

ROBSON MAGNO LIBERAL VÉRAS

CONSUMO, DIGESTIBILIDADES TOTAL E PARCIAL, PRODUÇÃO
MICROBIANA E EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA PARA MANTENÇA DE BOVINOS
NELORE

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
2006

ROBSON MAGNO LIBERAL VÉRAS

CONSUMO, DIGESTIBILIDADES TOTAL E PARCIAL, PRODUÇÃO
MICROBIANA E EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA PARA MANTENÇA DE BOVINOS
NELORE

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: 03 de abril de 2006

Profª Rilene Ferreira Diniz Valadares

Profª Maria Ignez Leão
(Conselheira)

Profª Luciana Navajas Rennó

Prof. Edenio Detmann

Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Orientador)

A uma força que rege toda a natureza, a energia plena da qual derivamos, o todo, chamado por vários nomes – para nós: DEUS.

À Jacinete Liberal Véras (mainha), pelo amor incondicional e eterno apoio.

A Renaldo Véras da Silva (painho), pelo caráter.

À minha esposa Pollianna de Paula Almeida Véras e meu filho Guilherme de Almeida Véras, pela presença ímpar em todos os momentos.

Aos meus irmãos:

*Maria Edjane Liberal Véras,
Marta Lopes do Nascimento,
Edna Maria Liberal Véras Silvino,
Renaldo Véras Júnior e
Carla Janaína Liberal Véras.*

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa, por intermédio do Departamento de Zootecnia, pela realização deste curso.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Professor Sebastião de Campos Valadares Filho, por ter aceitado ser meu orientador, pela atenção e dedicação em seu trabalho de pesquisador.

À Professora Maria Ignez Leão, pelos ensinamentos, pelo companheirismo, pela realização de fistulação dos animais, pela atenção, pelo carinho e pela companhia nos bons momentos de sua vida.

À Professora Rilene Ferreira Diniz Valadares, pela felicidade e paz que sempre transmite, pela convivência, pela introdução das sondas para coleta de urina, bem como pelos materiais de coleta.

À Professora Luciana Navajas Rennó, pela simplicidade e atenção em todas as horas que precisei de seu conhecimento, pela disposição em sempre ajudar durante este curso. Agora mais recentemente, ao seu cônjuge o Kaká, um grande companheiro de pinga com manga.

Ao Professor Edenio Detmann, pela amizade, pelo apoio nesta tese e no concurso – a nossa aposta fica para a próxima vez.

Ao Professor Mário Fonseca Paulino, pelo grande caráter e pela grande contribuição durante o exame de qualificação.

Aos demais professores que contribuíram para a melhoria dos conhecimentos, em especial, Professores Augusto César de Queiroz e Odilon Gomes Pereira.

À nova família que aprendi a respeitar, admirar e tomar com minha, meus sogros Sr. Aurelino e D. Leni e aos cunhados Clystia, Bianca, Renata e Franco. Agradeço pela acolhida sincera e carinhosa.

Aos amigos de Recife, Marcelo de Andrade, Sherlânea e Vêras, Mércia e Rinaldo, pelo apoio durante minha chegada em Viçosa.

Aos funcionários, Marcelo, Zé Geraldo, “Pum” e, em especial, ao Joélcio Leão e família, pela confiança e amizade e ajuda nas coletas.

Ao Monteiro e D. Clara, pelo apoio e pelas inesquecíveis broas com cerveja.

Às grande amigas e companheiras de estudo, Marcinha, Amélia e Patrícia, lembrarei sempre de todos os bons momentos, das comilanças e das festinhas.

Ao “cabeção louco de Goiânia”, Analívia por toda convivência e amizade durante os experimentos. Também sempre lembrarei das noites de coleta total de fezes, movidas a churrasco e cerveja.

Ao Linderberg, tranqüilo companheiro de viagem.

Aos amigos Anderson, Adriano “Foca”, Rafael e Sandro Mendonça, parceiros de outras horas, que farão parte das lembranças de viver em Viçosa por quase 5 anos.

Ao amigo Gladston, apesar de distante é o mais presente de todos.

Aos colegas da “pelada da Rua Nova”, Claudinho Cardoso, Chumbo, Paulinho Arruda, Cagadinha, Márvio Lobão, Daniel, Aurimar e família, Marcelo e família, João Carlos, Ciro, Marcelo Villela e Deofram.

Aos amigos e colegas de disciplina que ajudaram durante o curso, Daniel & Janaína, Douglas Pina, Pedro Veiga (“Viegas”), Helenice & Lincoln (pelas análises no laboratório de reprodução).

Aos estagiários Marcos Marcondes, Majorie, Claudinha, Daniela, “Terrão” e Mozart, pela intermináveis coletas e análises.

À Flávia Valadares, grande amiga com quem aprendi olhar o mundo de forma diferente.

Às famílias Azevedo, José Augusto, Karine, Arthuzinho (Tu) e Juliana, e Pimentel, Jobson, Patrícia, Flavinha e Laurinha, pelo bons momentos e pelo apoio.

À Luciana Fontes, tutora competente na fase inicial do Guilherme na creche A Ciranda, pelo amor, zelo e carinho incomensuráveis, e sua família, por receber e cuidar do Guilherme nos árduos fins de semana despendidos na finalização desta tese.

Aos amigos Douglas, Kátia e Gabriel, pelo grande companheirismo em bons momentos familiar, principalmente do nossos filhos.

Aos companheiros da República Zona da Mata Paulão, “Bitoca”, Bruno Lambari, Fabio Becaline Balabam, Rafael Mosca, Rodrigo Negão, Josué e Wellington Cumaru.

Às pessoas do convívio fora da Zootecnia, os Bactérias, Airton (Maradona), Luiz (Tuta), Fernando, Dudu, Rinaldo (jacaré), Missão, Rave I, Torresmo, pelas boas festas e pelo compaheirismo, e às agregadas da turma, Jamile, Fernandinha, Daniela, Mirlane e Ariadjene.

Ao amigo e colega de instituição Hugo Haas, o violeiro das madrugadas de coleta.

Aos colegas da pós-graduação, Mônica Paixão, Chizotti e Fernanda, Marinaldo, Fernando Leonel (“Rufião”), Marcos Bonfim, Alaor, Eduardo Kling e Camila, “Magajanes” (Karla), Giorgia, Talita, Tucano, Roberta e Emerson, Fred, Fernando Bernardino e Biatris.

Aos amigos da Rural de Recife, Marco Túlio, Janaína, Carla Mattos, Karlinha, Sólon e Betinha, “Lebre”, Kaliandra, Ricardinho, Cibeli, Júlio, Airon, Edneia, Daniela, Laura e Leandro.

Ao casal Fernanda e Renius Mello, por tudo e pelo carinho ao meu filho.

Aos amigos Kênia Marcelino e Gelson Difante, pelo zelo durante a gravidez de Guilherme e pela sincera amizade.

À D. Maria do Carmo, nossa fiel e querida secretária, que cuidou de nós com tanto carinho.

BIOGRAFIA

ROBSON MAGNO LIBERAL VÉRAS, filho de Renaldo Vêras da Silva e Jacinete Liberal Vêras, nasceu em Afogados da Ingazeira, estado do Pernambuco, aos trinta dias do mês de agosto de 1974.

Graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal Rural do Pernambuco em janeiro de 2001.

Concluiu o curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal Rural do Pernambuco em agosto de 2002.

Em setembro de 2002, iniciou o Programa de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa - MG, na área de Nutrição de Ruminantes.

Em março de 2006, foi contratado como professor da disciplina de Nutrição Animal da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Parauapebas - PA.

Em 03 de abril de 2006, submeteu-se à defesa de tese.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO	ix
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	9
Níveis de concentrado na dieta de bovinos Nelore de três condições sexuais: consumo, digestibilidades total e parcial, produção microbiana e parâmetros ruminais	14
RESUMO.....	14
ABSTRACT.....	15
Introdução.....	16
Material e Métodos.....	17
Resultados e Discussão	21
Conclusões.....	34
Literatura Citada.....	35
Balanço de compostos nitrogenados e estimativas das exigências de proteína de manutenção de bovinos Nelore de três condições sexuais	40

RESUMO.....	40
ABSTRACT.....	41
Introdução.....	42
Material e Métodos.....	44
Resultados e Discussão.....	50
Conclusões.....	65
Literatura Citada.....	66
Balço de compostos nitrogenados e estimativas das exigências de proteína de manutenção de bovinos Nelore de três condições sexuais.....	71
RESUMO.....	71
ABSTRACT.....	72
Introdução.....	73
Material e Métodos.....	74
Resultados e Discussão.....	79
Conclusões.....	83
Literatura Citada.....	84
	86
3. RESUMO E CONCLUSÕES.....	
4. APÊNDICE.....	88

RESUMO

VÉRAS, Robson Magno Liberal, D.S., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2006. **Consumo, digestibilidades total e parcial, produção microbiana e exigências de proteína para manutenção de bovinos Nelore.** Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho. Conselheiros: Maria Ignez Leão e Mário Fonseca Paulino.

Na realização desta pesquisa, foram conduzidos dois experimentos no período de maio a novembro de 2004. Cada período experimental teve duração de 15 dias – nove para adaptação às dietas e seis para as coletas. No primeiro, doze bovinos Nelore de três condições sexuais (CS), sendo quatro fêmeas, quatro machos castrados e quatro machos não-castrados, com idade aproximada de 15 meses e peso vivo médio de 235, 249 e 239 kg, respectivamente, foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3, sendo dois níveis de concentrado (25 ou 50%) e três CS, objetivando-se estudar o consumo, a digestibilidade total e parcial dos nutrientes, a produção microbiana e os parâmetros ruminais. A produção de matéria seca fecal e os fluxos de matéria seca (MS) no duodeno foram estimados com o óxido crômico. As coletas de líquido ruminal, para determinar o pH e a concentração de amônia, foram realizadas antes do fornecimento da dieta e 2, 4 e 6 horas após a alimentação e,

para isolar os microrganismos ruminais, 6 horas após o fornecimento da dieta. Não houve interação significativa entre níveis de concentrado e CS para nenhum dos consumos observados e também para as digestibilidades aparentes totais e parciais dos nutrientes, com exceção do EE. Os consumos de MS, MO, EE, PB, NDT, em kg/dia, e de MS em % do PV ou em $\text{g/kg}^{0,75}$, não foram influenciados pelos níveis de concentrado ou CS. O aumento do nível de concentrado reduziu a digestibilidade da FDN. Os teores médios de N nas bactérias variaram de 6,91 a 7,39% da MS. O fluxo de nutrientes e a eficiência microbiana, expressa de diferentes formas, com exceção de gNmic/kgMODR , não foram influenciados pelos níveis de concentrados e CS. A concentração de NH_3 máxima de 14,55 mg/dL foi estimada 1,83 horas após a alimentação. Concluiu-se que o aumento dos níveis de concentrado na dieta não resultou em respostas positivas para os consumos, as digestibilidades parciais e totais da maioria dos nutrientes e a produção microbiana. No segundo experimento, objetivou-se avaliar os consumos, as digestibilidades totais e parciais da MS, MO, PB, EE, FDN e CNF, a produção microbiana, os parâmetros ruminais, o balanço de nitrogênio, e as exigências de proteína para manutenção, em doze bovinos Nelore, fistulados no rúmen e duodeno, de três (CS), sendo quatro fêmeas, quatro machos castrados e quatro machos não-castrados, com idade aproximada de 16 meses e peso vivo médio de 254,8; 285,1 e 265,6 kg, respectivamente, distribuídos em três quadrados latinos 4 x 4, sendo quatro animais, quatro níveis de proteína bruta (7, 10, 13 e 15%) e quatro períodos. As amostras foram incubadas em um animal de cada condição sexual, para se estimar a degradabilidade dos ingredientes. O pH e a concentração de amônia foram determinados antes e após a alimentação e, para isolar os microrganismos ruminais, coletas de digesta ruminal foram efetuadas 6 horas após o fornecimento da dieta. As concentrações de uréia foram estimadas na urina e no soro sanguíneo. A produção de MS fecal e os fluxos de MS no duodeno foram estimados com a fibra em detergente ácido indigestível. A coleta total de urina de cada animal foi realizada do 13^o ao 14^o dia de cada período. O nitrogênio metabólico fecal (NMF) foi estimado por regressão entre o N absorvido (Y) e a ingestão de N (X), expressos em g/kg MS. Para nenhum dos consumos dos

nutrientes, houve efeito significativo da interação quadrado latino (condição sexual) e níveis de proteína nas dietas. Os consumos diários de todos os nutrientes foram influenciados pelos níveis de PB das dietas, com exceção do EE e CNF. As digestibilidades totais da MS, MO, PB, FDN e CNF foram influenciadas pelos níveis de PB nas dietas, assim como houve aumento das concentrações de uréia no soro (US), nitrogênio uréico no soro (NUS) e uréia na urina (UU). Ao contrário do pH, houve interação entre níveis de PB na dieta, e tempos de coleta, para o NH_3 . Os consumos, as digestibilidades dos nutrientes e a produção microbiana, como também as digestões ruminais, com exceção da PB, não foram influenciados pela condição sexual. Conclui-se que as digestibilidades totais da maioria dos nutrientes foram incrementadas com o aumento do teor de PB nas dietas. Houve efeito da condição sexual apenas sobre o nitrogênio ingerido, observando-se maior consumo para os machos castrados em relação às fêmeas. A ingestão de compostos nitrogenados, a excreção fecal e urinário e o balanço de compostos nitrogenados aumentaram linearmente com os teores dietéticos de PB. Foram registrados valores de 6,69 de gN/kgMS ingerida e $0,133 \text{ gN/kg}^{0,75}$ para o NMF e nitrogênio endógeno urinário (NEU), respectivamente. A exigência líquida de proteína foi estimada em $0,431 \text{ gN/kg}^{0,75}$ ou $2,69 \text{ g de proteína/ kg}^{0,75}$. As exigências de proteína metabolizável para manutenção, de $4,0 \text{ g/kg}^{0,75}$, não variaram para animais Nelore de diferentes condições sexuais.

ABSTRACT

VÉRAS, Robson Magno Liberal, D.S., Universidade Federal de Viçosa, April 2006. **Intake, partial and tract total digestibility, microbial protein synthesis and metabolizable protein requirements for maintenance of Nellore bovines.** Adviser: Sebastião de Campos Valadares Filho. Committee members: Maria Ignez Leão and Mário Fonseca Paulino.

Two trials were conducted from May to November 2004. Each experimental period lasted 15 days – nine for diet adaptation and six for collections. In the first experiment, twelve Nellore of three sexual categories (four heifers, four bulls and four steers) averaging 15 months of age and body weight of 235, 249, and 239 kg, respectively, were assigned to a completely randomized design with a 2 x3 factorial arrangement (two levels of concentrate – 25 or 50% and three sexual categories) to evaluate intake, partial and total tract digestibility of nutrients, microbial protein synthesis and ruminal metabolism. The estimation of both fecal excretion of DM and duodenal DM flow was done using chromium oxide. The collection of ruminal fluid was done at and 2, 4, and 6 hours after-feeding to determine pH and ammonia concentration. Ruminal samples for bacterial isolation also was collected 6 hours post-feeding. With the exception of EE, no other significant effect of concentrate levels and sexual categories was observed on intake and partial or total tract digestibility of nutrients. The intakes of DM, OM, EE, CP, TDN (kg/day) and DM (% BW or g/kg^{0.75}) were neither affected by the

concentrate levels nor by sexual category. Increasing dietary concentrate levels decreased NDF digestibility. Average bacterial N contents ranged from 6.91 to 7.39. No significant effect of concentrate levels and sexual category was observed on duodenal flow of nutrients and microbial efficiency excepted when expressed as MicN/kgOMDR. Maximum ruminal NH_3 concentration (14.55 mg/dL) was estimated at 1.83 hours after-feeding. It was concluded that increasing dietary concentrate levels did not affect intake, partial and total tract digestibility of most nutrients and microbial protein synthesis. In the second experiment, twelve Nellore bovines fistulated in the rumen and duodenum were allotted to three Latin squares (four animals, four CP levels: 7, 10, 13, and 15% and four periods) to evaluate the intake, partial and total tract digestibility of DM, OM, CP, EE, NDF, and NFC, microbial protein synthesis, ruminal metabolism, nitrogen balance and metabolizable protein requirements for maintenance. The samples were ruminally incubated in each sexual category to estimate total tract digestibility of ingredients. The collection of ruminal fluid was done at and after-feeding to determine pH and ammonia concentration. Ruminal samples for bacterial isolation also was collected at and 6 hours post-feeding. The urea concentrations were estimated in the urine (UU) and blood serum (US). Estimation of fecal DM output and duodenal DM flow was done using the internal marker indigestible acid detergent fiber. Total collection of urine was conducted from day 13 to day 14 on each period. Metabolic fecal nitrogen, urinary endogenous losses and total endogenous losses were all estimated using a regression approach. Para nenhum dos consumos dos nutrientes, houve efeito significativo da interação quadrado latino (condição sexual) e níveis de proteína nas dietas. With the exception of EE and NFC, no other significant effect of dietary CP levels on daily intake of all nutrients was observed. Increasing dietary CP levels affected ($P < 0.05$) total tract digestibility of DM, OM, CP, NDF, and NFC digestions and also resulted in higher concentrations of US, NUS, and UU. Differently from pH results, significant effect ($P < 0.05$) of dietary protein levels x collection times interaction on ruminal NH_3 was observed. With the exception of CP, significant effects of sexual category neither on intake, total tract digestibility of nutrients, microbial protein synthesis nor on ruminal

digestion were observed. It was concluded that increasing dietary CP levels affected intake and total tract digestibility of most nutrients. Significant effect of sexual category was observed only for N intake that was greater for steers than heifers. Nitrogen intake, urinary and fecal N excretions and N balance all increased linearly when the dietary CP varied from 7 to 15%. It was observed NMF of 6.69 of N/kg ingested DM and NUE of 0.133 g N/kg^{0.75}. The net protein requirement was estimated as 0.431 gN/kg^{0.75} or 2.69 g of protein/kg^{0.75}. No effect of sexual categories on metabolizable protein requirements for maintenance (approximately 4.0 g/kg^{0.75}) was observed in this trial.

1. INTRODUÇÃO

A composição genética de aproximadamente 80% do rebanho bovino brasileiro é composta parcialmente por raças zebuínas. A raça Nelore, que constitui cerca de 100 milhões de cabeças, é a principal destinada à produção de carne no país (Sainz et al., 2004).

O aspecto nutricional é um dos principais fatores que afeta o desempenho animal. O desenvolvimento de programas de alimentação que buscam conhecer com maior precisão as interações e o impacto produzidos pelo uso de diferentes níveis de concentrado, bem como os ingredientes da dieta, sobre o consumo voluntário e a utilização de nutrientes no trato gastrointestinal de bovinos Nelore de diferentes condições sexuais, é fundamental para a maximização da eficiência de aproveitamento dos alimentos e implementação de sistemas eficientes de produção.

Trabalhos com bovinos Nelore comparando consumo, digestibilidades total e parcial, produção microbiana, balanço de nitrogênio, exigência de proteína metabolizável para manutenção e parâmetros ruminais, bem como outras variáveis nutricionais, entre animais de condição sexual diferente, são escassos. Na literatura existem somente avaliações de machos castrados ou não-castrados, ou fêmeas isoladamente, com menor número de observações.

Segundo Paulino et al. (2001), a produção animal é função do consumo e do valor nutritivo dos alimentos, sendo a eficiência de utilização diretamente

associada ao consumo de matéria seca digestível, quando os teores dietéticos de proteína, minerais, vitaminas e outros fatores nutricionais são adequados. De acordo com Mertens (1994), a ingestão de matéria seca também é influenciada por fatores psicogênicos, que envolvem a resposta comportamental do animal frente a fatores inibidores ou estimuladores no alimento ou no manejo alimentar, que não estão relacionados ao valor energético do alimento, nem ao efeito do enchimento.

Além do consumo adequado do alimento, há necessidade do conhecimento da composição química dos alimentos, bem como a sua digestibilidade, que proporciona a obtenção do valor energético das dietas e a utilização dos nutrientes pelos animais, o que é obtido por meio de estudos de digestão. Coelho da Silva & Leão (1979) relataram que a digestibilidade é característica do alimento e indica a porcentagem de cada nutriente do alimento utilizado pelo animal. Contudo, a inclusão de um ingrediente em determinada ração pode modificar sua digestão, em razão do efeito associativo entre alimentos (Coelho da Silva & Leão, 1979; Slabbert et al., 1992; Moore & Sollemberger, 1997), e o local de digestão no trato gastrointestinal (Merchen et al., 1997).

O método convencional de determinação da digestibilidade, com coleta total de fezes, é laborioso e, em determinadas circunstâncias, inviável. De acordo com Judkins et al. (1990), a técnica *in vitro* tem como principais limitações a impossibilidade de se quantificarem o efeito associativo, o nível de consumo, as diferentes taxas de passagens e a composição química variável das dietas, em comparação aos estudos *in vivo*. Vários autores, recentemente, avaliaram os indicadores internos e externos, em busca de estimativas mais confiáveis de produção fecal, fluxo duodenal e digestibilidades total e parcial (Berchielli et al., 2005; Dias, 2005; Oliveira Jr. et al., 2004).

Nas avaliações de níveis de concentrado na dieta de ruminantes, observam-se resultados variados. Tem-se constatado desde aumento linear no consumo de MS a efeito quadrático ou então ausência de efeito para a ingestão de MS. Assim, a premissa de que a participação do concentrado pode contribuir para elevar o consumo de matéria seca, melhorando o desempenho dos animais,

não é totalmente compreendida, pois dependerá do grupo genético e da dieta ofertada, além de outros fatores (Silva, 2001). Nesse sentido, Ítavo et al. (2002), em estudo com Nelore não-castrados, avaliando níveis de concentrado ou proteína, obtiveram maiores consumos de nutrientes com dietas de 40 a 60% e 20 a 40% de concentrado, respectivamente, nas fases de recria e terminação. Diferentemente, Ladeira et al. (1999a), em estudo com bovinos Nelore não-castrados, utilizando níveis crescentes de concentrado na dieta, observaram aumento dos consumos de MS, MO e NDT e redução do consumo de FDN com a elevação dos níveis de concentrado na dieta.

A deficiência ou o excesso de proteína pode influir na regulação do consumo. O incremento do conteúdo de proteína na dieta de ruminantes, sem o devido balanceamento energético, pode resultar em maior absorção de compostos nitrogenados (amônia) na fase pré-gástrica da digestão. Esse fato se deve à degradação da proteína no rúmen e absorção de amônia em quantidades que acarretam aumento na quantidade de uréia eliminada através da urina (Coelho da Silva & Leão, 1979).

Nesse sentido, Cavalcante et al. (2005), ao fornecerem dietas com 10,5 a 15% de PB na MS, para novilhos mestiços Holandês x Zebu, observaram que não houve efeito nos consumos de MS, MO, FDN e NDT e que as digestibilidades aparentes totais de MS, MO e PB aumentaram linearmente. Nenhum efeito foi verificado para as digestibilidades ruminal e intestinal, com exceção da digestibilidade intestinal da PB, que aumentou 2,27 unidades para cada percentual de aumento na PB na dieta. Esses resultados corroboram os de Alves (2001), Rennó (2003) e Detmann et al. (2005), em que os consumos e as digestões totais e parciais dos nutrientes não foram afetados pelos níveis dietéticos de proteína bruta.

Pereira et al. (2005) comentaram sobre a importância dos teores ótimos de proteína degradada no rúmen (PDR) e não-degradada no rúmen (PNDR) em relação ao consumo de proteína total, antes de se alterarem os teores de PB na dieta, pois, de acordo com NRC (2001), quantidades adequadas de PDR são

necessárias para a ótima eficiência de síntese microbiana, com mínima quantidade de proteína dietética.

Roseler et al. (1993), estudando diferentes proporções de PDR e PNDR para atender às exigências descritas no NRC (1989), na seguinte proporção: dieta A, 80, 80%; dieta B, 100, 100%; dieta C, 120, 80%; D, 100, 120%; e dieta E, 120, 120% para PDR e PNDR, respectivamente, observaram para dieta B o valor de 14,8 mg/dL de nitrogênio uréico no plasma (NUP). Para a dieta A, com deficiência de PDR e PNDR, ocorreu diminuição do NUP para 8,2 mg/dL, enquanto para as dietas C e D, isonitrogenadas, o desbalanço entre PDR e PNDR elevou as concentrações de NUP para 16,5 e 17,8 mg/dL, respectivamente.

Em alimentos onde há hidrólise da proteína por enzimas endógenas e microbianas, pode ocorrer aumento da fração nitrogenada não-protéica (NNP), que pode ser rapidamente utilizada. A falta de sincronização com a liberação de energia acarreta inadequado aproveitamento do nitrogênio dos alimentos pelos animais, colaborando para a suposição de que o desempenho animal pode ser limitado pelo consumo de PNDR (Fontaneli et al., 2002). A proteólise é a hidrólise da proteína para aminoácidos e a sua degradação a aminas (amônia), resultando no aumento da quantidade de NNP, em detrimento da proteína verdadeira (Van Soest, 1994).

Para contornar esses problemas, têm sido utilizados diferentes indicadores bioquímicos, destacando-se os teores de nitrogênio uréico no soro (NUS), que dependem do metabolismo energético e protéico intra-ruminais e, em animais hígidos, são bons indicadores do balanço entre esses componentes da dieta (Eicher et al., 1999).

A determinação dos teores de NUP é adequada para monitorar a nutrição e prevenir transtornos de origem metabólica. Estes parâmetros bioquímicos são úteis para adequação de dietas, visando ganhos em produção (nos casos de insuficiente fornecimento de proteínas) e nas situações envolvendo perdas econômicas decorrentes da inclusão de nitrogênio acima das quantidades exigidas (Peres, 2001).

Além do entendimento acerca do valor nutritivo dos alimentos, atualmente, outro fator importante na nutrição de ruminantes é o conhecimento da produção

microbiana. Os ruminantes recebem de 40 a 80% de necessidades diárias de aminoácidos do fluxo de proteína microbiana para o intestino, que pode ser afetado por diferentes fatores (Sniffen & Robinson, 1993), destacando-se: pH, taxa de passagem, nível de consumo, frequência de alimentação, qualidade da forragem, tamanho de partícula, relação volumoso:concentrado (Hoover & Stokes, 1991) e suprimento de proteína degradada no rúmen (Firkins et al., 1998).

Alta produção microbiana diminui a necessidade de suplementação com proteína dietética não-degradada no rúmen, o que torna desejável sua maximização. A proteína microbiana pode suprir entre 50 e 100% da proteína metabolizável exigida para bovinos de corte (NRC, 1996).

A relação entre a exigência de compostos nitrogenados e energia deve ser mais bem quantificada, pois influi no crescimento microbiano e, conseqüentemente, no desempenho animal. De acordo com Sniffen & Robinson (1993), o fluxo da matéria microbiana proveniente do rúmen é o resultado de diversos processos, entre os quais o crescimento microbiano provavelmente é o mais importante, pois sem este parâmetro não pode haver escape. No entanto, escape também incorpora a reciclagem microbiana dentro do rúmen, cinética de líquidos e partículas, taxa e extensão de digestão de alimentos concentrados, associação microbiana com a ingesta, entre outros.

As atividades dos microrganismos ruminais permitem que os ruminantes utilizem carboidratos como fonte energética e nitrogênio não-protéico como fonte protéica (Zeoula et al., 2002). O metabolismo microbiano no rúmen é, primariamente, regulado pela quantidade e taxa de hidrólise de carboidratos, que depende de sua forma físico-química. Os carboidratos provêm ainda esqueletos de carbono e energia, na forma de ATP, para a síntese microbiana.

Nesse sentido, Cardoso et al. (2000), avaliando os efeitos dos níveis de concentrado na dieta de novilhos sobre a eficiência microbiana, expressa em gNmic/kgMODR, gNmic/kgCHODR, gMSmic/kg CHODR e gPBmic/100 g NDT, observaram que essas não foram influenciadas pelos níveis de concentrado, em decorrência do baixo nível de consumo. Dias et al. (2000) não verificaram diferença da eficiência microbiana, expressa nas mesmas formas e com

semelhantes níveis de concentrado na dieta de novilhos. Sniffen & Robinson (1993) afirmaram que o crescimento microbiano máximo é atingido com 70% de volumoso, em virtude de melhor pH, da taxa de renovação e das condições para a colonização.

A produção microbiana, assim como os resultados obtidos, tem sido expressa de forma variada: 125,0 g PBbact/kg NDT, Ribeiro et al. (2001); 36,90 g Nmic/kg MODR, Valadares (1997); 28,45 g Nmic/kg MOVDR, Koenig et al. (2003); e 128,72 g PBbact/kg NDT (Magalhães et al., 2005). O NRC (1996), que expressa a eficiência em função do NDT, adotou o valor médio de 13 g PBMic/100 g de NDT.

