



Níveis de proteína na dieta de bovinos Nelore de três condições sexuais: consumo, digestibilidades total e parcial, produção microbiana e parâmetros ruminais¹

Robson Magno Liberal Vêras², Sebastião de Campos Valadares Filho³, José Augusto Gomes Azevêdo⁴, Edenio Detmann³, Mário Fonseca Paulino³, Mozart Alves Fonseca⁵, Cláudia Batista Sampaio⁶

¹ Parte da tese de Doutorado apresentada à UFV. Projeto financiado pelo CNPq.

² Universidade Federal Rural da Amazônia - Parauapebas - PA.

³ Departamento de Zootecnia - Universidade Federal de Viçosa.

⁴ Universidade Estadual de Santa Cruz - Ilhéus - BA.

⁵ Graduando em Agronomia - UFV.

⁶ Mestranda em Zootecnia - UFV.

RESUMO - Com o objetivo de avaliar os consumos, as digestibilidades total e parcial de 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, 12 bovinos Nelore fistulados no rúmen e duodeno foram distribuídos em três quadrados latinos 4 × 4 (quatro animais, quatro níveis de PB: 7, 10, 13 e 15% e quatro períodos). Cada quadrado latino foi composto por uma condição sexual (CS): fêmeas, machos castrados e machos não-castrados, com peso corporal médio de 254,8; 285,1; e 265,6 kg, respectivamente. As amostras foram incubadas em um animal de cada CS para estimativa da degradabilidade dos ingredientes e posterior determinação dos 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. Para isolar os microrganismos ruminais, coletas de digesta ruminal foram feitas 6 horas após o fornecimento da dieta. As concentrações de uréia foram analisadas na urina (UU) e no soro sanguíneo (US). Observaram-se menores taxas de degradação da MS e PB para a silagem de milho em comparação aos outros ingredientes. Não houve efeito significativo da interação condição sexual (quadrado latino) × nível de PB na dieta sobre o consumo de nenhum dos nutrientes. Os consumos diários de todos os nutrientes, exceto EE e CNF, foram influenciados pelos níveis de PB das dietas. As digestibilidades totais da MS, MO, PB, FDN e CNF foram influenciadas pelos níveis de PB nas dietas. As concentrações de US, NUS e UU aumentaram com o incremento dos níveis de PB nas dietas. Ao contrário do observado para o pH, houve efeito da interação níveis dietéticos de PB × tempos de coleta sobre o NH₃ ruminal. A condição sexual não afetou os consumos e as digestibilidades da maioria dos nutrientes avaliados, que aumentaram com o incremento dos níveis de PB nas dietas.

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

Increasing crude protein levels in diets of Nelore cattle: intake, ruminal and total tract digestibility, microbial protein synthesis, and ruminal metabolism

ABSTRACT - Twelve Nelore cattle fitted with ruminal and duodenal cannulas were used to investigate the effects of increasing dietary crude protein level (7, 10, 13, and 15%) on intake, ruminal and total tract digestibility of nutrients, microbial protein synthesis, degradabilities of corn silage, corn starch, and cottonseed meal, and ruminal metabolism. Animals were blocked by sexual category (heifers, bulls and steers averaging 254.8, 285.1, and 265.6 kg of body weight, respectively) and then assigned to one out of three Latin squares. Samples were incubated in the rumen of one animal of each sexual category to estimate ingredient degradability after determination of DM, CP and NDF in the incubation residues. Ruminal fluid was collected before and after-feeding to determine pH and concentration of ammonia while ruminal samples for bacterial isolation were taken 6 hours post-feeding. Blood (BUN) and urine (UU) were also collected for measurement of urea concentration. The degradation rates of DM and CP were both lower in corn silage than on corn starch and cottonseed meal. The interaction sexual condition x dietary crude protein level was not significant for nutrient intake. With the exception of EE and NFC, no other significant effect of dietary CP level was observed for daily intake of nutrients. Increasing dietary CP level affected total tract digestibilities of DM, OM, CP, NDF, and NFC and also resulted in higher concentrations of BUN and UU. A significant dietary crude protein level x collection time interaction was observed for ruminal NH₃ but not for ruminal pH. It was concluded that increasing dietary CP levels affected intake and total tract digestibility of most nutrients.

Key Words: duodenum fistula, nutrient flow, zebu

Introdução

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

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

De acordo com Mertens (1993), a digestão em ruminantes é um processo complexo que envolve interações dinâmicas de 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 PB são variadas. Os níveis crescentes de PB nas dietas não influenciaram os consumos de MS e NDT nem a digestibilidade da MS e o desempenho produtivo dos animais (Cavalcante, 2004). Entretanto, Valadares (1997) obteve aumento linear dos coeficientes de digestibilidade aparente de MS, MO, CT e FDN ao fornecer níveis crescentes de PB na dieta.

