

Níveis de Proteína Bruta em Dietas para Bovinos de Corte: Consumo, Digestibilidade Total e Desempenho Produtivo¹

Maria Andréa Borges Cavalcante², Odilon Gomes Pereira³, Sebastião de Campos Valadares Filho³, Karina Guimarães Ribeiro⁴

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

Palavras-chave: carboidratos não-fibrosos, rendimento de carcaça, ganho de peso, proteína bruta, taxa de passagem

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

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

Key Words: nonfiber carbohydrate, carcass yield, weight gain, crude protein, passage rate

Introdução

O consumo de nutrientes é um dos principais fatores associados ao desempenho animal, pois é determinante no atendimento das exigências de manutenção e produção de ruminantes. Segundo Mertens (1994), aproximadamente 60 a 90% das variações no desempenho animal podem ser atribuídos ao consumo

de nutrientes e apenas 40 a 10%, a digestibilidade.

Existem vários fatores relacionados ao consumo de alimentos por bovinos. O consumo pode ser limitado pelo alimento (teor de fibra, volume e densidade energética), pelo animal (peso vivo e estado fisiológico), pelas condições de alimentação (disponibilidade de alimento, frequência de alimentação e tempo de acesso à ração) e de ambiente (Mertens, 1994). Mertens

¹ Parte da tese de Doutorado da primeira autora apresentada à UFV.

² Bolsista de Desenvolvimento Científico Regional (DCR) da UFC, Fortaleza, CE. E-mail: andreacavalcante@bol.com.br

³ Professor do DZO/UFV e Bolsista Pesquisador do CNPq, Viçosa, MG. E-mail: odilon@ufv.br; scvfilho@ufv.br

⁴ Professora das Faculdades Federais Integradas de Diamantina – FAFEID, Diamantina, MG. E-mail: kgr_fafeid@yahoo.com.br

(1992) dividiu esses fatores em três mecanismos: o fisiológico, em que a regulação do consumo é determinada pelo balanço nutricional; o psicogênico, que envolve a resposta do animal a fatores inibidores ou estimuladores ligados ao alimento ou ao ambiente; e o físico, associado à capacidade de distensão do rúmen, que pode ser relacionado ao teor de fibra em detergente neutro (FDN) da dieta.

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

Em estudo com animais Holandês-Gir, Holandês-Guzerá e Indubrasil, nas fases de recria e de terminação, submetidos a dietas com 12 e 15% de PB, Alves (2001) verificou que os consumos de MS, FDN, PB e NDT não foram influenciados pelas dietas. Resultados semelhantes foram obtidos por Rennó (2003), ao avaliar dietas com 12 e 15% de PB, em novilhos Holandês, ½Holandês-Guzerá, ½Holandês-Gir e Zebu. Todavia, Silva et al. (2000) constataram que o consumo de MS de novilhos Nelore, na fase de recria, alimentados com dieta contendo 14% de PB, foi 9,17% inferior ao verificado para a dieta com 17% de PB.

A digestibilidade é característica do alimento e indica a porcentagem de cada nutriente de um alimento que o animal pode utilizar (Coelho da Silva & Leão, 1979), sendo um importante componente do valor nutritivo da dieta (Van Soest, 1994). Os resultados acerca dos efeitos da concentração protéica da dieta sobre a digestibilidade são mais consistentes quando se usam fontes de proteína degradada no rúmen (PDR), ao invés de proteína não degradada no rúmen (PNDR). Aumentos nas digestibilidades aparentes da MS, com a inclusão de PB nas dietas, foram relatados por Valadares et al. (1997a), em novilhos. Rennó

(2003), trabalhando com níveis de PB de 12 e 15%, verificou efeito somente sobre as digestibilidades aparentes totais da PB e do EE.

A melhoria do nível nutricional com a inclusão de proteína na dieta pode resultar em aumento do custo de produção, o que pode tornar baixa a rentabilidade da atividade. Neste aspecto, o desempenho animal, determinado pelo consumo, pelo ganho de peso, pela conversão alimentar e pelo rendimento de carcaça, constitui o fator mais importante de avaliação dos animais para determinação da eficiência da dieta (Ferreira et al., 1998). Conduziu-se este ensaio objetivando-se avaliar o consumo, a digestibilidade total dos nutrientes e o desempenho produtivo (consumo, conversão alimentar e rendimento de carcaça), em novilhos Zebu, recebendo dietas com diferentes níveis de proteína bruta (10,5; 12; 13,5 e 15% na MS total).