As desordens metabólicas que, muitas vezes, ocorrem no rúmen são ocasionadas pela falta de balanço e de controle no ambiente ruminal. O desbalanço pode decorrer do uso de alimentos ou substâncias a que a flora ruminal não está adaptada, ou do excesso de carboidratos não-fibrosos (amido e sacarose) que produzem ácido láctico, diminuindo o pH do rúmen (Van Soest, 1994). De acordo com Hoover & Stokes (1991), a faixa de pH entre 5,5 e 7,1 seria ideal para o máximo crescimento microbiano. Porém, Ladeira et al. (1999b), avaliando a influência dos níveis de concentrado pH do fluido ruminal em novilhos Nelore, recebendo 25,0 a 75% de concentrado, observaram decréscimo linear de 5,51 e 6,83. Este baixo pH acarretou diminuição da digestibilidade da FDN e menor produção bacteriana no rúmen dos animais alimentados com altos níveis de concentrado.

A disponibilidade de carboidratos promove o uso de amônia na síntese de aminoácidos e no crescimento microbiano. Na literatura observa-se variação no nível mínimo de amônia para que ocorra máxima produção microbiana. Segundo Satter & Slyter (1974), para máxima fermentação ruminal, são necessários, aproximadamente, 5 mg N-NH₃/dL de fluido ruminal, no entanto, a capacidade da bactéria para síntese de proteína e captura de amônia depende principalmente da taxa de fermentação de carboidratos. Tem-se observado aumento nas concentrações de amônia, com o acréscimo do teor de PB na dieta, mas, se ocorrer aumento no NDT dietético, este efeito é minimizado.

Segundo Ribeiro et al. (2001), a avaliação das concentrações de amônia permite o conhecimento do desbalanceamento na digestão da proteína, pois, quando há altas concentrações de amônia, pode ocorrer excesso de proteína dietética degradada no rúmen e, ou, baixa concentração de carboidratos degradados no rúmen.

A determinação do balanço de compostos nitrogenados (CN) permite quantificar as perdas de proteína pelo organismo animal. Valadares (1997), avaliando quatro níveis de proteína (7,0; 9,5; 12,0 e 14,5), obteve menor balanço de CN para o teor de 7,0% de PB em relação aos demais, que não diferiram entre si. Da mesma forma, Rennó (2003), trabalhando com níveis de uréia ou grupos genéticos de bovinos, concluiu que o balanço de N não foi afetado pela inclusão de uréia em níveis crescentes, porém, quando comparado a outros grupos genéticos, o balanço de N para Zebu foi menor.

A determinação das exigências de proteína, seja para manutenção, crescimento, gestação ou lactação, é tão importante quanto os níveis de concentrado, produção microbiana, balanço de nitrogênio e parâmetros ruminais (Paulino et al., 2004; Valadares Filho et al., 2005).

A demanda de proteína para manutenção de um bovino é semelhante às perdas metabólicas fecais e urinárias, como também às de proteína por descamação. A quantificação dessas perdas é relativamente difícil, principalmente em relação às perdas metabólicas fecais, uma vez que é necessário separar as perdas microbianas nas fezes das verdadeiras perdas metabólicas fecais, o que exige um procedimento mais laborioso.

O NRC (1996) adotou, a partir do trabalho de Wilkerson et al. (1993), valor diário de exigência de proteína metabolizável para manutenção de $3,8 \text{ g/kg PV}^{0,75}$, ao passo que Valadares (1997), em novilhos anelados, valor de $4,13 \text{ g/kg}^{0,75}$.

Diante do exposto, objetivou-se:

- avaliar os efeitos dos níveis de concentrado (25 e 50%) na dieta de bovinos Nelore de três condições sexuais (fêmeas, machos castrados e machos

não-castrados) sobre os consumos, as digestibilidades totais e parciais, a produção microbiana e os parâmetros ruminais;

- avaliar os efeitos dos níveis de proteína bruta (7, 10, 13 e 15%) na dieta de bovinos Nelore de três condições sexuais (fêmeas, machos castrados e machos não-castrados) sobre os consumos, as digestibilidades totais e parciais, a produção microbiana, a degradabilidade e os parâmetros ruminais; e
- estimar o balanço de nitrogênio e as exigências protéicas para manutenção de bovinos Nelore de três condições sexuais (machos castrados, machos não-castrados e fêmeas).

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

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, D.D. **Desempenho produtivo e característica de carcaça de bovinos zebu e cruzados Holandês-zebu (F₁), nas fases de recria e terminação.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, S.G.; CARRILHO, E.N.V.M. et al. Comparação de marcadores para estimativas de produção fecal e de fluxo de digesta em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.987-996, 2005.
- 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 para bovinos de corte: consumo, digestibilidade total e desempenho produtivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.711-719, 2005.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes.** 1.ed. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Níveis de proteína em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante o período de transição seca/água: digestibilidade aparente e parâmetros do metabolismo ruminal e dos compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1380-1391, 2005.

- DIAS, H.L.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Eficiência de síntese microbiana, pH e concentrações ruminais de amônia em novilhos F₁ Limousin x Nelore alimentados com dietas contendo cinco níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.555-563, 2000.
- DIAS, M. **Técnicas para estimativa de parâmetros de digestibilidade e produção microbiana em bovinos** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 105p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- EICHER, R.; BOUCHARD, E.; BIGRAS-POULIN, M. Factors affecting milk urea nitrogen and protein concentration in Quebec dairy cows. **Preventive Veterinary Medicine**, v.39, n.1, p.53-63, 1999.
- FIRKINS, J.L.; ALLEN, M.S.; OLDICK, B.S. et al. Modeling ruminal digestibility of carbohydrates and microbial protein flow to the duodenum. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.3350-3369, 1998.
- FONTANELI, R.S.; PRATES, E.R.; RAMOS, P. et al. Suplementação da silagem de sorgo com diferentes fontes de proteína para bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.183-191, 2002.
- JUDKINS, M.B.; KRYSL, J.L.; BARTON, R.K. Estimating diet digestibility: a comparison of 11 techniques across six different diets fed to rams. **Journal of Animal Science**, v.68, p.1405-1415, 1990.
- 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.
- KOENIG, K.M.; BEAUCHEMIN, K.A.; RODE, L.M. Effect of grain processing and silage on microbial protein synthesis and nutrient digestibility in beef cattle fed barley-based diets. **Journal of Animal Science**, v.81, p.1057-1067, 2003.
- LADEIRA, M.M.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I. 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, 1999a.

- LADEIRA, M.M.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I. et al. Eficiência microbiana, concentração de amônia e pH ruminal e perdas nitrogenadas endógenas, em novilhos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.404-411, 1999b.
- 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 casca de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1400-1407, 2005.
- MERCHEN, N.R.; ELIZALDE, J.C.; DRACKLEY, J.K. Current perspective on assessing site of digestion in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2223-2234, 1997.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.
- MOORE, J.E.; SOLLEMBERGER, L.E. Techniques to predict pasture intake. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL SOB PASTEJO, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.81.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C: National Academy Press, 2001. 381p.
- OLIVEIRA JR., R.C.; PIRES, A.V.; FERNANDES, J.J.R. Substituição total do farelo de soja por uréia ou amiréia, em dietas com alto teor de concentrado, sobre a amônia ruminal, os parâmetros sanguíneos e o metabolismo do nitrogênio em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.738-748, 2004.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS T.J. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 2., 2001, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. p.187-232.
- PAULINO, P.V.; COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C. Exigências nutricionais de zebuínos: proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.759-769, 2004.

- PERES, J.R. **Níveis de uréia no sangue (plasma) de vacas mestiças em pastejo rotacionado.** 2001. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/mn/radarestecnicos/artigos>. Acesso em: 15/10/2005.
- PEREIRA, M.L.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Consumo, digestibilidade aparente total, produção e composição do leite em vacas no terço inicial da lactação alimentadas com níveis crescentes de proteína bruta no concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.1029-1039, 2005.
- RENNÓ, L.N. **Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia ou dois níveis de proteína.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 252p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- RIBEIRO, K.G.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G. et al. Eficiência microbiana, fluxo de compostos nitrogenados no abomaso, amônia e pH ruminais, em bovinos recebendo dietas contendo feno de capim-Tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.581-588, 2001.
- ROSELER, D.K.; FERGUSON, J.D.; SNIFFEN, C.J. et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nitrogen in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.525-534, 1993.
- SAINZ, R.D.; BARIONI, L.G.; PAULINO, P.V.R. et al. Growth patterns of Nellore vs. British beef cattle breeds assessed using a dynamic, mechanistic model of cattle growth and composition. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON MODELLING NUTRIENT UTILIZATION IN FARM ANIMALS, 6., 2004, Wageningen. **Proceedings...** Wageningen: Wageningen University, 2004. 21p.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. **British Journal of Nutrition**, v.32, n.2, p.199-208, 1974.
- SILVA, F.F. **Desempenho, características de carcaça, composição corporal e exigências nutricionais (energia, proteína, aminoácidos e macrominerais) de novilhos Nelore, nas fases de recria e engorda, recebendo diferentes níveis de concentrado e proteína.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 211p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- SLABBERT, N.; CAMPHER, J.P.; SHELBY, T. et al. The influence of dietary energy concentration and feed intake level on feedlot steers. 1. Digestibility of diets and rumen parameters. **South African Journal of Animal Science**, v.22, n.4, p.101-106, 1992.

SNIFFEN, C.J.; ROBINSON, P.H. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulations. **Journal of Dairy Science**, v.70, p.425-441, 1993.

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, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 1997. 103p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1997.

VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; SAINZ, R.D. Desafios metodológicos para determinação das exigências nutricionais de bovinos de corte no Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. p.261-287.

Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. London: Comstock Publishing Associates, 1994. 476p.

ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F.; BRANCO, A.F. et al. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: pH, concentração de N-NH_3 e eficiência microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1582-1593, 2002.

WILKERSON, V.A.; KLOPFENSTEIN, T.J.; BRITTON, R.A. et al. Metabolizable Protein and amino acid requirements of growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2777-2784, 1993.

Níveis de concentrado na dieta de bovinos Nelore de três condições sexuais: consumo, digestibilidades total e parcial, produção microbiana e parâmetros ruminais

RESUMO - Doze bovinos Nelore de três condições sexuais (CS) – quatro fêmeas, quatro machos castrados e quatro machos não-castrados – com idade aproximada de 15 meses e peso vivo médio de 235, 249 e 239 kg, respectivamente, foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3, sendo dois níveis de concentrado (25 ou 50%) e três condições sexuais, objetivando-se estudar o consumo, a digestibilidade total e parcial dos nutrientes, a produção microbiana e os parâmetros ruminais. A produção de MS fecal e os fluxos de MS no duodeno foram estimados com o óxido crômico. As coletas de líquido ruminal, para determinar o pH e a concentração de amônia, foram realizadas imediatamente antes do fornecimento da dieta e 2, 4 e 6 horas após a alimentação. Para isolar os microrganismos ruminais, coletas de digesta ruminal foram realizadas 6 horas após o fornecimento da dieta. Não houve interação significativa de níveis de concentrado e CS para nenhum dos consumos observados. Os consumos de MS, MO, EE, PB, NDT, em kg/dia, e de MS em % do PV ou em g/kg^{0,75}, não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de concentrado ou condições sexuais. Não houve interação ($P>0,05$) de níveis de concentrados x CS para as digestibilidades aparentes totais e parciais dos nutrientes, com exceção do EE. O aumento do nível de concentrado reduziu a digestibilidade da FDN. Os teores médios de N nas bactérias variaram de 7,39 a 6,91%. O fluxo de nutrientes e a eficiência microbiana expressa de diferentes formas, com exceção de gNmic/kgMODR, não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de concentrados e CS. A concentração de NH₃ máxima de 14,55 mg/dL foi estimada 1,83 horas após a alimentação. Concluiu-se que o aumento dos níveis de concentrado na dieta não resultou em respostas positivas para os consumos, as digestibilidades parciais e totais da maioria dos nutrientes e a produção microbiana.

Palavras-chave: fêmea, macho castrado, macho não-castrado, pH ruminal, NH₃

Increasing dietary concentrate levels for Nellore of three sexual categories: intake, partial and total tract digestibility, microbial protein synthesis and ruminal metabolism

ABSTRACT - Twelve Nellore of three sexual categories (four heifers, four bulls and four steers) averaging 15 months of age and body weight of 235, 249, and 239 kg, respectively, were assigned to a completely randomized design with a 2 x3 factorial arrangement (two levels of concentrate – 25 or 50% and three sexual categories) to evaluate intake, partial and total digestibility of nutrients, microbial protein synthesis and ruminal metabolism. The estimation of both fecal excretion of DM and duodenal DM flow was done using chromium oxide. The collection of ruminal fluid was done at 2, 4, and 6 hours after-feeding to determine pH and ammonia concentration. Ruminal samples for bacterial isolation also was collected at and 6 hours post-feeding. With the exception of EE, no other significant effect of concentrate levels and sexual categories was observed on intake and partial or total tract digestibility of nutrients. The intakes of DM, OM, EE, CP, TDN (kg/day) and DM (% BW or $g/kg^{0.75}$) were neither affected by the concentrate levels nor by sexual category. Increasing dietary concentrate levels decreased NDF digestibility. Average bacterial N contents ranged from 6.91 to 7.39. No significant effect of concentrate levels and sexual category was observed on duodenal flow of nutrients and microbial efficiency excepted when expressed as MicN/kgOMDR. Maximum ruminal NH_3 concentration (14.55 mg/dL) was estimated at 1.83 hours after-feeding. It was concluded that increasing dietary concentrate levels did not affect intake, partial and total tract digestibility of most nutrients and microbial protein synthesis.

Key Words: bulls, heifers, ruminal ammonia, ruminal pH, steers

Introdução

O rebanho bovino nacional é composto aproximadamente por 165 milhões de cabeças, dos quais 33,5 são novilhas e 31,5, novilhos de 1 a 3 anos (Anualpec, 2005). Os animais em confinamento e semiconfinamento somam, aproximadamente, 5 milhões de cabeças, com perspectivas de crescimento neste contingente e, por conseguinte, na utilização de concentrados, para maximizar os ganhos e reduzir o tempo de permanência dos animais nessas condições. Apesar de a arroba produzida ser mais cara que aquela produzida a pasto, o importante para o pecuarista é o custo médio por arroba produzida na fazenda e o seu desfrute, e não somente o custo de uma fase, como é a engorda de bovinos em confinamento (Lacôrte, 2002).

O controle da ingestão de alimento é o resultado de vários mecanismos inter-relacionados, integrados na resposta final de alimentação. A ingestão de matéria seca (IMS) é controlada por fatores fisiológicos, físicos e psicogênicos (Van Soest, 1994; Valadares, 1997). Dias et al. (2000) afirmaram que a dominância de um mecanismo de controle de consumo sobre o outro pode estar associado à qualidade da dieta, em termos de conteúdo energético e digestibilidade, mas sua correlação com o consumo poderá ser positiva ou negativa. Sob dietas de alta digestibilidade, o consumo será menor quanto mais digestível for o alimento, pois o animal terá atendido suas exigências energéticas com menores níveis de consumo. Por outro lado, o consumo de dietas de baixa qualidade será maior quanto menor for a digestibilidade do alimento (Van Soest, 1994).

A otimização da fermentação ruminal, juntamente com a maximização da eficiência de síntese de proteína microbiana, tem sido objeto de estudo em vários países. De acordo com o NRC (1996), 50 a 100% da proteína metabolizável exigida pelo bovino de corte pode ser atendida pela proteína de origem microbiana. Segundo Kozloski (2002), o suprimento de proteína para o duodeno consiste da proteína microbiana sintetizada no rúmen, proteína dietética não-degradada e proteína endógena. Porém, a produção e eficiência microbiana

também são afetadas pela quantidade de matéria orgânica fermentada no rúmen e uma das formas de manipular esta quantidade seria pelo ajuste da relação volumoso:concentrado das dietas (Cecava et al., 1991).

Ainda como recurso de avaliação dos parâmetros ruminais, cita-se a determinação da concentração de amônia ruminal, que permite avaliar o balanceamento de proteína da dieta, de modo que altas concentrações de amônia estejam associadas ao excesso de proteína degradada no rúmen e, ou, à baixa concentração de carboidratos fermentáveis (Ribeiro et al., 2001; Cavalcante, 2004). Muitos autores defendem a existência de concentrações mínimas de N-NH₃ para que não sejam limitadas a fermentação e degradação da fibra, porém não há consenso sobre um valor comum. Satter & Slyter (1974) e Mehrez et al. (1977) citados por Franco et al. (2004) recomendam de 2 a 5 mg de N-NH₃/100 mL e de 19 a 23 mg de N-NH₃/100 mL de líquido ruminal, respectivamente.

Os objetivos nesta pesquisa foram avaliar possíveis diferenças nos consumos e nas digestibilidades total e parcial dos nutrientes, na produção microbiana e nos parâmetros ruminais de fêmeas, machos castrados e não-castrados da raça Nelore sob dois níveis de concentrado.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nos Laboratórios de Animais e de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG. A fase de campo foi realizada entre maio e outubro de 2004. A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, com 20°45'20" de latitude sul, 45°52'40" de longitude oeste de Greenwich e altitude de 657 m. A temperatura média, a precipitação pluviométrica e a umidade relativa do ar, observadas em 2004, foram de 19,5°C, 1.761 mm e 82,6%, respectivamente (UFV, 2006).

Foram utilizados 12 bovinos Nelore, sendo quatro de cada condição sexual (CS): fêmeas, machos castrados e machos não-castrados, com idade aproximada de 15 meses e pesos médios de 235, 249 e 239 kg, respectivamente. Todos os

animais foram fistulados no rúmen e no duodeno e alojados em baias individuais cobertas (9 m²), com piso de concreto revestido de borracha, providas de comedouros e de bebedouros individuais. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 – dois níveis de concentrado (25 ou 50%) e três CS – com quatro repetições.

O experimento foi conduzido em dois períodos, cada um com duração de 15 dias – nove para adaptação às dietas e seis para coletas. As dietas foram constituídas de silagem de milho e concentrado nas proporções de 25 ou 50%, com base na MS, e balanceadas de acordo com o NRC (1996), para conter aproximadamente 12% de PB. Os concentrados foram formulados à base de milho, uréia, farelo de algodão com 38% PB e mistura mineral.

Nos períodos 1 e 2, foram oferecidas a todos os animais dietas com 25 e 50% de concentrado na base da MS, respectivamente. A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, sempre às 8 e 16 h, na forma de ração completa, à vontade, permitindo-se sobras de, no máximo, 5 a 10%.

Nas Tabelas 1 e 2 podem ser visualizadas a proporção dos ingredientes na mistura dos concentrados e a composição química das dietas, respectivamente.

Diariamente, foram registradas as quantidades dos alimentos fornecidos e das sobras de cada animal, para estimativa do consumo, e, durante o período experimental, foram realizadas amostragens das dietas e sobras. Para as sobras diárias de cada animal, foi feita uma amostra composta, por período. Todas as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas para análises posteriores.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes nos concentrados (% matéria natural)

Item	Nível de concentrado	
	25%	50%
Fubá de milho	58,90	83,20
Farelo de algodão 38%	33,90	13,20
Uréia/Sulfato de amônia	3,00	1,50
Cloreto de sódio	1,10	0,55
Mistura mineral*	1,10	0,55
Calcário	2,00	1,00

* Conteúdo por kg do produto: cálcio 240 g, fósforo 174 g, cobalto 100 mg, cobre 1.250 mg, ferro 1.795 mg, flúor (max.) 1.740 mg, iodo 90 mg, manganês 2.000 mg, zinco 5.270 mg, selênio 15 mg, veículo q.s.p. 1000 g.

Tabela 2 - Composição química das dietas experimentais, com base na matéria seca

Item	Silagem de milho		Concentrado		Dieta total	
	P1	P2	25%	50%	25%	50%
MS (%)	23,29	27,58	89,28	88,45	39,78	58,01
MO ¹	92,04	92,37	92,76	95,58	92,22	93,98
PB ¹	6,85	7,23	25,10	15,27	11,42	11,25
EE ¹	2,94	2,94	2,76	3,49	2,89	3,20
FDN ¹	48,79	51,35	19,48	13,57	41,46	32,46
FDA	28,40	29,38	12,25	7,52	24,36	18,45
CNF ¹	33,46	30,85	49,92	65,5	37,51	48,18
LIG	4,26	4,56	3,91	2,18	4,17	3,37

P1 = período um; P2 = período dois.

¹ % na MS.

Para avaliação do pH e da concentração N-NH₃ ruminal, realizaram-se, no 15^o dia do período experimental, coletas de líquido ruminal imediatamente antes do fornecimento da dieta e 2, 4 e 6 horas após o fornecimento da dieta (8, 10, 12 e 14 horas). As amostras foram coletadas na região de interface líquido/sólido do ambiente ruminal e filtradas em uma camada tripla de gaze, determinando-se o pH. Uma alíquota de 40 mL, adicionada de 1 mL de ácido clorídrico (1:1), foi acondicionada em frasco de plástico, identificado e congelado a -15°C para posterior quantificação da concentração do N-NH₃.

No 15^o dia do período experimental, também realizou-se a coleta de líquido ruminal, com o objetivo de isolar microrganismos ruminais, 6 horas após o fornecimento da dieta, conforme técnica descrita por Cecava et al. (1990). As amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno e congeladas a -15°C, após adição de formaldeído (PA), na proporção de 10 mL/L, como agente conservante.

A produção de matéria seca fecal e os fluxos de MS, nos compartimentos do trato gastrointestinal, foram estimados com a utilização do óxido crômico como indicador, administrado em dose única diária de 15 g, via fistula ruminal, do 3^o ao 15^o dia de cada período experimental, sempre às 12 h. As coletas de fezes e digestas de duodeno foram feitas um vez ao dia, simultaneamente, em intervalos de 26 horas, iniciando-se às 8 h do 10^o dia e terminando às 18 h do 15^o dia de cada período experimental. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos a -15°C e, posteriormente, submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 72 horas, e processadas em moinhos com peneira de 1 mm. Das amostras diárias, foi retirada uma alíquota para formar as compostas por animal, em cada período, que foram acondicionadas em recipientes plásticos para posterior análise.

A quantificação da biomassa microbiana nas amostras do rúmen e duodeno foi feita utilizando-se as bases purinas como indicadores (Ushida et al., 1985). A eficiência de síntese microbiana foi expressa em gN microbiano por kg de matéria orgânica aparente degradada no rúmen (MODR) e de matéria orgânica verdadeiramente degradada no rúmen (MOVDR) e PB microbiana por kg de NDT.

As análises de MS, MO, PB, EE, FDN e lignina foram realizadas conforme procedimento descrito por Silva & Queiroz (2002). As determinações de FDN foram realizadas de acordo com o método proposto por Van Soest & Robertson (1985), utilizando-se o extrator ANKON²⁰⁰ (Ankom Technology Corp., Fairport, NY, USA). Face à presença de uréia nas dietas, os CNF dos concentrados foram calculados segundo Hall (2000), em que $\%CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivada da uréia}) + \%EE + \%FDN + \%cinzas]$.

Os teores de N amoniacal no líquido ruminal foram avaliados pelo sistema micro-Kjeldahl, sem digestão ácida da amostra, utilizando-se como base para destilação o hidróxido de potássio (2N), após centrifugação da amostra a 1.000 x g, por 15 minutos.

As amostras de fezes e digesta duodenal foram submetidas à análise de teor de cromo em espectrofotômetro de absorção atômica, conforme método descrito por Willians et al. (1962).

Os teores de NDT foram determinados conforme a equação proposta pelo NRC (2001): $NDT = PBd + 2,25EEd + FDNd + CNFd$, em que *PBd* é PB digestível; *EEd*, o EE digestível; *FDNd*, a FDN digestível e *CNFd*, os CNF digestíveis.

O experimento foi analisado segundo delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2 (três condições sexuais e dois níveis de concentrado). As avaliações das variáveis pH e concentração ruminal de amônia foram feitas mediante subdivisão de parcelas, em função do tempo de avaliação (split-plot no tempo). Os resultados foram avaliados por intermédio do programa SAS (SAS, 1999), adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I. As médias foram comparadas pelo teste Tukey.

Resultados e Discussão

As médias referentes aos consumos diários de MS, MO, PB, EE, FDN, CNF e NDT, em kg/dia, de MS e FDN, em porcentagem do peso vivo, e MS, em g/kg^{0,75}, são apresentadas na Tabela 3. Não houve interação ($P > 0,05$) de níveis de concentrado e CS para os consumos de todos os nutrientes. Também não

houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de concentrado e CS para os consumos de MS, MO, EE, PB e NDT, em kg/dia, e MS, em % do PV e $g/kg^{0,75}$.

Estudando animais sob os mesmos níveis de concentrado e condições sexuais, Barbosa (2005) também não observou diferença nos consumos de MS e MO. Da mesma forma, Cardoso et al. (2000), ao estudarem cinco níveis de concentrado adicionados ao feno de capim-*coastcross*, não observaram efeitos nos consumos de MS e MO expressos da mesma forma.

Diferentemente, Ladeira et al. (1999) e Dias et al. (2000) observaram aumento linear no consumo de MS, independentemente da forma como foi expresso (kg/dia , %PV ou $g/kg^{0,75}$), quando avaliaram níveis crescentes de concentrado na dieta de bovinos castrados. Segundo esses autores, o incremento no consumo de MS, em função do aumento dos níveis de concentrado nas rações, pode ter ocorrido em razão da menor quantidade de FDN ingerida.

Ítavo et al. (2002), avaliando os consumos e as digestibilidades de nutrientes em bovinos Nelore nas fases de cria e terminação, alimentados com diferentes níveis de concentrado e proteína bruta, observaram comportamento quadrático para os consumos de MS, MO e PB, obtendo, respectivamente, valores máximos de 7,60; 7,23 e 1,30 kg/dia com 45,94; 46,94; e 40,91% de concentrado – superiores aos encontrados neste estudo.

O consumo de FDN reduziu com o aumento dos níveis de concentrado nas dietas ($P<0,05$). A diminuição de 2,32 para 1,72 kg/dia no consumo de FDN, possivelmente, foi reflexo da diminuição da quantidade deste componente na dieta (Tabela 2). Quando expresso em % do PV, ocorreu o mesmo comportamento.

Segundo Van Soest (1994), existe relação entre composição da dieta e consumo, em que o consumo depende do volume estrutural e, por conseguinte, do conteúdo da parede celular. Nesta pesquisa, foi obtido consumo de FDN de 0,67 e 0,91% do peso vivo, valor bem abaixo de 1,2% do PV, que resulta no consumo ótimo de MS para vacas de leite, segundo Mertens (1992). A estimativa do consumo de MS a partir do teor de FDN dietético não é muito acurada, pois existe influência do tamanho da partícula, da digestibilidade e da taxa de passagem da fonte de FDN sobre o consumo (NRC, 2001).

Rennó (2003) observou consumos de MS e FDN, em % PV, de 1,82 e 0,82, próximos aos verificados neste estudo, de 1,75 a 1,86 e 0,67 a 0,91%, atribuindo o baixo consumo à baixa densidade energética das dietas.

Tabela 3 - Médias, probabilidade (P) e coeficientes de variação (CV) dos consumos diários dos nutrientes, em função dos níveis de concentrado (NC em %) e das condições sexuais (CS)

Item	NC (%)		CS			Valor P			CV (%)
	25	50	F	MC	MNC	NC	CS	NC*CS	
Consumo (kg/dia)									
MS	4,42	4,63	4,32	5,01	4,24	0,7271	0,5169	0,9340	31,9
MO	4,14	4,36	4,06	4,70	3,97	0,6942	0,5167	0,9349	31,8
PB	0,50	0,52	0,48	0,57	0,48	0,8365	0,4784	0,9228	32,5
EE	0,16	0,14	0,14	0,16	0,15	0,3534	0,6231	0,8827	31,8
FDN	2,32	1,51	1,97	2,21	1,89	0,0491	0,6360	0,8778	34,2
CNF	1,75	2,25	1,88	2,24	1,87	0,0535	0,3883	0,9599	29,7
NDT	2,78	2,79	2,52	3,13	2,58	0,8331	0,3834	0,9944	34,5
Consumo (% do PV)									
MS	1,79	1,78	1,75	1,86	1,75	0,9632	0,8296	0,8379	21,9
FDN	0,91	0,63	0,80	0,78	0,78	0,0046	0,9752	0,8627	23,6
Consumo (g/kg ^{0,75})									
MS	70,95	71,51	69,35	75,25	69,10	0,9376	0,7279	0,8692	24,2

NC = 25 e 50% de concentrado na MS.