As fontes dietéticas de compostos nitrogenados incluem ácidos nucléicos, 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 à FDA, essas 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, ressaltando-se que a proteína microbiana tem maior contribuição. Uma vez que o perfil de aminoácidos dos microrganismos ruminais é 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 aminoácidos para o intestino e provocar modificação no perfil de aminoácidos (Volden, 1999). Logo, a análise química dos alimentos é a primeira etapa em sua

avaliação, mas é necessário conhecer 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 – CS (F, MC e MNC) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de PB.

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 animais zebuínos da raça Nelore (quatro de cada condição sexual: F, MC e MNC, com peso corporal 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 × 4, compostos de quatro animais, quatro níveis de PB (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 MS, e balanceadas de acordo com o NRC (1996) para conter os níveis de PB pré-determinados. Os concentrados foram formulados à base de milho, uréia, farelo de algodão com 38% de PB e mistura mineral.

A alimentação (Tabelas 1, 2 e 3) foi fornecida duas vezes ao dia, sempre às 8 e 16h, 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 da silagem por tratamento e por animal. As amostras semanais foram agrupadas, de forma proporcional, em cada período de seis dias, constituindo 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, com início às 8 h do 10º dia e término às 18 h do 15º 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 malha 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 13º ao 14º dia de cada período utilizando-se sondas de Foley 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 contendo 200 mL de H₂SO₄ 20%. A urina dos machos foi coletada por meio 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%. Após 24 horas de coleta, a urina foi pesada, homogeneizada e amostrada.

Para avaliação do pH e da concentração N-NH₃ ruminal, realizaram-se, no 15º 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, identificada e congelada a -15°C, para posterior quantificação da concentração de N-NH₃.

Quatro horas após o fornecimento da ração, no 15º 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

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

Table 1 - Ingredient composition of concentrate, % as fed basis

Ingrediente <i>Ingredient</i>	Nível de PB (%) <i>CP level</i>			
	7	10	13	15
Fubá de milho (<i>Corn starch</i>)	95,8	82,3	47,2	12,0
Farelo de algodão (<i>Cottonseed meal</i>)	0,0	10,5	45,6	80,8
Uréia (<i>Urea</i>)	0,0	2,7	2,7	2,7
Sulfato de amônia (<i>Ammonia sulfate</i>)	0,0	0,3	0,3	0,3
Mistura mineral ¹ (<i>Mineral mix</i>)	1,1	1,1	1,1	1,1
NaCl	1,1	1,1	1,1	1,1
Calcário (<i>Limestone</i>)	2,0	2,0	2,0	2,0
Total	100	100	100	100

¹ Conteúdo por kg do produto (*Content per kg of product*): Ca - 240 g; P - 174 g; Co - 100 mg; Cu - 1.250 mg; Fe - 1.795 mg; F (max.) - 1.740 mg; I - 90 mg; Mn - 2.000 mg; Zn - 5.270 mg, Se - 15 mg, por kilo do produto puro em elementos ativos (*per kg of pure product in active elements*).

Tabela 2 - Teores médios de nutrientes dos concentrados e da silagem de milho (% MS)

Table 2 - Chemical composition of concentrates and corn silage (% DM)

Item	Concentrado <i>Concentrate</i>				Silagem de milho <i>Corn silage</i>
	7	10	13	15	
MS (<i>DM</i>) (%)	88,1	88,6	89,1	89,5	23,09
MO (<i>OM</i>)	93,8	93,5	92,1	90,8	92,36
PB (<i>CP</i>)	7,2	18,4	28,4	38,5	6,90
PDR (<i>RDP</i>)	4,6	14,7	21,1	27,38	5,0
PNDR (<i>RUP</i>)	2,7	3,7	7,4	11,10	1,9
EE	3,7	3,3	2,5	1,6	2,28
FDN (<i>NDF</i>)	10,5	13,5	24,6	35,7	52,05
FDA (<i>ADF</i>)	3,95	6,58	15,80	25,04	32,16
FDAi (<i>IADF</i>)	1,1	3,3	10,5	17,9	16,67
CNF (<i>NFC</i>)	72,4	62,35	40,65	19,05	31,13
Lignina (<i>Lignin</i>)	1,1	1,9	4,9	7,89	5,37

Tabela 3 - Teores médios dos nutrientes nas dietas (% MS)

Table 3 - Chemical composition of the experimental diets (% DM)

