



Fontes de proteína em suplementos múltiplos para bovinos em pastejo no período das águas

Darcilene Maria de Figueiredo¹, Mário Fonseca Paulino², Edenio Detmann², Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes², Sebastião de Campos Valadares Filho², Marcos Gonçalves de Souza³

¹ Programa de Pós-graduação em Zootecnia - UFV.

² Departamento de Zootecnia - UFV.

³ Programa de Pós-graduação em Zootecnia - FCAV/UNESP.

RESUMO - Objetivou-se avaliar o efeito do fornecimento, no período das águas, de suplementos formulados com diferentes fontes de proteína sobre os parâmetros nutricionais de bovinos de corte em recría. Foram utilizados cinco novilhos mestiços Holandês × Zebu com peso vivo médio inicial de 300 kg, fistulados no esôfago e no rúmen, distribuídos em cinco piquetes de *Brachiaria decumbens* de 0,3 ha, em delineamento quadrado latino incompleto (5 × 5), com quatro períodos e cinco tratamentos, em quatro períodos experimentais de 14 dias. Como tratamentos, avaliaram-se suplementos à base de farelo de soja (FS), farelo de algodão (FA, 38% PB), farelo de glúten de milho (FGM, 60% PB) e farelo de trigo + uréia (FTU) e um tratamento testemunha, constituído apenas de mistura mineral (MM). A quantidade diária de suplemento fornecida foi fixada para fornecer aproximadamente 180 g de PB/dia. As fontes protéicas afetaram apenas o consumo de carboidratos não-fibrosos (CNF) e o de PB, que foi maior quando fornecido o suplemento à base de farelo de algodão e menor quando fornecida a mistura mineral. Não houve efeito das fontes protéicas sobre as digestibilidades total e parcial dos nutrientes. O pH e os níveis de nitrogênio amoniacal do líquido ruminal (N-NH₃) não foram influenciados pelas fontes protéicas avaliadas, mas todos os valores mantiveram-se nos limites favoráveis à digestão da forragem. As fontes de proteína não afetaram a eficiência microbiana, em média 9,96 g PBmic/100g NDT, nem as concentrações de nitrogênio uréico no plasma (NUP), média de 12,78 mg/dL, e a excreção de nitrogênio na urina (NUR), média de 63,14 g/dia.

Palavras-chave: consumo, digestibilidade, eficiência microbiana, suplementação

Protein sources of in multiple supplements for cattle on pasture during the rainy season

ABSTRACT - The effect of feeding, in the rainy season, multiple supplements formulated with different sources of protein on nutritional characteristics of growing beef cattle was evaluated. Five Holstein-Zebu crossbred steers with initial live weight of 300 kg, fistulated in the esophagus and in the rumen, were assigned to five paddocks (0.3 ha) of *Brachiaria decumbens* in a 5 × 5, incomplete Latin square design, with 5 supplements and 4 periods in 4 (14 days). Supplements evaluated were based on soybean meal (SM), cotton seed meal (CS, 38% CP), corn gluten meal (CGM, 60% CP) and wheat bran + urea (WBU) and a control supplement, consisting only of mineral mix (MM). The amount of daily supplement fed was set to provide approximately 180 g of CP/day. Protein sources affect only the non-fibrous carbohydrates and CP intakes, which was higher when, was fed supplement based on cottonseed meal and lower when fed mineral mix. There was no effect of protein sources on the total and partial digestibility of nutrients. The pH and of ruminal nitrogen ammonia levels were not influenced by protein sources, but all values have remained within the limits of digestion of forage. Protein sources did not affect the microbial efficiency (9.96 g CPmic/100 g TDN), neither the concentration of plasma urea nitrogen (12.78 mg/dL), and urinary nitrogen excretion (NUR)(63.14 g/day).

Key Words: digestibility, intake, microbial efficiency, supplementation

Introdução

No período das águas, as forrageiras atingem o máximo de disponibilidade e valor nutritivo, o que permite razoável atendimento das demandas nutricionais dos bovinos.

Todavia, Hunter (1991) apresentou como valor crítico para síntese microbiana o teor de 10% de PB na MS da forragem e descreveu que, possivelmente por deficiência de aminoácidos, de amônia e de energia para a microbiota, ocorrem restrições na massa de proteína microbiana que chega ao

intestino. Assim, mesmo melhorando o pasto com técnicas de manejo para qualidade e quantidade, dificilmente as forragens tropicais atingem este teor de PB, mesmo no período das águas.

Minson (1990) relatou que, embora os níveis de proteína sejam altos nos estágios iniciais de crescimento das gramíneas tropicais, há considerável variação na fração efetivamente degradada. Em condições brasileiras, as gramíneas tropicais sob pastejo apresentam na época das águas 40% do total de proteína na forma de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) (Paulino et al., 2002), o que pode comprometer a utilização da energia latente, pois, sob condições de carência de compostos nitrogenados na dieta, parte dos substratos energéticos deixa de ser efetivamente utilizada por deficiência dos sistemas enzimáticos microbianos (Paulino et al., 2001). Nesse sentido, uma dieta composta apenas de pasto e mistura mineral proporciona ganhos de peso aquém do necessário para otimização produtiva dos sistemas extensivos. Assim, torna-se necessário o fornecimento de suplementos protéicos que supram as deficiências de nutrientes basais da forragem aos animais.

Os farelos de soja, algodão, trigo, arroz e glúten de milho, entre outros, são muito utilizados na suplementação de dietas à base de gramíneas tropicais. No entanto, as características de degradação ruminal desses alimentos podem ter efeitos diversos no metabolismo do animal. Embora a proteína de baixa degradação possibilite maiores ganhos para bovinos em pastejo por propiciar glicose e aminoácidos prontamente disponíveis no intestino delgado, Clark et al. (1992) comentaram que alimentos com esta característica podem reduzir a síntese microbiana, em virtude da baixa disponibilidade de amônia, aminoácidos e peptídeos para os microrganismos, além de poderem causar deficiência de aminoácidos limitantes e interações desconhecidas na mobilização ou na utilização de nutrientes das reservas corporais.

Assim, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes fontes de proteína em suplementos múltiplos para novilhos de corte em pastejo durante o período das águas sobre o consumo voluntário, a digestibilidade total e parcial de nutrientes, a concentração de nitrogênio amoniacal ruminal e a eficiência de síntese de proteína microbiana no rúmen.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de 10 de dezembro de 2003 a 4 de fevereiro de 2004, período das águas, no setor de Bovinocultura de Corte do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

Foram utilizados cinco novilhos $\frac{1}{2}$ Holandês \times Zebu, não-castrados, com peso vivo médio inicial de 300 kg, fistulados no esôfago e no rúmen.