Condição sexual = (F) Fêmea, (MC) Macho castrado e (MNC) Macho não-castrado.

Probabilidade (P) = (NC) nível de concentrado, (CS) condição sexual e (NC *CS) nível de concentrado x condição sexual.

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) no consumo de CNF, porém o aumento numérico do consumo de CNF, com a elevação do teor de concentrado na dieta, pode ter sido consequência da redução do teor de FDN na dieta.

Os valores médios diários de consumo de MS, obtidos no presente trabalho para as dietas com 25 e 50% de concentrado, foram de 1,79 e 1,78% do PV, considerados baixos para animais bovinos em crescimento, o que pode ser explicado, em parte, pelo tipo de fístula duodenal utilizado, que pode ter alterado o comportamento dos animais. Segundo o NRC (1996) e Dias et al. (2000), existe variação nos resultados com animais fistulados, face ao estresse a que são submetidos.

Os coeficientes de digestibilidades aparente total e ruminal de MS, MO, PB, EE, FDN e CNF, em função dos níveis de concentrado e da condição sexual, o valor da probabilidade (Valor-P) e os coeficientes de variação encontram-se na Tabela 4. Não houve interação ($P>0,05$) níveis de concentrado \times condição sexual para as digestibilidades aparentes totais e ruminais dos nutrientes, com exceção do EE. Considerando-se o consumo desses nutrientes, observou-se diminuição apenas no consumo de FDN. As digestibilidades médias de MS e MO para o nível de 25% de concentrado foram de 57,87 e 62,65%, respectivamente, valores superiores aos observados por Cardoso et al. (2000), de 54,90 e 57,22%. Todavia, os valores de digestibilidade de MS e MO obtidos para o nível de 50%, de 59,68 e 64,35% foram inferiores aos 65,88 e 67,67% observados pelos autores supracitados.

O nível de concentrado na dieta influenciou o coeficiente de digestibilidade da FDN, que diminuiu ($P<0,05$) com o aumento do nível de concentrado, em razão da diminuição do pH, a ser discutido posteriormente.

Tabela 4 - Médias, probabilidade (Valor-P) e coeficientes de variação (CV) das digestibilidades aparente total e ruminal dos nutrientes, em função dos níveis de concentrado (NC em %) e da condição sexual (CS)

Item	NC (%)		CS			Valor P			CV (%)
	25	50	F	MC	MNC	NC	CS	NC*CS	
Digestibilidade aparente total									
MS	57,87	59,68	57,15	59,91	59,27	0,4195	0,5725	0,5320	9,2
MO	62,65	64,35	62,06	65,09	63,36	0,4668	0,5667	0,7039	8,8
PB	54,34	53,59	51,86	56,22	53,82	0,8011	0,4896	0,8161	13,3
EE	77,63	71,84	66,66	80,60	76,95	0,2397	0,0712	0,0037	15,6
FDN	47,69	31,70	43,79	43,66	43,97	0,0245	0,9968	0,3404	17,7
CNF	93,19	75,60	83,88	84,55	84,76	<0,0001	0,9546	0,8189	7,1
Digestibilidade ruminal ¹									
MS	49,43	56,09	56,38	45,92	55,98	0,1641	0,1552	0,2655	19,3
MO	61,06	64,75	65,81	56,60	66,30	0,1592	0,0123	0,0537	8,9
PB	-26,91B	-4,80A	-9,88a	-31,23b	-6,46a	0,0114	0,0470	0,2087	118,6
EE	-21,67B	-3,77A	-18,26	-18,56	-1,34	0,0398	0,1625	0,0290	143,2
FDN	84,63	79,18	80,21	87,97	77,53	0,5761	0,7159	0,0748	21,6
CNF	78,97	99,95	88,90	93,62	85,87	0,0013	0,5237	0,3067	13,86

Médias, nas linhas e colunas, acompanhadas por letras maiúsculas comparam níveis de concentrado e minúsculas, condição sexual. Letras diferentes diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

¹Digestibilidade calculada em % do total digerido, com exceção de PB e EE, que foram calculados em % da quantidade que chegou a cada local.

NC = 25 e 50% de concentrado na MS.

Condição sexual = (F) Fêmea, (MC) Macho castrado e (MNC) Macho não-castrado.

Probabilidade (P) = (NC) nível de concentrado, (CS) condição sexual e (NC *CS) nível de concentrado x condição sexual.

A digestibilidade dos CNF foi influenciada ($P < 0,05$) pelo acréscimo de concentrado à dieta, ocorrendo diminuição de 93,19 para 75,60%, possivelmente em razão do aumento do consumo deste nutriente, face à maior contribuição do fubá de milho, rico em amido (Tabela 1), que passou de 58,90 para 83,20%, nas dietas com 25 e 50%, respectivamente. De acordo com Branco et al. (1999), o amido, quando utilizado em grande proporção, pode não ser completamente fermentado no rúmen, aumentando o fluxo para o duodeno. Embora grande parte deste amido seja digerido no intestino, com o aumento do consumo, a eficiência de digestão do amido, principal constituinte do CNF, reduz. De acordo com Nocek & Russel (1988), se existir deficiência ou ineficiência de utilização da proteína, a digestibilidade desses carboidratos pode diminuir.

Não houve efeito dos níveis de concentrado e da condição sexual ($P>0,05$) sobre a digestibilidade aparente total da PB, possivelmente, em razão de as dietas terem sido isoprotéicas. Este resultado difere dos obtidos por Dias et al. (2000), que notaram aumentos lineares da digestibilidade aparente total da PB, com o aumento da quantidade de concentrado. O valor médio obtido nesta pesquisa (53,96%) foi abaixo do observado por Cardoso et al. (2000) e Chizzotti et al. (2005), de 58,29 e 63,08%, respectivamente, e superior ao relatado por Dias et al. (2000), de 50,05%.

A digestibilidade aparente ruminal da MS não foi influenciada ($P>0,05$) pelos níveis de concentrado ou pela condição sexual, apresentando média de 52,76%, valor inferior aos 57,48 e 54,45% relatados, respectivamente, por Dias et al. (2000) e Cardoso et al. (2000). O valor médio de digestibilidade ruminal da FDN (81,90%) encontra-se abaixo de alguns valores citados na literatura, pois, segundo Rennó (2003), são esperados valores acima de 90%, em razão de a FDN ser digerida, principalmente, no rúmen. Valadares et al. (1997), Cardoso et al. (2000) e Ladeira et al. (1999a) relataram valores médios de 94,0; 95,9 e 96,4%, respectivamente.

Ao se avaliar a digestibilidade ruminal da MO, nota-se que houve efeito da condição sexual ($P<0,05$), observando-se menor valor para os machos castrados. Segundo Zinn & Owens (1983), este fato pode decorrer do aumento numérico do nível de consumo (Tabela 2) para os machos castrados, o que, conseqüentemente, pode diminuir a matéria orgânica fermentada no rúmen, como resultado da redução no tempo de retenção no rúmen, ocorrendo diminuição da MO prontamente fermentada no rúmen por unidade de tempo.

A digestibilidade ruminal de PB foi influenciada tanto pelos níveis de concentrado como pela condição sexual ($P<0,05$). De acordo com Mendes et al. (2005), quando há sincronia entre energia e proteína disponível ao crescimento microbiano no rúmen, espera-se que o valor da digestibilidade aparente ruminal de PB esteja o mais próximo possível de zero. Nesta pesquisa, o valor médio de digestibilidade ruminal da PB foi de -15,85%, obtendo-se valores negativos para

todos os efeitos, provavelmente em razão de as dietas terem sido deficientes em proteína degradada no rúmen (PDR), que pode limitar o crescimento microbiano.

Mendes et al. (2005), avaliando o consumo e as digestibilidades total e parcial em novilhos confinados submetidos a dietas com farelo de girassol e três fontes de energia, observaram valor médio de 20,97% para a digestibilidade ruminal da PB, concluindo que, ao contrário do verificado neste estudo, houve alta degradação ruminal do farelo de girassol, principal fonte de proteína utilizada na dieta.

No presente estudo, foi observado aumento da digestibilidade ruminal do CNF com o aumento do nível de concentrado, sendo de 78,97 e 99,95%. Leão et al. (2005), ao estudarem os consumos e as digestibilidades dos nutrientes em novilhos submetidos a três níveis de ingestão, também encontram aumento da digestão ruminal de CNF de 84,8 a 95,4%, com amostras coletadas no omaso, e não verificaram diferença quando a coleta foi realizada no abomaso, observando-se valor médio de 78,5%.

Foi observada interação ($P < 0,05$) nível de concentrado \times CS para a digestibilidade total e ruminal do EE (Tabela 5). Avaliando-se a condição sexual entre os níveis de concentrado, observa-se que as fêmeas apresentaram maior digestibilidade total do EE nas dietas com 25% de concentrado, enquanto as digestibilidades totais do EE não diferiram ($P > 0,05$) entre os níveis de concentrado para machos castrados e não-castrados.

Avaliando a condição sexual dentro de cada nível de concentrado, não se observou efeito ($P > 0,05$) para o nível de 25% de concentrado. Para o nível de 50% de concentrado, porém, a digestão total do EE foi menor ($P < 0,05$) para as fêmeas.

Considerando a digestão ruminal do EE, observa-se que, comparando os níveis de concentrado, apenas a digestão dos machos castrados foi menor ($P < 0,05$) para o nível de 25% de concentrado. Avaliando a condição sexual dentro de cada nível de concentrado, verifica-se que, para o nível de 25% de concentrado, a digestão ruminal foi menor ($P < 0,05$) para machos castrados. Em

relação ao nível de 50% de concentrado, nota-se maior digestão ruminal ($P < 0,05$) para machos não-castrados em relação às demais categorias.

Contrariamente, Chizzotti et al. (2005), substituindo parcialmente capim-elefante por casca de algodão na dieta de novilhos, não observaram diferença para a digestibilidade ruminal do EE, que foi, em média, -3,52% *versus* -12,72% deste trabalho.

Tabela 5 - Efeito dos níveis de concentrado (NC) e da condição sexual (CS) sobre os coeficientes de digestibilidades totais (DT) e ruminais (DR) do EE

CS	DT		DR	
	Nível de concentrado		Nível de concentrado	
	25	50	25	50
F	82,36aA	50,97bB	-16,69 aAB	-19,82 aB
MC	74,04aA	87,16aA	-44,76 bB	7,64 aAB
MNC	76,50aA	77,40aA	-3,57 aA	0,89 aA
CV (%)	136,04		325,33	

Médias, nas linhas e colunas, seguidas de letras diferentes maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

NC = 25 e 50% de concentrado na MS.

Condição sexual = (F) Fêmea, (MC) Macho castrado e (MNC) Macho não-castrado.

Constam na Tabela 6 os valores médios de MS, MO, teor de N nos compostos nitrogenados (N-total), N do ácido ribonucléico (N – RNA) e relação N – RNA:N – Total das bactérias isoladas do rúmen. Os teores médios de MS variaram de 82,94 a 77,24%, abaixo dos relatados por Ladeira et al. (1999b), de 90,3%, e Valadares Filho (1995), de 89,2%, em revisão de dados da literatura nacional, porém foram próximos ao observado por Dias (2005), de 80,44%. Os valores de MO obtidos neste trabalho (82,46 a 79,97%) foram inferiores aos observados por Valadares (1997) – média de 89,13% – e Valadares Filho (1995), 89,20%, mas superiores ao obtido por Dias (2005), de 72,87%. Os valores de N total foram próximos (7,39 e 6,91) aos observados na mesma literatura citada anteriormente. Os valores de N-RNA deste trabalho foram menores que os obtidos

por Dias (2005), de 2,40%, e próximos aos observados por Leão et al. (2004), cuja média foi de 1,8%. A relação N-RNA:N-total foi semelhante à observada por Leão et al. (2004), média de 24,3%.

Tabela 6 - Composição média das bactérias isoladas do rúmen

Item	Níveis de concentrado (%)	
	25	50
MS (%)	82,94	77,24
MO ¹	82,46	79,97
N – Total ¹	7,39	6,91
N – RNA ¹	1,81	1,77
N – RNA:N – Total ¹	24,4	25,61

¹ Porcentagem na MS.

Na Tabela 7 são apresentados os fluxos de nutrientes e a eficiência microbiana, em função dos NC e CS. Não houve efeito da interação ($P > 0,05$) de NC e CS para o fluxo dos nutrientes e as eficiências microbianas expressas de diferentes formas. Houve efeito ($P < 0,05$) da CS sobre a eficiência microbiana, expressa em g de Nmic/kg MODR, obtendo-se a maior média com machos castrados.

O fluxo de MS microbiana foi, em média, de 1.160,37 g/dia, superior à média de 635,27 g/dia observada por Dias et al. (2000), que não verificaram diferença na MS microbiana, em função dos níveis dietéticos de concentrado.

Hoover & Stokes (1991), em revisão sobre a produção ótima de proteína microbiana, em função do balanço de carboidratos e proteína, comentaram que a taxa de *turnover* do conteúdo ruminal pode ser alterada por fatores como o nível de consumo, a proporção de volumoso na dieta, o tamanho de partículas, a temperatura ambiente e os sais minerais, entre outros, sendo difícil separar os efeitos nutricionais dos fisiológicos. Ladeira et al. (1999a) e Cardoso et al. (2000) obtiveram aumento da MS mic, pois maiores consumos das dietas foram observados em função dos níveis de concentrado.

Tabela 7 - Médias, probabilidade (P) e coeficientes de variação (CV) do fluxo de nutrientes e da eficiência microbiana, em função dos níveis de concentrado (NC) e da condição sexual (CS)

Item	NC (%)		CS			Valor P			CV (%)
	25	50	F	MC	MNC	NC	CS	NC*CS	
Fluxo de nutrientes									
N mic ¹	82,9	80,8	72,0	95,3	78,4	0,872	0,336	0,767	35,1
PB mic ¹	518,3	505,2	450,0	595,4	489,9	0,872	0,334	0,767	35,1
MS mic ¹	1143,6	1177,1	1021,9	1393,8	1065,3	0,868	0,283	0,754	38,2
MO mic ¹	936,9	941,3	839,9	1100,6	876,8	0,979	0,396	0,764	38,7
Eficiência microbiana									
MODR ^{2,3}	1,66	1,73	1,63	1,46	1,99	0,827	0,420	0,872	40,9
MOVDR ^{2,4}	2,60	2,67	2,47	2,56	2,87	0,857	0,701	0,941	33,9
PBmic/kgNDT ¹	184,37	192,05	176,16	197,95	190,52	0,702	0,628	0,513	19,4
Nmic/kgMODR ¹	44,19	47,38	43,34b	57,32a	36,69b	0,508	0,016	0,322	21,0
Nmic/kgMOVDR ¹	33,56	30,24	28,80	36,96	29,95	0,368	0,171	0,464	25,0

g/dia.

kg/dia.

MODR = Matéria orgânica degradada no rúmen.

MOVDR = Matéria orgânica verdadeiramente degradada no rúmen.

IC = 25 e 50% de concentrado na MS.

Condição sexual = (F) Fêmea, (MC) Macho castrado e (MNC) Macho não-castrado.

Probabilidade (P) = (NC) nível de concentrado, (CS) condição sexual e (NC *CS) níveis de concentrado x condição sexual.

A eficiência microbiana expressa em gNmic/kgMODR foi maior ($P < 0,05$) para machos castrados (Tabela 7). De acordo com Owens & Goetsch (1986), há aumento da produção de N microbiano, geralmente, com o aumento do consumo de MS. Neste estudo, embora não tenha sido observada diferença significativa para os consumos, os animais castrados, em geral, apresentaram as maiores médias, cujos consumos de MS e MO foram 13 unidades percentuais maiores que os demais (Tabela 3).

Como mencionado, o aumento dos níveis de concentrado na dieta não acarretou aumento na quantidade de MODR e MOVDR e, conseqüentemente, não influenciou a produção microbiana, expressa em gPBmic/kgNDT, gNmic/kgMODR e gNmic/kgMOVDR. Ladeira et al. (1999 a, b) verificaram aumento nas quantidades de MODR e CHODR, ao se elevarem os níveis de concentrado nas rações, tendo observado para MODR valores médios de 1,97 a 3,11 kg/dia com 37,5 e 62,5% de concentrado, respectivamente, em comparação às médias de 1,66 a 1,73 kg/dia de MODR deste estudo. Da mesma forma, Cardoso et al. (2000) e Dias et al. (2000) obtiveram aumentos lineares da MODR e CHODR, com o aumento dos níveis de concentrado. Esses autores concluíram que o efeito linear observado para o aumento quantitativo destes nutrientes pode estar associado à adequada quantidade de proteína e energia disponível no rúmen, para o crescimento microbiano.

O NRC (1996) aponta o consumo de PDR e o tipo de carboidrato (estrutural ou não-estrutural), além da taxa de passagem, como os principais fatores que afetam a síntese de proteína microbiana, enquanto Hoover & Stokes (1991), Meng et al. (1999) e Dewhurst et al. (2000) comentaram sobre a importância da sincronia de degradação da proteína e fonte de carboidrato.

Quando expressa na forma utilizada pelo NRC (1996), ou seja, em função da concentração de NDT, a eficiência microbiana média encontrada neste trabalho foi de 188,2 g PBmic/kgNDT ou 18,82 g PBmic/100 gNDT, valor muito acima do adotado pelo NRC (2001), de 13 g PBmic/100 gNDT.

As estimativas do pH do fluido ruminal, em função dos tempos de coleta de amostras, para os níveis de concentrado, encontram-se na Figura 1. O pH foi

influenciado ($P < 0,001$) pelos níveis de concentrado (NC) e tempos de coleta (T). Observa-se que, entre os níveis de concentrado e horários, os valores de pH variaram de 6,6 a 6,8 e de 6,4 a 7,3, para os níveis de 25 e 50% de concentrado, respectivamente, cujos dados se ajustaram ao efeito quadrático: $Y = 6,1517 + 0,25317 * T - 0,01517 * (T^2) + 0,02365 * NC - 0,01293 * T * NC + 0,00112 * (T^2) * NC$; $r^2 = 0,98$.

Ocorreu diminuição do pH ruminal imediatamente antes da alimentação até 4 horas após alimentação, no tratamento com 50% de concentrado. De acordo com Van Soest (1994), pode haver diminuição da atividade de bactérias celulolíticas, em pH menor que 6,0. Cecava et al. (1991) e Dias et al. (2000) também verificaram redução do pH ruminal com o aumento dos níveis de concentrado.

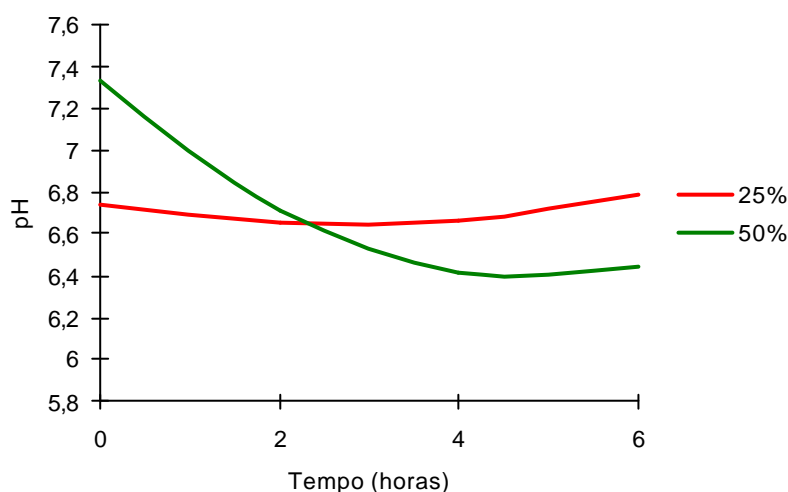


Figura 1 - Estimativa do pH do líquido ruminal, em função dos tempos (T) de coleta para os respectivos níveis de concentrado (NC) na dieta.

O modelo que melhor se ajustou à concentração de $N-NH_3$, expressa em mg $N-NH_3/100$ mL de líquido ruminal, foi $Y = 5,74857 + 10,75369 * T - 3,86917 * (T^2) + 0,33997 * (T^3)$ ($R^2 = 0,9618$), em que “T” representa o tempo após alimentação (Figura 2).

As concentrações de N-NH_3 foram influenciadas cubicamente pelos tempos de coleta, sendo a concentração máxima estimada em $14,55 \text{ mg N-NH}_3 / 100 \text{ mL}$ obtida 1,83 horas após o fornecimento das dietas. Ladeira et al. (1999 a), Dias et al. (2000) e Cardoso et al. (2000) obtiveram efeito quadrático, talvez por terem usado maiores quantidades de concentrados nas dietas experimentais. Dias et al. (2000) observaram concentração de N-NH_3 de $18,47 \text{ mg N-NH}_3 / 100 \text{ mL}$, 2,0 horas após o fornecimento das dietas, com o nível de 50% de concentrado, acima do verificado neste estudo. O menor resultado observado é atribuído, possivelmente, ao fato de as dietas serem isoprotéicas (Tabela 2) e apresentarem melhor sincronia na degradação da proteína com a fermentação dos carboidratos.

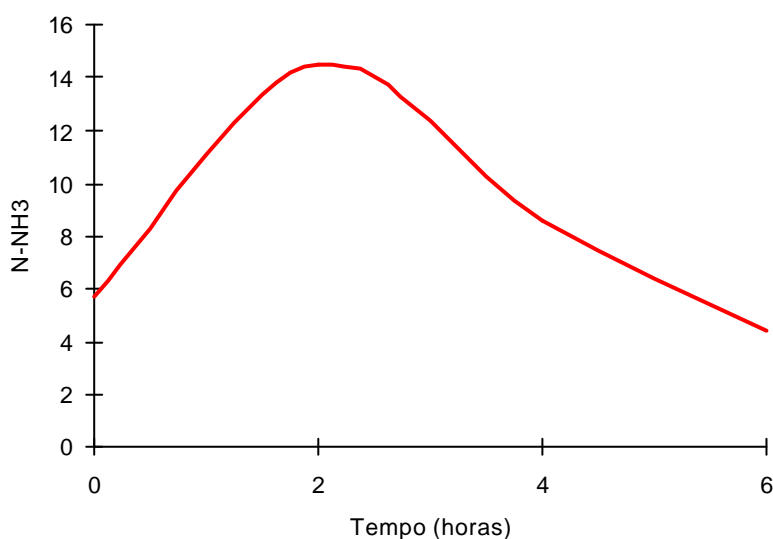


Figura 2 - Estimativa da concentração de amônia do líquido ruminal, em função dos tempos de coletas (T).

Conclusões

O aumento dos níveis de concentrado na dieta não resultou em respostas positivas para os consumos e a maioria das digestibilidades parcial e total dos nutrientes e a produção microbiana.

As concentrações de amônia do líquido ruminal máximas de 14,55 mg/dL foram estimadas às 1,83 horas após alimentação.

Para a maioria dos itens avaliados, não houve efeito da condição sexual.

Literatura Citada

- ANUALPEC 2005. **Anuário da Pecuária Brasileira**: FNP Consultoria & Comércio, 2005. 400p.
- BARBOSA, A.M. **Período de coleta de urina e de fezes para avaliação da excreção de creatinina, produção microbiana e digestibilidade aparente dos nutrientes em Nelore**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005, 63p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- BRANCO, A.F.; HARMON, D.L.; BOHNERT, D.W. et al. Estimating true digestibility of nonstructural carbohydrates in the small intestine of steers. **Journal of Animal Science**, v.77, p.1889-1895, 1999.
- 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. **Níveis de proteína bruta em dietas de bovinos de corte: consumo, digestibilidade, produção microbiana, parâmetros ruminais e desempenho produtivo**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 58p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- CECAVA, M.J.; MERCHEN, N.R.; GAY, L.C. et al. Composition of ruminal bacteria harvest from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency, and isolation techniques. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.9, p.2480-2488, 1990.
- CECAVA, M.J.; MERCHEN, N.R.; BERGER, L.L. Effects of dietary energy level and protein source on nutrient digestion and ruminal nitrogen metabolism in steers. **Journal of Animal Science**, v.69, p.2230-2243, 1991.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I. et al. Casca de algodão em substituição parcial à silagem de capim-elefante para novilhos. 1. Consumo, degradabilidade e digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2093-2102, 2005.
- DEWHURST, R.J.; DAVIES, D.R.; MERRY, R.J. Microbial protein supply from the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v.85, p.1-21, 2000.

- DIAS, H.L.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo e digestão 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.
- DIAS, M. **Técnicas para estimativa de parâmetros de digestibilidade e produção microbiana em bovinos** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 105p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- FRANCO, A.V.M.; FRANCO, G.L.; ANDRADE, P. Parâmetros ruminais e desaparecimento da MS, PB e FDN da forragem em bovinos suplementados em pastagem na estação seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1316-1324, 2004.
- HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. Florida: University of Florida, 2000. p.A-25 (Bulletin, 339).
- 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.
- KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 1. ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2002. 140p.
- LACÔRTE, A.J.F. Principais aspectos do confinamento de gado de corte no Brasil. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE: NOVOS CONCEITOS NA PRODUÇÃO BOVINA, 2., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: NEPEC, 2002. p.302.
- LADEIRA, M.M.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I. 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, 1999a.
- LADEIRA, M.M.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I. et al. Eficiência microbiana, concentração de amônia e pH ruminal e perdas nitrogenadas endógenas, em novilhos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.404-411, 1999b.

- LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; RENNÓ, L.N. et al. Consumos e digestibilidades totais e parciais de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo em novilhos submetidos a três níveis de ingestão e duas metodologias de coleta de digestas abomasal e omasal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1604-1615, 2004.
- LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; RENNÓ, L.N. et al. Consumos e digestibilidades totais e parciais de carboidratos totais, fibra em detergente neutro e carboidratos não-fibrosos em novilhos submetidos a três níveis de ingestão e duas metodologias de coleta de digestas abomasal e omasal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.670-678, 2005.
- MENDES, A.R.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L. et al. Consumo e digestibilidades total e parcial de dietas utilizando farelo de girassol e três fontes de energia em novilhos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.679-691, 2005.
- MENG, Q.; KERLEY, M.S.; LUDDEN, P.A. et al. Fermentation substrate and dilution rate interact to affect microbial growth and efficiency. **Journal of Animal Science**, v.77, p.206-214, 1999.
- MERTENS, D.R. Analysis of fiber in feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1992. p.381.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
- NOCEK, J.E.; RUSSEL, J.B. Protein and energy as na integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2070-2107, 1988.
- OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Digest passage and microbial protein synthesis. In: MILLIGAN L.P.; GROVUM, W.L.; DOBSON, A. (Eds). **Control of digestion and metabolism in ruminants**. Prentice Hall, 1986. p196-226.

- RENNÓ, L.N. **Consumo, digestibilidades total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia ou dois níveis de proteína.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 252. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- RIBEIRO, K.G.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G. et al. Eficiência microbiana, fluxo de compostos nitrogenados no abomaso, amônia e pH ruminais, em bovinos recebendo dietas contendo feno de capim-Tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.581-588, 2001.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. **British Journal of Nutrition**, v.32, n.2, p.199-208, 1974.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS/STAT user's guide** (Release 8.0), Cary: 1999.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3 ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Departamento de Engenharia Agrícola. Estação Meteorológica.** Viçosa, MG: 2006. n. p.
- USHIDA, K.; LASSALAS, B.; JOUANY, J.P. Determination of assay parameters for RNA analysis in bacterial and duodenal samples by spectrophotometry. Influence of sample treatment and preservation. **Reproduction, Nutrition and Development**, v.25, n.6, 1037-1046, 1985.
- 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, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 1997. 103p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1997.
- VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; GONÇALVES, L.C. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997.
- VALADARES FILHO, S.C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.355-388.

Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods.** Ithaca: Cornell University, 1985. 202p.

Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2. ed. London: Comstock Publishing Associates, 1994. 476p.

ZINN, R.A.; OWENS, F.N. Influence of feed intake level on site of digestion in steers fed a high concentrate diet. **Journal of Animal Science**, v.56, n.2, p.471-475, 1983.