Item	Nível de PB (%) <i>CP level</i>			
	7	10	13	15
MS (<i>DM</i>) (%)	43,7	37,6	38,4	38,4
MO (<i>OM</i>)	92,5	91,4	92,2	93,5
PB (<i>CP</i>)	6,7	10,0	12,9	14,2
PDR (<i>RDP</i>)	4,9	7,4	9,0	10,6
PNDR (<i>RUP</i>)	2,1	2,3	3,3	4,2
EE	2,9	2,7	2,1	2,0
FDN (<i>NDF</i>)	37,1	43,5	46,6	50,0
FDA (<i>ADF</i>)	21,2	27,9	29,8	30,5
CNF (<i>NFC</i>)	41,4	36,2	31,7	28,0
FDAi (<i>IADF</i>)	12,4	13,9	15,6	16,3
Lignina (<i>Lignin</i>)	4,0	5,1	5,7	5,2
NDT (<i>TDN</i>)	61,92	63,47	62,79	62,37
EM ¹	2,24	2,29	2,27	2,25

¹ kcal/g MS (*kcal/g DM*).

sangüíneo, utilizando-se *kits* comerciais (Labtest). A concentração de N-uréia sérica foi obtida como 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 6 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 foi realizada conforme 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 × 20 cm e 50 µm de porosidade para estimação dos parâmetros da degradação ruminal de MS, PB e FDN. Foram utilizados três animais fistulados, alimentados com a mesma dieta, no último período experimental, adotando-se dez tempos de incubação (0, 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72, 96 e 144 horas), com três sacos para cada tempo.

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

A taxa de passagem foi calculada de acordo com o NRC (2001) utilizando-se as seguintes equações: kp silagem = $3,054 + 0,614 \times \text{consumo de MS (CMS)}$ e kp concentrado = $2,904 + 1,375 \times \text{CMS} \times -0,020\%$ do concentrado na dieta, em que CMS é expresso em % do peso corporal (PC).

Para avaliação dos parâmetros da degradação da FDN, utilizou-se o modelo exponencial decrescente proposto por Mertens & Loften (1980), descrito por: $Y = b*e^{-(kd*(t))} + i$, em

que Y é o resíduo de incubação; i, a fração indigestível; b, fração insolúvel potencialmente degradável; e k, a taxa de degradação de b.

A eficiência de síntese microbiana foi expressa em g de N microbiano por kg de MO aparentemente degradada no rúmen (MODR), g de N microbiano por kg de MO verdadeiramente degradada no rúmen (MOVDR) e g de 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 $\%CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivada da uréia} + \% \text{ de uréia}) + \%EE + \%FDN + \% \text{ cinzas}]$.

Os teores de NDT foram determinados conforme equação proposta pelo NRC (2001): $NDT = PBd + 2,25EEd + FDNd + CNFd$, em que “d” corresponde ao respectivo nutriente digestível.

A produção de MS fecal e os fluxos de MS no duodeno foram estimados por meio 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 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 do pH e da concentração ruminal de amônia foram feitas mediante subdivisão de parcelas considerando o tempo de avaliação (*split-plot* no tempo). Os resultados foram avaliados por meio do programa Statistical Analysis System (SAS, 1999), adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I e o teste Tukey para comparação das médias.

Resultados e Discussão

Na Tabela 4, são apresentadas as estimativas para os parâmetros de degradação *in situ* de 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 o 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 taxa de degradação da MS da silagem de milho e do fubá de milho foi de 2,89 e 6,69%h⁻¹, respectivamente, menor que os valores observados por Pereira et al. (2005) para silagem de milho, de 4,1%h⁻¹.

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, 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.

Não houve efeito significativo da interação condição sexual × níveis de PB sobre os consumos de nenhum dos nutrientes (Tabela 5), portanto, não foi necessário estudar os níveis de PB dentro de cada condição sexual.

Quando os consumos foram avaliados em relação à condição sexual, os machos castrados apresentaram maiores consumos de MS, FDN, PDR e MO (P<0,05), em kg/dia, em comparação aos não-castrados e às fêmeas. Entretanto, o peso corporal médio dos animais foi menor, em ordem crescente, para fêmeas, machos não-castrados e machos castrados, o que justifica, em parte, os consumos observados. Ao avaliar o consumo de MS e FDN em % do peso corporal, 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%PC para fêmeas, machos castrados e machos não-castrados, respectivamente.

