

Consumo e digestibilidade de feno de baixa qualidade suplementado com nitrogênio não protéico em bovinos

Giovanni Mateus Mallmann⁽¹⁾, Harold Ospina Patino⁽¹⁾, André Luís Finkler da Silveira⁽¹⁾, Fábio Schuler Medeiros⁽¹⁾ e Marcelo Knorr⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Fac. de Agronomia, Dep. de Zootecnia, Av. Bento Gonçalves, nº 7.712, Agronomia, CEP 90540-000 Porto Alegre, RS. E-mail: harold.patino@ufrgs.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de níveis de inclusão de nitrogênio não protéico, em suplementos fornecidos a touros Hereford, com 17 meses e peso médio de 220 kg, alimentados com feno de tifton (*Cynodon dactylon*) *ad libitum*. Os tratamentos avaliados foram: feno + suplemento sem uréia; feno + suplemento com 0,28 g de uréia kg⁻¹ PV^{0,75}; feno + suplemento com 0,55 g de uréia kg⁻¹ PV^{0,75}; feno + suplemento com 0,83 g de uréia kg⁻¹ PV^{0,75} e feno + suplemento com 1,11 g de uréia kg⁻¹ PV^{0,75}. O feno apresentou, na média, 3,86% de proteína bruta e 84,66% de fibra em detergente neutro. Não se constatou efeito da suplementação sobre a digestibilidade da matéria orgânica, matéria orgânica do feno, fibra em detergente neutro, celulose e hemicelulose; o consumo total desses itens respondeu quadraticamente à suplementação com níveis crescentes de nitrogênio não protéico. A suplementação não afetou a excreção fecal metabólica de matéria orgânica, o que sugere aumento na taxa de passagem (variação no consumo) e na taxa de digestão (digestibilidade constante). O consumo de matéria orgânica digestível apresentou comportamento quadrático com aumento dos níveis de uréia na dieta. Quando o nível de proteína degradável no rúmen foi equivalente a 8,1% da matéria orgânica digestível, a relação de consumo entre esses componentes foi otimizada.

Termos para indexação: suplementação protéica, uréia, amiréia, matéria orgânica digestível, proteína degradável no rúmen.

Intake and digestibility of low-quality hay with nonprotein nitrogen supplementation in cattle

Abstract – The objective of this work was to evaluate the effect of nonprotein nitrogen supplementation levels on the digestibility of low-quality hay (*Cynodon dactylon*), which was offered *ad libitum* to Hereford bulls aging 17 months and weighing 220 kg. The evaluated treatments were: hay + no urea supplement; hay + supplement with 0.28 g urea kg⁻¹ BW^{0.75}; hay + supplement with 0.55 g urea kg⁻¹ BW^{0.75}; hay + supplement with 0.83 g urea kg⁻¹ BW^{0.75} and hay + supplement with 1.11 g urea kg⁻¹ BW^{0.75}. Hay composition presented 3.86% of crude protein and 84.66% of neutral detergent fiber. Digestibility of organic matter, organic matter of forage, neutral detergent fiber, cellulose and hemicellulose were not affected by nonprotein nitrogen level; total intake of these components showed a quadratic response to nonprotein nitrogen supplementation. Organic matter metabolic fecal excretion was not affected by supplementation, suggesting a simultaneous increase in both passage (intake increase) and digestion rates (stable digestibility). The digestible organic matter intake showed a quadratic response with the increase of urea supplementation levels. The relationship between rumen degradable protein intake and digestible organic matter intake showed a maximization point, when rumen degradable protein intake was equivalent to 8.1% of digestible organic matter intake.

Index terms: protein supplementation, urea, starea, digestible organic matter, rumen degradable protein.

Introdução

A alimentação dos ruminantes em pastejo está sujeita às variações climáticas do país, que fazem com que aproximadamente 80% da produção anual de matéria seca das pastagens ocorra no período de outubro a março (prima-

vera-verão), sendo o período de abril a setembro (outono-inverno) de menor produção e qualidade. Essa sazonalidade quantitativa e qualitativa das forrageiras ocasiona queda nos índices produtivos e reprodutivos do rebanho bovino.