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

Níveis de proteína na dieta de bovinos Nelore de três condições sexuais: consumo, digestibilidades total e parcial, produção microbiana e parâmetros ruminais

RESUMO - Com o objetivo de avaliar os consumos, as digestibilidades total e parcial da MS, MO, PB, EE, FDN e CNF, a produção microbiana, as degradabilidades da silagem de milho, do fubá de milho e do farelo de algodão e os parâmetros ruminais, doze bovinos Nelore, fistulados no rúmen e duodeno, foram distribuídos em três quadrados latinos 4 x 4 (quatro animais, quatro níveis de PB: 7, 10, 13 e 15% e quatro períodos). Cada quadrado latino foi composto por uma condição sexual fêmeas, machos castrados e machos não-castrados, com peso vivo médio de 254,8; 285,1; e 265,6 kg, respectivamente. As amostras foram incubadas em um animal de cada condição sexual, para se estimar a degradabilidade dos ingredientes. Após, determinaram-se os teores de MS, PB e FDN dos resíduos da incubação. O pH e a concentração de amônia foram determinados imediatamente antes e após a alimentação e, para isolar os microrganismos ruminais, coletas de digesta ruminal foram efetuadas 6 horas após o fornecimento da dieta. As concentrações de uréia foram analisadas na urina (UU) e no soro sanguíneo (US). Observam-se menores taxas de degradação da MS e PB para a silagem de milho em comparação aos outros ingredientes. Para nenhum dos consumos dos nutrientes, houve efeito significativo da interação de condição sexual (quadrado latino) e níveis de PB nas dietas. Os consumos diários de todos os nutrientes foram influenciados pelos níveis de PB das dietas, com exceção do EE e CNF. As digestibilidades totais da MS, MO, PB, FDN e CNF foram influenciadas ($P < 0,05$) pelos níveis de PB nas dietas. Houve aumento nas concentrações de US, NUS e UU com o incremento dos níveis de PB nas dietas. Ao contrário do pH, houve interação ($P < 0,05$) de níveis dietéticos de PB e tempos de coleta para NH_3 ruminal. Conclui-se que a condição sexual não afetou os consumos e as digestibilidades da maioria dos nutrientes, que aumentaram com o incremento dos níveis de PB nas dietas.

Palavras-chave: fístula duodenal, fluxo de nutrientes, zebu

Increasing dietary protein levels for Nellore of three sexual categories: intake, partial and total tract digestibility, microbial protein synthesis and ruminal metabolism

ABSTRACT - Twelve Nellore bovines fistulated in the rumen and duodenum were allotted to three Latin squares (four animals, four CP levels: 7, 10, 13, and 15% and four periods) to evaluate the intake, partial and total tract digestibility of DM, OM, CP, EE, NDF, and NFC, microbial protein synthesis, degradability of corn silage, corn starch, and cottonseed meal, and ruminal metabolism. Each Latin square consisted of one sexual category: heifers, bulls and steers averaging 254.8, 285.1, and 265.6 kg, respectively. The samples were ruminally incubated in each sexual category to estimate total tract digestibility. After, the contents of DM, CP and NDF of incubation residues were determined. The collection of ruminal fluid was done at and after-feeding to determine pH and ammonia concentration. Ruminal samples for bacterial isolation also was collected at and 6 hours post-feeding. The urea concentrations were estimated in the urine (UU) and blood serum (US). Smaller degradation rates of DM and CP were observed for corn silage than the other ingredients. No significant effect of sexual condition x dietary protein levels interaction was observed for nutrient intake. With the exception of EE and NFC, no other significant effect of dietary CP levels on daily intake of nutrients was observed. Increasing dietary CP levels affected ($P < 0.05$) total tract digestibility of DM, OM, CP, NDF, and NFC digestions and also resulted in higher concentrations of US, NUS, and UU. Differently from pH results, significant effect ($P < 0.05$) of dietary protein levels x collection times interaction on ruminal NH_3 was observed. It was concluded that increasing dietary CP levels affected intake and total tract digestibility of most nutrients.

Key Words: duodenum fistula, nutrients flow, zebu

Introdução

O rebanho bovino brasileiro é composto principalmente por animais zebuínos, em que a raça Nelore responde pela maior participação. Valadares Filho et al. (2005), em revisão sobre trabalhos envolvendo animais para determinar as exigências nutricionais de bovinos de corte no Brasil em confinamento, notaram que somente três utilizaram fêmeas.

Recentemente, Barbosa (2005), Paulino (2006) e Chizotti (2006, dados não publicados) compararam aspectos nutricionais e produtivos entre fêmeas, machos castrados e machos não-castrados; os dois primeiros autores utilizaram animais Nelore e o último, mestiços Nelore x Red Angus.

De acordo com Mertens (1993), a digestão nos ruminantes é um processo complexo que envolve interações dinâmicas entre dieta, população microbiana e animal. Portanto, determinar os parâmetros cinéticos que envolvem a digestão é importante não apenas para descrever a digestão, mas também para determinar as características intrínsecas do alimento e avaliar fatores limitantes à sua disponibilidade para o ruminante.

As respostas dos animais quanto à digestibilidade dos nutrientes em rações com diferentes teores de proteína bruta são variadas. Os níveis crescentes de proteína bruta nas dietas não influenciaram os consumos de MS e NDT, nem a digestibilidade da MS e o desempenho produtivo dos animais (Cavalcante, 2004). Porém, Valadares (1997) obteve aumento linear com o crescente nível de PB da dieta, para os coeficientes de digestibilidade aparente de MS, MO, CHOT e FDN.

As fontes dietéticas de compostos nitrogenados N incluem ácidos nucleicos, aminoácidos, proteína, peptídeos, aminas, amidas, nitrato, nitrito, uréia e amônia. Fontes endógenas incluem as perdas celulares e a uréia reciclada ao rúmen através do epitélio ruminal e da saliva. Com exceção de algumas proteínas e N associado ao FDA, estas fontes são prontamente solúveis e susceptíveis à degradação no rúmen (Huntington & Archibeque, 1999).

A proteína que chega ao duodeno dos ruminantes consiste de proteína microbiana sintetizada no rúmen, proteína não-degradada e proteína endógena,

tendo a proteína microbiana maior contribuição. Em razão de o perfil dos aminoácidos dos microrganismos ruminais ser aproximadamente constante, a modificação desta composição na digesta do duodeno é difícil, pois é necessário que a contribuição da proteína não-degradada da dieta seja maior que a da microbiana total, o que pode aumentar o suprimento de AAs para o intestino, como também ocorrer modificação no perfil de AAs (Volden, 1999). Logo, a análise química dos alimentos é a primeira etapa em sua avaliação, mas é necessário que se conheça a quantidade de nutrientes suficientes para cada animal, o que é possível com a determinação da digestibilidade. A digestibilidade do alimento consiste em sua capacidade (expressa pelo coeficiente de digestibilidade) de permitir ao animal o uso de nutrientes em maior ou menor escala (Leão et al., 2005).

Objetivou-se avaliar os consumos, as digestibilidades totais e parciais, a produção microbiana e os parâmetros ruminais, em bovinos Nelore de três condições sexuais (fêmeas, machos castrados e machos não-castrados) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta.

Material e Métodos

O local do experimento e as instalações foram descritos no primeiro artigo desta tese.

Foram utilizados 12 animais zebuínos da raça Nelore, sendo quatro de cada condição sexual: fêmeas, machos castrados e machos não-castrados, com peso vivo médio de 254,8; 285,1 e 265,6 kg, respectivamente. Todos os animais foram fistulados no rúmen e duodeno e alojados em baias individuais cobertas (9 m²), com piso de concreto revestido de borracha, providas de comedouros e de bebedouros individuais.

Os 12 bovinos Nelores foram distribuídos em três quadrados latinos 4 x 4, sendo quatro animais, quatro níveis de proteína bruta (7, 10, 13 e 15%) e quatro períodos. Cada quadrado latino foi composto por uma condição sexual. Os períodos tiveram duração de 15 dias – nove para adaptação às dietas e seis para as coletas. As dietas foram constituídas de silagem de milho e concentrado nas proporções de 75 e 25%, com base na matéria seca (MS), e balanceadas de acordo com o NRC (1996), para conter os níveis de proteína bruta (PB) pré-determinados. Os concentrados foram formulados à base de milho, uréia, farelo de algodão com 38% de PB e mistura mineral. A proporção dos ingredientes na mistura de concentrados e a composição química dos concentrados, da silagem de milho e das dietas experimentais encontram-se nas Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente.

A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, sempre às 8 e 16 h, na forma de ração completa, à vontade, permitindo-se sobras de, no máximo, 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. A quantidade de ração oferecida e as sobras foram registradas diariamente e, semanalmente, foram coletadas amostras dos concentrados e silagem por tratamento e por animal. As amostras semanais foram agrupadas, de forma proporcional, em cada período de seis dias, constituindo-se em amostras compostas, que foram pré-secas em estufa ventilada a 60°C e processadas em

moinho com peneira de malha de 1 mm. Todas as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas para análises posteriores.

As coletas de fezes e digestas de duodeno, aproximadamente 200 mL, obtidas no reto e pela cânula duodenal, respectivamente, foram feitas uma vez ao dia, simultaneamente, em intervalos de 26 horas, iniciando-se às 8 h do 10^o dia e terminando às 18 h do 15^o dia de cada período experimental. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos a -15°C e, posteriormente, submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 60°C, por 72 horas, e processadas em moinho com peneira de 1 mm. Após a pré-secagem das amostras diárias, foi efetuada uma amostra composta com base no peso seco para cada animal em cada período, submetida ao acondicionamento em recipientes plásticos e posteriormente analisada.

A coleta total de urina de cada animal foi realizada do 13^o ao 14^o dia de cada período, utilizando-se sondas de Folley nº 22, duas vias, com balão de 30 mL para as novilhas. Na extremidade livre do cateter, foi adaptada mangueira de polietileno, pela qual a urina foi conduzida até um recipiente de plástico com tampa, que continha 200 mL de H₂SO₄ 20%. A urina dos machos foi coletada por intermédio de funis coletores acoplados aos animais dotados de mangueiras de polietileno que conduziram a urina a um galão plástico com 200 mL de H₂SO₄ 20%. Ao término de período de 24 horas de coleta, a urina foi pesada, homogeneizada e amostrada.

Para avaliação do pH e da concentração N-NH₃ ruminal, realizaram-se, no 15^o dia do período experimental, coletas de líquido ruminal imediatamente antes e 2, 4 e 6 horas após o fornecimento da dieta (8, 10, 12 e 14 horas, respectivamente). As amostras foram coletadas na região de interface líquido/sólido do ambiente ruminal e filtradas em uma camada tripla de gaze, determinando-se o pH. Uma alíquota de 40 mL foi adicionada de 1 mL de ácido clorídrico (1:1), acondicionada em frasco plástico, identificado e congelado a -15°C, para posterior quantificação das concentrações de N-NH₃.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes nas dietas, expressa na base da matéria natural (%), em função dos níveis de proteína bruta

Ingrediente	Níveis de PB (%)			
	7	10	13	15
Fubá de milho	95,8	82,3	47,2	12,0
Farelo de algodão	0,0	10,5	45,6	80,8
Uréia	0,0	2,7	2,7	2,7
Sulfato de amônia	0,0	0,3	0,3	0,3
Mistura mineral ¹	1,1	1,1	1,1	1,1
NaCl	1,1	1,1	1,1	1,1
Calcário	2,0	2,0	2,0	2,0
Total	100	100	100	100

¹ Conteúdo por kg do produto: cálcio 240 g, fósforo 174 g, cobalto 100 mg, cobre 1.250 mg, ferro 1.795 mg, flúor (max.) 1.740 mg, iodo 90 mg, manganês 2.000 mg, zinco 5.270 mg, selênio 15 mg, por kilo do produto puro em elementos ativos.

Tabela 2 - Teores médios de nutrientes dos concentrados e da silagem de milho, expressos com base na MS

Item	Concentrados				Silagem de milho
	7	10	13	15	
MS (%)	88,1	88,6	89,1	89,5	23,09
MO	93,8	93,5	92,1	90,8	92,36
PB	7,2	18,4	28,4	38,5	6,90
PDR	4,6	14,7	21,1	27,38	5,0
PNDR	2,7	3,7	7,4	11,10	1,9
EE	3,7	3,3	2,5	1,6	2,28
FDN	10,5	13,5	24,6	35,7	52,05
FDA	3,95	6,58	15,80	25,04	32,16
FDai	1,1	3,3	10,5	17,9	16,67
CNF	72,4	62,35	40,65	19,05	31,13
Lignina	1,1	1,9	4,9	7,89	5,37

Tabela 3 - Teores médios dos nutrientes obtidos para as dietas, expressos na base da MS

Item	Níveis de PB (%)			
	7	10	13	15
MS (%)	43,7	37,6	38,4	38,4
MO	92,5	91,4	92,2	93,5
PB	6,7	10,0	12,9	14,2
PDR	4,9	7,4	9,0	10,6
PNDR	2,1	2,3	3,3	4,2
EE	2,9	2,7	2,1	2,0
FDN	37,1	43,5	46,6	50,0
FDA	21,2	27,9	29,8	30,5
CNF	41,4	36,2	31,7	28,0
FDAi	12,4	13,9	15,6	16,3
Lignina	4,0	5,1	5,7	5,2
NDT	61,92	63,47	62,79	62,37
EM ¹	2,24	2,29	2,27	2,25

¹ kcal/g MS.

Quatro horas após o fornecimento da ração, no 15^o dia de cada período experimental, foi coletado sangue de todos os animais, via punção da veia jugular, utilizando-se tubo de ensaio contendo gel separador e acelerador de coagulação. As amostras foram imediatamente centrifugadas a 5.000 rpm por 15 minutos, para separação do soro, que, em seguida, foi armazenado a -15°C, para análise de uréia. As concentrações de uréia foram estimadas na urina e no soro sangüíneo, utilizando-se kits comerciais (Labtest). A concentração de N-uréia sérica foi obtida com o produto de concentração da uréia no soro por 0,466, que corresponde ao teor de N na uréia.

No último dia de cada período experimental, foram coletadas amostras de digesta ruminal de cada animal seis horas após alimentação, para isolamento de bactérias, conforme técnica descrita por Cecava et al. (1990). As amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno e congeladas a -15°C, após adição de formaldeído (PA), na proporção de 10 mL/L, como agente conservante. O indicador microbiano utilizado para quantificação de microrganismos, nas digestas

ruminal e duodenal, foram as bases purinas, cuja avaliação seguiu a técnica descrita por Ushida et al. (1985).

Amostras de 5 g da silagem pré-seca em estufa a 60°C, do fubá de milho e do farelo de algodão foram processadas em moinho de facas (peneira com malhas de 2 mm de diâmetro) e acondicionadas em sacos de náilon de 10 x 20 cm e 50 µm de porosidade, para estimação dos parâmetros da degradação ruminal da MS, PB e FDN. Foram utilizados três animais fistulados, alimentados com a mesma dieta, no último período experimental, adotando-se 10 tempos de incubação (0, 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72, 96, 144 horas), com três sacos para cada tempo.

As amostras foram incubadas em um animal de cada condição sexual, por intermédio da fístula ruminal. Decorrido o tempo de incubação, os sacos foram lavados em água e levados à estufa a 60°C, por 72 horas, sendo posteriormente quantificados os teores de MS, PB e FDN dos resíduos da incubação, conforme técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002). Os parâmetros de degradação da MS e PB foram estimados por intermédio do modelo assintótico de primeira ordem, reparametrizado por Ørskov & MacDonald (1979), descrito pela função: $Y_t = a + b \cdot (1 - e^{-kd \cdot t})$, em que “ Y_t ” é a fração degradada no tempo “ t ”; “ a ”, a fração solúvel; “ b ”, a fração insolúvel mais potencialmente degradável; “ kd ”, a taxa de degradação de “ b ”; e “ t ”, a variável independente tempo. A degradação efetiva da MS e da PB foi calculada por meio da equação $DE = a + (b \cdot kd) / (kd + kp)$, em “ kp ” é a taxa de passagem do alimento pelo rúmen (Ørskov & MacDonald, 1979). O conteúdo de PNDR foi calculado como $100 - DE$.

A taxa de passagem foi calculada de acordo com o NRC (2001), por intermédio das seguintes equações: $k_p \text{ silagem} = 3,054 + 0,614 \times \text{consumo de matéria seca (CMS)}$ e $k_p \text{ concentrado} = 2,904 + 1,375 \times \text{CMS} - 0,020 \times \% \text{ do concentrado na dieta}$, em que CMS é expresso em %PV.

Para a avaliação dos parâmetros da degradação da FDN, foi usado o modelo exponencial decrescente proposto por Mertens & Loften (1980), descrito por: $Y = b \cdot e^{-kd \cdot (t)} + i$, em que “ Y ” é o resíduo de incubação; “ i ”, a fração indigestível; “ b ”, fração insolúvel mais potencialmente degradável; e “ kd ”, a taxa de degradação de b .

A eficiência de síntese microbiana foi expressa em g N microbiano por kg de matéria orgânica aparente degradada no rúmen (MODR), g N microbiano por kg de matéria orgânica verdadeiramente degradada no rúmen (MOVDR) e g PB microbiana por kg de nutrientes digestíveis totais (NDT).

As análises de MS, MO, PB, EE, FDN e lignina foram realizadas conforme procedimento descrito por Silva & Queiroz (2002). As determinações de FDN foram realizadas de acordo com o método proposto por Van Soest & Robertson (1985), utilizando-se o extrator ANKON²⁰⁰ (Ankom Technology Corp., Fairport, NY, USA). Face à presença de uréia nas dietas, os CNF dos concentrados foram calculados segundo Hall (2000), em que $\%CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivada da uréia} + \% \text{ de uréia}) + \%EE + \%FDN + \%cinzas]$.

Os teores de NDT foram determinados conforme a equação proposta pelo NRC (2001): $NDT = PBd + 2,25EEd + FDNd + CNFd$, em que *PBd* é PB digestível; *EEd*, EE digestível; *FDNd*, FDN digestível; e *CNFd*, CNF digestível.

A produção de MS fecal e os fluxos de MS no duodeno foram estimados por intermédio da fibra em detergente ácido indigestível (FDAi). As amostras de alimentos, sobras, digesta duodenal e fezes foram incubadas no rúmen em sacos de ANKOM (filter bags 57), por 144 horas. Após a incubação ruminal, os sacos foram lavados e submetidos à fervura em detergente ácido, secos em estufa com ventilação de ar forçada a 60°C, por 72 horas, e, depois, por meia hora a 105°C, em estufa de secagem definitiva.

Os teores de N amoniacal no líquido ruminal foram avaliados pelo sistema micro-Kjeldahl, sem digestão ácida da amostra, utilizando-se como base para destilação o hidróxido de potássio (2N), após centrifugação da amostra a 1.000 x g, por 15 minutos.

O experimento foi analisado segundo delineamento em quadrado latino balanceado para efeitos residuais de tratamento. As avaliações das variáveis pH e concentração ruminal de amônia foram feitas mediante subdivisão de parcelas em função do tempo de avaliação (split-plot no tempo). Os resultados foram avaliados por intermédio do programa Statistical Analysis System (SAS, 1999), adotando-se

0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I. Quando as médias foram comparadas, foi adotado o teste Tukey.

Resultados e Discussão

Na Tabela 4, são apresentadas as estimativas para os parâmetros de degradação *in situ* da MS, PB e FDN dos alimentos utilizados nas dietas experimentais. Alguns resultados encontrados nesta pesquisa aproximam-se daqueles relatados por Valadares Filho et al. (2002), que reportaram médias das frações a, b e do Kd da MS de 28,06; 49,18 e 3,07% para a silagem de milho e 22,03; 51,32 e 6,78% para o farelo de algodão, respectivamente. Todavia, para as frações do fubá de milho, os valores observados neste estudo foram maiores para a fração a (50,43 vs 18,48), menores para fração b (48,51 vs 78,15) e para o kd próximos (5,22 vs 5,08%) aos relatados por Valadares Filho et al. (2002).

Foram obtidas menores taxas de degradação para a silagem de milho em relação à MS e FDN em comparação aos outros ingredientes (Tabela 4). A degradação da MS da silagem de milho e do fubá de milho foi de 2,89 e 6,69%/h, respectivamente, menor que os valores observados por Pereira et al. (2005) para silagem de milho, de 4,1%/h.

Para o farelo de algodão, o fubá e a silagem de milho, respectivamente, foram observados para as frações b e kd, com relação à degradabilidade da FDN, valores de 59,28 e 7,48; 100 e 4,96 e 63,95 e 3,65. Esses valores são diferentes dos citados por Valadares Filho et al. (2002), na tabela brasileira de composição de alimentos para bovinos, de 76,33 e 5,81; 39,61 e 4,01 e 67,75 e 2,4.

Tabela 4 - Estimativas dos parâmetros de degradabilidade *in situ* da MS, PB e FDN dos alimentos utilizados nas dietas experimentais

Alimento	Parâmetros			DE	DPA
	a	b	kd		
	MS				
Silagem de milho	29,66	45,93	0,0289	74,93	1,492
Fubá de milho	50,43	48,51	0,0669	98,58	1,757
Farelo de algodão	25,49	56,89	0,0522	81,84	1,093
	PB				
Silagem de milho	57,64	25,89	0,0562	72,46	1,798
Fubá de milho	41,57	54,87	0,0327	63,37	2,477
Farelo de algodão	27,45	69,12	0,0528	63,09	2,121
	FDN				
	b	i	kd		
Silagem de milho	63,95	36,05	0,0365		2,085
Fubá de milho	100	0	0,0496		3,364
Farelo de algodão	59,28	40,72	0,0748		6,592

(a) – frações solúveis, (b) – insolúveis potencialmente degradáveis, (kd) – taxa de degradação da fração b, (DE) degradabilidade efetiva; DPA – desvio-padrão assintótico.

As médias, as equações de regressão e os respectivos coeficientes de determinação para os consumos diários, em função dos níveis de PB das dietas e condição sexual, podem ser visualizados na Tabela 5. Para nenhum dos consumos dos nutrientes, houve efeito significativo da interação condição sexual x níveis de PB, portanto, não foi necessário estudar os níveis de PB dentro de cada CS.

Quando os consumos foram avaliados em relação à condição sexual, os machos castrados (MC) apresentaram maiores consumos de MS, FDN, PDR e MO ($P < 0,05$), em kg/dia, que os machos não-castrados (MNC) e as fêmeas (F). Porém, o peso vivo médio dos animais foi menor, em ordem crescente, para F, MNC e MC, justificando, em parte, os consumos observados. Ao avaliar o consumo de MS e FDN em % do PV, não se detectou diferença significativa ($P > 0,05$). Neste experimento, foram observados valores de consumo de FDN de 0,78; 0,85 e 0,79%PV para F, MC e MNC, respectivamente.

Tabela 5 - Médias, equações de regressão (ER) e coeficientes de determinação (r^2) e de variação (CV) dos consumos dos nutrientes, expressos em kg/dia, %PV e $g/kg^{0,75}$, em função da condição sexual (CS) e dos níveis de proteína bruta na dieta (PB em %)

Item	CS			Nível de PB (% na MS)				ER	CV (%)
	F	MC	MNC	7	10	13	15		
Consumo (kg/dia)									
MS	4,70b	5,53a	5,07b	4,61C	4,86BC	5,25AB	5,75A	1	9,2
MO	4,36b	5,11a	4,72b	4,31C	4,52BC	4,87AB	5,31A	2	9,2
EE	0,115c	0,136a	0,128b	0,127A	0,132A	0,124A	0,122A	ns ¹	7,6
PB	0,533b	0,613a	0,555b	0,319D	0,480C	0,665B	0,838A	3	11,4
PDR	0,384b	0,446a	0,409b	0,226D	0,360C	0,475B	0,609A	4	11,5
PNDR	0,150a	0,167a	0,146a	0,094C	0,121C	0,190B	0,229A	5	18,7
FDN	2,02b	2,41a	2,16b	1,84C	1,96C	2,31B	2,72A	6	11,9
CNF	1,85a	2,00a	1,98a	2,02A	2,00A	1,72A	1,92A	ns ²	27,1
NDT	2,92a	3,17a	3,27a	2,72B	3,12A	3,37A	3,41A	7	13,9
Consumo (% do PV)									
MS	1,82a	1,95a	1,86a	1,69B	1,78B	1,83AB	2,19A	8	17,2
FDN	0,78a	0,85a	0,79a	0,68B	0,71B	0,80AB	1,04A	9	20,1
Consumo ($g/kg^{0,75}$)									
MS	72,73a	79,91a	75,46a	68,58B	72,33B	74,62AB	88,10A	10	14,6
NDT estimado (%)									
NDT	65,72a	60,27a	64,47a	59,95A	59,68A	66,22A	67,86A	ns ³	13,7

Médias, na linha, seguidas de letras diferentes, são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Letras maiúsculas comparam condição sexual e letras minúsculas, níveis de PB.

¹ $Y = 4,45486 + 0,05189 * X$ ($r^2 = 0,93$).

² $Y = 4,21404 + 0,04079 * X$ ($r^2 = 0,92$).

³ $Y = -0,03354 + 0,05270 * X$ ($r^2 = 0,98$).

⁴ $Y = -0,02136 + 0,03795 * X$ ($r^2 = 0,98$).

⁵ $Y = -0,00975 + 0,01456 * X$ ($r^2 = 0,96$).

⁶ $Y = 2,79081 - 0,24623 + 0,01603 * X^2$ ($R^2 = 0,99$).

⁷ $Y = 2,18675 + 0,08368 * X$ ($r^2 = 0,94$).

⁸ $Y = 1,46985 + 0,03310 * X$ ($r^2 = 0,78$).

⁹ $Y = 1,25845 - 0,14070 * X + 0,00836 * X^2$ ($R^2 = 0,97$).

¹⁰ $Y = 61,44860 + 1,18459 * X$ ($r^2 = 0,82$).

ns^{1,2,3}, $Y = 0,126; 1,941$ e $63,255$, respectivamente, para EE, CNF e NDT.

O NRC (1996) citou diferenças nas exigências nutricionais para animais de condições sexuais diferentes – fêmeas e machos castrados requerem a mesma quantidade de energia para manutenção, enquanto machos inteiros demandam 15% a mais. O consumo de MS para macho castrado foi superior às fêmeas em 10 unidades percentuais e aos machos não-castrados em 8 unidades percentuais.

Barbosa (2005) não observou diferença significativa entre animais Nelore das mesmas condições sexuais, sob dois níveis de concentrado, sobre os consumos de MS e MO. Os valores observados neste trabalho, de 4,96; 5,52 e 5,07 e 4,36; 5,11 e 4,17 kg/dia, para MS e MO, para fêmeas, machos castrados e machos não-castrados, respectivamente, são menores que os obtidos por Barbosa (2005), de 5,96; 6,48 e 5,75 e 5,59; 6,13 e 5,64 kg/dia, respectivamente. Numericamente, os consumos dos demais nutrientes foram maiores para os machos castrados.

Os consumos diários de todos os nutrientes foram influenciados ($P < 0,05$) pelos níveis de PB das dietas, com exceção do EE e CNF ($P > 0,05$). Os consumos de MS e MO apresentaram comportamento linear crescente ($P < 0,05$), em função dos níveis de proteína, resultado contrário às afirmações de Conrad et al. (1964). Esses autores relataram que, em dietas com digestibilidade abaixo de 66%, o consumo de MS é limitado pelo efeito de enchimento. No presente estudo, a digestibilidade da MS variou de 53,67 a 61,04%, para os níveis de 7 a 15% de PB, respectivamente. Valadares (1997), Rennó (2003) e Cavalcante (2004) não observaram diferenças nos consumos de MS e MO com o aumento dos níveis de PB nas dietas. Esses autores trabalharam com níveis de proteína iguais ou superiores a 7% e obtiveram resultado preconizado por Van Soest (1994), o qual afirma que concentrações de PB acima de 7% de PB na matéria seca não influem no consumo.

Acréscimo do consumo de nutrientes, em decorrência do aumento dos níveis de proteína, também foi verificado por Valadares et al. (1997), que observaram relação linear entre o nível de proteína da dieta e o consumo de NDT, sendo o maior consumo (3,77 kg/dia) obtido com o nível de 14,5% de PB. A mesma relação ocorreu neste estudo, com resultados próximos, observando-se o maior valor numérico para o consumo de NDT (3,52 kg/dia) no nível de 15% de PB. A regressão expressa em kg/dia foi: $CNDT = 2,48085 + 0,06258 \cdot PB$, $r^2 = 63,22\%$, ($P < 0,05$). Este incremento do consumo de NDT, com níveis crescentes de PB, decorre possivelmente do aumento do consumo de MS, pois os valores estimados de NDT das dietas não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos níveis de PB (Tabela 5).

Pereira et al. (2005), avaliando níveis crescentes de PB no concentrado, em dietas de vacas, com relação volumoso:concentrado de 70:30 e silagem de milho, não observaram aumento do consumo de nutrientes, em função do aumento de PB (11,3 a 14,4 %PB) nas dietas. Esses autores concluíram que a falta de resposta do consumo, principalmente de MS, face ao aumento de PB da dieta, pode estar relacionada à densidade energética e à fração de FDN da dieta.

