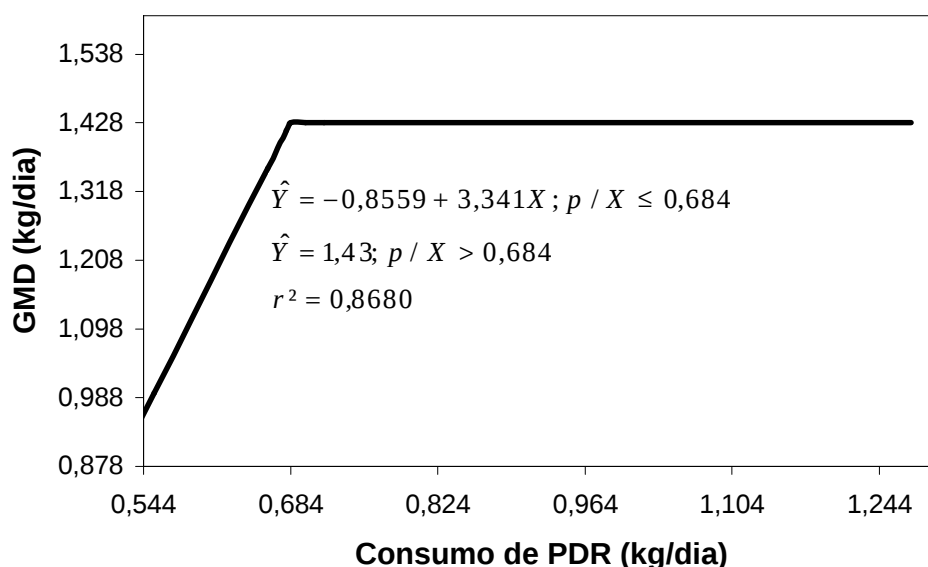


Figura 2 – Ganho médio diário (kg/dia) em função do consumo proteína degradável no rúmen (kg/dia).

Considerando a influência dos níveis de PB das dietas, sobre o GMD e o preço de custo das dietas consumidas, o custo por kg de peso vivo produzido durante o experimento de US\$ 0.83; 0.76; 0.76; 0.84 para níveis de PB de 9, 11, 13 e 15%, respectivamente, foi igual para as dietas com 11 e 13 % de PB e superior em 9 e 11% para aquelas com 9 e 15% de PB, respectivamente.

Tomando como base os valores de mercado, e os dados do presente trabalho, algumas alternativas podem ser analisadas pelo pecuarista. A primeira, considerando-se R\$ 53,00 (US\$ 23.92) o atual preço da @ do boi gordo rastreado, com prazo de 30 dias, no município de Ituiutaba-MG, a melhor dieta experimental (Tabela 7) propiciou um lucro de US\$ 0.20/@ produzida. Como a duração do confinamento foi de 84 dias e o GMD de 1,47 kg, obteve-se uma produção de 4,22 @ de carcaça e um lucro de US\$ 0.85/animal confinado. A segunda, ao se considerar a possibilidade de aluguel do pasto (US\$ 5.41/animal/mês - Anualpec 2005), que estaria ocupado pelo animal ora confinado (2,8 meses), obtém-se uma receita adicional/animal de US\$ 15.16

durante o período de confinamento. Nesta hipótese é preciso considerar ainda que, o acabamento precoce dos animais, propiciado pelo confinamento, resulta em giro mais rápido do capital empatado, além de proporcionar a reposição de animais de pasto em pleno período de estiagem, onde seu estado corporal favorece ao comprador.

Numa terceira alternativa, se os animais permanecessem em regime de pasto sem suplementação, cada um perderia estimadamente 30 kg de PV (0,25 kg/novilho/dia) durante o período de estiagem (120 dias- julho a outubro). Considerando um ganho de 0,6 kg/animal/dia no período das águas (novembro a maio), os animais só atingiriam o peso médio obtido no confinamento (503 kg) em 18 de maio do ano subsequente e, mesmo assim, considerando a adição dos 30 kg perdidos na seca como ganho compensatório. Nesta hipótese, o confinamento proporcionaria a possibilidade de aluguel do pasto por um período de 10,6 meses (julho a 18 de maio) que, somado ao lucro deixado pelo confinamento, resulta em um lucro unitário de US\$ 58,20. Vale ressaltar que não foram computados os gastos com a mão de obra utilizada no confinamento, e nem tampouco a receita proveniente da venda do esterco.