Material e Métodos

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

Foram utilizados 24 animais zebuínos, não-castrados, com peso vivo médio inicial de 398,4 kg \pm 21,8, distribuídos em delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições, adotando-se o critério de peso, para distribuição dos animais nos blocos. Os tratamentos consistiram de dietas com níveis crescentes de proteína bruta (10,5; 12; 13,5 e 15%) na MS total, constituídas de 65% de feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) e 35% de concentrado.

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

procedeu-se à picagem do feno em uma máquina utilizada para confecção de pré-secado, com regulagem para partículas de aproximadamente 6 mm de comprimento.

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

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

Os animais foram pesados, vermifugados e distribuídos por sorteio em baias individuais de 10 m², com cocho coberto e bebedouro automático.

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

Durante o experimento, coletaram-se, semanalmente, amostras dos alimentos fornecidos e das so-

bras, por animal, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas em freezer.

Para a determinação da digestibilidade aparente total dos nutrientes foram efetuadas, entre o 35^o e 42^o dia experimental, coletas de fezes dos animais, diretamente no piso, antes da primeira alimentação. A estimativa da excreção fecal foi feita utilizando-se a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) como indicador interno.

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

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

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

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

Table 1 - Proportions of the ingredients in the diets, expressed in dry matter basis (%), in function of the crude protein levels

Ingredientes <i>Ingredients</i>	Níveis de PB (%) <i>CP levels (%)</i>			
	10,5	12	13,5	15
Feno de capim-tifton 85 (<i>Bermudagrass hay</i>)	65,00	65,00	65,00	65,00
Fubá de milho (<i>Corn ground</i>)	28,37	25,11	21,84	18,82
Farelo de algodão (<i>Cotton meal</i>)	5,14	8,22	11,31	14,16
Uréia (<i>Urea</i>)	0,71	0,87	1,03	1,19
Sulfato de amônia (<i>Ammonium sulfate</i>)	0,08	0,10	0,12	0,13
Cloreto de sódio (<i>Sodium chloride</i>)	0,31	0,31	0,31	0,31
Fosfato bicálcico (<i>Dicalcium phosphate</i>)	0,28	0,28	0,28	0,28
Calcáreo calcítico (<i>Calcite limestone</i>)	0,08	0,08	0,08	0,08
Premix mineral ¹ (<i>Mineral premix</i>)	0,03	0,03	0,03	0,03

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

¹ Composition (%): copper sulfate (22.50), cobalt sulfate (1.40), zinc sulfate (75.40), potassium iodate (.50), sodium selenite (.20).

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

Table 2 - Contents of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), non-protein nitrogen (NPN), acid detergent insoluble nitrogen (ADIN), neutral detergent insoluble nitrogen (NDIN), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), NDF corrected for ashes and protein (NDFap), nonfiber carbohydrates (NFC), NFC computed with the NDFap (NFCap), acid detergent fiber (ADF) and lignin of the concentrates and hay, expressed in DM basis

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

¹% do nitrogênio total (% of the total nitrogen). 1 - Dieta com 10,5% de PB (Diet with 10.5% CP); 2 - Dieta com 12% de PB (Diet with 12% CP); 3 - Dieta com 13,5% de PB (Diet with 13.5% CP); 4 - Dieta com 15% de PB (Diet with 15% CP).

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

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

Para estimativa da taxa de passagem (Kp), utilizaram-se as equações previstas pelo NRC (2001): $Kp = 3,362 + 0,479X_1 - 0,007X_2 - 0,017X_3$ e $Kp = 2,904 + 1,375X_1 - 0,020X_2$, indicadas para determinação da taxa de passagem de forrageiras secas

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

Table 3 - Contents of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), non-protein nitrogen (NPN), acid detergent insoluble nitrogen (ADIN), neutral detergent insoluble nitrogen (NDIN), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), NDF corrected for ashes and protein (NDFap), nonfiber carbohydrate (NFC), NFC computed with the NDFap (NFCap), acid detergent fiber (ADF), lignin and total digestible nutrients (TDN) of the diets, expressed in DM basis

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

¹% do nitrogênio total (% of the total nitrogen).

e de alimentos concentrados, respectivamente, sendo X_1 equivalente ao consumo de matéria seca em relação ao peso vivo, X_2 , à proporção de concentrado na dieta, expresso em % na MS, e X_3 , à concentração de FDN do alimento, também expressa em % na MS.