Ocorreu aumento linear para os consumos de MO, PDR, PNDR, FDN e MS, em função do aumento dos níveis de PB, possivelmente em decorrência do aumento do consumo de MS, posto que as dietas apresentaram praticamente os mesmos teores de MO (Tabela 3). Para os demais itens, o aumento do consumo pode ser explicado pelo o aumento de PB na dieta. O consumo de EE não foi influenciado pelos níveis de PB ($P>0,05$), observando-se o valor médio de 126,75 g/dia. Leão et al. (2004), em trabalho com novilhos submetidos a três níveis de ingestão (1,5; 2,0 e 2,5% PV), observaram aumento linear nos consumos de MO, PB e EE, em decorrência do aumento no consumo de MS. Este fato não foi observado neste estudo para o consumo de EE, uma vez que também ocorreu aumento no consumo de MS.

As médias e equações de regressão ajustadas para as digestibilidades total e parcial da MS, MO, PB, EE, CNF e FDN, em função da condição sexual e dos níveis de proteína bruta, são apresentadas na Tabela 6. Observa-se que não houve interação ($P>0,05$) de condição sexual e níveis de PB nas dietas para nenhuma das digestibilidades avaliadas.

Tabela 6 - Médias, equações de regressão (ER) e coeficientes de variação (CV) dos nutrientes ajustados para a digestibilidades total e ruminal (kg/dia), em função da condição sexual (CS) e dos níveis de proteína bruta na dieta (PB em %)

Item	CS			Nível de PB (% na MS)				ER	CV (%)
	F	MC	MNC	7	10	13	15		
Digestibilidade total									
MS	57,48A	57,31A	58,77A	53,67b	57,39ab	58,09ab	61,04a	1	7,1
MO	61,60A	61,81A	62,14A	58,81b	60,39aab	63,34aab	64,47a	2	8,4
PB	51,24A	52,71A	50,29A	29,45c	48,78b	62,78a	66,08a	3	12,6
EE	76,64A	78,39A	78,16A	76,26a	75,79a	79,58a	78,84a	4	6,7
CNF	88,47B	86,41B	92,46A	91,89	94,02	93,96	76,58	5	4,3
FDN	38,94A	36,08B	42,96A	31,31c	33,70c	40,65b	49,32a	6	9,0
Digestibilidade ruminal ^a									
MS	61,54A	57,31A	61,16A	56,45a	53,68a	67,09a	63,12a	7	29,8
MO	70,86A	61,81A	62,14A	68,31a	65,51a	75,82a	71,56a	8	21,9
PB	-6,79A	52,71A	50,29A	-73,37c	-4,36b	26,85a	16,87a	9	171,6
EE	-13,81A	78,39A	78,16A	-23,54a	-20,09a	-1,62a	-14,25a	10	163,3
CNF	73,21A	76,55A	78,16A	68,85	67,46	78,40	89,18	11	13,6
FDN	95,25A	118,62	97,07	111,48a	101,22a	106,91a	95,02a	12	15,7

Médias, nas linhas e colunas, seguidas por letras maiúsculas compara CS e minúsculas, o nível de PB. Letras diferentes diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.

^aDigestibilidade calculada em % do total digerido, com exceção de PB e EE, que foram calculados em % da quantidade que chegou a cada local.

$$^1Y = 53.94246 + 0.57815 * X \quad (r^2 = 0,98).$$

$$^2Y = 59.70127 + 0.47088 * X \quad (r^2 = 0,95).$$

$$^3Y = -26.02612 + 11.08109 * X - 0.32172 * X^2 \quad (R^2 = 0,99).$$

$$^4Y = 33,273 + 12,8359 * X - 0,65148 * X^2 \quad (R^2 = 0,88).$$

$$^5Y = 55.92250 - 5.62873 * X + 0.35394 * X^2 \quad (R^2 = 0,99).$$

$$^6Y = -393.62382 + 62.24673 * X - 2.31166 * X^2 \quad (R^2 = 0,99).$$

$$^7Y = 106,108 - 9,3446 * X + 0,54632 * X^2 \quad (R^2 = 0,99).$$

O coeficiente de digestibilidade total da MS não diferiu entre as condições sexuais (P>0,05), mas foi afetado (P<0,05) pelos níveis de PB nas dietas. Como citado anteriormente, para digestibilidade inferior a 66%, os fatores físicos podem determinar o consumo. Neste estudo, a maior digestibilidade total da MS foi de 61,04% com o nível de 15% de PB. Barbosa (2005), trabalhando com dois níveis de concentrado na dieta de bovinos Nelore de condições sexuais semelhantes, observou digestibilidade média da MS de 64,74%, quando utilizou 25% de concentrado. Ítavo et al. (2002), em bovinos Nelores não-castrados alimentados com níveis crescentes de concentrado e dois níveis de proteína, não observaram

diferença na digestibilidade da MS, que foi, em média, 79,08%, quando aumentou o nível dietético de PB de 15 para 18%.

As digestibilidades totais de MO, PB e EE não foram influenciadas pela condição sexual ($P>0,05$) e apresentaram média de 61,85; 51,41 e 77,73, respectivamente, seguindo o observado para a digestão da MS. As digestibilidades estimadas da MO, PB e EE foram, em média, de 66,8; 74,2 e 73,8% (Leão et al., 2004), quando o consumo foi de 2,0% do PV. Diferentemente, neste trabalho, a digestibilidade total do CNF foi influenciada ($P<0,05$) pela condição sexual, pois apresentou maior média para os machos não-castrados (92,46%).

Avaliando as digestibilidades totais, em função dos níveis de PB na dieta, observa-se que as digestões de MS, MO, PB FDN e CNF foram influenciadas pelos níveis de PB nas dietas ($P<0,05$), diferentemente do observado para a digestibilidade total de EE ($P>0,05$). A digestibilidade mínima da FDN estimada de 33,54 foi observada com 7,95% PB na dieta. Ítavo et al. (2002), por sua vez, relataram que os teores de PB da dieta de 15 a 18% não influenciaram a digestibilidade aparente dos nutrientes. Da mesma forma, Rennó (2003) obteve resultados semelhantes quando também avaliou a digestibilidade em função dos níveis de PB na dieta (12 e 15%). No presente trabalho, foram encontradas digestões diárias variando de 53,67 a 61,04; 58,81 a 64,47; 29,45 a 66,08 e 31,31 a 49,32% para MS, MO, PB e FDN, para o nível menor e maior de PB, respectivamente. Pereira et al. (2005), em estudo utilizando níveis crescentes de PB (11,3; 12,3; 13,3 e 14,4) na dieta de vacas, também não observaram efeito dos níveis de PB, tendo obtido média de digestibilidade de 68,96; 70,17; 71,95 e 56,49% para MS, MO, PB e FDN, respectivamente.

De acordo com a equação de regressão para a digestibilidade total da MS, houve incremento de 0,57 unidades percentuais na digestibilidade da MS para cada 1,0% de aumento do nível de PB. Segundo Leng (1990), a ampliação dos níveis de PB acelera a degradação e a passagem da FDN, ampliando a digestibilidade e o *turnover* de resíduos indigestíveis, que estimula o consumo de MS (Tabela 5). Leão et al. (2004), por sua vez, relataram que o aumento do nível

de consumo, geralmente, resulta em diminuição na digestibilidade da MS e dos demais nutrientes.

A digestibilidade de CNF estimada em 79,22 foi observada com 15% PB na dieta e máxima em 96,49 com 9,86% de PB. Com relação à digestibilidade ruminal, também observou-se efeito dos níveis de proteína na dieta ($P < 0,05$), estimando-se valor de 88,86% com o maior nível de PB estudado (15%). Rennó (2003) não verificou diferença nas digestibilidades totais e ruminais de CNF, em função do aumento dos níveis de proteína, obtendo-se valores médios de 86,68 e 80,47%, respectivamente.

Não houve efeito ($P > 0,05$) da condição sexual e dos níveis de PB nas dietas sobre as digestibilidades ruminais de MS, MO, EE e FDN, observando-se médias de 60,48; 70,64; 102,93 e 73,70%, respectivamente. Da mesma forma, Detmann et al. (2005), estudando níveis de proteína em suplementos para terminação de bovinos em pastejo, não observaram efeito na degradação ruminal, tendo obtido valores médios de 42,77; 47,27; 66,77 e 36,77% para MS, MO, FDN e CNF, respectivamente. Chizzotti et al. (2005) também não observaram diferença significativa nas digestões ruminais dos mesmos nutrientes, em estudo com novilhos holandeses submetidos a dietas com níveis crescentes de casca de algodão, tendo obtido valores médios de 61,01; 75,33; 32,73; 89,05; 89,05 e 76,96%, para MS, MO, PB, EE, FDN e CNF, respectivamente.

Ainda na Tabela 6, verifica-se que a digestibilidade ruminal da PB foi afetada quadraticamente pelos teores de PB na dieta ($P < 0,05$). A regressão obtida para a digestão ruminal da PB, em % da quantidade que chega ao local, foi: $Y = -393.62382 + 62.24673 * X - 2.31166 * X^2$ ($r^2 = 0,99$), ($P < 0,05$). Os valores negativos de -73,37 e -4,36% obtidos para a digestão ruminal da PB, com teor nas dietas de 7 a 10%, indicam que essas dietas foram deficientes em proteína bruta. Para as dietas contendo 13 e 15% de PB, a digestão ruminal foi positiva variando de 26,85 a 16,87, o que pode decorrer do excesso de PB nas dietas. Derivando a equação, obtém-se um valor de 10,14% de PB na dieta, que pode ser considerado o nível ótimo de PB para o nível de energia da dieta, uma vez que com esse valor a digestão ruminal da PB seria zero.

Constam na Tabela 7 as médias, as equações de regressão e o coeficiente de variação para a concentração de uréia no soro (US) e do nitrogênio uréico no soro (NUS) e a excreção de uréia na urina (UU), em função da condição sexual e dos níveis de proteína da dieta. Não houve interação de condição sexual e níveis de proteína da dieta ($P > 0,05$).

Tabela 7 - Médias, equações de regressão (ER) e coeficientes de determinação (r^2) e de variação (CV) obtidos para concentração de uréia no soro (US), nitrogênio uréico no soro (NUS) e excreção de uréia na urina (UU), em função da condição sexual (CS) e dos níveis de proteína bruta na dieta (PB em %)

Item	CS			Nível de PB (% na MS)				ER	CV (%)
	F	MC	MNC	7	10	13	15		
US ¹	25,8A	23,9A	23,8A	11,0c	20,2b	29,8a	38,1a	1	28,9
NUS	12,02A	11,1A	11,09A	5,12c	9,43b	13,91a	17,78a	3	28,9
UU ²	9,60A	7,95A	9,21A	4,28c	7,62b	11,09a	13,48a	2	27,7

Médias, nas linhas e colunas, acompanhadas por letras maiúsculas compara CS, e minúsculas compara o Nível de PB, letras diferentes, diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

¹mg/dL.

²mg/kg de PV.

¹ $Y = -11.98304 + 3.26415 * X$ ($r^2 = 99$); ² $Y = -3.53256 + 1.12537 * X$ ($r^2 = 99$).

³ $Y = -5.58409 + 1.52109 * X$ ($r^2 = 99$).

Animais de condição sexual diferente não apresentaram diferenças para US, NUS e a UU, porém, as fêmeas tenderam a apresentar maiores valores em relação aos machos castrados e não-castrados. Assim, pode-se inferir que fêmeas, machos castrados e machos não-castrados, quando submetidos a níveis crescentes de PB na dieta, apresentam parâmetros sanguíneos e urinários semelhantes.

Houve aumento das concentrações de US e NUS, bem como de UU, com o incremento da quantidade de PB da dieta ($P < 0,05$). Aumento das excreções de uréia urinária e concentrações no soro, em decorrência do acréscimo de %PB da dieta, foi reportado por Valadares (1997), Oliveira Jr. et al. (2004) e Roseler et al. (1993) e apenas da excreção fracional de uréia por Rennó et al. (2000).

Segundo Roseler et al. (1993), dietas com excesso de proteína elevam as concentrações endógenas de uréia no sangue e a excreção na urina, acarretando

redução na disponibilidade de energia e aumento da síntese hepática de uréia, o que pode prejudicar o desempenho animal (NRC, 1996).

Associando o aumento da excreção urinária diária de N, na forma de uréia, à redução do índice de eficiência de captação nitrogenada aparente (g N ingerido/ mg/dL de N-NH₃) e à ausência de efeito sobre o fluxo abomasal de NT e N-NH₃, Detmann et al. (2005) concluíram por um quadro de elevação nas perdas nitrogenadas, em decorrência de difusão ruminal com a elevação dos níveis de PB na dieta de bovinos.

A composição das bactérias isoladas do rúmen encontra-se na Tabela 8, enquanto os fluxos de N, MS e MO microbiana no duodeno e a eficiência microbiana expressa de diferentes formas, na Tabela 9. Apenas a MS e a relação N RNA:N-total não estão na faixa dos valores citados na revisão realizada por Valadares Filho (1995), que encontrou média de 81,1 a 95,7% para MS e relação N RNA:N-total de 17,6, com variação de 11,6 a 23,5%. Neste estudo foi observada média de 68,09% para MS e 26,9% para a relação N-RNA:N-total. Da mesma forma, Rennó (2003) obteve valores próximos aos do presente estudo de 65,75 e 24%, respectivamente. Os teores de N-total das bactérias variaram de 6,50 a 7,80%, com média igual a 7,0%. Cardoso et al. (2000), Carvalho et al. (1997) e Dias et al. (2000) encontraram valores superiores, 8,72, 8,04 e 8,53%, respectivamente, porém os valores revisados por Clark et al. (1992) e Valadares Filho (1995) – 7,7 e 7,1% N-total, respectivamente – foram próximos aos observados neste estudo.

Tabela 8 - Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), compostos nitrogenados totais (N-Total), ácido ribonucléico (RNA), N-RNA e relação N-RNA:N-Total de bactérias do rúmen obtidas com os níveis de PB nas dietas

Item	Nível de PB (% na MS)			
	7	10	13	15
MS (%)	70,60	70,36	64,69	66,74
MO ¹	75,51	79,80	72,84	80,21
N-TOTAL ¹	6,50	6,73	6,99	7,80
N-RNA ¹	1,63	1,64	2,06	2,21
N-RNA:N-TOTAL ¹	26,0	28,8	27,0	25,8

¹ % na MS.

Para os fluxos de nutrientes e a eficiência microbiana, independentemente da forma como foi expressa (Tabela 9), não houve interação ($P>0,05$) de condição sexual e níveis de PB. Não houve efeito ($P>0,05$) da condição sexual sobre o fluxo de nutrientes e a eficiência microbiana.

Os valores médios estimados para o fluxo de nutrientes presentes no duodeno para N, MS e MO microbiana foram de 68,79; 1032,97 e 789,7 g/dia, respectivamente. Trabalhando com níveis de proteína bruta de 10,5 a 15%, Cavalcante (2004) encontrou valores médios de 89,90 e 1164,16 para N e MS microbiana, respectivamente, valor superior para o N microbiano e próximo para a MS microbiana, quando comparados aos resultados deste estudo.

Não houve efeito dos níveis de PB nas dietas ($P>0,05$) sobre o fluxo de nitrogênio microbiano (N_{mic}), a eficiência microbiana expressa em $gN_{mic}/kgMOVDR$ e o fluxo de PB microbiana, observando-se valores médios de 71,29; 26,98 e 429,27 g/dia, respectivamente.

As quantidades médias de matéria orgânica degradada no rúmen (MODR) e matéria orgânica verdadeiramente degradada no rúmen (MOVDR) foram influenciadas pelos níveis de proteína na dieta ($P<0,05$), apresentando aumento linear crescente, estimando-se incremento de 0,16 e 0,11 unidades para cada percentual de aumento da PB na dieta, respectivamente. Os valores médios observados neste estudo foram, em média, 2,19 e 2,98 kg, para MODR e MOVDR, respectivamente. Ribeiro et al. (2001) observaram para MODR valor médio de 2,6 kg/dia, determinado com bovinos recebendo rações contendo feno de capim-tifton 85 de diferentes idades de rebrota, próximo ao observado para MODR deste trabalho.

abela 9 - Médias, equação de regressão (ER) e coeficiente de variação (CV) para o fluxo de nutrientes microbianos e eficiências, em função da condição sexual (CS) e dos níveis de proteína bruta na dieta (PB em %)

Item	CS			Nível de PB (% na MS)				ER	CV (%)	
	F	MC	MNC	7	10	13	15			
	Fluxo de nutrientes, g/dia									
Nmic	66,98	73,17	66,23	69,75	71,75	59,15	74,55	1	30,9	
PB mic	418,66	457,33	413,95	435,97	448,42	369,59	465,93	2	30,9	
MS mic	981,70	1096,89	1020,34	1150,40	1124,54	889,21	967,74	3	32,5	
MO mic	726,46	865,89	776,86	849,86	901,06	636,39	771,63	4	32,1	
	Digestão (kg/dia)									
MODR*	1,99	2,18	2,43	1,99	1,78	2,50	2,52	5	34,5	
MOVDR**	2,71	3,04	3,20	2,84	2,68	3,14	3,29	6	18,7	
	Eficiência microbiana (g)									
Nmic/kg MODR	38,21	40,57	34,59	54,36	45,20	29,21	20,00	7	43,7	
Nmic/kg MOVDR	25,36	26,90	22,89	31,93	29,34	22,56	23,74	8	37,4	
PBmic/kg NDT	155,28	148,76	131,26	178,86	158,56	129,06	128,47	9	15,1	

Imic = nitrogênio microbiano; MS mic = matéria seca microbiana.

IO = matéria orgânica microbiana; PBmic = proteína bruta microbiana.

MODR = Matéria orgânica degradada no rúmen.

*MOVDR = Matéria orgânica verdadeiramente degradada no rúmen.

Condição sexual = (F) Fêmea, (MC) Macho castrado e (MNC) Macho não-castrado.

$\bar{Y} = 71,29535$.

$\bar{Y} = 445,59$.

$\bar{Y} = 1576,21054 - 47,71321 * X$ ($r^2 = 0,82$).

$\bar{Y} = 1204,010089 - 36,46329 * X$ ($r^2 = 0,62$).

$\bar{Y} = 0,43193 + 0,15171 * X$ ($r^2 = 0,98$).

$\bar{Y} = 1,63603 + 0,11525 * X$ ($r^2 = 0,93$).

$\bar{Y} = 72,07749 - 3,11921 * X$ ($r^2 = 0,97$).

$\bar{Y} = 26,985$.

$\bar{Y} = 247,91356 - 9,10078 * X$ ($r^2 = 0,95$).

A eficiência microbiana expressa em gNmic/kgMODR apresentou comportamento linear decrescente ($P < 0,05$), com o aumento dos níveis de PB na dieta, e diminuiu 3,11 unidades por aumento porcentual do nível de PB. Para igualar-se à eficiência estabelecida pelo ARC (1984), de 32 gNmic/kgMODR, segundo a equação obtida neste experimento, seriam necessários, no máximo, 12,84% de PB para esta dieta. Cameron et al. (1991) estudaram o efeito da suplementação de uréia e amido ou ambos em dietas de vacas em lactação e observaram aumento do fluxo de Nmic para o intestino e incremento da eficiência de Nmic em relação à MODR e MOVDR, de 15,4 e 5,4 g/kg, respectivamente. Neste estudo, houve redução da eficiência microbiana ($P < 0,05$), possivelmente, em função do aumento da energia degradada no rúmen, MODR e MOVDR, não ocorrendo aumento da Pbmic.

Segundo Cameron et al. (1991), a energia é um dos principais nutrientes limitantes para o crescimento microbiano, sendo necessária a liberação de energia dos carboidratos fermentáveis na mesma taxa em que ocorre liberação de NH_3 do N dietético, para melhor eficiência de utilização dos nutrientes pelos microrganismos ruminais. Clark et al. (1992) citaram que elevação no consumo de MS aumenta a taxa de passagem ruminal, incrementando a passagem de microrganismos para o intestino delgado e reduzindo a exigência de manutenção das bactérias, o que não ocorreu neste estudo, apesar do aumento no consumo de MS (Tabela 5).

A eficiência microbiana, expressa em gPB/kg NDT, descrita pelo NRC (1996), de 130 g PB/kg NDT, também não se aplica para todas as dietas neste trabalho, pois a dieta com 7% de PB apresentou eficiência média de 178,86 gPB/kg NDT. Contudo, as dietas com 13 e 15% de PB apresentaram eficiência muito próxima do valor citado pelo NRC (2001).

As estimativas do pH do fluido ruminal, em função dos tempos de coleta de amostras, para a condição sexual e os níveis crescentes de PB nas dietas, encontram-se na Figura 1. Não houve interação de condição sexual e teores de PB na dieta ($P > 0,05$), observando-se valores médios de 6,7 e 6,6, respectivamente. De acordo com Mould et al. (1983), citados por Detmann et al.

(2005), apenas abaixo da faixa de 6,0-6,1 pode ocorrer comprometimento da degradação da fibra. O pH ruminal não foi influenciado pela condição sexual ($P>0,05$), mas detectou-se efeito cúbico ($P<0,05$), em função do tempo, com valores mínimo (6,4) estimados às 6 horas após o fornecimento da dieta (Figura 1).

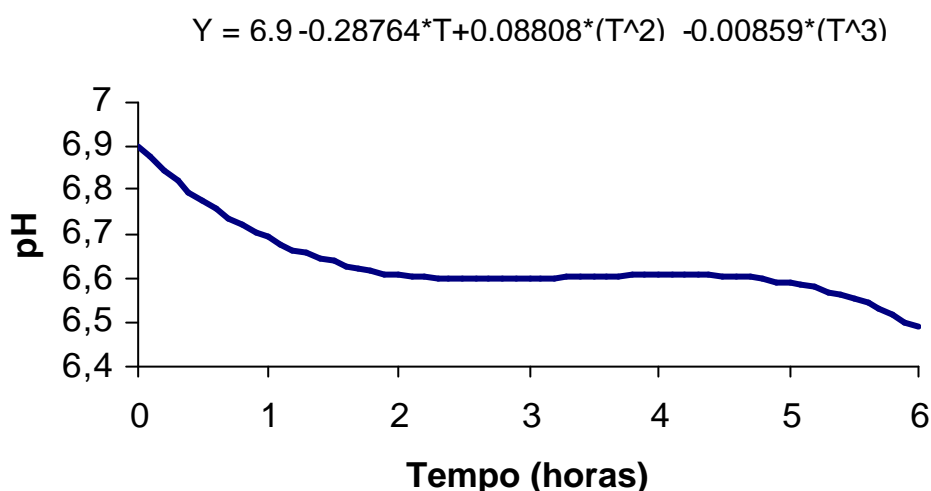


Figura 1 - Estimativa do pH ruminal, em função dos tempos (T) de coleta.

Da mesma forma, Cavalcante (2004) não observou diferença no pH ruminal, em função dos níveis de PB, sendo estimado pH máximo de 6,54, às 4,17 horas após a alimentação.

As estimativas das concentrações de amônia do fluido ruminal, em mg/100 mL, em função dos tempos de coletas, para os animais alimentados com níveis crescentes de PB na dieta, encontram-se na Figura 2. Ao contrário do pH, houve interação ($P<0,05$) de níveis de PB na dieta e tempos de coleta, cujos dados se ajustaram à equação:

$$Y = -99.79248 + 12.52128 * T - 6.63348 * (T^2) + 0.77396 * (T^3) + 28.50901 * PB - 2.529 * (PB^2) + 0.07371 * (PB^3) + 0.22979 * (PB * T^2) - 0.03893 * (PB * T^3)$$

$$(R^2 = 0,96)$$

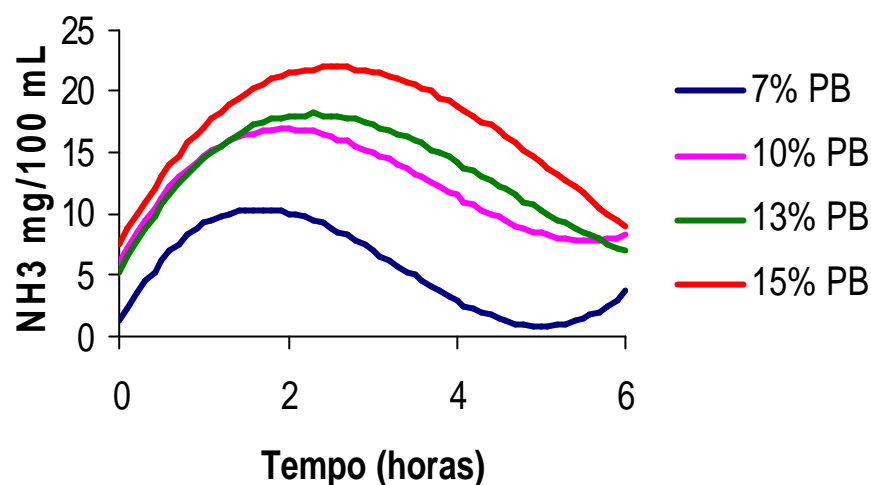


Figura 2 - Estimativa das concentrações de amônia do fluido ruminal, em função dos tempos (T) de coleta, para cada nível de proteína da dieta.

As concentrações máximas estimadas de amônia no líquido ruminal dos animais são mostradas na Tabela 10.

Tabela 10 - Tempo (horas) de ocorrência da maior concentração de amônia, em função das dietas experimentais

Dieta (% de PB)	Tempo (horas)	NH ₃ mg/100 mL
7	1,36	10,36
10	2,00	16,89
13	2,18	18,13
15	2,36	21,94

Cavalcante (2004), avaliando níveis crescentes de PB na dieta, observou apenas a influência do tempo de coleta para concentração de amônia, estimando valor máximo de 17,43 mg/100 mL de N-NH₃, às 3,62 horas após alimentação. Os valores crescentes das concentrações de N-NH₃ eram esperados, em razão do incremento de PB nas dietas e do consumo de MS. A dieta com 7% de PB

apresentou, a partir das 3,47 às 5,54 horas após alimentação, valores inferiores a 3,3 e 8,0 mg/100 mL, que, de acordo com Hoover (1986), citado por Cardoso et al (2000), são considerados ideais para máxima síntese microbiana e digestão da MO no rúmen, respectivamente.

Stern & Hoover (1979), citados por Polan (1988), em revisão de 46 estudos, afirmaram que, para o crescimento microbiano, são necessários 27 gN/kg de MODR. Neste trabalho, foi observado para o nível de 15% de PB o valor de 20 gN/kg de MODR. Sob este raciocínio, Clark et al. (1992) afirmaram que, quando a concentração de amônia no fluido ruminal é maior que 2 a 5 mg/dL, a passagem de N microbiano para o intestino está mais correlacionada à MODR que às concentrações de amônia no fluido ruminal.

Conclusões

De maneira geral, os consumos, as digestibilidades dos nutrientes e a produção microbiana não foram influenciadas pela condição sexual.

As digestibilidades totais da maioria dos nutrientes foram elevadas com o aumento do teor de PB nas dietas, enquanto as digestões ruminais, com exceção da PB, permaneceram inalteradas.

Os teores de US, NUS e UU aumentaram linearmente com a adição de PB à dieta.

Houve diminuição da eficiência microbiana expressa em g Nmic/kg MODR e em g PBmic/kg NDT, com o aumento dos níveis de PB nas dietas.

O pH foi influenciado cubicamente em função do tempo de coleta, tendo o valor máximo ocorrido no tempo 0, imediatamente antes do fornecimento da dieta, de 6,9.

A concentração ruminal de amônia foi afetada cubicamente pelo teor de proteína na dieta e pelo tempo após alimentação, apresentando valores máximos às 1,36; 2,00; 2,18 e 2,36 horas de 10,36; 16,89; 18,13 e 21,94 NH₃ mg/100 mL, para os níveis de 7, 10, 13 e 15% de PB, respectivamente.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. Supplement n.1. Report of the protein group of the ARC working party. Farnham Royal: CAB International, 1984. 45p.
- BARBOSA, A.M. **Período de coleta de urina e de fezes para avaliação da excreção de creatinina, produção microbiana e digestibilidade aparente dos nutrientes em Nelore**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 63p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- 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. Consumo e digestibilidade 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.
- CAVALCANTE, M.A.B. **Níveis de proteína bruta em dietas de bovinos de corte: consumo, digestibilidade, produção microbiana, parâmetros ruminais e desempenho produtivo**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 58p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- 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.
- CECAVA, M.J.; MERCHEN, N.R.; GAY, L.C. et al. Composition of ruminal bacteria harvest from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency, and isolation techniques. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.9, p.2480-2488, 1990.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I. et al. Casca de algodão em substituição parcial à silagem de capim-Elefante para novilhos. 1. Consumo, degradabilidade e digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2093-2102, 2005.
- CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2304-2323, 1992.