Como tratamentos, avaliaram-se os seguintes suplementos (Tabela 1): FS - farelo de soja e mistura mineral; FA38 - farelo de algodão (38% de proteína bruta, PB) e mistura mineral; GM - farelo de glúten de milho (60% PB) e mistura mineral; FTU - farelo de trigo, uréia e mistura mineral; e MM - exclusivamente mistura mineral (tratamento controle).

A quantidade diária de suplemento fornecida aos novilhos foi fixada visando oferecer aproximadamente 180 g de PB/dia. Nesse sentido, foram fornecidos 0,450; 0,550; 0,350 e 0,450 kg/dia, respectivamente, dos suplementos com farelo de soja, farelo de algodão, farelo de glúten de milho e farelo de trigo. Os animais tiveram acesso irrestrito à água e mistura mineral durante todo o experimento.

A área experimental destinada aos animais fistulados foi constituída de cinco piquetes de *B. decumbens*, cada um com 0,3 ha de área. Cada piquete possuía bebedouro e cocho coberto para distribuição do suplemento.

No período pré-experimental, todos os animais foram tratados contra ecto e endoparasitas. Durante o período

Tabela 1 - Composição dos suplementos com base na matéria natural

Ingrediente	Suplemento				
	Mistura mineral	Farelo de soja	Farelo de algodão	Farelo de glúten de milho	Farelo de trigo + uréia
Mistura mineral ¹	100,0	11,0	10,0	14,0	10,0
Uréia/SA (9:1) ²	-	-	-	-	10,0
Farelo de soja	-	89,0	-	-	-
Farelo algodão 38% PB	-	-	90,0	-	-
Farelo de glúten de milho 60% PB	-	-	-	86,0	-
Farelo de trigo	-	-	-	-	80,0

¹ Composição: cloreto de sódio - 49%; fosfato bicálcico - 49%; sulfato de zinco - 1,50%; sulfato de cobre - 0,40%; sulfato de cobalto - 0,05%; iodato de potássio - 0,05%.

² Uréia/sulfato de amônio (9:1).

experimental, realizaram-se, quando justificados, combates contra infestação de carrapatos e moscas-do-chifre.

Empregou-se o delineamento em quadrado latino incompleto (5 × 5) com cinco tratamentos, cinco animais e quatro períodos experimentais. O experimento constou de 4 períodos experimentais com 14 dias de duração, totalizando 56 dias de avaliação.

No 5º dia de cada período experimental, foi feita coleta de extrusa esofágica para avaliação da composição do pasto ingerido pelo animal (Tabela 2). Às 18 h do dia anterior, os animais foram recolhidos ao curral de contenção e mantidos em jejum prévio por aproximadamente 14 horas. As coletas foram realizadas no período da manhã (8 h) utilizando-se bolsas coletoras de fundo telado acopladas abaixo da fístula esofágica. Os animais foram mantidos em pastejo durante 40 a 50 minutos em seus respectivos piquetes e, em seguida, foram recolhidos para retirada das bolsas e reconduzidos imediatamente aos seus piquetes. As amostras foram secas em estufas de ventilação forçada a 60°C, trituradas em moinho de facas (com peneira com crivos de 1 mm), as quais foram armazenadas em frascos de polietileno e guardadas em gavetas limpas e secas, a temperatura ambiente, para posteriores análises.

Os oito primeiros dias de cada período experimental foram utilizados para adaptação dos animais ao suplemento oferecido. As estimativas da excreção fecal e do fluxo omasal foram feitas a partir do 3º dia experimental. Para isso, foram introduzidos diariamente, via fístula ruminal, 10 g de óxido crômico acondicionado em cartuchos de papel durante dez dias, sempre às 11 h.

No 9º dia (às 8 h), no 11º dia (às 12 h) e no 13º dia (às 16 h), foram coletadas amostras de aproximadamente 300 g de fezes, diretamente do reto, e de aproximadamente 600 mL de digesta omasal, segundo técnica descrita por Leão et al. (2004). As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada a 60°C e trituradas em moinho de facas (peneira com crivos de 1 mm). Uma amostra composta relativa a cada animal e período foi preparada com base no peso seco ao ar, nos três horários de coleta, tanto para as amostras de fezes quanto para a digesta omasal, as quais foram armazenadas em frascos de polietileno e guardadas em gavetas limpas e secas, a temperatura ambiente, para posteriores análises.

Coletas de líquido ruminal foram realizadas no 14º dia de cada período experimental, 4 horas após o fornecimento dos suplementos, para a leitura do pH, realizada imediatamente após a coleta utilizando-se potenciômetro digital. Nestas amostras foi avaliada a concentração de nitrogênio amoniacal ruminal (NAR) utilizando-se alíquota de 50 mL de

líquido, fixada com 1 mL de H₂SO₄ (1:1), acondicionada em pote plástico com tampa e congelada a -20°C.

Ainda no 14º dia do período experimental, foram feitas coletas *spot* de urina, obtidas durante micção espontânea dos animais, e de sangue, realizadas aproximadamente 4 horas após o fornecimento do suplemento. As amostras de sangue foram obtidas ao final do período de coleta de urina, por punção da veia coccígena, utilizando-se tubos de ensaio contendo heparina como anticoagulante. As amostras de urina foram filtradas em papel-filtro acrescentando-se 40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N) a 10 mL da amostra, conforme padronização de Valadares et al. (1999). As amostras de sangue foram centrifugadas e aproximadamente 2 mL de plasma foram armazenadas para posterior avaliação dos teores de uréia.

As amostras de fezes e digesta omasal foram analisadas quanto ao teor de cromo, em espectrofotômetro de absorção atômica (Williams et al., 1962).

Para estimativa da produção fecal e do fluxo de matéria seca omasal, utilizaram-se a relação entre a dose diária do indicador e sua concentração nas amostras.

O consumo foi quantificado utilizando-se fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), quantificada nas amostras de suplementos, extrusa, fezes e digesta omasal por meio de procedimentos *in situ* por 144 horas (Cochran et al., 1986). As estimativas do consumo voluntário foram obtidas pela relação entre a excreção fecal e a indigestibilidade, utilizando-se como indicador interno a FDAi, conforme descrito anteriormente, empregando-se equação proposta por Detmann et al. (2001):

$$\text{CMS (kg/dia)} = \{[(\text{EF} \times \text{CIF}) - \text{IS}]/\text{CIFO}\} + \text{CMSS}$$

em que: CMS = consumo de MS (kg/dia); EF = excreção fecal (kg/dia); CIF = concentração do indicador nas fezes (kg/kg); IS = indicador presente no suplemento (kg/dia); CIFO = concentração do indicador na forragem (kg/kg); e CMSS = consumo de MS de suplemento (kg/dia).