O NRC (1996) citou que animais fêmeas e machos castrados requerem a mesma quantidade de energia para manutenção, enquanto machos não-castrados demandam 15% a mais. O consumo de MS para os machos castrados foi superior ao das fêmeas em dez unidades percentuais e ao dos machos não-castrados em oito unidades percentuais. Barbosa (2005) não observou diferença significativa entre os consumos de MS e MO em animais Nelore de mesma condição sexual alimentados com dois níveis de concentrado. 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 em fêmeas, machos castrados e machos não-castrados, respectivamente, foram 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

Tabela 4 - Estimativas dos parâmetros de degradabilidade *in situ* de MS, PB e FDN dos alimentos utilizados nas dietas experimentais
Table 4 - Estimates of *in situ* degradability parameters of DM, CP, and NDF of feeds used in the experimental diets

Alimento Feed	Parâmetro Parameter			DE	DPA
	a	b	kd		
MS (DM)					
Silagem de milho (Corn silage)	29,66	45,93	0,0289	74,93	1,492
Fubá de milho (Corn starch)	50,43	48,51	0,0669	98,58	1,757
Farelo de algodão (Cottonseed meal)	25,49	56,89	0,0522	81,84	1,093
PB (CP)					
Silagem de milho (Corn silage)	57,64	25,89	0,0562	72,46	1,798
Fubá de milho (Corn starch)	41,57	54,87	0,0327	63,37	2,477
Farelo de algodão (Cottonseed meal)	27,45	69,12	0,0528	63,09	2,121
FDN (NDF)					
	b	i	kd		
Silagem de milho (Corn silage)	63,95	36,05	0,0365		2,085
Fubá de milho (Corn starch)	100	0	0,0496		3,364
Farelo de algodão (Cottonseed meal)	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.

(a) soluble fractions, (b) – potentially degradable insoluble fractions, (kd) – degradation rate of fraction b, (DE) – effective degradability, DPA – asymptotic standard deviation.
Farelo de algodão (cottonseed meal); fubá de milho (corn meal); silagem de milho (corn silage).

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, %PC e g/kg^{0,75}, em bovinos Nelores de diferentes condições sexuais alimentados com dietas com quatro níveis de PB

Table 5 - Means, regression equations (ER) and coefficients of determination (r^2) and variation (CV) of nutrient intake, expressed as kg/day, BW% and g/kg^{0.75} according to the sexual category (SC) and dietary CP level (CP, %)

Item	Condição sexual Sexual category			Nível de PB (%MS) CP level (DM%)				ER	CV(%)
	F	MC	MNC	7	10	13	15		
Consumo (kg/dia) (Intake, kg/day)									
MS (DM)	4,70b	5,53a	5,07b	4,61C	4,86BC	5,25AB	5,75A	1	9,2
MO (OM)	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 (CP)	0,533b	0,613a	0,555b	0,319D	0,480C	0,665B	0,838A	3	11,4
PDR (RDP)	0,384b	0,446a	0,409b	0,226D	0,360C	0,475B	0,609A	4	11,5
PNDR (RUP)	0,150a	0,167a	0,146a	0,094C	0,121C	0,190B	0,229A	5	18,7
FDN (NDF)	2,02b	2,41a	2,16b	1,84C	1,96C	2,31B	2,72A	6	11,9
CNF (NFC)	1,85a	2,00a	1,98a	2,02A	2,00A	1,72A	1,92A	ns ²	27,1
NDT (TDN)	2,92a	3,17a	3,27a	2,72B	3,12A	3,37A	3,41A	7	13,9
Consumo (% do PC) (Intake, % BW)									
MS (DM)	1,82a	1,95a	1,86a	1,69B	1,78B	1,83AB	2,19A	8	17,2
FDN (NDF)	0,78a	0,85a	0,79a	0,68B	0,71B	0,80AB	1,04A	9	20,1
Consumo (g/kg ^{0,75}) (Intake, g/kg ^{0.75})									
MS (DM)	72,73a	79,91a	75,46a	68,58B	72,33B	74,62AB	88,10A	10	14,6
NDT estimado (%) (Estimated TDN, %)									
NDT (TDN)	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 diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

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

Means, in the row, followed by different letters, differ ($P < 0,05$) by Tukey test.

Capital letters compare sexual condition and small letters, CP levels.

$$1 \hat{Y} = 4,45486 + 0,05189 \cdot X \quad (r^2 = 0,93).$$

$$2 \hat{Y} = 4,21404 + 0,04079 \cdot X \quad (r^2 = 0,92)$$

$$3 \hat{Y} = -0,03354 + 0,05270 \cdot X \quad (r^2 = 0,98).$$

$$4 \hat{Y} = -0,02136 + 0,03795 \cdot X \quad (r^2 = 0,98).$$

$$5 \hat{Y} = -0,00975 + 0,01456 \cdot X \quad (r^2 = 0,96).$$

$$6 \hat{Y} = 2,79081 - 0,24623 + 0,01603 \cdot X^2 \quad (R^2 = 0,99).$$

$$7 \hat{Y} = 2,18675 + 0,08368 \cdot X \quad (r^2 = 0,94).$$

$$8 \hat{Y} = 1,46985 + 0,03310 \cdot X \quad (r^2 = 0,78).$$

$$9 \hat{Y} = 1,25845 - 0,14070 \cdot X + 0,00836 \cdot X^2 \quad (R^2 = 0,97).$$

$$10 \hat{Y} = 61,44860 + 1,18459 \cdot X \quad (r^2 = 0,82).$$

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

ns^{1,2,3}, $\hat{Y} = 0,126, 1,941$, and $63,255$, respectively, for EE, NCF and TDN.