- CONRAD, H.R.; PRATT, A.D.; HIBBS, J.W. Regulation of feed intake in dairy cows. I. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.47, p.54-62, 1964.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Níveis de proteína em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante o período de transição seca/água: Digestibilidade aparente e parâmetros do metabolismo ruminal e dos compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1380-1391, 2005.
- DIAS, H.L.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Eficiência de síntese microbiana, pH e concentrações ruminais de amônia em novilhos F₁ Limousin x Nelore alimentados com dietas contendo cinco níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.555-563, 2000.
- HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. Florida: University of Florida, 2000. p.A-25 (Bulletin, 339).
- HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. 1999. **Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants**. Disponível em: <http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0939.pdf> Acessado em: 6 de agosto de 2005.
- 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
- LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; RENNÓ, L.N. et al. Consumos e digestibilidades totais e parciais de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo em novilhos submetidos a três níveis de ingestão e duas metodologias de coleta de digestas abomasal e omasal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1604-1615, 2004.
- LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; RENNÓ, L.N. et al. Consumos e digestibilidades totais e parciais de carboidratos totais, fibra em detergente neutro e carboidratos não-fibrosos em novilhos submetidos a três níveis de ingestão e duas metodologias de coleta de digestas abomasal e omasal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.670-678, 2005.
- LENG, R.A. Factors affecting the utilization of "poor-quality" forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research and Review**, v.3, p.227-303, 1990.

- MERTENS, D.R.; LOFTEN, J.R. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1437-1446, 1980.
- MERTENS, D.R. Qualitative aspect of ruminant digestion and metabolism. In: FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Eds.) **Rate and extent of digestion**. 1.ed. Wisconsin: CAB, 1993. p.13-51.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, D.C: National Academic Press. 2001. 381p.
- OLIVEIRA JUNIOR, R.C.; PIRES, A.V.; FERNANDES, J.J.R. et al. Avaliação de indicadores para estimar a digestibilidade dos nutrientes em novilhos Nelore alimentados com dietas contendo alto teor de concentrado e fontes nitrogenadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.749-758, 2004.
- ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, p.449-453, 1979.
- PEREIRA, M.L.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Consumo, digestibilidade aparente total, produção e composição do leite em vacas no terço inicial da lactação alimentadas com níveis crescentes de proteína bruta no concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.1029-1039, 2005.
- POLAN, C.E. Update: Dietary protein and microbial protein contribution: potential for altered productivity of the rumen ecosystem. In: ANNUAL RUMINANT CONFERENCE, 28., ANNUAL MEETING OF THE FEDERATION OF AMERICAN SOCIETIES FOR EXPERIMENTAL BIOLOGY, 1988, Washington. **Proceedings...** Washington: American Institute of Nutrition, 1988. p.242-248.
- PERES, J. R. **Níveis de uréia no sangue (plasma) de vacas mestiças em pastejo rotacionado**. 2001. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/mn/radarestecnicos/artigos>. Acessado em: 15/10/2005.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Concentração plasmática de uréia e creatinina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1235-1243, 2000.
- RENNÓ, L.N. **Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia ou dois níveis de proteína**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 252p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.

- RIBEIRO, K.G.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G. et al. Eficiência microbiana, fluxo de compostos nitrogenados no abomaso, amônia e pH ruminais, em bovinos recebendo dietas contendo feno de Capim-Tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.581-588, 2001.
- ROSELER, D.K.; FERGUSON, J.D. SNIFFEN, C.J. et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nitrogen in holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.525-534, 1993.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS/STAT user's guide** (Release 8.0), Cary: 1999.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- USHIDA, K.; LASSALAS, B.; JOUANY, J.P. Determination of assay parameters for RNA analysis in bacterial and duodenal samples by spectrophotometry. Influence of sample treatment and preservation. **Reproduction, Nutrition and Development**, v.25, n.6, 1037- 1046, 1985.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; SAINZ, R.D. Desafios metodológicos para determinação das exigências nutricionais de bovinos de corte no Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. p.261-287.
- VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; GONÇALVES, L.C. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997.
- 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, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 1997. 103p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1997.
- VALADARES FILHO, S.C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 1995. p.355-388.
- VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA JR., V.R.; CAPPELLE, E.R. **Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos - CQBAL 2.0**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 297p.

Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods.** Ithaca: Cornell University, 1985. 202p.

Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2.ed. London: Comstock Publishing Associates, 1994. 476p.

VOLDEN, H. Effects of level of feeding and ruminally undegraded protein on ruminal bacterial protein synthesis, escape of dietary protein, intestinal amino acid profile, and performance of dairy cows. **Journal of Animal Science**, v.77, p.1905-1918, 1999.

Balanço de compostos nitrogenados e estimativas das exigências de proteína de manutenção de bovinos Nelore de três condições sexuais

RESUMO - Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito de níveis crescentes de proteína bruta sobre o balanço de nitrogênio e as exigências de proteína para manutenção de Nelore. Foram utilizados doze bovinos Nelore, fistulados no rúmen e duodeno, de três condições sexuais (CS) – quatro fêmeas, quatro machos castrados e quatro machos não-castrados – com idade aproximada de 16 meses e peso vivo médio de 254,8, 285,1 e 265,6 kg, respectivamente. Utilizaram-se três quadrados latinos 4 x 4, sendo quatro animais, quatro níveis de proteína bruta (7, 10, 13 e 15%) e quatro períodos. A produção de matéria seca fecal e os fluxos de MS no duodeno foram estimados com a fibra em detergente ácido indigestível. A coleta total de urina de cada animal foi realizada do 13^o ao 14^o dia de cada período. O nitrogênio metabólico fecal foi estimado por regressão entre o N absorvido (Y) e a ingestão de N (X), expressos em g/kg MS. As perdas endógenas urinárias foram estimadas por regressão entre a excreção urinária de N (Y) e a ingestão de N (X), expressas g/kg^{0,75}. As perdas endógenas totais foram estimadas pela regressão entre o balanço de N (Y) e a ingestão de N (X), expressas em g/kg^{0,75}. Houve efeito da condição sexual apenas sobre o nitrogênio ingerido, observando-se maior consumo para os machos castrados em relação às fêmeas. A ingestão de compostos nitrogenados, a excreção fecal de N, o N urinário e o balanço de compostos nitrogenados aumentaram linearmente com os teores dietéticos de PB. Foram registrados valores de 6,69 de N/kgMS ingerida para NMF e de 0,133 gN/kg^{0,75} para o NUE. A exigência líquida total de proteína foi estimada em 0,431 gN/kg^{0,75} ou 2,69 g de proteína/ kg^{0,75}. Concluiu-se que as exigências de proteína metabolizável para manutenção, de 4,0 g/kg^{0,75}, não diferiram para animais Nelore de diferentes condições sexuais.

Palavras-chave: exigências protéicas, fêmeas, machos castrado, macho não-castrado

Effects of increasing dietary crude protein levels on nitrogen balance and metabolizable protein requirements for maintenance of Nellore bovines of three sexual categories

ABSTRACT - The effects of increasing dietary crude protein levels on nitrogen balance and metabolizable protein requirements for maintenance of three sexual categories of Nellore (four heifers, four bulls and four steers) averaging 16 months of age and body weight of 254.8, 285.1, and 265.6 kg, respectively, were evaluated in this trial. The experiment was analyzed as a three replicated 4 x 4 Latin square design. Diets contained the following crude protein levels: 7, 10, 13 or 15%. Estimation of fecal DM output and duodenal DM flow was done using the internal marker indigestible acid detergent fiber. Total collection of urine was conducted from day 13 to day 14 on each period. Metabolic fecal nitrogen, urinary endogenous losses and total endogenous losses were all estimated using a regression approach. No significant effect of sexual category was observed for any of the studied variables, excepting for N intake that was greater for steers than heifers. Nitrogen intake, urinary and fecal N excretions and N balance all increased linearly when the dietary CP varied from 7 to 15%. It was observed NMF of 6.69 of N/kg ingested DM and NUE of 0.133 g N/kg^{0.75}. The net protein requirement was estimated as 0.431 gN/kg^{0.75} or 2.69 g of protein/kg^{0.75}. No effect of sexual categories on metabolizable protein requirements for maintenance (approximately 4.0 g/kg^{0.75}) was observed in this trial.

Key Words: bulls, heifers, protein requirement, steers

Introdução

O balanço de compostos nitrogenados (N), sob condições controladas, fornece uma estimativa do metabolismo protéico e constitui um método de avaliação dos alimentos e do estado nutricional do animal (Coelho da Silva & Leão, 1979).

A exigência líquida de nutrientes é representada pelas exigências de manutenção e produção, cujas informações adotadas no Brasil se referem às publicadas pela Academia Nacional de Ciência dos Estados Unidos da América do Norte (NAS), a partir de 1944, denominadas Tabelas de Exigências Nutricionais do NRC (Ezequiel, 1987). A última revisão realizada para bovinos de corte foi descrita pelo NRC (1996).

As pesquisas sobre exigências nutricionais de bovinos em crescimento, no Brasil, iniciaram-se em 1980. Desde então, foram desenvolvidos diversos experimentos, visando determinar o desempenho, a composição corporal, o ganho de peso e as exigências nutricionais de bovinos em confinamento e em crescimento/terminação sob pastagens (Lana, 2005).

De acordo com Van Soest (1994), a proteína metabolizável (PM) é definida como a quantidade de proteína verdadeira ou aminoácidos absorvidos no intestino delgado e, especificamente em ruminantes, é representada pela quantidade de aminoácidos de origem microbiana ou dietética absorvidos no intestino delgado.

Em sistemas de produção de gado de corte, os custos com alimentação animal podem representar de 70 a 90% dos custos operacionais totais, dependendo da fase de criação e do nível de produção desejado (Valadares Filho et al., 2005). Portanto, o efeito da nutrição sobre diferentes fatores implica na elaboração de diferentes protocolos para os diversos tipos de manejo, bem como no controle rigoroso dos lotes de manejo e dos grupos contemporâneos (Sainz et al., 2003). Dessa forma, o conhecimento das exigências de proteína para manutenção de animais Nelore pode resultar em economia nos custos com formulação de rações, pela utilização de valores ótimos para as exigências, considerando o elevado custo das fontes protéicas.

No Brasil, foram desenvolvidos poucos trabalhos envolvendo a mensuração das exigências de proteína para manutenção. Ezequiel (1987) obteve exigência de proteína metabolizável (PM) para manutenção de 1,72 e 4,28 g/kg PV^{0,75}/dia para novilhos Nelore e Holandês, respectivamente, enquanto Valadares et al. (1997), utilizando a soma das perdas de NMF e NUE e considerando a eficiência de uso de proteína para manutenção igual a 1, obtiveram exigência de proteína metabolizável para manutenção de 4,13 g/kg PV^{0,75}/dia, em bovinos anelados. Ladeira (1998) obteve valor de 1,63 g/kg PV^{0,75}/ dia, em novilhos Nelore.

Nota-se, portanto, que os valores encontrados são bastantes variáveis e diferentes do sugerido pelo NRC (1996), de 3,8 gPM/kg^{0,75}, principalmente em relação aos animais zebuínos.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o balanço de compostos nitrogenados e estimar as exigências de proteína para manutenção de bovinos Nelore de diferentes condições sexuais (fêmeas, machos castrados e não-castrados).

Material e Métodos

O local do experimento e as instalações foram descritos no Capítulo 1 desta Tese.

Foram utilizados 12 animais zebuínos da raça Nelore, sendo quatro de cada condição sexual: fêmeas, machos castrados e machos não-castrados, com peso vivo médio de 254,8; 285,1; e 265,6 kg, respectivamente. Todos os animais foram fistulados (cânulas para rúmen e tipo T para o duodeno) e alojados em baias individuais (9 m²) cobertas, com piso de concreto revestido de borracha, providas de comedouros e de bebedouros individuais.

Os 12 bovinos Nelores foram distribuídos em três quadrados latinos 4 x 4, sendo quatro animais, quatro níveis de proteína bruta (7, 10, 13 e 15%) e quatro períodos. Os períodos tiveram duração de 15 dias, sendo nove para adaptação às dietas e seis para as coletas. Cada quadrado latino foi constituído por animais de uma condição sexual. As dietas foram constituídas de silagem de milho e

concentrado nas proporções de 75 e 25%, com base na MS, e balanceadas para conter 7, 10, 13 e 15% de proteína bruta (PB). Os concentrados foram formulados à base de milho, uréia, farelo de algodão com 38% de PB e mistura mineral.

Nas Tabelas 1, 2 e 3 podem ser visualizados a proporção dos ingredientes na mistura dos concentrados, os teores médios de nutrientes dos concentrados e da silagem de milho e a composição química das dietas, respectivamente.

A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, sempre às 8 e 16 h, na forma de ração completa, à vontade, permitindo-se sobras de, no máximo, 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. A quantidade de ração oferecida foi registrada diariamente e, semanalmente, foram coletadas amostras dos concentrados, por tratamento, da silagem e das sobras, por animal. As amostras semanais foram agrupadas, proporcionalmente, em intervalos de seis dias, constituindo-se em amostras compostas, as quais foram pré-secas em estufa ventilada a 60°C e processadas em moinho com peneira de malha de 1 mm. Todas as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas para análises posteriores.

As coletas de fezes e digestas de duodeno, aproximadamente 200 mL, obtidas no reto e pela cânula duodenal, respectivamente, foram feitas uma vez ao dia, simultaneamente, em intervalos de 26 horas, iniciando-se às 8 h do 10^o dia e terminando às 18 h do 15^o dia de cada período experimental. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos a -15°C e, posteriormente, submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 60°C, por 72 horas, e processadas em moinho com peneira de 1 mm. Após a pré-secagem das amostras diárias, foi efetuada uma amostra composta com base no peso seco para cada animal em cada período, as quais foram acondicionadas em recipientes plásticos e posteriormente analisadas.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes nos concentrados, expressos na base da matéria natural (%), em função dos níveis de proteína bruta nas dietas

Ingrediente	Níveis de PB (%)			
	7	10	13	15
Fubá de milho	95,2	82,3	47,2	12,0
Farelo de algodão	0,0	10,5	45,6	80,8
Uréia	0,0	2,7	2,7	2,7
Sulfato de amônia	0,0	0,3	0,3	0,3
Mistura mineral ¹	1,1	1,1	1,1	1,1
NaCl	1,1	1,1	1,1	1,1
Calcário	2,0	2,0	2,0	2,0
Total	100	100	100	100

Conteúdo por kg do produto: cálcio 240 g fósforo 174 g, cobalto 100 mg, cobre 1.250 mg, ferro 1.795 mg flúor (max.) 1.740 mg, iodo 90 mg, manganês 2.000 mg, zinco 5.270 mg, selênio 15 mg, por kilo do produto puro em elementos ativos.

Tabela 2 - Teores médios de nutrientes dos concentrados e da silagem de milho, expressos com base na MS

Item	Concentrados				Silagem de milho
	7	10	13	15	
MS (%)	88,1	88,6	89,1	89,5	23,09
MO ¹	93,8	93,5	92,1	90,8	92,36
PB ¹	7,2	18,4	28,4	38,5	6,90
PDR ¹	4,6	14,7	21,1	27,38	5,0
PNDR ¹	2,7	3,7	7,4	11,10	1,9
EE ¹	3,7	3,3	2,5	1,6	2,28
FDN ¹	10,5	13,5	24,6	35,7	52,05
FDA ¹	3,95	6,58	15,80	25,04	32,16
FDAi ¹	1,1	3,3	10,5	17,9	16,67
CNF ¹	72,4	62,35	40,65	19,05	31,13
Lignina ¹	1,1	1,9	4,9	7,89	5,37

¹% da MS.

Tabela 3 - Teores médios dos nutrientes obtidos para as dietas, expressos com base na MS

Item	Níveis de PB (%)			
	7	10	13	15
MS (%)	43,7	37,6	38,4	38,4
MO	92,5	91,4	92,2	93,5
PB	6,7	10,0	12,9	14,2
PDR	4,9	7,4	9,0	10,6
PNDR	2,1	2,3	3,3	4,2
EE	2,9	2,7	2,1	2,0
FDN	37,1	43,5	46,6	50,0
FDA	21,2	27,9	29,8	30,5
CNF	41,4	36,2	31,7	28,0
FDAi	12,4	13,9	15,6	16,3
Lignina	4,0	5,1	5,7	5,2
NDT	61,92	63,47	62,79	62,37

A produção de MS fecal e os fluxos de MS no duodeno foram estimados por intermédio da fibra em detergente ácido indigestível (FDAi). As amostras de alimentos, sobras, digesta duodenal e fezes foram incubadas no rúmen em sacos de ANKOM (filter bag 57), por 144 horas. Após a incubação ruminal, os sacos foram lavados e submetidos à fervura em detergente ácido, secos em estufa com ventilação forçada a 60°C, por 72 horas, e, depois, por meia hora a 105°C, em estufa de secagem definitiva.

A coleta total de urina de cada animal foi realizada do 13^o ao 14^o dia de cada período, utilizando-se sondas de Folley nº 22 e 26, duas vias, com balão de 30 mL para novilhas. Na extremidade livre do cateter, foi adaptada mangueira de polietileno, pela qual a urina foi conduzida até um recipiente de plástico com tampa que continha 200 mL de H₂SO₄ a 20%. A urina dos machos foi coletada por intermédio de funis coletores acoplados aos animais, dotados de mangueiras de

polietileno que conduziam a urina a um galão plástico com 200 mL de H₂SO₄ a 20%. Ao término do período de 24 horas de coleta, a urina foi pesada, homogeneizada, amostrada, armazenada em frascos plásticos a -15°C. Para quantificar os compostos nitrogenados na urina, utilizou-se o método semimicro Kjeldahl.

O nitrogênio metabólico fecal foi estimado por regressão entre o N absorvido (Y) e a ingestão de N (X), expressos em g/kg MS. As perdas endógenas urinárias foram estimadas por regressão entre a excreção urinária de N (Y) e a ingestão de N (X), expressas g/kg^{0,75}. As perdas endógenas totais foram estimadas pela regressão entre o balanço de N (Y) e a ingestão de N (X), expressas em g/kg^{0,75}; todos representados pelo intercepto da equação de regressão (Van Soest, 1994).

As análises de MS, MO, PB, EE, FDN e lignina foram realizadas conforme procedimento descrito por Silva & Queiroz (2002). As determinações de FDN foram realizadas de acordo com o método descrito por Van Soest & Robertson (1985), utilizando-se o extrator ANKON²⁰⁰ (Ankom Technology Corp., Fairport, NY, USA). Face à presença de uréia nas dietas, os CNF dos concentrados foram calculados segundo Hall (2000), em que $\%CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivada da uréia} + \% \text{ de uréia}) + \%EE + \%FDN + \%cinzas]$.

Os teores NDT foram determinados conforme a equação proposta por NRC(2001): $NDT = PBd + 2,25EEed + FDNd + CNFd$, em que *PBd* é PB digestível; *EEed*, EE digestível; *FDNd*, FDN digestível; e *CNFd*, CNF digestíveis.

O experimento foi analisado segundo delineamento em quadrado latino balanceado para efeitos residuais de tratamento. Os resultados foram avaliados por intermédio do programa SAS (SAS, 1999), adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I. Quando pertinente, as médias foram comparadas pelo teste Tukey.

Resultados e Discussão

Não houve interação ($P>0,05$) de condição sexual e níveis de proteína para o balanço de nitrogênio (Tabela 4). Houve efeito ($P<0,05$) da condição sexual apenas sobre o nitrogênio ingerido, em que os machos castrados consumiram mais que as fêmeas. Todavia, não houve diferença para o consumo de compostos nitrogenados entre machos castrados e não-castrados ($P>0,05$). O maior consumo de machos castrados pode ser atribuído aos maiores consumos de MS destes animais.

Tabela 4 - Médias, equações de regressão (ER) e coeficientes de variação (CV) para o balanço de nitrogênio (BN), em função da condição sexual (CS) e dos níveis de proteína bruta na dieta (PB em %)

Item	Condição sexual			Níveis de proteína (%)				ER	CV (%)
	F	MC	MNC	7	10	13	15		
Quantidade de N (g/dia)									
NI	85,44B	98,14A	88,7AB	51,23D	76,82C	106,41B	134,10A	1	11,2
NF	38,10A	41,47A	39,71A	35,97B	38,28B	38,75B	46,99A	2	13,3
NU	22,67	18,83	16,16	11,54B	13,76B	22,90AB	32,28A	3	68,1
g/kgMSI									
BN	5,04	6,68	6,43	0,80C	4,75B	8,58A	10,08A	4	37,7

NI = nitrogênio ingerido; NF = nitrogênio nas fezes e NU = nitrogênio na urina.

BN em g/kg de matéria seca ingerida (g/kgMSI).

Médias, na linha, seguidas de letras diferentes, diferem ($P<0,05$) pelo teste Tukey.

¹ $Y = -13,32745 + 9,26219 * X$ ($r^2 = 0,9828$).

² $Y = 25,01233 + 1,29344 * X$ ($r^2 = 0,6522$).

³ $Y = -2,84496 + 1,77124 * X$ ($r^2 = 0,8431$).

⁴ $Y = -8,18172 + 1,2783 * X$ ($r^2 = 0,9816$).

A ingestão de compostos nitrogenados aumentou linearmente ($P<0,05$) com o incremento de PB nas dietas, sendo que, no maior nível de PB da dieta (15%), foi observado consumo médio de N de 134,10 g/dia. Semelhantemente, Rennó (2003) e Cavalcante (2004) verificaram maiores consumos de PB nas dietas com maior concentração protéica.

A excreção fecal de N, assim como o N urinário e o balanço de compostos nitrogenados, aumentou linearmente com os teores dietéticos de PB ($P < 0,05$). Para o nível de 15% de PB, foi observada maior excreção de N. O aumento linear de excreção urinária de N foi de 1,77 g/dia para cada unidade percentual de aumento de PB na dieta. Valadares et al. (1997) obtiveram médias de 12,27; 18,71; 33,88 e 59,92 g/dia para os teores de 7; 9,5; 12 e 14,5%PB, respectivamente, sendo que os dois primeiros não diferiram entre si. Cavalcante (1994) não observou diferença na excreção de N nas fezes, com teores de PB nas dietas de 10,5; 12,0; 13,5 e 15% e média de 41,77 g/dia.

O balanço de compostos nitrogenados, por sua vez, foi influenciado ($P < 0,05$) pelos teores de PB das dietas, observando-se incremento de 1,2783 g de N por unidade de acréscimo do teor protéico da dieta, resultado semelhante ao observado por Cavalcante (2004). Valadares et al. (1997) também obtiveram regressão linear entre o balanço de N, expresso em g/dia ou $g^{kg^{0,75}}$, e o teor de PB das dietas.

As análises apresentaram alta correlação entre a quantidade de N absorvido no intestino delgado (Y), em g/kgMS, e o consumo de N ($r^2 = 0,94$), Figura 1. A regressão entre a quantidade de N absorvido no intestino delgado (Y) e o consumo de N (X) foi: $Y = -6,69 + 0,932 (X)$, $P < 0,05$. Com base nesta equação, o intercepto fornece o nitrogênio metabólico fecal (NMF), que corresponde a 6,69 g de N/kgMS ingerida, valor superior aos reportados por Ezequiel (1987), de 4,33 g/kgMS, em novilhos Nelores; Valadares et al. (1997), de 5,98 g/kgMS, em novilhos anelados; e Ladeira (1999) de 5,17 g/kgMS, em novilhos Nelores não-castrados.

O coeficiente da equação de regressão (0,932) representa a digestibilidade verdadeira da proteína da dieta. Van Soest (1994) encontrou valores de 0,90 a 0,92 para bovinos, em revisão sobre diferentes espécies de animais. O NRC (1985) citou, para carneiros e bovinos, absorções verdadeiras de 0,75 e 0,78, respectivamente, expressas como proporção da quantidade de N que chegou ao duodeno.

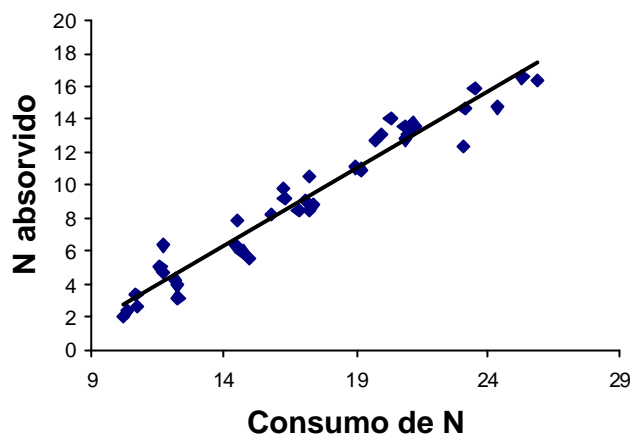


Figura 1 - Relação entre a quantidade de N absorvido no intestino delgado e o consumo de N, expressos em g/kg MS.

A excreção total urinária (Y) e a ingestão de N (X), expressas em $\text{g/kg}^{0,75}$, correlacionaram-se conforme a equação apresentada na Figura 2 ($P < 0,05$). O intercepto corresponde ao nitrogênio urinário endógeno (NUE), que foi igual a $0,133 \text{ gN/kg}^{0,75}$. Este valor foi inferior aos observados por Valadares (1997), de $0,22 \text{ gN/kg}^{0,75}$, e Ladeira (1999), de $0,38 \text{ gN/kg}^{0,75}$.

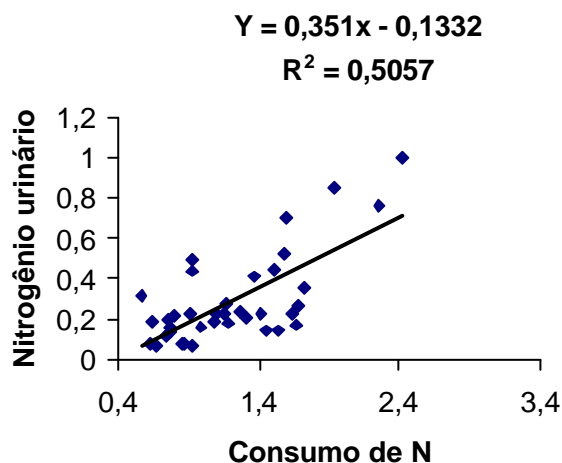


Figura 2 - Relação entre a excreção de N urinário e o consumo de N, expressos em $\text{gN/kg}^{0,75}$.

A equação de regressão (Figura 3) obtida entre o N retido e o consumo de N, expressos em $\text{gN/kg}^{0,75}$, resultou em um intercepto de $0,431 \text{ gN/kg}^{0,75}$ ou $2,69 \text{ g de proteína/kg}^{0,75}$. Esse valor foi maior que o citado pelo AFRC (1993) de $2,3$, porém bastante superior ao encontrado por Valadares et al. (1997), de $0,246 \text{ gN/kg}^{0,75}$.

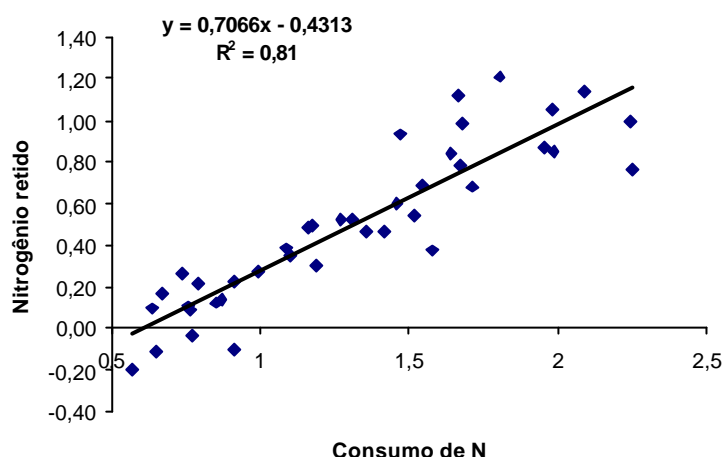


Figura 3 - Relação entre consumo de N e o N retido ($\text{g/kg}^{0,75}$).

Na Figura 4, encontra-se a estimativa da eficiência de utilização do nitrogênio retido em relação ao nitrogênio absorvido, de $0,667$, muito próxima à recomendada pelo NRC (1985) de $0,67$. Utilizando-se este valor de eficiência e considerando-se as exigências líquidas de proteína para manutenção de $0,431 \text{ gN/kg}^{0,75}$ ou $2,69 \text{ g de proteína/kg}^{0,75}$, obtém-se exigência de proteína metabolizável de $4,03 \text{ g/kg}^{0,75}$, bastante próxima ao valor recomendado pelo NRC (1996), de $3,8 \text{ g/kg}^{0,75}$.