O teor de matéria seca das amostras foi determinado em estufa a 105°C por uma noite (8 horas). As concentrações de PB, extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e lignina (LIG) foram determinadas conforme técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002) e as de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo Van Soest & Robertson (1985).

Os teores de nitrogênio não-protéico (NNP), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram determinados conforme descrição de Licitra et al. (1996). Os teores de proteína degradável no rúmen (PDR) dos suplementos foram estimados segundo dados descritos por Valadares Filho et al.

(2002), assumindo-se $0,05 \text{ h}^{-1}$ como estimativa para a taxa de passagem ruminal.

Os carboidratos totais (CT) foram calculados de acordo com Sniffen et al. (1992), pela fórmula: $\text{CT} (\% \text{MS}) = 100 - [\text{PB} (\% \text{MS}) + \text{EE} (\% \text{MS}) + \text{MM} (\% \text{MS})]$.

Os carboidratos não-fibrosos (CNF) dos suplementos e das amostras de extrusa foram estimados de acordo com Hall & Akinyode (2000) utilizando-se a fórmula: $\text{CNF} = 100 - [(\% \text{PB total} - \% \text{PB uréia} + \% \text{uréia}) + (\% \text{FDN livre de cinzas e proteína} - \text{FDNcp}) + \% \text{EE} + \% \text{MM}]$.

Os valores dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados pela fórmula: $\text{NDT} = \text{PBD} + 2,25 \times \text{AGD} + \text{FDNpD} + \text{CNFD} - 7$, em que o valor 7 é o valor fecal metabólico (Weiss et al., 1992, citados pelo NRC, 2001).

Calculou-se a fibra em detergente neutro potencialmente digestível como: $\text{FDNpD} (\% \text{MS}) = \text{FDN} (\% \text{MS}) - \text{FDNindigestível} (\% \text{MS})$ (Adaptado de Paulino et al., 2006).

A quantificação dos teores de nitrogênio amoniacal ruminal (NAR) foi realizada pelo sistema micro-Kjeldahl, sem digestão ácida e utilizando-se como base para destilação o hidróxido de potássio (2N), após centrifugação prévia da amostra a $1.000 \times \text{g}$ por 15 minutos.

As amostras de urina foram analisadas quanto aos teores de creatinina e uréia, empregando-se *kits* comerciais. Calculou-se o volume urinário diário pela relação entre a excreção diária de creatinina adotando-se como referência o valor de $27,36 \text{ mg/kg PV}$ (Rennó et al., 2000) e sua concentração nas amostras *spot*. Dessa forma, assumiu-se a excreção urinária diária de uréia como o produto entre sua concentração nas amostras *spot* e o valor estimado de volume urinário, com estimativas expressas em g de nitrogênio oriundo da uréia, empregando-se o fator multiplicativo de 0,466.

As análises de alantoína e ácido úrico na urina foram feitas pelo método colorimétrico, conforme descrito por Fujihara et al. (1987), citados por Chen & Gomes (1992).

A excreção total de derivados de purinas foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretados na urina, expressas em mmol/dia. As purinas absorvidas (Y, mmol/dia) foram calculadas por meio da excreção de derivados de purinas (X, mmol/dia) utilizando-se a equação $Y = (X - 0,385 \text{ PV}^{0,75})/0,85$, em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas e $0,385 \text{ PV}^{0,75}$, a contribuição endógena para a excreção de purinas (Verbic et al., 1990).

A síntese ruminal de compostos nitrogenados microbianos (Y, g Nmic/dia) foi calculada em relação às purinas absorvidas (X, mmol/dia), utilizando-se uma modificação da equação descrita por Chen & Gomes (1992), com exceção da relação N purinas:N total das bactérias (de 0,134), conforme relatado por Valadares et al. (1999): $Y = 70X/0,83 \times 0,134 \times 1000$, em que 70 é o conteúdo de nitrogênio de purinas (mgN/mol); 0,134, a relação N purinas:N total nas bactérias; e 0,83, a digestibilidade das purinas bacterianas.

A eficiência microbiana foi expressa por meio das unidades: g nitrogênio microbiano/kg de matéria orgânica degradada no rúmen (g Nmic/kg MODR), g nitrogênio microbiano/kg de carboidratos degradados no rúmen (g Nmic/kg CTDR), g MS microbiana/kg CTDR (g MSmic/kg CTDR) e g PB microbiana/100g NDT ingerido (g PBmic/100 g NDT).

A cada período experimental, sorteava-se, completamente ao acaso, um animal para cada tratamento.

Nas análises estatísticas, utilizou-se o PROC GLM (Procedure General Linear Models) do SAS (1990). As

Tabela 2 - Composição e degradabilidade dos nutrientes dos suplementos e do capim-braquiária

Item	Suplemento				Extrusa ⁵
	Farelo de soja	Farelo de algodão	Farelo de glúten de milho	Farelo de trigo + uréia	
Matéria seca (%)	87,58	94,20	91,32	87,61	12,23
Matéria orgânica ¹	94,34	94,23	98,50	95,24	88,30
Proteína bruta (PB) ¹	45,73	41,24	56,05	41,57	9,51
Nitrogênio não-protéico ^{1,2}	20,87	3,22	21,13	53,26	47,66
NIDN ^{1,2}	4,53	14,40	10,01	15,30	43,06
NIDA ^{1,2}	1,16	3,75	4,53	3,76	25,13
Digestibilidade da PB ^{3,4}	65,7	64,8	8,83	98,60	-
Extrato etéreo ¹	1,52	3,46	1,46	2,06	1,94
Carboidratos totais ¹	47,09	49,54	40,99	51,62	76,86
Fibra em detergente neutro ¹	8,54	31,26	12,78	34,86	71,20
FDNcp ¹	6,39	24,89	6,37	32,23	64,36
Carboidratos não-fibrosos ¹	40,70	24,65	34,61	37,38	12,50
Fibra em detergente ácido ¹	7,93	17,71	9,00	12,06	40,46
Lignina ¹	1,68	4,37	3,60	3,80	5,90

NIDN - nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA - nitrogênio insolúvel em detergente ácido; FDNcp - fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas.