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 dos CNF ($P > 0,05$). Os consumos de MS e MO apresentaram aumento linear crescente ($P < 0,05$) conforme aumentaram os níveis de proteína, resultado contrário às afirmações de Conrad et al. (1964), que relataram que, em dietas com digestibilidade abaixo de 66%, o consumo de MS é limitado pelo efeito de enchimento. Neste estudo, a digestibilidade da MS variou de 53,67 a 61,04% nos 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 avaliaram níveis de proteína iguais ou superiores a 7% e obtiveram resultado preconizado por Van Soest (1994), que afirmou que concentrações de PB acima de 7% de PB na MS não influenciam o 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; o maior consumo (3,77 kg/dia) foi 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: $CNDT = 2,48085 + 0,06258*PB$, $r^2 = 63,22\%$, ($P < 0,05$). Esse incremento do consumo de NDT com níveis crescentes de PB pode estar relacionado ao aumento do consumo de MS, pois os valores estimados de NDT das dietas não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos níveis dietéticos de PB (Tabela 5).

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

Os consumos de MO, PDR, PNDR, FDN e MS apresentaram aumento linear com o incremento dos níveis de PB na dieta, possivelmente em virtude do aumento do consumo de MS, pois as dietas apresentaram praticamente os mesmos teores de MO (Tabela 3). O aumento do consumo dos demais nutrientes pode ser explicado pelo aumento de PB na dieta. O consumo de EE não foi

influenciado pelos níveis dietéticos de PB ($P > 0,05$) e apresentou 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% PC), observaram aumento linear nos consumos de MO, PB e EE em decorrência do aumento no consumo de MS. Esse fato não foi observado neste estudo para o consumo de EE, uma vez que o consumo de MS também aumentou.

Não houve influência da interação ($P > 0,05$) condição sexual \times nível de PB das dietas sobre a digestibilidade de nenhum dos nutrientes avaliados (Tabela 6). O coeficiente de digestibilidade total da MS não diferiu entre as condições sexuais ($P > 0,05$), mas foi influenciado ($P < 0,05$) pelos níveis de PB das 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% no nível de 15% de PB.

Barbosa (2005), avaliando 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

Tabela 6 - Médias, equações de regressão (ER) e coeficientes de variação (CV) dos nutrientes ajustados para as digestibilidades total e ruminal (kg/dia) em bovinos Nelores de diferentes condições sexuais alimentados com dietas com quatro níveis de PB
Table 6 - Means, regression equations (ER) and coefficients of variation (CV) of nutrients adjusted for total and ruminal digestibility (kg/day) according to the sexual category (SC) and dietary CP level (CP, %)

Item	Condição sexual Sexual category			Nível de PB (%MS) CP level (DM%)				ER	CV (%)
	F	MC	MNC	7	10	13	15		
Digestibilidade total (Total digestibility)									
MS (DM)	57,48A	57,31A	58,77A	53,67b	57,39ab	58,09ab	61,04a	1	7,1
MO (OM)	61,60A	61,81A	62,14A	58,81b	60,39aab	63,34aab	64,47a	2	8,4
PB (CP)	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 (NFC)	88,47B	86,41B	92,46A	91,89	94,02	93,96	76,58	5	4,3
FDN (NDF)	38,94A	36,08B	42,96A	31,31c	33,70c	40,65b	49,32a	6	9,0
Digestibilidade ruminal ^a (Ruminal digestibility)									
MS (DM)	61,54A	57,31A	61,16A	56,45a	53,68a	67,09a	63,12a	7	29,8
MO (OM)	70,86A	61,81A	62,14A	68,31a	65,51a	75,82a	71,56a	8	21,9
PB (CP)	-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 (NFC)	73,21A	76,55A	78,16A	68,85	67,46	78,40	89,18	11	13,6
FDN (NDF)	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 comparam 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.

Means, in the row/column, followed by capital letters compare SC and small letters, CP level. Different letters differ ($P < 0,05$) by Tukey test.