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

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

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão, por intermédio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 1995). O modelo geral estatístico empregado foi o seguinte:

$$Y_{ij} = m + N_i + B_j + e_{ij}$$

em que: Y_{ij} é a variável observada; m é média geral observada; N_i , o efeito dos níveis de inclusão de proteína bruta nas dietas ($i = 10,5; 12; 13,5$ e 15%); B_j , o efeito dos blocos ($j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$) e e_{ij} , o erro aleatório associado a cada observação.

Os modelos resultantes da análise de regressão foram escolhidos adotando-se como critérios a significância observada entre tratamentos, por meio do teste F, a 5% de probabilidade, e o coeficiente de determinação (r^2), calculado como a relação entre a soma de quadrado da regressão e a soma de quadrado de tratamento.

Resultados e Discussão

As médias, as equações de regressão e os respectivos coeficientes de determinação e variação para os consumos diários dos nutrientes, em função dos níveis de PB das dietas, encontram-se na Tabela 4. Os consumos diários de MS, expressos em kg/dia e em % do peso vivo (PV), não foram afetados ($P > 0,05$) pelos níveis de PB das dietas, apresentando valores médios de 10,5 kg/dia e 2,43% do PV, respectivamente. A ausência de efeito dos níveis de proteína sobre o consumo pode estar relacionada às quantidades de compostos nitrogenados presentes nas dietas, que foram suficientes para atender as exigências dos microrganismos ruminais.

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

Alves (2001), avaliando o consumo em animais de três grupos genéticos (Holandês-Gir, Holandês-Guzerá e Indubrasil) nas fases de recria e de terminação, submetidos a dietas com 12 e 15% de PB, verificou

que o consumo de MS não foi influenciado pelas dietas. Em condições semelhantes, Ítavo et al. (2002), em estudo com novilhos na fase de terminação, recebendo dietas contendo 15 e 18% de PB, observou que as ingestões dos nutrientes também não foram afetadas pelos teores de PB das dietas, exceto para a PB.

Rennó (2003), ao avaliarem dietas com 12 e 15% de PB, para novilhos Holandês, $\frac{1}{2}$ Holandês-Guzerá, $\frac{1}{2}$ Holandês-Gir e Zebu, verificou que, à exceção do consumo de PB, o consumo dos nutrientes não foi influenciado pelos níveis protéicos das dietas. Por outro lado, Silva et al. (2000) constataram que o consumo de MS, expresso em % do PV, de novilhos Nelore, na fase de recria, alimentados com dieta contendo 14% de PB, foi 9,17% inferior ao consumo registrado para a dieta com 17% de PB.

O consumo de PB, expresso em kg/dia, aumentou linearmente ($P < 0,05$) com a inclusão dos níveis de proteína bruta nas dietas, estimando-se incremento de 0,0155 kg para cada percentual de PB adicionada.

Esse resultado corrobora aqueles obtidos por Ítavo et al. (2002), ao fornecerem dietas com 15 e 18% de PB para novilhos Nelore. Aumento no consumo de PB com a adição de PB na dieta também foi relatado por Valadares et al. (1997b) e Rennó (2003).

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

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

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

Table 4 - Means, regression equations (RE) and coefficients of determination (r^2) and variation (CV) obtained for the daily intakes of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), NDF corrected for ashes and protein (NDFap), nonfiber carbohydrates (NFC), NFC computed with the NDFap (NFCap) and total digestible nutrients (TDN), in function of the dietary crude protein levels