¹ % MS; ² % do nitrogênio total, ³ coeficientes descritos por Valadares Filho et al. (2002); ⁴ % da PB; ⁵ amostra extrusa esofágica.

comparações entre suplementos foram realizadas pelo teste de Duncan considerando o nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Não houve efeito ($P>0,05$) dos suplementos sobre os consumos de matéria seca (6,58 kg/dia), matéria seca do pasto (6,25 kg/dia), matéria orgânica (5,82 kg/dia), matéria orgânica do pasto (5,52 kg/dia), carboidratos totais (4,97 kg/dia), fibra em detergente neutro (4,54 kg/dia) e fibra em detergente neutro potencialmente digestível (2,50 kg/dia) (Tabela 3). Também não foi observada influência ($P>0,05$) dos suplementos sobre os consumos de matéria seca, matéria seca do pasto e fibra em detergente neutro, cujos valores médios foram de 19,73; 18,72; e 13,62 g/kg PV, respectivamente.

Neste trabalho, o suplemento com farelo de trigo, aquele com maior teor de carboidratos não-fibrosos (54,76% com base na MS), não teve efeito substitutivo no consumo de forragem, possivelmente por ter sido fornecido em dose catalítica (suplemento de baixo consumo com função de dinamizar e melhorar o aproveitamento da forragem via fermentação microbiana), não comprometendo o comportamento de pastejo e o pH do líquido ruminal dos animais. Quando receberam suplemento, os animais consumiram maior ($P<0,05$) quantidade de carboidratos não-fibrosos, o que possibilitou melhor sincronização ruminal da degradação de proteína e da matéria orgânica no rúmen, uma vez que

a forragem consumida continha 47,66% de nitrogênio não-protéico (rapidamente degradável).

A ausência de efeito dos suplementos sobre o consumo de MS do pasto está de acordo com relatos de Vanzant et al. (1990) de que o fornecimento de suplementos em quantidade equivalente a 0,35% do PV para bovinos de corte em pastejo na época das águas não afeta negativamente a utilização da forragem pelos animais.

Respostas sobre a influência da proteína suplementar sobre o consumo são normalmente inconsistentes quando o conteúdo de nitrogênio na forragem excede 8-10 g/kg MS (Hess et al., 1994), portanto, a proteína bruta não é tão fortemente relacionada ao consumo em níveis superiores a 70 g PB/kg MS (Van Soest, 1994). Neste trabalho foi verificado teor de 9,51% de PB na forragem selecionada pelos animais, o que pode justificar a falta de resposta da suplementação protéica sobre o consumo de matéria seca.

O consumo de PB quando os animais que não receberam suplementos protéicos foi menor que o observado quando os animais recebiam suplementação. Os consumos de matéria seca e matéria orgânica observados durante o fornecimento do suplemento com farelo de algodão foram numericamente superiores aos obtidos com os outros suplementos, provável razão para os animais que receberam esse suplemento terem consumido maior quantidade de proteína bruta ($P<0,05$). Não foi observada diferença significativa no consumo de nutrientes digestíveis totais entre os suplementos, que foi em média 4,13 kg/dia. Esse

Tabela 3 - Consumos de nutrientes dos suplementos

Item	Suplemento ¹					Média	CV (%)
	Mistura mineral	Farelo de soja	Farelo de algodão	Farelo de glúten de milho	Farelo de trigo + uréia		
	kg/dia						
Matéria seca	6,46	6,58	6,98	6,86	6,19	6,58	8,3
Matéria seca do pasto	6,39	6,23	6,50	6,54	5,77	6,23	7,0
Matéria orgânica	5,64	5,82	6,15	6,09	5,50	5,82	6,6
Matéria orgânica do pasto	5,64	5,52	5,74	5,78	5,09	5,52	10,6
Proteína bruta	0,65c	0,78b	0,86a	0,84ab	0,76b	-	5,6
Extrato etéreo	0,17	0,17	0,19	0,17	0,16	0,17	6,7
Carboidratos totais	4,92	4,97	5,25	5,18	4,67	4,97	6,8
Fibra em detergente neutro	4,57	4,54	4,80	4,72	4,27	4,54	6,6
FDNpd	2,52	2,36	2,64	2,59	2,38	2,50	6,4
Carboidratos não-fibrosos	0,80b	0,90a	0,94a	0,93a	0,89a	-	5,6
Nutrientes digestíveis totais	3,96	4,13	4,43	4,32	4,00	4,13	12,8
	g/kg PV						
Matéria seca	19,52	19,73	21,17	20,59	18,86	19,73	8,4
Matéria seca do pasto	19,31	18,72	19,71	19,63	17,58	18,72	8,4
Matéria orgânica do pasto	17,03	15,40	17,41	17,40	15,55	16,56	7,1
Fibra em detergente neutro	13,80	13,62	14,56	14,17	13,02	13,62	6,9

FDNpd - fibra em detergente neutro potencialmente digestível.

¹Médias na linha seguidas de letras diferentes diferem ($P<0,05$) pelo teste Duncan.

resultado reflete a ausência de efeito ($>0,05$) nos consumos de matéria seca e matéria seca do pasto, provavelmente pelo fato de o suplemento ter sido fornecido em baixa quantidade.

Os altos níveis, tanto de uréia (10,0%) quanto de sal mineral (10%) utilizados no suplemento com farelo de trigo como controladores de consumo, permitiram que os animais atingissem o consumo desejado – o consumo desse suplemento era lento e se estendeu durante o dia. Köster et al. (2002) concluíram que, quando é fornecida proteína degradável no rúmen (PDR) suficiente para aumentar o consumo de matéria orgânica digestível, a uréia pode substituir parte da proteína sem afetar negativamente a palatabilidade do suplemento, o consumo de matéria seca e a digestão. Esses autores concluíram ainda que a dieta basal e/ou as condições de manejo podem alterar o nível ótimo de inclusão, sobretudo de suplemento.

A suplementação protéica não influenciou ($P>0,05$) as digestibilidades totais e parciais (Tabela 4) dos nutrientes. A digestibilidade total dos carboidratos não-fibrosos aumentou numericamente com a suplementação protéica e apresentou médias gerais de 72,34; 79,16; 79,58; 73,01 e 77,68%, respectivamente, quando fornecidos os suplementos

mistura mineral, farelo de soja, farelo de algodão, farelo de glúten de milho e farelo de trigo + uréia. Houve, porém, decréscimo numérico ($P>0,05$) na digestibilidade ruminal de carboidratos não-fibrosos quando fornecido suplemento. Esse comportamento constitui, possivelmente, reflexo do observado para a ingestão de carboidratos não-fibrosos (Tabela 3), uma vez que houve relação inversa entre consumo e digestibilidade. Considerando os valores numericamente superiores ($P>0,05$) da digestibilidade intestinal nos animais que receberam suplemento, este comportamento parece ser favorável, uma vez que a eficiência de utilização energética desses compostos aumenta com o deslocamento do local de digestão para o intestino (Detmann et al., 2005).