Conclusões

Sugere-se que as exigências de bovinos zebuínos confinados, com peso corporal inicial de 382 kg e final de 496 kg, foram de aproximadamente 1,11 kg de PB/dia, equivalentes, neste experimento, a 12% de PB na MS. Sugere-se ainda que, o mínimo de PDR ingerida para estes animais foi de 0,684 kg/dia. uma vez que, os mesmos, alcançaram maior ganho em peso (1,43 kg/animal/dia) e menor custo de produção (US\$ 0,78/kg de PV), sem comprometer a digestibilidade aparente total da maioria dos nutrientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANUALPEC 2005. **Anuário da Pecuária Brasileira**: FNP Consultoria & Comercio, 2005. 340p.
- CARDOSO, R.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos F1 Limousin X Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p. 1832-1843, 2000.
- CARVALHO, A.U.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 1. Consumo e digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de zootecnia**, v.26, n.5, p.986-995, 1997.
- CAVALCANTE, M.A.B.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: consumo, digestibilidade total e desempenho produtivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 03, p. 711-719, 2005.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livrocere, 1979. 380p.
- COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. et al. Desempenho produtivo de novilhos zebu alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD ROM.
- DIAS, H.L.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. 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.
- 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, 1999.
- 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).

- HADDAD, P.M. **Uréia em suplementos alimentares**. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS – URÉIA PARA RUMINANTES. 2, 1984, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 1984, p.119-141.
- HOFFMAN, P.C.; ESSE, N.M.; BAUMAN, L.M. et al. Short communication: Effect of dietary protein on growth and nitrogen balance of Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.4, p.843-847, 2001.
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de nutrientes em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1543-1552, 2002a.
- 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, 2002b.
- LADEIRA, M.M.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de dietas contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.395-403, 1999.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: **Forage quality, evaluation and utilization**. FAHEY, Jr (ed.) American Society of Agronomy: Madison. 1994. p.450-493.
- MAGALHÃES, K. A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Produção de proteína microbiana, concentração plasmática de uréia e excreções de uréia em novilhos alimentados. com diferentes níveis de uréia ou de casca de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1400-1407, 2005.(Prelo).
- MCDONALD, D.R.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2. Ed. Aberystwyth: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- MORAES, S.A; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R. et al. Consumo e digestibilidade aparente de nutrientes, em bovinos recebendo dietas contendo silagem de milho e concentrado em diferentes proporções. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD ROM.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle. 7 ed.** Washington: National Academic of Sciences. 242p. 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle. 7 ed.** Washington: National Academic of Sciences. 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.
- PEREIRA, D.H.; PEREIRA, O G.; SILVA, B. C.; et. al. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e diferentes proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2005. (Prelo).
- RENNÓ, L.N. **Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e cratinina 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.; QUEIRÓZ, A.C. **Análises de Alimentos (métodos químicos e biológicos).** 3ª ed. Viçosa: UFV, 2002, Imprensa Universitária. 235p.
- SILVA, B.C.; PEREIRA, O.G.; PEREIRA, D.H. et al. Consumo e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e concentrado em diferentes proporções. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2005. (PRELO).
- SOUZA, V.G.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de milho e concentrado em diferentes proporções In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD ROM.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – **SAEG. Sistemas de análises estatísticas e genéticas. Versão 8.0.** Viçosa, MG, 2001. (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**, v.26, n.6, p.1252-1258, 1997.
- 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 FILHO, S. C.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPPELLE, E.R. **Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. CQBAL 2.0.** Universidade Federal de Viçosa. Suprema Gráfica Ltda. 2002. 297p.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants.** 2 ed. Cornell University, Ithaca. 1994. 476p.

CONCLUSÕES GERAIS

Apesar das variações nos parâmetros ruminais, a utilização de níveis de proteína bruta variando de 9 a 15% da MS da dieta de bovinos mestiços Holandês x Zebu, na fase de crescimento, não afetou os parâmetros nutricionais, à exceção, dos consumos de PB e de EE, e da digestibilidade aparente da PB que, aumentaram.

Sugere-se que as exigências de bovinos zebuínos confinados, com peso corporal inicial de 382 kg e final de 496 kg, foram de aproximadamente 1,11 kg de PB/dia, equivalentes, neste experimento, a 12% de PB na MS. Sugere-se ainda que, o mínimo de PDR ingerida para estes animais foi de 0,684 kg/dia. uma vez que, os mesmos, alcançaram maior ganho em peso (1,43 kg/animal/dia) e menor custo de produção (US\$ 0,76/kg de PV), sem comprometer a digestibilidade aparente total da maioria dos nutrientes.