Item	Nível de PB (%)				ER RE	CV
	CP level (%)					
	10,5	12	13,5	15		
	kg/dia (kg/day)					
MS (DM)	10,31	10,76	10,57	10,35	$\hat{Y} = 10,5$	10,24
MO (OM)	9,66	10,12	9,94	9,69	$\hat{Y} = 9,85$	10,14
PB (CP)	0,92	1,13	1,31	1,45	1	8,54
EE (EE)	0,25	0,25	0,24	0,19	2	9,09
FDN (NDF)	5,94	6,28	6,11	5,98	$\hat{Y} = 6,08$	11,59
FDNcp (NDFap)	5,91	6,26	6,09	5,96	$\hat{Y} = 6,06$	11,62
CNF (NFC)	2,68	2,62	2,48	2,29	3	9,16
CNFcp (NFCap)	2,71	2,64	2,49	2,31	4	9,17
NDT (TDN)	6,57	6,87	6,66	6,60	$\hat{Y} = 6,68$	9,44
	% de PV (LW %)					
MS (DM)	2,24	2,47	2,49	2,53	$\hat{Y} = 2,43$	10,93
FDN (NDF)	1,29	1,44	1,44	1,47	$\hat{Y} = 1,41$	12,43
FDNcp (NDFap)	1,28	1,44	1,44	1,46	$\hat{Y} = 1,41$	12,28
NDT (TDN)	1,53	1,59	1,54	1,52	$\hat{Y} = 1,55$	7,55

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F (Significant at 5% of probability by F test).

1 $\hat{Y} = 1,204 + 0,0154589 \cdot \text{PB}$ ($r^2 = 0,99$).

2 $\hat{Y} = 0,234 - 0,0169167 \cdot \text{PB}$ ($r^2 = 0,99$).

3 $\hat{Y} = 3,64906 - 0,08856 \cdot \text{PB}$ ($r^2 = 0,95$).

4 $\hat{Y} = 3,70025 - 0,091 \cdot \text{PB}$ ($r^2 = 0,97$).

vamente. Os consumos de proteína não-degradada no rúmen (PNDR) calculados para as respectivas dietas foram de 337,6; 421,4; 459,0 e 498,5 g/dia. Conforme o NRC (1996), todas as dietas atenderam as exigências de PNDR (111,5 g/dia) e PDR (822,9 g/dia) dos animais, excetuando a PDR das dietas contendo 10,5 e 12% de PB.

Os consumos de EE, CNF e CNFcp decresceram linearmente ($P < 0,05$) com a elevação dos níveis de PB das dietas, provavelmente em razão da redução do teor destes nutrientes com a adição de proteína bruta (Tabela 3).

O consumo de FDN, independentemente da forma de expressão, não foi influenciado ($P > 0,05$) pelas dietas. De certa forma, esse comportamento já era esperado, uma vez que o consumo de MS não foi influenciado pelos níveis de PB e as dietas apresentaram teores de FDN ligeiramente semelhantes. O valor médio de 1,41% do PV foi superior àquele de 1,2% do PV,

sugerido por Mertens (1992) como controlador da ingestão de MS pelo efeito de enchimento, em vacas de leite.

Ítavo et al. (2002), ao avaliarem dietas contendo 15 e 18% de PB, em bovinos Nelore notaram que o consumo de FDN também não foi afetado pelas dietas, apresentando valor médio de 1,31% do PV. Então, considerando os mecanismos de controle do consumo (físico e fisiológico), pode-se admitir que, neste ensaio, provavelmente o consumo foi controlado pelo efeito de enchimento ou pela capacidade genética dos animais para ganho de peso.

A exemplo do observado para a MS, o consumo de NDT não foi influenciado ($P > 0,05$) pelos níveis de PB das dietas, apresentando valor médio de 6,68 kg/dia (Tabela 4). Esse resultado contradiz aquele reportado por Valadares et al. (1997a), que verificaram aumentos de 3,9 unidades na ingestão de NDT para cada percentual de aumento de PB das dietas, ressaltando-

se que, diferentemente do ocorrido neste trabalho, os concentrados protéicos das dietas utilizados por esses autores foram à base de farelo de soja, apresentando, portanto, teores de EE crescentes à medida que se aumentaram os níveis de PB nas dietas.

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

Na Tabela 5, são apresentadas as médias, as equações de regressão e os coeficientes de determinação e variação para a digestibilidade total dos nutrientes, em função dos níveis de proteína bruta das dietas. Com exceção das digestibilidades aparentes totais de PB e EE, que apresentaram, respectivamente, comportamento linear crescente e decrescente ($P < 0,05$), a digestibilidade dos demais nutrientes não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelos níveis de inclusão de PB.