^aDigestibility calculated as % of total digested, excepted for CP and EE, that were calculated as % of the amount that reached each site.

$$1 \hat{Y} = 53,94246 + 0,57815 \cdot X \quad (r^2 = 0,98).$$

$$2 \hat{Y} = 59,70127 + 0,47088 \cdot X \quad (r^2 = 0,95).$$

$$3 \hat{Y} = -26,02612 + 11,08109 \cdot X - 0,32172 \cdot X^2 \quad (R^2 = 0,99).$$

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

$$5 \hat{Y} = 55,92250 - 5,62873 \cdot X + 0,35394 \cdot X^2 \quad (R^2 = 0,99).$$

$$6 \hat{Y} = -393,62382 + 62,24673 \cdot X - 2,31166 \cdot X^2 \quad (R^2 = 0,99).$$

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

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 aumentaram 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 de 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 peso corporal. Diferentemente, neste trabalho, a digestibilidade total dos CNF foi influenciada ($P<0,05$) pela condição sexual, pois apresentou maior média para os machos não-castrados (92,46%).

Neste estudo, 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. Do mesmo modo, Rennó (2003) obteve resultados semelhantes quando também avaliou a digestibilidade em relação aos níveis de PB na dieta (12 e 15%). Neste trabalho, as digestões diárias variaram de 53,67 a 61,04; 58,81 a 64,47; 29,45 a 66,08 a 31,31 49,32% para MS, MO, PB e FDN, para o nível menor e maior de PB, respectivamente. Pereira et al. (2005), em estudo no qual utilizaram 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 e obtiveram 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 a máxima (96,49%), com 9,86% de PB. Também houve efeito ($P<0,05$) dos níveis de proteína na dieta sobre a digestibilidade ruminal, que apresentou valor de 88,86% no maior nível de PB estudado (15%). Rennó (2003) não verificou diferença nas digestibilidades totais e ruminais de CNF quando aumentou os níveis de

proteína na dieta e obteve 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, obtendo-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 e registraram 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 alimentados com dietas com níveis crescentes de casca de algodão e obtiveram 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 sofreu efeito quadrático dos 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:

$$\hat{Y} = -393.62382 + 62.24673 * X - 2.31166 * X^2 \quad (r^2 = 0,99),$$

($P<0,05$). Os valores negativos de -73,37 e -4,36% obtidos para a digestão ruminal da PB, com teor nas dietas de 7 e 10%, indicam que essas dietas foram deficientes em PB. Para as dietas contendo 13 e 15% de PB, a digestão ruminal foi positiva e variou de 26,85 a 16,87, em decorrência do excesso de PB nas dietas. Derivando a equação, obtém-se um valor de 10,14% de PB na dieta, que pode ser considerado nível ótimo de PB para o nível de energia da dieta, uma vez que com esse valor a digestão ruminal de PB seria zero.

Não houve efeito da interação condição sexual \times nível de proteína da dieta ($P>0,05$) sobre as concentrações de uréia no soro (US) e de N uréico no soro (NUS) e sobre a excreção de uréia na urina (UU). Animais de condições sexuais diferentes não diferiram quanto aos valores de US, NUS e a UU (Tabela 7), porém, as fêmeas tenderam a apresentar maiores valores em relação aos machos castrados e aos machos não-castrados. Assim, pode-se inferir que fêmeas, machos castrados e machos não-castrados, quando alimentados com dietas contendo níveis crescentes de PB, apresentam parâmetros sanguíneos e urinários semelhantes.

O incremento da quantidade de PB da dieta provocou aumento ($P<0,05$) das concentrações de US e NUS, bem como de UU. Aumento das excreções de uréia urinária e concentrações no soro, em decorrência do acréscimo da % 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).

Tabela 7 - Médias, equações de regressão (ER) e coeficientes de determinação (r^2) e de variação (CV) obtidos para as concentrações de uréia no soro (US) e de nitrogênio uréico no soro (NUS) e excreção de uréia na urina (UU) em bovinos Nelores de diferentes condições sexuais alimentados com dietas com quatro níveis de PB

Table 7 - Means, regression equations (ER) and coefficients of determination (r^2) and variation (CV) of concentrations of serum urea, serum urea nitrogen and urinary urea excretion according to the sexual category (SC) and dietary CP levels

Item	Condição sexual Sexual category			Nível de PB (%MS) CP level (DM%)				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 comparam a condição sexual e minúsculas, o nível de PB. Letras diferentes, diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

F = fêmea; MC = macho castrado; MNC = macho não-castrado.

Means, in the row/column, followed by capital letters compare SC and small letters, CP level. Different letters differ ($P < 0,05$) by Tukey test.