As digestibilidades totais de fibra em detergente neutro e matéria seca foram diferentes das encontradas por Villela (2004), que observou menor digestibilidade para os animais que receberam concentrado à base de farelo de algodão (38% PB). Diferiram dos resultados encontrados por Guthrie & Wagner (1988), que, ao estudarem o efeito da suplementação com farelo de soja em níveis crescentes (0, 121, 241, 362 e 603 g/dia) para novilhas recebendo forragem de baixa qualidade (5% PB) durante o verão, verificaram efeito linear

Tabela 4 - Digestibilidade total, ruminal e intestinal dos nutrientes

Item	Suplemento ¹					Média	CV (%)
	Mistura mineral	Farelo de soja	Farelo de algodão	Farelo de glúten de milho	Farelo de trigo + uréia		
Digestibilidade total (%)							
Matéria seca	58,18	57,43	58,76	58,66	59,56	58,52	2,3
Matéria orgânica	59,10	59,01	59,95	59,81	60,74	59,72	2,2
Proteína bruta	57,94	64,58	64,12	64,18	64,98	63,16	4,6
Extrato etéreo	43,96	38,05	42,23	41,09	39,65	41,00	20,2
Fibra em detergente neutro	62,35	59,28	61,31	61,84	62,53	61,46	2,3
FDNpd	83,87	83,98	84,42	85,75	83,02	84,21	5,0
Carboidratos não-fibrosos	72,34	79,16	79,58	73,01	77,68	76,35	10,7
Digestibilidade ruminal (%)							
Matéria seca ²	50,97	47,47	54,20	59,11	43,86	51,12	27,5
Matéria orgânica ²	59,48	58,94	60,91	64,55	53,94	59,56	17,2
Proteína bruta ³	1,64	12,60	15,40	13,53	5,88	9,81	136,8
Extrato etéreo ³	-9,02	-2,66	-3,95	-8,92	-19,33	8,78	130,9
Fibra em detergente neutro ²	77,23	73,72	82,72	85,40	73,67	78,55	10,4
FDNpd ²	97,57	91,15	97,06	88,09	86,23	92,02	11,85
Carboidratos não-fibrosos ²	77,31	64,97	68,55	70,89	57,67	67,88	21,8
Digestibilidade intestinal (%)							
Matéria seca ²	49,03	52,53	45,80	40,89	56,14	48,88	28,8
Matéria orgânica ²	40,52	41,49	39,09	35,45	46,06	40,52	34,2
Proteína bruta ³	56,89	59,27	56,85	58,28	62,43	58,74	10,7
Extrato etéreo ³	47,93	39,12	43,22	44,54	49,01	44,76	14,7
Fibra em detergente neutro ²	30,58	33,65	26,71	20,26	35,23	21,45	33,6
FDNpd ²	2,43	8,85	2,94	11,91	13,77	7,98	136,62
Carboidratos não-fibrosos ²	22,69	35,03	31,45	29,11	42,33	32,12	46,1

FDNpd – fibra em detergente neutro potencialmente digestível.

¹ Médias na linha seguidas por letras diferentes diferem ($P<0,05$) pelo teste Duncan.

² % do total digerido; ³ % do total que chegou ao local de digestão.

na digestibilidade de matéria seca e efeito quadrático para a digestibilidade de matéria orgânica e proteína bruta com o aumento do nível protéico nos suplementos. Silva & Ørskov (1988) observaram que, quando houve aumento na digestibilidade da forragem basal com o fornecimento de suplementos em doses catalíticas, os níveis de NH_3 no rúmen encontravam-se abaixo do nível crítico e o suplemento aparentemente aumentou a concentração de NH_3 no líquido ruminal. Esse princípio pode explicar a ausência de efeito da suplementação na digestibilidade de matéria seca e fibra em detergente neutro, uma vez que todos os suplementos proporcionaram concentração de NH_3 ruminal superior a 5 mg/dL de líquido ruminal, sugerida por Satter & Slyter (1974) para suportar a atividade celulolítica.

Não foram observados efeitos significativos dos suplementos sobre a digestibilidade total e intestinal da proteína bruta, no entanto, houve efeito numérico sobre a digestibilidade ruminal da proteína bruta, que aumentou com o fornecimento dos suplementos. Similarmente aos resultados deste estudo, Zervoudakis (2003), em pesquisa com milho e farelo de soja ou glúten de milho, não observou alterações nas digestibilidades totais ou parciais dos nutrientes, com exceção da digestibilidade da proteína bruta, que aumentou numericamente com a suplementação. Bohnert et al. (2002) também não encontraram diferença ($P>0,05$) decorrente da suplementação protéica ou da degradabilidade da proteína para digestibilidade total e ruminal de matéria seca e fibra em detergente neutro. Porcionato et al. (2004) relataram que a ausência de efeito da suplementação protéica na digestibilidade ruminal de matéria seca contraria o paradigma da nutrição de ruminantes, pelo qual aumento de PDR elevaria o crescimento microbiano acelerando a degradação da fibra e dos demais componentes da forragem e, conseqüentemente, a taxa de passagem e a ingestão voluntária de MS.

Os valores positivos observados para a digestibilidade ruminal da proteína bruta verificados neste trabalho são indicativos da não-deficiência quantitativa de compostos nitrogenados na dieta basal. De forma contrária, estimativas

negativas da digestibilidade ruminal da PB são encontradas em situações em que o fluxo de nitrogênio abomasal é superior ao total de nitrogênio ingerido, quando a reciclagem ruminal apresenta alta representatividade proporcional sobre o consumo de nitrogênio total (Titgemeyer, 1997). Assim, pressupõe-se que a suplementação protéica, mesmo na época das águas, quando a forragem apresenta melhores índices nutricionais, seja necessária para melhorar a eficiência de utilização dos nutrientes disponíveis no ambiente ruminal por meio do sincronismo entre a disponibilidade de energia e proteína aos microrganismos, objetivando melhor aproveitamento dos metabólitos energéticos. A esse respeito, Detmann et al. (2005) destacaram que a mudança de estação seca para a chuvosa altera o enfoque dado à deficiência protéica, transformando-a de dietética para metabólica.