Foram registrados, para a digestibilidade da MS, MO, FDN e CNF, em função da inclusão de PB, valores médios de 63,05; 63,9; 52,52 e 90,51%, respectivamente. Para a PB e o EE, foram estimados incremento e redução na digestibilidade destes nutrientes de 2,944 e 1,993 unidades, respectivamente, para cada percentual de aumento de PB nas dietas.

Estes resultados concordam com os relatados por Rennó (2003), que verificaram efeito dos teores protéicos das dietas com 12 e 15% na MS somente para as digestibilidades totais da PB e EE, que apresentaram maior e menor médias, respectivamente,

com o maior incremento de PB na dieta. Valadares et al. (1997b) também encontraram aumento linear no coeficiente de digestibilidade aparente do N com a inclusão de PB nas dietas e atribuíram essa resposta à progressiva diminuição da proporção de nitrogênio endógeno nos compostos nitrogenados fecais, com o aumento da ingestão de nitrogênio.

As médias, as equações de regressão e os coeficientes de determinação e de variação para os ganhos médios diários (GMD), o rendimento de carcaça (RC) e a conversão alimentar (CA) dos animais podem ser visualizadas na Tabela 6. Os níveis crescentes de PB das dietas não influenciaram ($P > 0,05$) os ganhos médios diários, o rendimento de carcaça e a conversão alimentar dos animais, estimando-se, para as respectivas variáveis, valores médios de 1.074 g/dia; 51,43% e 10,01. Esses resultados podem ser justificados pela ausência de efeito dos níveis de PB das dietas sobre o consumo e a digestibilidade da MS, pois, de acordo com Mertens (1994), cerca de 60 a 90% das variações no desempenho animal dependem diretamente do consumo de MS e em torno de 10 a 40% da digestibilidade.

Alves (2001), trabalhando com novilhos mestiços Zebu e cruzados F_1 Gir-Holandês e Guzerá-Holandês nas fases de recria e terminação, submetidos a dietas com 60% de feno de capim-tifton 85, não observaram variação no ganho de peso e na conversão alimentar (1.105 e 985 g/dia e 7,22 e 8,61, respectivamente, nas fases de recria e terminação), quando o teor de proteína bruta foi aumentado de 12 para 15% na MS.

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

Table 5 - Means, regression equations (RE) and coefficients of determination (r^2) and variation (CV) obtained for the total apparent digestibilities of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF) and nonfiber carbohydrates (NFC), in function of the dietary crude protein levels

Item	Nível de PB (%)				ER RE	CV
	CP level (%)					
	10,5	12	13,5	15		
MS (DM)	63,50	62,94	62,04	63,71	$\hat{Y} = 63,05$	2,98
MO (OM)	64,21	63,80	63,17	64,40	$\hat{Y} = 63,90$	2,92
PB (CP)	62,31	66,59	70,88	75,60	1	4,84
EE (EE)	73,67	73,83	66,85	66,03	2	7,53
FDN (NDF)	53,23	52,73	50,98	53,12	$\hat{Y} = 52,52$	5,12
CNF (NFC)	90,25	90,44	91,63	89,74	$\hat{Y} = 90,51$	4,06

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F (Significant at 5% of probability by F test).

1 $\hat{Y} = 31,3139 + 2,9436*PB$ ($r^2 = 0,89$).

2 $\hat{Y} = 95,5058 - 1,99300*PB$ ($r^2 = 0,83$).

Tabela 6 - Médias e coeficientes de variação (CV) obtidos para os pesos vivos inicial (PVI) e final (PVF), ganhos médios diários de peso vivo (GMD) e de rendimento de carcaça (RC) e conversão alimentar (CA) dos animais, em função dos níveis de proteína bruta das dietas

Table 6 - Means and coefficients of variation (CV) obtained for the initial live weight (ILW) and final (FLW), average daily live weight gains (ADWG), carcass yield (CY) and feed conversion (FC) of the animals, in function of the dietary crude protein levels

Item	Nível de PB (%)				Média Mean	CV (%)
	CP level (%)					
	10,5	12	13,5	15		
PVI (kg)	395,8	393,5	403,5	400,7	398,4	5,47
ILW (kg)						
PVF (kg)	463,7	470,5	463,0	470,3	466,9	5,64
FLW (kg)						
GMD (g/dia)	1.077	1.172	944	1.106	1.074	16,55
ADWG (g/day)						
RC (%)	52,16	50,39	51,37	51,82	51,43	3,84
CY (%)						
CA (FC)	9,65	9,36	11,57	9,45	10,01	15,95

Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F (Significant at 5% of probability by F test).