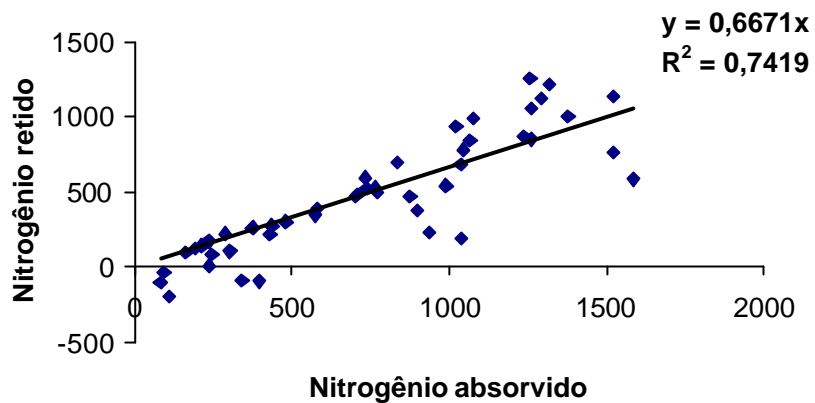


Figura 4 - Relação entre o nitrogênio retido e o nitrogênio absorvido.

Conclusões

O balanço de nitrogênio elevou-se linearmente com o aumento dos níveis de PB na dieta.

A exigência líquida de proteína para manutenção foi estimada em $0,431 \text{ gN/kg}^{0,75}$ ou $2,69 \text{ g de proteína/kg}^{0,75}$.

As exigências de proteína metabolizável para manutenção de animais Nelore de diferentes condições sexuais foram de $4,0 \text{ g/kg}^{0,75}$.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirement of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159p.
- CAVALCANTE, M.A.B. **Níveis de proteína bruta em dietas de bovinos de corte: consumo, digestibilidade, produção microbiana, parâmetros ruminais e desempenho produtivo**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004, 58p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livrocere, 1979. 380p.
- EZEQUIEL, J.M.B. **Exigências de proteína e minerais de bovídeos: frações endógenas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1987. 131p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1987.
- LADEIRA, M.M. **Consumo, digestibilidades aparentes totais e parciais de dietas contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos Nelore**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 69p. Dissertacao (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- LANA, R.P. **Nutrição e alimentação animal (mitos e realidades)**. 1.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 344p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Ruminant nitrogen usage**. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1985. 148p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C: National Academy Press, 2001. 381p.
- RENNÓ, L.N. **Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia ou dois níveis de proteína**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 252p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS/STAT: user's guide** (Release 8.0). Cary: 1999.

- SAINZ, R.D.; ARAUJO, F.R.C.; MANICARDI, F. et al. Melhoramento genético da carcaça em gado zebuino. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE CRIADORES E PESQUISADORES, 12., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: 2003.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos:** métodos químicos e biológicos. 3 ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- 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: Universidade Federal de Minas Gerais, 1997. 103p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1997.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína bruta em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidade e balanço de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, v.6, p.1259-1263, 1997.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; SAINZ, R.D. Desafios metodológicos para determinação das exigências nutricionais de bovinos de corte no Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. p.261-287.
- Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods.** Ithaca: Cornell University, 1985. 202p.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2.ed. London: Comstock Publishing Associates, 1994. 476p.

3. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram conduzidos dois experimentos com o objetivo de avaliar o consumo, as digestibilidades total e parcial, a produção microbiana, o balanço de nitrogênio, as exigências de proteína metabolizável para manutenção e os parâmetros ruminais em bovinos Nelore de três condições sexuais alimentados com crescentes níveis de concentrado ou proteína.

A partir dos resultados obtidos, concluiu-se que:

- O aumento dos níveis de concentrado na dieta não resultou em respostas positivas para os consumos, as digestibilidades parcial e total dos nutrientes e a produção microbiana.
- As concentrações de amônia do líquido ruminal máximas de 14,55 mg/dL foram estimadas às 1,83 horas após alimentação.
- De maneira geral, os consumos, as digestibilidades dos nutrientes e a produção microbiana não foram influenciados pela condição sexual.

- As digestibilidades totais da maioria dos nutrientes foram elevadas com o aumento do teor de PB nas dietas, enquanto as digestões ruminais, com exceção da PB, permaneceram inalteradas.
- Os teores de UP, NUP e UU aumentaram linearmente com a adição de PB à dieta.
- Houve diminuição da eficiência microbiana expressa em g Nmic/kg MODR e em g PBmic/kg NDT, com o aumento dos níveis de PB nas dietas.
- O pH foi influenciado cubicamente em função do tempo de coleta, tendo o valor máximo, de 6,9, ocorrido no tempo 0, imediatamente antes do fornecimento da dieta.
- A concentração ruminal de amônia foi afetada cubicamente pelo teor de proteína na dieta e pelo tempo após alimentação, apresentando valores máximos às 1,36; 2,00; 2,18 e 2,36 horas de 10,36; 16,89; 18,13 e 21,94 NH₃ mg/100 mL, para os níveis de 7, 10, 13 e 15% de PB, respectivamente.
- O balanço de nitrogênio elevou-se linearmente com o aumento dos níveis de PB na dieta.
- A exigência líquida de proteína para manutenção foi estimada em 0,431 gN/kg^{0,75} ou 2,69 g de proteína/kg^{0,75}.
- As exigências de proteína metabolizável para manutenção de animais Nelore de diferentes condições sexuais foram de 4,0 g/kg^{0,75}.

4. APÊNDICE

APÊNDICE

Tabela 1A - Consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), extrato etéreo (CEE), proteína bruta (CPB) e fibra em detergente neutro (CFDN), expressos em kg/dia, experimento I

TRAT	CS	ANIM	CMS	CMO	CEE	CPB	CFDN
25	F	1	6,24	5,83	0,22	0,70	3,57
25	F	2	3,10	2,91	0,12	0,35	1,65
25	F	3	3,65	3,41	0,13	0,43	1,86
25	F	4	4,05	3,80	0,14	0,46	2,14
25	MC	21	6,52	6,10	0,22	0,75	3,43
25	MC	23	3,06	2,88	0,11	0,31	1,72
25	MC	24	4,09	3,85	0,14	0,49	1,88
25	MC	25	6,36	5,94	0,22	0,74	3,26
25	MNC	41	3,61	3,38	0,12	0,42	1,88
25	MNC	42	3,02	2,83	0,10	0,34	1,51
25	MNC	43	3,45	3,23	0,16	0,38	1,87
25	MNC	44	5,84	5,46	0,21	0,66	3,07
50	F	1	6,47	6,12	0,19	0,69	2,40
50	F	2	3,50	3,31	0,10	0,39	1,39
50	F	3	3,59	3,39	0,10	0,41	1,24
50	F	4	3,96	3,73	0,11	0,44	1,54
50	MC	21	6,18	5,82	0,19	0,70	2,31
50	MC	23	3,46	3,25	0,10	0,37	1,34
50	MC	24	3,95	3,72	0,12	0,45	1,36
50	MC	25	6,43	6,04	0,19	0,74	2,36
50	MNC	41	4,42	4,16	0,14	0,50	1,63
50	MNC	42	3,50	3,29	0,12	0,39	1,31
50	MNC	43	3,61	3,39	0,11	0,40	1,39
50	MNC	44	6,43	6,05	0,20	0,72	2,42

Tabela 2A - Consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), extrato etéreo (CEE), proteína bruta (CPB), e fibra em detergente neutro (CFDN), expressos em kg/dia, experimento II

CS	PER	ANIM	TRAT	CMS	CMO	CEE	CPB	CPDR	CPNDR	CFDN
F	1	1	7	5,16	4,78	0,15	0,35	0,253	0,095	1,77
F	2	2	7	3,75	3,57	0,11	0,27	0,184	0,090	1,55
F	3	3	7	3,89	3,6	0,09	0,3	0,190	0,106	1,59
F	4	4	7	3,53	3,33	0,09	0,22	0,173	0,052	1,36
MC	1	21	7	6,16	5,7	0,18	0,41	0,302	0,111	2,36
MC	3	23	7	3,51	3,27	0,08	0,27	0,172	0,095	1,51
MC	4	24	7	4,15	3,92	0,1	0,26	0,203	0,058	1,71
MC	2	25	7	6,06	5,55	0,18	0,44	0,297	0,141	2,54
3	1	41	7	5,32	4,92	0,16	0,35	0,261	0,094	2,01
3	2	42	7	4,25	3,92	0,13	0,31	0,208	0,102	1,74
3	3	43	7	3,16	2,95	0,08	0,24	0,155	0,087	1,25
3	4	44	7	6,42	6,18	0,17	0,41	0,314	0,099	2,74
F	2	1	10	5,93	5,43	0,17	0,6	0,439	0,164	2,5
F	1	2	10	4,03	3,75	0,12	0,4	0,298	0,100	1,48
F	4	3	10	3,78	3,57	0,09	0,35	0,280	0,074	1,61
F	3	4	10	4,31	3,98	0,11	0,46	0,319	0,145	1,77
MC	2	21	10	6,06	5,55	0,17	0,61	0,448	0,166	2,54
MC	4	23	10	4,4	4,15	0,11	0,4	0,325	0,071	1,92
MC	3	24	10	4,13	3,82	0,1	0,44	0,306	0,135	1,72
MC	1	25	10	7,67	7,1	0,22	0,7	0,567	0,128	2,94
MNC	2	41	10	2,57	2,36	0,1	0,28	0,190	0,089	0,66
MNC	1	42	10	5,12	4,79	0,14	0,47	0,379	0,092	1,98
MNC	4	43	10	3,67	3,49	0,09	0,35	0,272	0,075	1,54
MNC	3	44	10	6,67	6,19	0,16	0,7	0,493	0,207	2,85
F	3	1	13	6,14	5,67	0,13	0,8	0,553	0,252	2,77
F	4	2	13	5,14	4,83	0,11	0,61	0,463	0,147	2,36
F	1	3	13	3,63	3,42	0,1	0,45	0,327	0,126	1,51
F	2	4	13	4,86	4,48	0,13	0,64	0,437	0,204	2,08
MC	3	21	13	6,34	5,85	0,13	0,84	0,571	0,270	2,86
MC	1	23	13	4,24	3,95	0,12	0,52	0,382	0,141	1,76
MC	2	24	13	4,66	4,26	0,12	0,59	0,419	0,172	2,09
MC	4	25	13	-	-	-	-	-	-	-
MNC	3	41	13	-	-	-	-	-	-	-
MNC	4	42	13	5,41	5,08	0,12	0,65	0,487	0,161	2,51
MNC	1	43	13	4,99	4,64	0,12	0,54	0,449	0,088	1,95
MNC	2	44	13	5,99	5,48	0,16	0,76	0,539	0,218	2,69
F	4	1	15	7,36	6,91	0,14	1,06	0,780	0,280	3,64
F	3	2	15	4,84	4,45	0,09	0,77	0,513	0,258	2,3
F	2	3	15	4,36	3,96	0,1	0,66	0,463	0,202	2,09
F	1	4	15	4,44	4,1	0,11	0,58	0,471	0,107	1,98
MC	4	21	15	7,11	6,65	0,14	1,03	0,753	0,273	3,5
MC	2	23	15	4,8	4,37	0,11	0,7	0,509	0,192	2,36

Continuação da Tabela 2A...

MC	1	24	15	5,99	5,51	0,14	0,79	0,635	0,156	2,61
MC	3	25	15	7,62	7,01	0,14	1,2	0,807	0,396	3,68
MNC	4	41	15	5,83	5,47	0,12	0,86	0,618	0,237	2,86
MNC	3	42	15	4,81	4,41	0,09	0,78	0,509	0,268	2,3
MNC	2	43	15	4,16	3,78	0,1	0,63	0,441	0,188	1,99
MNC	1	44	15	7,68	7,1	0,18	1	0,814	0,186	3,33

Tabela 3A - Consumos de carboidratos não-fibrosos (CCNF) e nutrientes digestíveis totais (CNDT), expressos em kg/dia, consumos de matéria seca (CMSPV) e fibra em detergente neutro (CFDNPV), expressos em % do peso vivo, e consumo de matéria seca (CMSPM), expresso em g/kg^{0,75}, experimento I

TRAT	CS	ANIM	CCNF	CNDT	CMSPV	CFDNPV	CMSPM
25	F	1	2,11	3,55	2,33	1,33	94,23
25	F	2	1,25	1,97	1,41	0,75	54,34
25	F	3	1,46	2,22	1,64	0,84	63,41
25	F	4	1,60	2,47	1,68	0,89	66,14
25	MC	21	2,48	3,74	2,30	1,21	94,32
25	MC	23	1,25	1,87	1,28	0,72	50,43
25	MC	24	1,96	2,62	1,69	0,78	66,64
25	MC	25	2,47	4,55	2,39	0,89	96,60
25	MNC	41	1,42	2,40	1,62	0,84	62,54
25	MNC	42	1,31	1,74	1,39	0,69	53,29
25	MNC	43	1,46	2,27	1,47	0,80	57,65
25	MNC	44	2,23	3,97	2,30	1,21	91,84
50	F	1	3,23	3,55	2,17	0,80	90,19
50	F	2	1,66	1,85	1,56	0,62	60,25
50	F	3	1,85	2,30	1,55	0,53	60,42
50	F	4	1,88	2,23	1,68	0,65	65,82
50	MC	21	2,98	3,53	1,98	0,74	83,29
50	MC	23	1,64	1,90	1,47	0,57	57,73
50	MC	24	2,03	2,29	1,58	0,55	62,97
50	MC	25	3,12	4,51	2,17	0,80	89,98
50	MNC	41	2,14	2,55	1,91	0,71	74,57
50	MNC	42	1,68	1,93	1,50	0,56	58,73
50	MNC	43	1,71	2,11	1,57	0,61	61,06
50	MNC	44	3,09	3,63	2,27	0,85	93,15

Tabela 4A - Consumos de carboidratos não-fibrosos (CCNF) e nutrientes digestíveis totais (CNDT), expressos em kg/dia, consumos de matéria seca (CMSPV) e fibra em detergente neutro (CFDNPV), expressos em % do peso vivo, consumo de matéria seca (CMSPM), expresso em g/kg^{0,75}, e consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDTPER), expresso em percentual, experimento II

CS	PER	ANIM	TRAT	CCNF	CNDT	CMSPV	CFDNPV	CMSPM	NDTPER
F	1	1	7	2,51	2,86	1,71	0,59	71,36	55,36
F	2	2	7	1,64	2,64	1,67	0,69	64,74	70,50
F	3	3	7	1,62	-	1,58	0,65	62,70	-
F	4	4	7	1,65	1,92	1,40	0,54	55,89	54,52
MC	1	21	7	2,75	3,38	1,92	0,73	81,26	54,87
MC	3	23	7	2,40	2,79	1,38	0,60	55,19	79,47
MC	4	24	7	1,40	1,84	1,60	0,66	64,09	44,30
MC	2	25	7	1,84	3,07	1,87	0,78	79,40	50,73
3	1	41	7	2,40	-	2,18	0,82	86,03	-
3	2	42	7	1,74	2,97	1,71	0,70	67,83	69,89
3	3	43	7	1,38	1,92	1,32	0,52	52,04	60,70
3	4	44	7	2,86	3,80	1,93	0,82	82,41	59,21
F	2	1	10	1,80	3,24	1,92	0,81	80,56	54,71
F	1	2	10	2,22	3,13	1,81	0,66	69,89	77,60
F	4	3	10	1,69	-	1,57	0,67	61,86	-
F	3	4	10	1,56	2,47	1,68	0,69	67,34	57,35
MC	2	21	10	3,32	4,82	1,83	0,77	78,20	79,59
MC	4	23	10	2,29	3,24	1,72	0,75	68,91	73,62
MC	3	24	10	1,61	2,44	1,59	0,66	63,96	59,13
MC	1	25	10	1,78	3,53	2,56	0,98	106,44	45,96
MNC	2	41	10	2,25	-	1,09	0,28	42,74	-
MNC	1	42	10	1,37	2,48	2,03	0,78	80,90	48,47
MNC	4	43	10	2,55	-	1,53	0,64	60,34	-
MNC	3	44	10	1,56	2,72	2,04	0,87	86,82	40,73
F	3	1	13	1,41	-	1,88	0,85	79,85	-
F	4	2	13	1,68	3,11	2,15	0,99	84,49	60,51
F	1	3	13	2,03	3,09	1,49	0,62	58,93	85,11
F	2	4	13	1,80	3,16	1,95	0,84	77,60	64,92
MC	3	21	13	1,60	3,30	1,84	0,83	79,31	52,04
MC	1	23	13	1,51	2,70	1,74	0,73	68,86	63,71
MC	2	24	13	2,09	3,50	1,81	0,81	72,57	75,06
MC	4	25	13	-	-	-	-	-	-
MNC	3	41	13	2,09	-	-	-	-	-
MNC	4	42	13	1,95	3,35	2,27	1,05	89,14	61,93
MNC	1	43	13	-	-	1,60	0,62	67,23	-
MNC	2	44	13	1,86	3,98	1,54	0,69	68,25	66,49
F	4	1	15	1,65	-	3,22	1,59	125,07	-
F	3	2	15	1,84	3,21	1,97	0,94	77,99	66,24
F	2	3	15	2,86	3,60	1,82	0,87	71,65	82,50
F	1	4	15	1,56	2,64	1,24	0,55	53,78	59,36

Continuação da Tabela 4A...

MC	4	21	15	1,78	3,54	2,88	1,42	114,22	49,81
MC	2	23	15	1,56	3,06	1,88	0,92	75,16	63,77
MC	1	24	15	1,80	3,10	1,75	0,76	75,21	51,74
MC	3	25	15	2,24	-	2,87	1,39	115,89	-
MNC	4	41	15	1,86	3,99	2,44	1,20	95,93	68,48
MNC	3	42	15	2,14	3,68	1,90	0,91	75,62	76,55
MNC	2	43	15	2,07	3,84	1,76	0,84	68,86	92,25
MNC	1	44	15	1,70	-	2,60	1,13	107,78	-

Tabela 5A - Coeficientes de digestibilidade aparente total da matéria seca (CDMS), da matéria orgânica (CDMO), do extrato etéreo (CDEE), da proteína bruta (CDPB), fibra em detergente neutro (CDFDN) e dos carboidratos não-fibrosos (CDCNF), expressos em %, experimento I

TRAT	CS	GG	ANIM	CDMS	CDMO	CDEE	CDPB	CDFDN	CDCNF
25	F	1	1	50,62	55,83	85,99	47,12	45,98	88,67
25	F	1	2	56,00	61,83	87,95	54,22	46,19	96,37
25	F	1	3	55,30	59,76	89,23	58,92	45,42	88,68
25	F	1	4	58,01	65,35	66,26	47,90	49,40	92,73
25	MC	2	21	51,66	57,15	66,47	50,85	45,46	87,82
25	MC	2	23	54,91	59,69	78,76	51,73	44,30	97,53
25	MC	2	24	58,18	63,55	73,82	52,75	46,04	93,96
25	MC	2	25	69,44	73,17	77,10	66,86	44,92	97,16
25	MNC	3	41	63,01	66,74	74,22	62,35	51,60	98,33
25	MNC	3	42	52,19	56,76	80,31	42,44	35,91	97,45
25	MNC	3	43	60,70	63,79	78,20	58,50	54,58	91,03
25	MNC	3	44	64,41	68,18	73,27	58,40	62,45	88,67
50	F	1	1	57,03	61,40	47,00	44,72	32,50	78,98
50	F	1	2	55,66	60,07	29,95	51,13	36,25	75,54
50	F	1	3	66,73	70,80	45,90	55,85	51,07	80,79
50	F	1	4	57,86	61,42	81,03	54,99	43,49	69,33
50	MC	2	21	58,20	62,85	89,03	54,00	54,83	59,80
50	MC	2	23	56,67	61,16	75,52	47,78	29,77	79,34
50	MC	2	24	58,64	63,73	93,22	53,49	33,25	75,01
50	MC	2	25	71,56	79,40	90,86	72,26	50,67	85,84
50	MNC	3	41	59,09	62,86	81,23	52,56	32,40	79,43
50	MNC	3	42	57,23	62,24	61,65	50,06	37,83	73,67
50	MNC	3	43	59,59	64,65	89,09	53,14	36,94	77,74
50	MNC	3	44	57,95	61,67	77,62	53,09	40,02	71,78

Tabela 6A - Coeficientes de digestibilidade aparente total da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), do extrato etéreo (CDEE), da proteína bruta (CDPB), da fibra em detergente neutro (CDFDN) e dos carboidratos não-fibrosos (CDCNF), expressos em %, experimento II

CS	PER	ANIM	TRAT	CDMS	CDMO	CDEE	CDPB	CDFDN	CDCNF
F	1	1	7	54,17	56,73	77,89	12,15	20,26	87,43
F	2	2	7	65,67	71,16	74,89	40,11	45,50	100,27
F	3	3	7	44,14	50,00	74,96	32,01	-	91,90
F	4	4	7	51,97	55,48	69,67	19,43	18,68	89,91
MC	1	21	7	52,21	55,96	84,23	24,75	20,03	89,61
MC	3	23	7	51,58	56,39	68,77	34,93	25,81	90,97
MC	4	24	7	48,83	53,53	62,55	12,77	21,30	92,66
MC	2	25	7	48,58	61,71	85,44	43,22	35,59	88,66
3	1	41	7	48,31	51,02	85,69	31,43	-	87,47
3	2	42	7	68,45	72,07	87,69	54,31	47,26	98,86
3	3	43	7	55,91	62,46	74,52	25,74	31,50	96,18
3	4	44	7	54,27	59,15	68,78	22,51	33,09	88,82
F	2	1	10	60,17	65,83	81,41	56,30	39,51	89,13
F	1	2	10	60,68	63,45	86,07	52,05	34,58	97,90
F	4	3	10	45,83	51,19	58,02	37,00	-	96,98
F	3	4	10	58,78	62,96	81,80	61,24	30,98	92,35
MC	2	21	10	62,37	67,07	80,04	60,37	40,09	94,42
MC	4	23	10	56,75	60,21	65,27	44,01	33,18	98,78
MC	3	24	10	54,86	59,98	80,89	53,16	28,14	95,83
MC	1	25	10	60,86	65,93	83,82	54,10	36,12	93,67
MNC	2	41	10	54,51	60,32	87,56	50,39	-	92,03
MNC	1	42	10	59,89	63,77	81,46	40,47	36,77	95,55
MNC	4	43	10	-	43,98	53,85	26,03	-	98,20
MNC	3	44	10	54,07	59,97	69,33	50,28	28,59	83,48
F	3	1	13	55,43	59,24	77,72	62,41	-	91,53
F	4	2	13	55,30	58,55	74,46	58,44	37,29	100,52
F	1	3	13	62,25	66,79	82,37	65,76	43,94	96,03
F	2	4	13	64,81	69,18	79,57	65,05	45,39	86,79
MC	3	21	13	56,95	60,55	80,52	63,96	36,36	92,95
MC	1	23	13	60,69	64,25	84,60	64,46	37,77	97,60
MC	2	24	13	63,42	67,13	88,69	69,32	44,07	92,40
MC	4	25	13	-	-	-	-	-	-
MNC	3	41	13	-	-	-	-	-	89,96
MNC	4	42	13	53,65	57,42	61,03	57,10	35,56	98,75
MNC	1	43	13	57,03	64,77	84,73	49,43	41,80	-
MNC	2	44	13	67,29	73,16	90,08	77,10	53,24	88,07
F	4	1	15	52,84	55,71	74,88	59,50	-	81,33
F	3	2	15	59,36	63,16	66,85	72,68	45,32	79,67
F	2	3	15	63,70	68,53	82,30	60,49	58,04	62,94
F	1	4	15	64,58	67,71	83,41	65,15	47,78	70,93
MC	4	21	15	57,05	59,09	67,38	63,45	43,51	64,68

Continuação da Tabela 6A...

MC	2	23	15	65,20	69,31	79,22	73,13	52,92	70,89
MC	1	24	15	62,60	65,23	86,75	63,51	45,24	63,56
MC	3	25	15	57,77	60,86	77,61	65,57	41,01	-
MNC	4	41	15	65,08	67,86	76,41	67,52	53,34	90,18
MNC	3	42	15	54,94	58,03	75,71	63,23	51,54	86,40
MNC	2	43	15	70,06	76,29	90,20	77,46	59,91	94,40
MNC	1	44	15	59,32	61,90	85,40	61,32	-	91,12

Tabela 7A - Coeficientes de digestibilidade ruminal da matéria seca (CDRMS), matéria orgânica (CDRMO), do extrato etéreo (CDREE), da proteína bruta (CDRPB), fibra em detergente neutro (CDRFDN) e dos carboidratos não-fibrosos (CDRCNF), expressos em %, experimento I

TRAT	GG	ANIM	CDRMS	CDRMO	CDREE	CDRPB	CDRFD N	CDRCN F
25	1	1	40,47	66,49	-26,82	-33,92	99,90	84,07
25	1	2	65,19	70,83	-0,97	-17,55	101,64	79,65
25	1	3	65,29	71,22	-20,65	0,30	92,94	89,76
25	1	4	60,71	65,23	-18,32	-22,78	95,40	80,97
25	2	21	47,68	54,05	-47,17	-28,43	81,71	78,38
25	2	23	36,72	55,30	-67,67	-92,69	113,86	78,78
25	2	24	29,74	45,62	-19,42	-36,06	61,29	76,80
25	2	25
25	3	41	43,49	61,49	-22,17	2,22	48,29	59,39
25	3	42	58,10	67,15	5,67	-25,98	89,07	87,80
25	3	43	-	-	-	-	-	-
25	3	44	55,36	60,61	5,80	-5,83	75,03	78,78
50	1	1	45,53	60,53	5,70	11,83	54,03	84,26
50	1	2	62,55	65,85	-54,05	-19,28	59,69	108,96
50	1	3	48,01	56,55	-28,70	12,96	69,02	73,80
50	1	4	63,28	69,79	-2,25	-10,63	69,04	109,74
50	2	21	51,46	57,10	6,50	-3,76	-	118,78
50	2	23	61,56	67,99	18,96	-18,93	90,32	95,84
50	2	24	48,36	59,56	-2,54	-7,48	-	105,94
50	2	25	-	-	-	-	-	116,49
50	3	41	41,47	59,65	1,82	-7,12	-	107,00
50	3	42	61,14	66,26	-12,54	-6,18	63,68	108,12
50	3	43	62,17	73,97	-0,50	-6,05	104,86	95,30
50	3	44	73,79	78,17	14,78	7,15	-	75,24

Tabela 8A - Coeficientes de digestibilidade ruminal da matéria seca (CDRMS), matéria orgânica (CDRMO), do extrato etéreo (CDREE), da proteína bruta (CDRPB), fibra em detergente neutro (CDRFDN) e dos carboidratos não-fibrosos (CDRCNF), expressos em %, experimento II

CS	PER	ANIM	TRAT	CDRMS	CDRMO	CDREE	CDRPB	CDRFDN	CDRCNF
F	1	1	7	77,13	85,47	-25,14	-47,24	-	87,49
F	2	2	7	45,87	66,63	8,53	-35,51	120,81	56,70
F	3	3	7	38,31	44,02	-86,13	-72,21	54,31	67,78
F	4	4	7	81,59	92,34	9,86	-89,74	-	64,17
MC	1	21	7	61,28	71,29	-42,82	-81,61	173,77	75,66
MC	3	23	7	46,77	58,48	-56,85	-108,00	136,88	-
MC	4	24	7	57,48	74,89	-28,51	-	-	67,59
MC	2	25	7	-	-	-	-	-	64,54
3	1	41	7	63,40	75,56	9,88	-83,95	-	70,74
3	2	42	7	48,89	56,25	8,59	-37,05	79,06	60,51
3	3	43	7	34,37	51,31	-73,49	-91,34	104,06	61,39
3	4	44	7	53,38	66,08	-42,02	-87,91	-	62,94
F	2	1	10	70,15	74,79	34,37	35,37	101,27	77,51
F	1	2	10	56,29	65,12	-23,58	-18,85	88,39	67,39
F	4	3	10	70,45	76,10	-35,87	-20,58	-	64,20
F	3	4	10	30,36	42,45	-	-	75,54	57,89
MC	2	21	10	60,84	72,70	36,74	2,27	111,91	-
MC	4	23	10	18,18	45,78	-66,20	-	-	68,81
MC	3	24	10	52,27	62,93	-65,53	-29,34	126,14	69,47
MC	1	25	10	-	-	-	-	-	50,95
MNC	2	41	10	-	-	69,39	50,73	-	67,19
MNC	1	42	10	58,85	65,35	-40,88	8,99	92,11	112,00
MNC	4	43	10	68,91	93,34	-49,94	-61,60	-	60,43
MNC	3	44	10	51,74	57,52	-58,66	-19,83	113,18	52,78
F	3	1	13	81,18	84,38	16,11	15,62	-	56,18
F	4	2	13	21,19	46,86	-60,14	-	104,71	68,04
F	1	3	13	45,81	56,19	-64,81	0,54	100,20	87,91
F	2	4	13	77,32	80,75	33,08	40,75	116,95	56,40
MC	3	21	13	57,74	65,78	-55,59	2,42	102,75	94,98
MC	1	23	13	86,55	97,79	24,87	55,14	120,81	86,61
MC	2	24	13	93,27	98,21	-	48,07	-	71,91
MC	4	25	13	-	-	-	-	-	-
MNC	3	41	13	-	-	-	-	-	78,89
MNC	4	42	13	63,80	76,73	-10,70	-	104,51	73,19
MNC	1	43	13	78,69	79,62	-30,45	25,86	106,55	-
MNC	2	44	13	74,95	76,61	40,20	34,09	98,80	86,95
F	4	1	15	79,04	88,67	-1,31	25,98	-	89,91
F	3	2	15	64,97	73,22	-6,45	9,24	94,24	88,66
F	2	3	15	81,66	86,63	35,45	57,40	96,05	88,82
F	1	4	15	63,38	70,17	-41,17	4,17	-	92,35
MC	4	21	15	65,71	80,33	-6,69	1,84	103,77	93,67

Continuação da Tabela 8A...