Os resultados obtidos para as digestibilidades dos nutrientes encontrados neste estudo sugerem que o fornecimento de suplementos de baixo consumo com PNDR para animais em pastejo não compromete o consumo e a digestibilidade dos nutrientes.

Os suplementos fornecidos não tiveram efeito ($P>0,05$) nas digestibilidades intestinais de MS, MO e PB, resultado contrário ao relatado por Bohnert et al. (2002) de que médias de digestibilidade intestinal da MO foram maiores em animais sob suplementação e não observaram diferenças na degradabilidade da proteína fornecida.

Os valores de pH ruminal (Tabela 5) 4 horas após o fornecimento dos suplementos também não foram influenciados pela suplementação ($P>0,05$) e apresentaram valor médio de 6,48. Os resultados deste trabalho indicam que o fornecimento de suplemento protéico de baixo consumo não compromete o pH ruminal, mesmo que as fontes protéicas utilizadas tenham degradabilidade ruminal diferente. Resultados diferentes poderiam ter sido verificados caso os suplementos fossem formulados à base de ingredientes energéticos.

Ørskov & Tyler (1990) relataram que os substratos disponíveis para a fermentação, juntamente com o pH ruminal são os principais fatores determinantes da sobrevivência

Tabela 5 - Médias e coeficientes de variação (CV) para pH e NAR obtidos com os suplementos

Item	Suplemento					Média	CV (%)
	Mistura mineral	Farelo de soja	Farelo de algodão	Farelo de glúten de milho	Farelo de trigo + uréia		
pH	6,65	6,34	6,49	6,55	6,38	6,48	2,0
	mg de N- NH_3 /dL						
NAR	8,2	11,9	9,3	9,1	13,3	10,4	35,7

¹ Médias na linha, seguidas por letras diferentes diferem ($P<0,05$) pelo teste Duncan.

dos microrganismos no ecossistema ruminal e destacaram a redução do pH como a principal causa isolada dos efeitos associativos negativos de diversos componentes da dieta sobre a digestibilidade da fibra. De acordo com Strobel & Russell (1986) e Hoover (1986), a eficiência da síntese microbiana pode diminuir significativamente com valores de pH inferiores a 6,0, abaixo do qual se iniciariam os efeitos deletérios sobre a microbiota celulolítica ruminal. Ørskov (1982) afirmou que o crescimento das bactérias celulolíticas é retardado quando o pH é reduzido a níveis inferiores a 6,2.

Neste estudo, o menor valor de pH foi obtido nos animais que receberam o suplemento farelo de soja, em média 6,34 e superior ao mínimo necessário de 6,2 para eficiente crescimento das bactérias celulolíticas ruminais.

O fornecimento de suplemento múltiplo de autocontrole de consumo (farelo de trigo + uréia) foi efetivo em propiciar concentração de amônia numericamente superior (13,3 mg/dL), equivalendo a um adicional de 38,3% em relação ao tratamento testemunha (8,2 mg/dL), o que indica maior quantidade de nitrogênio no sistema, justificada pela alta concentração de uréia (10% da MS suplemento), uma fonte de nitrogênio solúvel.

Do mesmo modo, o suplemento farelo de soja aumentou numericamente o nível de NAR, que foi superior ao obtido com os suplementos mistura mineral, farelo de algodão e farelo de glúten de milho. Aparentemente, a degradabilidade é mais importante que a quantidade de suplemento para determinar aumento da concentração de NAR.

Resultado semelhante foi relatado por Bohnert et al. (2002), que observaram maior concentração de NAR em animais sob suplementação com proteína e que os suplementos com PDR proporcionaram valores 100% superiores aos obtidos com suplementos com PNDR. O contrário foi observado neste trabalho para o pH, pois os maiores valores foram obtidos com as fontes de PNDR em comparação a PDR.

Garantir adequada concentração de N-NH₃ no rúmen para suprir a maioria do requerimento de nitrogênio para crescimento microbiano é a primeira prioridade para melhorar a digestão fermentativa da forragem. As concentrações de amônia ruminal observadas neste estudo para todos os suplementos foram superiores a 5 mg/dL de líquido ruminal, sugeridos por Satter & Slyter (1974) para suportar a atividade celulolítica. Entretanto, Leng (1990) considerou que concentrações mínimas de 10 mg/dL de amônia no líquido ruminal são necessárias para adequada fermentação ruminal da fibra. A vantagem numérica da maior concentração de amônia no líquido ruminal observada neste estudo com o fornecimento do suplemento farelo de trigo + uréia confirma

os resultados obtidos por Köster et al. (1996). Leng (1990) também relatou que o nível mínimo de N-NH₃ para ótimo consumo de forragem com baixos teores de nitrogênio e baixo potencial de digestibilidade (pastagens tropicais) é 20,0 mg de NAR/dL. Neste estudo, para todos os suplementos, os valores de NAR foram inferiores aos 20,0 mg de NAR/dL, o que provavelmente impossibilitou que os animais melhorassem o consumo de matéria seca.

No rúmen as bactérias necessitam de nitrogênio, energia, minerais, vitaminas e outros nutrientes para crescer. Contudo, nitrogênio e energia são exigidos em quantidades maiores e têm maior influência no crescimento bacteriano.

Não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) dos suplementos sobre as excreções urinárias de purinas totais, as purinas microbianas absorvidas, os fluxos de compostos nitrogenados microbianos e matéria seca microbiana (Tabela 6). Apesar da semelhança entre os suplementos ($P>0,05$) quanto à estimativa da produção de nitrogênio microbiano e de eficiência de síntese microbiana expressa na forma de g PBmic/100g de NDT, a qual apresentou média de 9,96g de PBmic/100g de NDT, esses valores foram numericamente superiores às médias obtidas com mistura mineral (controle).

A síntese microbiana tende a aumentar quando se fornecem adequadas quantidades de proteína degradável no rúmen e de carboidratos não-estruturais, presentes de forma significativa no pasto tenro consumido pelos animais.

Em razão da elevada dependência do ruminante pelos aminoácidos de origem microbiana (Russel et al., 1992), esse baixo aproveitamento em relação à mistura mineral pode levar a ineficiências no aproveitamento dos metabólitos energéticos, o que parece ser reflexo de uma combinação de fatores.