Tabela 7 - Estimativas dos custos totais das dietas, em R\$/100 kg da dieta

Table 7 - Estimates of the dietary total costs, in R\$/100 kg of the diet

Item	Nível de PB (%)			
	CP level (%)			
	10,5	12	13,5	15
Feno de capim-tifton 85	9,75	9,75	9,75	9,75
Bermudagrass hay				
Fubá de milho	8,23	7,28	6,33	5,46
Corn ground				
Farelo de algodão	2,88	4,60	6,33	7,93
Cotton meal				
Uréia	0,369	0,450	0,536	0,619
Urea				
Sulfato de amônia	0,04	0,05	0,06	0,07
Ammonium sulfate				
Mistura mineral ²	0,01	0,01	0,01	0,01
Mineral mixture ²				
Custo total	21,28	22,14	23,02	23,84
Total cost				
Custo em R\$ de 1 kg	2,05	2,07	2,66	2,25
de ganho de peso				
Cost in R\$ of weight				
gain of 1 kg				

¹ Custos de ingredientes (R\$/kg): feno de capim-tifton 85 – 0,15; fubá de milho – 0,29; farelo de algodão – 0,56; uréia – 0,52; sulfato de amônia – 0,56; mistura mineral – 0,02 (julho/2003, cotação do dólar igual a R\$2,86).

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

¹ Ingredients costs (R\$/kg): Bermudagrass hay – .15; corn ground – .29; cotton meal – .56; urea – .52; ammonium sulfate – .56; mineral mixture – .02 (july/2003, dollar quotation same to R\$2.86).

² Composition (%): sodium chloride (.9), dicalcium phosphate (.8), calcite limestone (.22) and mineral premix (.08).

Para as dietas com 10,5; 12; 13,5 e 15 % de PB, foram estimadas, por meio das equações do NRC (2001), taxas de passagem médias de 3,91; 4,10; 4,11 e 4,11 %/h, respectivamente. Não houve efeito da inclusão de PB nas dietas sobre as taxas de passagem ($P>0,05$), o que pode estar relacionado ao consumo e à digestibilidade de MS, que também não variaram com o aumento do teor de PB das dietas.

Na Tabela 7 encontram-se os custos totais das dietas, ressaltando-se que os menores custos foram obtidos com a dieta contendo 10,5% de PB.

Conclusões

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

Literatura Citada

- ALVES, D.D. **Desempenho produtivo e características de carcaças de bovinos zebu e cruzados Holandês-zebu (F₁), nas fases de recria e terminação.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal makers: Evaluation of four potential makers. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1476-1483, 1986
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes.** Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Consumo, conversão alimentar, ganho de peso e características de carcaça de bovinos F1 Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.343-351, 1998.
- HADDAD, C.M. Uréia em suplementos alimentares. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS – URÉIA PARA RUMINANTES, 2., 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1984. p.119-141.
- HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen.** University of Florida, 2000. p.A-25 (Bulletin 339, April-2000).
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Níveis de concentrado e proteína bruta na dieta de bovinos Nelore nas fases de recria e terminação: consumo e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2 (Suplem.), p.1033-1041, 2002.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.

- MALAFAIA, P.A.M.; VALADARES FILHO, S.C.; VIEIRA, R.A.M. et al. Determinação e cinética ruminal das frações protéicas de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1243-1251, 1997.
- MERTENS, D.R. Análise de fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p.188.
- 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.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press. 242p. 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
- PELL, A.N.; SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.10, p.1063-1073, 1993.
- RENNÓ, L.N. **Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia ou dois níveis de proteína**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 252p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SILVA, F.F.; ÍTAVO, L.C.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Desempenho produtivo de novilhos nelore na recria e terminação com diferentes níveis de concentrado na dieta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 4p. CD ROM.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 8.0. Viçosa, MG, 1998. (Manual do usuário).
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 1. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.26, p.1252-1258, 1997a.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína bruta em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidades e balanço de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1259-1263, 1997b.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURES, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

Recebido em: 18/05/04

Aceito em: 07/03/05