F = female; MC = bull; MNC = steer.

¹ mg/dL.

² mg/kg de PC.

¹ $\hat{Y} = -11,98304 + 3,26415 \times X$ ($r^2 = 99$).

² $\hat{Y} = -3,53256 + 1,12537 \times X$ ($r^2 = 99$).

³ $\hat{Y} = -5,58409 + 1,52109 \times X$ ($r^2 = 99$).

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) observaram um quadro de elevação nas perdas nitrogenadas, em decorrência de difusão ruminal com a elevação dos níveis de PB na dieta de bovinos. Neste estudo, apenas os fluxos de MS e a relação N RNA:N-total (Tabela 9) não se mantiveram 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 deste estudo, de 65,75 e 24%, respectivamente. Os teores de N-total das bactérias ruminais variaram de 6,50 a 7,80% (Tabela 8), com média igual a 7,0%. Cardoso et al. (2000), Carvalho et al. (1997) e Dias et al. (2000) encontraram valores superiores, de 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.

Não houve efeito ($P > 0,05$) da interação condição sexual \times nível de PB sobre os fluxos de nutrientes e a eficiência microbiana, independentemente da forma como

foi expressa (Tabela 9). Também não foi observado efeito ($P > 0,05$) da condição sexual sobre o fluxo de nutrientes e a eficiência microbiana.

Os valores médios estimados do 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 PB 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 (Nmic), a eficiência microbiana expressa em gNmic/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 ($P < 0,05$) e apresentam aumento linear crescente, 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 alimentados com rações contendo feno de capim-tifton 85 de diferentes idades de rebrota, próximo ao observado para MODR deste trabalho.

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 percentual do nível de PB. Para igualar-se à

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

Table 8 - Contents of DM, OM, total N, RNA and RNA-N:total N ratio of ruminal bacteria according to the dietary CP levels

Item	Nível de PB (% na MS) CP level (DM%)			
	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 (DM%).

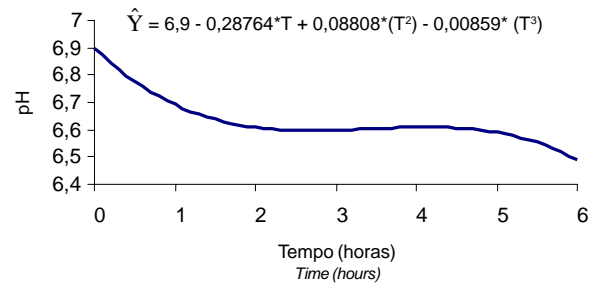


Figura 1 - Estimativa do pH ruminal em diferentes tempos (T) de coleta.

Figure 1 - Estimate of ruminal pH according to collection time (T).

Tabela 9 - Médias, equação de regressão (ER) e coeficiente de variação (CV) para o fluxo de nutrientes microbianos e eficiências em bovinos Nelores de diferentes condições sexuais alimentados com dietas com quatro níveis de PB

Table 9 - Means, regression equations (ER) and coefficients of variation (CV) of microbial nutrient flow and efficiencies according to the sexual category (SC) and dietary CP level (PB, %)

Item	Condição sexual Sexual category			Nível de PB (%MS) CP level (DM%)				ER	CV (%)
	F	MC	MNC	7	10	13	15		
Fluxo de nutrientes (g/dia) (Nutrient flow, g/day)									
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) (Digestion, kg/day)									
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) (Microbial efficiency, 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

Nmic = nitrogênio microbiano; MS mic = MS microbiana; MO mic = MO microbiana; PBmic = PB microbiana.

*MODR = MO degradada no rúmen.

**MOVDR = MO verdadeiramente degradada no rúmen.

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

Nmic = microbial N; MSmic = microbial DM; MOmic = microbial OM; PBmic = microbial CP.

*MODR = ruminal degradable OM.

**MOVDR = OM truly digested in the rumen

Sexual condition = F = female; MC = bull; MNC = steer.

¹ $\hat{Y} = 71,29535$.

² $\hat{Y} = 445,59$.

³ $\hat{Y} = 1576,21054 - 47,71321*X$ ($r^2 = 0,82$).

⁴ $\hat{Y} = 1204,010089 - 36,46329*X$ ($r^2 = 0,62$).

⁵ $\hat{Y} = 0,43193 + 0,15171*X$ ($r^2 = 0,98$).

⁶ $\hat{Y} = 1,63603 + 0,11525*X$ ($r^2 = 0,93$).

⁷ $\hat{Y} = 72,07749 - 3,11921*X$ ($r^2 = 0,97$).

⁸ $\hat{Y} = 26,985$.