Quando submetidos à suplementação, os animais apresentaram, em média, 26,8% mais Nmic em comparação ao período em que receberam apenas mistura mineral (65,38 × 47,87 g/dia). Quando fornecido o suplemento com farelo de glúten de milho com 60% PB (GM), a produção de Nmic foi 29,6% maior que a observada com o fornecimento de mistura mineral (68,03 × 47,87 g/dia).

A disponibilidade de energia para o crescimento microbiano está diretamente relacionada à composição da dieta e à sua taxa de fermentação ruminal, pois depende da quantidade e do sincronismo na fermentação de carboidratos presentes no rúmen. Quando grande quantidade de energia é degradada, ultrapassando a velocidade de degradação da proteína, o crescimento microbiano e a eficiência digestiva diminuem, situação caracterizada pela fermentação incompleta, na qual os microrganismos, deficientes em nitrogênio,

Tabela 6 - Excreção urinária de purinas totais, purinas microbianas absorvidas, fluxos de compostos nitrogenados microbianos, matéria seca microbiana e eficiência microbiana obtidas para os tratamentos

Item	Suplemento ¹					Média	CV (%)
	Mistura mineral	Farelo de soja	Farelo de algodão	Farelo de glúten de milho	Farelo de trigo + uréia		
Purinas totais (mmol/dia)	94,68	114,60	121,57	120,68	114,90	113,28	6,8
Purinas microbianas absorvidas (mmol/dia)	76,05	102,07	106,28	108,10	99,09	98,32	11,4
Nmic (g/dia)	47,87	64,24	66,89	68,03	62,37	61,88	11,4
MSmic (g/dia)	598,31	755,38	836,14	850,40	779,59	763,96	10,7
Eficiência microbiana							
g Nmic/kg MODR	25,18	34,27	29,92	27,38	40,13	31,37	29,0
g Nmic/kg CTDR	23,29	34,55	28,68	23,94	37,33	29,56	19,9
g PBmic/100 g NDT	7,66	10,14	10,30	11,06	10,63	9,96	24,9

¹ Médias na linha, seguidas por letras diferentes, são diferentes (P<0,05) pelo teste Duncan.

Tabela 7 - Compostos nitrogenados ingeridos e excretados, nitrogênio microbiano, balanço de nitrogênio e nitrogênio uréico no plasma de bovinos sob suplementação protéica

Item	Suplemento					Média	CV (%)
	Mistura mineral	Farelo de soja	Farelo de algodão	Farelo de glúten de milho	Farelo de trigo + uréia		
Compostos nitrogenados ingeridos (g/dia)	104,43c	126,46ab	137,94a	134,88ab	121,57b	-	5,6
Nitrogênio nas fezes (g/dia)	43,12	44,21	48,77	47,75	42,21	45,21	9,2
Nitrogênio na urina (g/dia)	48,05	71,91	63,75	63,33	68,68	63,14	20,3
Nitrogênio excretado na urina (% do ingerido)	47,72	57,96	50,29	47,29	59,51	52,55	21,4
Nitrogênio microbiano (% do nitrogênio total)	46,86	49,48	52,99	53,96	53,89	51,44	18,0
Balanço de nitrogênio (g/dia)	13,26	18,57	42,85	25,54	25,18	25,08	115,5
Balanço de nitrogênio (% do ingerido)	11,07	15,00	25,89	17,95	18,39	17,66	119,2
Nitrogênio uréico no plasma (mg/dL)	10,53	14,76	13,13	10,50	14,98	12,78	27,0

¹ Médias na linha, seguidas por letras diferentes, são diferentes (P<0,05) pelo teste Duncan.

desviam ATP para acúmulo de carboidrato, e não para a síntese de proteína microbiana (Nocek & Russell, 1988). Assim, não foi observado efeito (P>0,05) dos suplementos sobre a eficiência microbiana, todavia, a mistura mineral proporcionou médias numericamente inferiores, em g Nmic/kg MODR, g Nmic/kg CHODR e g PBmic/100g NDT.

De forma similar, Zervoudakis (2003) avaliou suplementos de autocontrole para recria de novilhos nas águas e não encontrou diferenças na eficiência microbiana, cujo valor médio foi de 11,74 g PBmic/100g NDT. O valor médio de PBmic/100 g NDT neste estudo foi de 9,96 g para todos os suplementos, inferior ao de 13,0 g PBmic/100 g NDT proposto pelo NRC (2001).

Apesar de não ser verificado efeito (P>0,05) dos suplementos sobre a excreção de nitrogênio na urina (Tabela 7), quando receberam apenas mistura mineral, os animais apresentaram apenas 71,8% do valor médio verificado com o fornecimento de suplemento (66,9 × 48,05 g/dia). Em

revisão sobre metabolismo da uréia em ruminantes, Harmeyer & Martens (1980) relataram que mudanças na dieta, como restrição alimentar e/ou baixo teor protéico, podem alterar a permeabilidade do trato gastrointestinal para uréia e mudar a regulação renal da excreção de uréia. Além disso, esses autores sugeriram que a proporção de nitrogênio uréico produzido pelo fígado que entra no trato gastrointestinal pode variar de 10 a 95% e é negativamente relacionada ao consumo de nitrogênio.

Não houve efeito (P>0,05) dos suplementos para a relação nitrogênio microbiano/nitrogênio total (%), cujo valor médio foi de 51,44%. Da mesma forma, não foi verificado efeito (P>0,05) dos suplementos sobre o balanço de nitrogênio, média de 25,08 g/dia. Também não foi observado efeito dos suplementos sobre o nitrogênio uréico no plasma (NUP), cuja média foi de 12,78 mg/dL. Resultados contrários foram observados por Manella et al. (2003), que verificaram aumento no NUP com a suplementação protéica nesta fase.

Entretanto, ao consumirem o suplemento à base de farelo de trigo mais uréia (FT), os animais apresentaram produção de NUP 29,7% numericamente superior à obtida com mistura mineral ($14,98 \times 10,53$ g/dia).

Nitrogênio uréico no plasma é correlacionado positivamente com o consumo de nitrogênio (Harmeyer & Martens, 1980), informação confirmada neste estudo, no qual, apesar de não terem diferido significativamente, os suplementos com farelo de soja e farelo de trigo (maior proporção de PDR) resultaram em valores de nitrogênio uréico no plasma numericamente superiores aos obtidos com os demais suplementos.