MC	2	23	15	51,35	62,60	20,03	-	99,26	83,48
MC	1	24	15	47,82	59,66	-45,87	4,39	92,32	86,79
MC	3	25	15	-	-	-	-	-	88,07
MNC	4	41	15	58,46	68,22	8,84	18,74	64,46	87,34
MNC	3	42	15	50,65	58,33	-	-	76,34	84,30
MNC	2	43	15	65,79	69,85	13,58	23,92	96,58	93,07
MNC	1	44	15	84,30	87,89	-24,07	42,14	132,15	93,79

Tabela 9A - Fluxos de matéria seca (MSMIC), matéria orgânica (MOMIC), nitrogênio (NMIC) e proteína bruta (PBMIC) microbiana, expressos em g/dia, experimento I

TRAT	CS	ANIM	MSMIC	MOMIC	NMIC	PBMIC
25	F	1	1594,77	1336,11	113,97	712,32
25	F	2	596,69	483,11	44,25	276,58
25	F	3	625,85	525,56	50,81	317,57
25	F	4	822,20	695,76	63,47	396,68
25	MC	21	1309,74	1018,56	95,45	596,57
25	MC	23	896,72	751,54	68,01	425,05
25	MC	24	2163,91	1710,28	144,26	901,62
25	MNC	42	1010,18	830,99	74,57	466,06
25	MNC	43	931,69	773,36	64,66	404,11
25	MNC	44	1250,84	1067,82	95,10	594,40
50	F	1	1874,09	1559,55	112,12	700,73
50	F	2	850,13	661,29	63,00	393,73
50	F	3	942,99	761,73	65,69	410,58
50	F	4	869,21	696,55	62,71	391,95
50	MC	21	1770,33	1403,04	122,14	763,39
50	MC	23	969,65	777,42	61,48	384,27
50	MC	24	1252,69	942,97	80,28	501,77
50	MNC	41	1227,92	994,71	85,75	535,92
50	MNC	42	841,58	690,21	52,03	325,18
50	MNC	44	1129,49	903,91	98,20	613,73

Tabela 10A - Fluxo de matéria seca (MSMIC), matéria orgânica (MOMIC), nitrogênio (NMIC) e proteína bruta (PBMIC) microbiana, expressos em g/dia, experimento II

QL	ANIMAL	PER	TRAT	MSMIC	MOMIC	NMIC	PBMIC
F	1	1	7	1231,99	882,32	81,87	511,72
F	2	2	7	1282,29	939,83	84,04	525,24
F	3	3	7	1093,17	825,45	62,41	390,04
F	4	4	7	824,41	651,29	59,01	368,83
MC	21	1	7	2090,37	1589,96	113,03	706,46
MC	23	3	7	1248,13	953,99	81,66	510,40
MC	24	4	7	805,19	618,34	57,54	359,62
MNC	42	2	7	1253,76	957,68	71,39	446,20
MNC	43	3	7	1154,09	813,87	74,80	467,48
MNC	44	4	7	-	-	-	-
F	1	2	10	1274,31	944,45	82,96	518,47
F	2	1	10	948,01	707,49	63,14	394,60
F	3	4	10	1016,65	800,02	60,66	379,13
F	4	3	10	1416,51	1160,13	88,59	553,70
MC	21	2	10	1261,38	1014,74	74,44	465,22
MC	23	4	10	998,95	761,29	78,58	491,14
MC	24	3	10	1161,71	1013,58	74,02	462,63
MNC	41	2	10	-	-	-	-
MNC	42	1	10	1118,75	897,83	72,53	453,30
MNC	43	4	10	-	-	-	-
MNC	44	3	10	1402,85	1127,71	95,24	595,28
F	1	3	13	877,08	605,75	52,38	327,35
F	2	4	13	952,31	717,42	68,36	427,27
F	3	1	13	1016,48	597,95	69,77	436,07
F	4	2	13	664,70	476,86	52,86	330,38
MC	21	3	13	1852,81	1426,19	121,83	761,45
MC	23	1	13	502,31	370,93	38,64	241,50
MC	24	2	13	471,97	364,19	31,18	194,86
MNC	42	4	13	613,44	475,78	47,44	296,53
MNC	43	1	13	1216,80	901,94	66,69	416,79
MNC	44	2	13	720,39	531,25	56,85	355,30
F	1	4	15	349,87	325,60	32,37	202,30
F	2	3	15	706,77	519,52	54,31	339,45
F	3	2	15	1310,57	870,65	105,72	660,73
F	4	1	15	742,11	598,73	53,32	333,26
MC	21	4	15	978,40	800,38	72,24	451,53
MC	23	2	15	1143,94	933,92	85,96	537,23
MC	24	1	15	647,56	543,20	48,96	305,99
MNC	41	4	15	648,05	492,30	46,18	288,62
MNC	42	3	15	1481,17	1175,69	113,62	710,10
MNC	43	2	15	1175,94	1012,07	94,46	590,38
MNC	44	1	15	1106,02	883,74	91,47	571,68

Tabela 11A - Matéria orgânica degradada no rúmen (MODR) e matéria orgânica verdadeiramente degradada no rúmen (MOVDR), expressas em kg/dia, eficiência microbiana de utilização da MODR (NMODR) e MOVDR (NMOVDR), expressa em g Nmic/kg de MODR ou MOVDR, e nutrientes digestíveis totais, expressos em gramas de PBmic/kg de NDT (PBNDT), experimento I

TRAT	CS	ANIM	MODR	MOVDR	NMODR	NMOVDR	PBNDT
25	F	1	2,162	3,499	52,704	32,576	200,372
25	F	2	1,274	1,757	34,747	25,191	140,728
25	F	3	1,452	1,978	34,993	25,693	142,797
25	F	4	1,620	2,316	39,172	27,404	160,320
25	MC	21	1,886	2,904	50,622	32,868	159,712
25	MC	23	0,951	1,702	71,540	39,954	227,330
25	MC	24	1,115	2,825	-	51,057	-
25	MNC	42	0,651	1,482	-	50,331	267,647
25	MNC	43	3,232	4,006	20,004	16,142	178,278
25	MNC	44	2,255	3,322	42,182	28,625	149,699
50	F	1	2,275	3,834	49,284	29,239	197,629
50	F	2	1,308	1,969	48,176	31,995	213,215
50	F	3	1,356	2,118	48,434	31,015	178,617
50	F	4	1,598	2,295	39,234	27,326	175,635
50	MC	21	2,089	3,492	58,469	34,977	.
50	MC	23	1,353	2,131	45,438	28,858	202,387
50	MC	24	1,413	2,356	56,810	34,074	.
50	MNC	41	1,560	2,555	54,957	33,561	210,186
50	MNC	42	1,358	2,049	38,303	25,398	168,129
50	MNC	44	2,918	3,821	33,658	25,696	169,193

Tabela 12A - Matéria orgânica degradada no rúmen (MODR) e matéria orgânica verdadeiramente degradada no rúmen (MOVDR), expressas em kg/dia, eficiência microbiana de utilização da MODR (NMODR) e MOVDR (NMOVDR), expressa em g Nmic/kg de MODR ou MOVDR, e nutrientes digestíveis totais, expressos em gramas de PBmic/kg de NDT (PBNDDT), experimento II

QL	ANIM	PER	TRAT	MODR	MOVDR	NMODR	NMOVDR	PBNDDT
F	1	1	7	2,318	3,200	35,320	25,583	174,212
F	2	2	7	1,695	2,635	-	31,895	-
F	3	3	7	0,792	1,618	78,763	38,575	200,680
F	4	4	7	1,707	2,358	34,570	25,023	185,191
MC	21	1	7	2,273	3,863	49,737	29,264	205,034
MC	23	3	7	1,077	2,031	75,805	40,203	-
MC	24	4	7	1,570	2,188	36,648	26,293	160,395
MNC	42	2	7	1,588	2,545	44,962	28,046	147,701
MNC	43	3	7	0,946	1,759	79,103	42,512	-
MNC	44	4	7	-	-	-	-	-
F	1	2	10	2,672	3,616	31,049	22,940	135,913
F	2	1	10	1,548	2,256	40,774	27,986	154,456
F	3	4	10	1,390	2,190	43,655	27,704	195,258
F	4	3	10	1,064	2,224	-	39,841	-
MC	21	2	10	2,706	3,721	-	20,007	117,164
MC	23	4	10	1,145	1,906	68,651	41,230	185,759
MC	24	3	10	1,442	2,456	51,330	30,143	189,312
MNC	41	2	10	-	-	-	-	-
MNC	42	1	10	1,998	2,896	36,299	25,045	139,067
MNC	43	4	10	-	-	-	-	-
MNC	44	3	10	2,133	3,261	44,646	29,207	151,570
F	1	3	13	2,832	3,438	18,492	15,234	91,969
F	2	4	13	1,325	2,042	51,604	33,476	142,721
F	3	1	13	1,283	1,881	54,362	37,085	179,199
F	4	2	13	2,503	2,980	21,121	17,741	100,246
MC	21	3	13	2,330	3,756	52,289	32,435	202,749
MC	23	1	13	2,485	2,856	15,552	13,531	88,736
MC	24	2	13	2,808	3,172	11,104	-	-
MNC	42	4	13	2,236	2,712	21,218	17,495	96,584
MNC	43	1	13	2,390	3,292	27,900	20,256	130,282
MNC	44	2	13	3,073	3,604	18,501	15,774	-
F	1	4	15	5,199	5,525	-	-	-
F	2	3	15	2,341	2,860	23,201	18,988	115,215
F	3	2	15	1,227	2,097	-	-	230,465
F	4	1	15	1,946	2,545	27,403	20,955	113,157
MC	21	4	15	4,142	4,943	17,440	14,616	109,360
MC	23	2	15	1,045	1,979	-	43,429	-
MC	24	1	15	3,125	3,669	15,665	13,345	80,311
MNC	41	4	15	3,646	4,138	12,666	11,159	-

Continuação da Tabela 12A...

MNC	42	3	15	1,182	2,357	-	48,195	-
MNC	43	2	15	0,279	1,292	-	-	-
MNC	44	1	15	3,864	4,747	23,675	19,268	122,351

Tabela 13A - Valores de pH e concentrações de N-NH₃ líquido ruminal nos tempos de coletas, experimento I

TRAT	TEMPO	CS	ANIM	PH	NNH ₃
25	0	F	1	6,69	5,05
25	0	F	2	6,58	5,89
25	0	F	3	6,76	2,52
25	0	F	4	6,80	5,05
25	0	MC	21	6,94	2,10
25	0	MC	23	6,74	6,73
25	0	MC	24	6,88	4,21
25	0	MNC	41	6,87	5,89
25	0	MNC	42	6,81	2,94
25	0	MNC	43	6,60	7,57
25	0	MNC	44	6,53	6,31
25	2	F	1	6,38	17,67
25	2	F	2	6,50	12,62
25	2	F	3	6,62	14,72
25	2	F	4	6,80	18,93
25	2	MC	21	6,80	7,57
25	2	MC	23	6,90	10,94
25	2	MC	24	6,84	17,25
25	2	MNC	41	6,95	17,25
25	2	MNC	42	6,31	10,52
25	2	MNC	43	6,56	12,62
25	2	MNC	44	6,45	11,36
25	4	F	1	6,45	13,46
25	4	F	2	6,45	6,73
25	4	F	3	6,57	8,41
25	4	F	4	6,65	13,04
25	4	MC	21	6,74	10,94
25	4	MC	23	7,15	3,79
25	4	MC	24	6,79	9,25
25	4	MNC	41	7,12	10,10
25	4	MNC	42	6,53	7,15
25	4	MNC	43	6,46	7,57
25	4	MNC	44	6,50	10,94
25	6	F	1	6,57	8,75
25	6	F	2	6,57	9,19
25	6	F	3	6,86	2,94
25	6	F	4	6,90	5,05
25	6	MC	21	6,69	4,21
25	6	MC	23	6,81	7,57
25	6	MC	24	6,98	2,10
25	6	MNC	41	7,12	1,68
25	6	MNC	42	7,00	2,94
25	6	MNC	43	6,51	3,94

Continuação da Tabela 13A...

25	6	MNC	44	6,55	9,25
50	0	F	1	7,24	4,21
50	0	F	2	7,56	7,15
50	0	F	3	7,34	7,15
50	0	F	4	7,75	7,99
50	0	MC	21	7,30	6,73
50	0	MC	23	7,10	5,89
50	0	MC	24	7,53	5,47
50	0	MNC	41	7,52	5,89
50	0	MNC	42	6,99	9,25
50	0	MNC	43	-	-
50	0	MNC	44	7,22	6,73
50	2	F	1	6,54	17,67
50	2	F	2	6,83	15,56
50	2	F	3	6,63	17,67
50	2	F	4	6,90	19,77
50	2	MC	21	6,87	9,25
50	2	MC	23	6,80	19,69
50	2	MC	24	6,40	13,88
50	2	MNC	41	6,64	15,98
50	2	MNC	42	6,32	6,31
50	2	MNC	43	-	-
50	2	MNC	44	6,55	17,25
50	4	F	1	6,26	13,04
50	4	F	2	6,87	5,05
50	4	F	3	6,20	6,31
50	4	F	4	6,67	7,15
50	4	MC	21	6,77	2,19
50	4	MC	23	6,67	7,09
50	4	MC	24	6,47	8,41
50	4	MNC	41	6,51	7,15
50	4	MNC	42	6,10	10,52
50	4	MNC	43	.	.
50	4	MNC	44	6,21	12,62
50	6	F	1	6,13	1,68
50	6	F	2	6,42	3,37
50	6	F	3	6,66	4,21
50	6	F	4	6,48	1,26
50	6	MC	21	6,53	5,05
50	6	MC	23	6,52	2,63
50	6	MC	24	7,09	4,63
50	6	MNC	41	6,27	1,31
50	6	MNC	42	6,06	7,15
50	6	MNC	43	-	-
50	6	MNC	44	6,00	3,79

Tabela 14A - Valores de pH e concentrações de N-NH₃ líquido ruminal nos tempos de coletas, experimento II

CS	PER	ANIM	TRAT	TEMPO	PH	NNH ₃
F	1	1	1	0	6,87	5,01
F	1	2	2	0	6,76	3,37
F	1	3	3	0	6,63	8,83
F	1	4	4	0	6,98	7,15
F	1	1	1	2	6,74	10,65
F	1	2	2	2	6,91	15,56
F	1	3	3	2	6,73	16,40
F	1	4	4	2	6,74	19,35
F	1	1	1	4	6,71	0,88
F	1	2	2	4	6,54	10,10
F	1	3	3	4	6,68	12,20
F	1	4	4	4	6,68	11,36
F	1	1	1	6	6,88	4,38
F	1	2	2	6	6,63	5,69
F	1	3	3	6	6,59	7,57
F	1	4	4	6	6,60	7,99
F	2	1	2	0	7,28	2,94
F	2	2	1	0	7,02	1,75
F	2	3	4	0	6,98	3,37
F	2	4	3	0	7,14	2,94
F	2	1	2	2	6,80	13,88
F	2	2	1	2	6,80	7,99
F	2	3	4	2	6,60	21,03
F	2	4	3	2	6,90	15,98
F	2	1	2	4	6,75	13,88
F	2	2	1	4	6,75	8,83
F	2	3	4	4	6,56	16,40
F	2	4	3	4	6,72	13,04
F	2	1	2	6	7,02	2,63
F	2	2	1	6	7,02	1,31
F	2	3	4	6	6,66	9,25
F	2	4	3	6	6,69	5,89
F	3	1	3	0	6,98	5,89
F	3	2	4	0	6,58	7,57
F	3	3	1	0	6,85	3,94
F	3	4	2	0	6,97	5,05
F	3	1	3	2	6,63	30,19
F	3	2	4	2	6,44	28,44
F	3	3	1	2	6,15	7,99
F	3	4	2	2	6,64	29,02
F	3	1	3	4	6,53	20,19
F	3	2	4	4	6,36	18,09
F	3	3	1	4	6,22	4,21

Continuação da Tabela 14A...

F	3	4	2	4	6,53	17,67
F	3	1	3	6	6,00	14,72
F	3	2	4	6	5,70	15,56
F	3	3	1	6	5,75	1,26
F	3	4	2	6	5,70	8,83
F	4	1	4	0	6,79	8,83
F	4	2	3	0	6,70	5,47
F	4	3	2	0	6,65	5,47
F	4	4	1	0	6,75	2,10
F	4	1	4	2	6,56	19,35
F	4	2	3	2	6,46	22,31
F	4	3	2	2	6,45	21,03
F	4	4	1	2	6,46	7,15
F	4	1	4	4	6,50	24,50
F	4	2	3	4	6,29	16,40
F	4	3	2	4	6,40	8,83
F	4	4	1	4	6,38	5,47
F	4	1	4	6	6,30	9,67
F	4	2	3	6	6,20	5,47
F	4	3	2	6	6,30	7,57
F	4	4	1	6	6,33	2,10
MC	1	21	1	0	7,10	1,68
MC	1	23	3	0	7,13	9,25
MC	1	24	4	0	7,14	3,50
MC	1	21	1	2	6,37	4,38
MC	1	23	3	2	5,67	10,10
MC	1	24	4	2	6,62	20,75
MC	1	21	1	4	6,79	3,37
MC	1	23	3	4	7,10	4,21
MC	1	24	4	4	6,93	17,94
MC	1	21	1	6	6,96	2,19
MC	1	23	3	6	7,12	3,06
MC	1	24	4	6	7,07	8,83
MC	2	21	2	0	7,15	4,21
MC	2	23	4	0	7,14	5,89
MC	2	24	3	0	7,39	3,37
MC	2	21	2	2	6,96	15,14
MC	2	23	4	2	6,71	19,77
MC	2	24	3	2	7,19	16,40
MC	2	21	2	4	6,80	5,69
MC	2	23	4	4	6,67	13,46
MC	2	24	3	4	7,00	14,30
MC	2	21	2	6	6,71	4,63
MC	2	23	4	6	7,04	2,94
MC	2	24	3	6	7,16	7,15

Continuação da Tabela 14A...

MC	3	21	3	0	6,97	5,47
MC	3	23	1	0	6,95	2,52
MC	3	24	2	0	6,90	3,37
MC	3	21	3	2	6,65	22,31
MC	3	23	1	2	6,62	7,15
MC	3	24	2	2	6,64	17,50
MC	3	21	3	4	6,59	12,20
MC	3	23	1	4	6,63	5,25
MC	3	24	2	4	6,49	10,94
MC	3	21	3	6	5,58	8,83
MC	3	23	1	6	5,63	2,52
MC	3	24	2	6	5,72	8,83
MC	4	21	4	0	6,80	8,83
MC	4	23	2	0	6,69	4,81
MC	4	24	1	0	6,85	2,19
MC	4	21	4	2	6,53	24,94
MC	4	23	2	2	6,52	11,36
MC	4	24	1	2	6,39	5,89
MC	4	21	4	4	6,42	18,93
MC	4	23	2	4	6,41	6,73
MC	4	24	1	4	6,45	6,31
MC	4	21	4	6	6,51	11,36
MC	4	23	2	6	6,55	3,37
MC	4	24	1	6	6,53	2,63
MNC	1	41	1	0	7,09	7,99
MNC	1	42	2	0	6,94	6,31
MNC	1	43	3	0	7,25	3,37
MNC	1	44	4	0	6,90	4,63
MNC	1	41	1	2	6,53	8,31
MNC	1	42	2	2	6,71	13,46
MNC	1	43	3	2	7,15	10,94
MNC	1	44	4	2	6,87	20,19
MNC	1	41	1	4	6,89	3,50
MNC	1	42	2	4	6,90	7,57
MNC	1	43	3	4	7,43	7,99
MNC	1	44	4	4	6,89	11,36
MNC	1	41	1	6	6,97	6,05
MNC	1	42	2	6	6,82	10,10
MNC	1	43	3	6	7,20	11,78
MNC	1	44	4	6	7,02	7,15
MNC	2	41	2	0	6,45	20,56
MNC	2	42	1	0	7,21	1,68
MNC	2	43	4	0	7,08	5,89
MNC	2	44	3	0	6,90	5,47
MNC	2	41	2	2	6,60	16,40

Continuação da Tabela 14A...

MNC	2	42	1	2	6,80	4,38
MNC	2	43	4	2	6,69	25,38
MNC	2	44	3	2	6,78	19,35
MNC	2	41	2	4	6,70	24,06
MNC	2	42	1	4	6,70	2,63
MNC	2	43	4	4	6,50	20,56
MNC	2	44	3	4	6,70	13,04
MNC	2	41	2	6	6,89	18,09
MNC	2	42	1	6	7,01	5,60
MNC	2	43	4	6	6,68	3,79
MNC	2	44	3	6	6,83	7,99
MNC	3	41	3	0	-	-
MNC	3	42	4	0	6,96	2,94
MNC	3	43	1	0	6,76	2,10
MNC	3	44	2	0	6,76	2,52
MNC	3	41	3	2	-	-
MNC	3	42	4	2	6,60	26,25
MNC	3	43	1	2	6,32	7,99
MNC	3	44	2	2	6,55	17,67
MNC	3	41	3	4	-	-
MNC	3	42	4	4	6,54	17,67
MNC	3	43	1	4	6,30	4,63
MNC	3	44	2	4	6,47	11,36
MNC	3	41	3	6	-	-
MNC	3	42	4	6	5,71	10,94
MNC	3	43	1	6	5,66	2,52
MNC	3	44	2	6	5,66	9,25
MNC	4	41	4	0	6,71	6,31
MNC	4	42	3	0	6,65	4,63
MNC	4	43	2	0	6,71	4,38
MNC	4	44	1	0	6,19	4,63
MNC	4	41	4	2	6,56	35,00
MNC	4	42	3	2	6,30	21,45
MNC	4	43	2	2	6,40	19,35
MNC	4	44	1	2	6,42	3,37
MNC	4	41	4	4	6,53	30,19
MNC	4	42	3	4	6,15	15,56
MNC	4	43	2	4	6,29	11,81
MNC	4	44	1	4	6,33	2,10
MNC	4	41	4	6	6,56	11,78
MNC	4	42	3	6	6,28	4,63
MNC	4	43	2	6	6,37	1,26
MNC	4	44	1	6	6,49	2,10

Tabela 15A - Concentração de uréia no soro (US), nitrogênio uréico no soro (NUS), expresso em mg/dL, e excreção de uréia na urina (UU), expressa em mg/kg PV, experimento II

CS	PER	ANIM	TRAT	US	NUS	UU
F	1	1	7	17	7,922	5,648
F	2	2	7	9	4,194	4,038
F	3	3	7	16	7,456	6,565
F	4	4	7	16	7,456	6,678
MC	1	21	7	7	3,262	2,182
MC	3	23	7	11	5,126	4,525
MC	4	24	7	6	2,796	2,352
MC	2	25	7	4	1,864	1,335
MNC	1	41	7	8	3,728	3,272
MNC	2	42	7	6	2,796	2,38
MNC	3	43	7	20	9,32	8,393
MNC	4	44	7	12	5,592	4,065
F	2	1	10	34	15,844	11,028
F	1	2	10	15	6,99	6,696
F	4	3	10	17	7,922	6,927
F	3	4	10	13	6,058	5,227
MC	2	21	10	17	7,922	5,148
MC	4	23	10	23	10,718	9,331
MC	3	24	10	22	10,252	8,557
MC	1	25	10	21	9,786	6,485
MNC	2	41	10	31	14,446	13,186
MNC	1	42	10	19	8,854	7,627
MNC	4	43	10	20	9,32	8,448
MNC	3	44	10	11	5,126	3,523
F	3	1	13	35	16,31	10,703
F	4	2	13	15	6,99	6,55
F	1	3	13	29	13,514	11,827
F	2	4	13	37	17,242	14,47
MC	3	21	13	30	13,98	8,713
MC	1	23	13	28	13,048	11,05
MC	2	24	13	33	15,378	12,736
MC	4	25	13	-	-	-
MNC	3	41	13	19	8,854	-
MNC	4	42	13	28	13,048	11,041
MNC	1	43	13	23	10,718	9,646
MNC	2	44	13	43	20,038	13,178
F	4	1	15	55	25,63	14,112
F	3	2	15	34	15,844	14,196
F	2	3	15	43	20,038	17,842
F	1	4	15	28	13,048	11,129
MC	4	21	15	49	22,834	13,63
MC	2	23	15	39	18,174	15,3

Continuação da Tabela 15A...

MC	1	24	15	26	12,116	9,996
MC	3	25	15	43	20,038	.
MNC	4	41	15	39	18,174	16,308
MNC	3	42	15	25	11,65	9,427
MNC	2	43	15	39	18,174	16,284
MNC	1	44	15	38	17,708	11,432

Tabela 16A - Consumo de nitrogênio (NI), excreção de nitrogênio nas fezes (NF) e excreção de nitrogênio na urina (NU), expressos em g/dia, e balanço de nitrogênio (BN), expresso em g/kg de MS ingerida, experimento II

CS	PER	ANI	TRAT	NI	NF	NU	BN
F	1	1	1	55,660	48,897	9,486	-0,528
F	2	2	1	43,806	26,235	11,604	1,592
F	3	3	1	47,484	32,286	10,000	1,338
F	4	4	1	35,962	28,974	19,600	-3,572
MC	1	21	1	65,970	49,644	5,859	1,699
MC	3	23	1	42,625	27,735	4,195	3,051
MC	4	24	1	41,864	36,519	12,283	-1,672
MC	2	25	1	70,097	39,800	37,706	-1,223
MNC	1	41	1	56,713	38,889	4,143	2,572
MNC	2	42	1	49,685	22,703	13,622	3,142
MNC	3	43	1	38,708	28,746	4,351	1,777
MNC	4	44	1	66,159	51,264	5,674	1,437
F	2	1	2	96,471	42,154	15,688	6,517
F	1	2	2	63,676	30,535	13,242	4,935
F	4	3	2	56,577	35,641	26,810	-1,553
F	3	4	2	74,189	28,753	14,469	7,192
MC	2	21	2	98,358	38,983	18,560	6,738
MC	4	23	2	63,337	35,460	10,346	3,988
MC	3	24	2	70,483	33,016	12,482	6,049
MC	1	25	2	111,265	51,072	10,287	6,510
MNC	2	41	2	44,634	22,145	6,871	6,086
MNC	1	42	2	75,248	44,796	11,605	3,682
MNC	4	43	2	55,511	41,062	14,017	0,118
MNC	3	44	2	112,082	55,731	10,804	6,833
F	3	1	3	128,711	48,387	20,260	9,782
F	4	2	3	97,567	40,544	43,175	2,692
F	1	3	3	72,463	24,808	17,258	8,363
F	2	4	3	102,696	35,887	14,143	10,836
MC	3	21	3	134,439	48,458	6,941	12,468
MC	1	23	3	83,590	29,706	24,928	6,830
MC	2	24	3	94,556	29,007	5,334	12,922
MNC	4	42	3	103,627	44,453	34,562	4,552
MNC	1	43	3	86,046	43,514	13,956	5,723
MNC	2	44	3	121,075	27,727	-	-
F	4	1	4	169,700	78,633	74,759	2,215
F	3	2	4	123,259	33,679	22,789	13,812
F	2	3	4	106,287	41,994	22,118	9,665
F	1	4	4	92,484	32,228	27,361	7,409
MC	4	21	4	164,186	60,008	33,946	9,884
MC	2	23	4	112,154	30,139	6,385	15,765
MC	1	24	4	126,619	46,200	13,295	11,206
MC	3	25	4	192,573	66,312	79,969	6,078

Continuação da Tabela 16A...

MNC	4	41	4	136,934	44,472	46,123	7,943
MNC	3	42	4	124,325	45,714	23,550	11,457
MNC	2	43	4	100,588	22,668	10,204	16,293
MNC	1	44	4	159,994	61,888	26,843	9,284