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

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 virtude do aumento da energia degradada no rúmen, MODR e MOVDR, não ocorrendo aumento da P_{mic}.

A eficiência microbiana, expressa em gPB/kg NDT, descrita pelo NRC (1996), de 130 gPB/kg NDT, também não se aplica a 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).

Segundo Cameron et al. (1991), a energia é um dos principais nutrientes limitantes para o crescimento microbiano e, para melhor eficiência de utilização dos nutrientes pelos microrganismos ruminais, é necessária a liberação de energia dos carboidratos fermentáveis na mesma taxa em que ocorre liberação de NH₃ do N dietético. 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 do consumo de MS (Tabela 5).

Com representado na Figura 1, não houve influência da interação condição sexual × teor de PB na dieta ($P > 0,05$) sobre o pH ruminal; os valores médios obtidos foram 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 ($P < 0,05$) do tempo, com valor mínimo (6,4) estimado 6 horas após o fornecimento da dieta (Figura 1).

Cavalcante (2004) também não observou diferença no pH ruminal com o aumento dos níveis de PB na dieta e estimou pH máximo de 6,54 às 4,17 horas após a alimentação.

Ao contrário do observado para o pH, houve efeito ($P < 0,05$) da interação nível de PB na dieta × tempos de coleta sobre as estimativas das concentrações de amônia do fluido ruminal (Figura 2), em mg/100 mL, cujos dados se ajustaram à equação:

$$\hat{Y} = -99,79248 + 12,52128 * T - 6,63348 * (T^2) + 0,77396 * (T^3) + 28,50901 * PB - 2,529 * (PB^2) + 0,07371 * (PB^3) + 0,22979 * (PB * (T^2)) - 0,03893 * (PB * (T^3))$$

$(R^2 = 0,96)$

Cavalcante (2004), avaliando níveis crescentes de PB na dieta, observou apenas a influência do tempo de coleta para concentração de amônia e estimou 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 obtidos neste estudo (Tabela 10) eram esperados, em virtude 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 g de N/kg de MODR. Neste trabalho, foi observado para o nível de 15% de PB valor de 20 g de N/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.

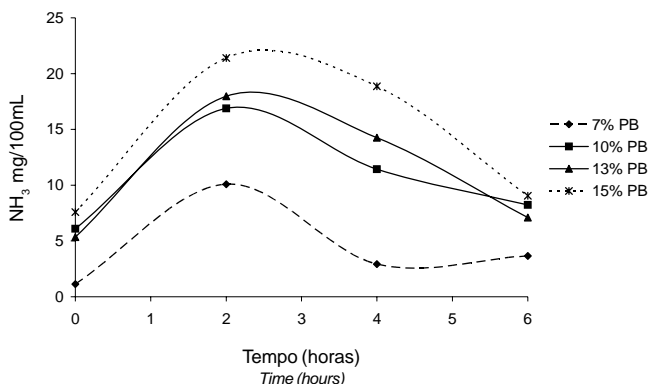


Figura 2 - Estimativa das concentrações de amônia do fluido ruminal, em diferentes tempos (T) de coleta, para cada nível de proteína da dieta.

Figure 2 - Estimate of ammonia concentrations in the ruminal fluid according to collection time (T) and dietary CP level.

Tabela 10 - Tempo (horas) de ocorrência da maior concentração de amônia em bovinos Nelores de diferentes condições sexuais alimentados com dietas com quatro níveis de PB

Table 10 - Time (hours) of greatest ammonia concentration according to the level of CP in the experimental diets

Dieta (% de PB) Diet (% CP)	Tempo (horas) Time (hours)	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

Conclusões

A condição sexual não influenciou os consumos e as digestibilidades da maioria dos nutrientes e a produção microbiana.

Com o aumento dos níveis dietéticos de PB, as digestibilidades totais da maioria dos nutrientes e os teores de US, NUS e UU elevaram-se, enquanto a eficiência microbiana expressa em g Nmic/kg MODR e em g PBmic/kg NDT diminuiu.

O pH e a concentração ruminal de amônia foram influenciados cubicamente pelo aumento do teor de proteína na dieta.

Agradecimento

À professora Maria Ignêz Leão, pela fistulação dos animais.

Ao amigo Pedro Veiga Rodrigues Paulino, pelas sugestões na fase final deste trabalho.

À professora Rilene Ferreira Diniz Valadares, pelo auxílio durante a coleta de urina.

Aos estagiários Danielle, João Paulo e Majorie e à doutoranda Analvíia, pelo auxílio na condução do experimento.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. 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**. Gainesville: 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> Acesso em: 06/08/05.
- 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 JR., 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.
- 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. **Análise 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.

Recebido: 04/04/06

Aprovado: 26/03/07