Conclusões

O consumo de proteína bruta foi superior quando os animais receberam o suplemento à base de farelo de algodão com 38% de proteína bruta por proporcionar consumos numericamente maiores de matéria seca e matéria orgânica. Suplementos de baixo consumo com proteína não-degradável no rúmen para animais em pastejo não apresentam maiores coeficientes de digestibilidade ruminal da proteína. Os valores de pH e os níveis de nitrogênio amoniacal do líquido ruminal ($N-NH_3$) não foram afetados pelos suplementos, mas todos os valores se mantiveram em limites favoráveis para a digestão da forragem. As fontes de proteína não tiveram efeito significativo sobre a eficiência microbiana nem sobre as concentrações de nitrogênio uréico no plasma, todavia, os suplementos com proteína de maior degradabilidade ruminal proporcionaram valores numericamente mais elevados.

Literatura Citada

- BOHNERT, D.W.; SCHAUER, C.S.; FALCK, S.J. et al. Influence of rumen protein degradability and supplementation frequency on steers consuming low-quality forage. I. Site of digestion and microbial efficiency. *Journal of Animal Science*, v.80, p.2967-2977, 2002.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives-an overview of the technical details.** Buchsburnd Aberdeen: Rowett Research Institute, 1992. 21p. (Ocasional publication).
- 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.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. *Journal of Animal Science*, v.63, p.1476-1483, 1986.
- COSTA, R.M. **Avaliação de suplementos com proteína degradável e de escape ruminal para recria de bovinos.** Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2001. 47p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2001.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; CECON, P.R. et al. Níveis de proteína em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante o período de transição seca/águas: digestibilidade aparente e parâmetros do metabolismo ruminal e dos compostos nitrogenados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.4, p.1380-1391, 2005.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Cromo e indicadores internos na estimação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.
- GUTHRIE, M.J.; WAGNER, D.G. Influence of protein or grain supplementation and increasing levels of soybean meal on intake, utilization and passage rate of prairie hay in beef steers and heifers. *Journal of Animal Science*, v.66, p.1529-1537, 1988.
- HALL, M.B.; AKINYODE, A. Cottonseed hulls: working with with a novel fiber source. In: ANNUAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 11., 2000, Gainesville. *Proceedings...* Gainesville: 2000. p.179-186.
- HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism in ruminants with reference to the goat. *Journal of Animal Science*, v.63, p.1707-1728, 1980.
- HESS, B.W. Suplementação protéica e energética para vacas de corte a pasto. In: NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 6., 2002, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2002. p.147-153.
- HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *Journal of Dairy Science*, v.69, n.10, p.2755-2766, 1986.
- HUNTER, R.A. Strategic supplementation for survival, reproduction and growth of cattle. In: GRAZING LIVESTOCK NUTRITION CONFERENCE, 2., 1991, Stenboat Springs. *Proceedings...* Stenboat Springs: McCollum III F.T. Oklahoma State University, 1991. p.32-47.
- KÖSTER, H.H.; COCHRAN, R.C.; TITGEMEYER, E.C. et al. Effect of increasing degradable intake protein on intake and digestion of low-quality, tall grass-prairie forage by beef cows. *Journal of Animal Science*, v.74, p.2479-2481, 1996.
- KÖSTER, H.H.; WOODS, B.C.; COCHRAN, R.C. et al. Effects of increasing proportion of supplemental N from urea in prepartum supplements on range beef cow performance and forage intake and digestibility by steers fed low-quality forage. *Journal of Animal Science*, v.80, p.1652-1662, 2002.
- LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; RENNÓ, L.N. 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.670-678, 2004.
- LENG, R.A. Factors affecting the utilization of "poor-quality" forages by ruminants particularly under tropical conditions. *Nutrition Research Review*, v.3, n.3, p.277-303, 1990.
- 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, p.347-358, 1996.
- MANELLA, M.Q.; LOURENÇO, A.J.; LEME, P.R. Recria de bovinos nelore em pastos de *Brachiaria brizantha* com suplementação protéica ou com acesso a banco de proteína de *Leucaena leucocephala*. Características de fermentação ruminal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.4, p.1002-1012, 2003.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition.** New York: Academic Press, 1990. 483p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001. 381p.
- NOCEK, J.E.; RUSSELL, J.B. Protein and energy as an integrated system: Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *Journal of Dairy Science*, v.71, p.2070-2107, 1988.

- NOLAN, J.V. Quantitative models of nitrogen metabolism in sheep. In: MacDONALD, I.W.; WANER, A.C.I. (Eds.). **Digestion and metabolism in the ruminant**. Armidale: University of New England, 1975. p.416-431.
- ØRSKOV, E.R.; TYLER, M. **Energy nutrition in ruminants**. Cambridge: Elsevier Science Publishers, 1990. 146p.
- ØRSKOV, E.R. **Protein nutrition in ruminants**. New York: Cambridge Academic Press, 1982. 162p.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SIMFOR, 2006. p.359-392.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2001, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. p.187-232.
- POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v.73, p.278-290, 1995.
- PORCIONATO, M.A.; BERCHIELLI, T.T.; FRANCO, G.L. Digestibilidade, degradabilidade e concentração amoniacal no rúmen de bovinos alimentados com polpa cítrica peletizada normal ou queimada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.258-266, 2004.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Concentração plasmática de uréia e excreções de uréia e creatinina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1235-1243, 2000.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v.32, p.199-208, 1974.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- SILVA, A.T.; ØRSKOV, E.R. The effect the five different supplements on the degradation of straw in sheep given untreated barley straw. **Animal Feed Science and Technology**, v.19, p.289-298, 1988.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- STROBEL, H.J.; RUSSEL, J.B. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein syntheses by carbohydrate limited cultures of mixed rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.10, p.2947, 1986.
- TITGEMEYER, E.C. Design and interpretation of nutrient digestion studies. **Journal of Animal Science**, v.75, n.7, p.2235-2247, 1997.
- VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F.; ROCHA JR., V.B. et al. **Tabelas de composição de alimentos e exigências nutricionais para bovinos - CQBAL 2.0**. 1.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 297p.
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.11, p.2686-2696, 1999.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, 1985. 202p.
- VANZANT, E.S.; COCHRAN, R.C.; JACQUES, K.A. et al. Influence of level of supplementation and type of grain supplements on intake by beef steers. **Journal of Animal Science**, v.68, p.1457-1468, 1990.
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, n.3, p.243-248, 1990.
- VILLELA, S.D.J. **Fontes de proteína em suplementos múltiplos para bovinos em pastejo**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 116p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; IISMA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, p.381-385, 1962.
- ZERVOUDAKIS, J.T. **Suplementos múltiplos de auto controle de consumo e frequência de suplementação, na recria durante os períodos das águas e transição águas-seca**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 78p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.