Apesar das práticas de manejo para minimizar os efeitos sazonais, as pastagens apresentam limitações

nutricionais que impedem a expressão máxima do potencial genético dos animais. Assim, a suplementação é uma das ferramentas disponíveis ao produtor, para contornar as deficiências nutricionais que limitam a produção dos animais. Sob condições de pastejo, 70% da resposta produtiva dos animais é determinada pelo consumo de alimento e os 30% restantes, pela digestibilidade e eficiência de utilização dos nutrientes (Minson, 1994). Em condições onde são utilizadas forragens de baixa qualidade, o primeiro fator nutricional limitante do desempenho animal é a disponibilidade de energia e, para os microrganismos ruminais, a disponibilidade de proteína e minerais (Ospina & Medeiros, 2003).

As considerações anteriores claramente demonstram a importância de se otimizar o ambiente ruminal, visando a melhorar a utilização dos alimentos fibrosos. A otimização do ambiente ruminal depende, basicamente, do adequado fornecimento de substratos que permitam a manutenção e o crescimento da microbiota ruminal e, sob condições de pastejo, isto pode ser conseguido pela utilização de suplementos.

Na suplementação de ruminantes, alimentados com volumosos de baixa qualidade, o consumo total de matéria orgânica digestível depende da adequada relação entre a proteína degradável no rúmen e a matéria orgânica digestível, presentes na dieta do animal (Cochran et al., 1998). A otimização dessa relação permite aumentar o consumo e a digestibilidade, em decorrência de alterações do ambiente ruminal, que resultam em melhor desempenho produtivo e reprodutivo dos animais (Mathis et al., 2000).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da utilização de suplementos protéicos, formulados com níveis crescentes de proteína degradável no rúmen, sobre o consumo e a digestibilidade de feno de baixa qualidade fornecido a bovinos de corte.

Material e Métodos

O experimento foi realizado nos laboratórios de Nutrição de Ruminantes (Lanur) e de Nutrição Animal “Prof. Dulphe Pinheiro Machado”, ambos pertencentes ao Dep. de Zootecnia da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Foram utilizados 15 tourinhos Hereford, com idade e peso médios de 17 meses e 220 kg, respectivamente. No início do experimento, todos os animais receberam vermífugo e complexo vitamínico ADE injetável, conforme recomendações de bula.

Os tratamentos consistiram no fornecimento de suplementos, formulados de modo a apresentar níveis crescentes de nitrogênio não protéico (NNP), mediante a inclusão de quantidades crescentes de amiréia (52% de uréia), produto resultante da extrusão de ingredientes ricos em amido, na presença de uréia e enxofre. Os tratamentos avaliados foram os seguintes: feno + suplemento sem uréia; feno + suplemento com 0,28 g de uréia por kg de PV^{0,75}; feno + suplemento com 0,55 g de uréia por kg de PV^{0,75}; feno + suplemento com 0,83 g de uréia por kg de PV^{0,75} e feno + suplemento com 1,11 g de uréia por kg de PV^{0,75}.

A quantidade de uréia utilizada na formulação dos suplementos foi definida a partir da digestibilidade *in vitro* verdadeira da matéria orgânica (DIVVMO) do feno e da degradabilidade efetiva da proteína, de forma a obter relações crescentes entre o consumo de proteína degradável no rúmen (CPDR) e o consumo de matéria orgânica digestível (CMOD). A DIVVMO foi calculada segundo a técnica descrita por Silveira (2002), e a degradabilidade efetiva da proteína, mediante a incubação ruminal de amostras de feno, segundo Gonzáles et al. (1990) revisado por Huntington & Givens (1995), e os resultados foram ajustados ao modelo proposto por McDonald (1981).

O volumoso utilizado foi feno de tifton (*Cynodon dactylon*) picado – tamanho de partícula médio entre 10 e 15 cm –, fornecido *ad libitum*, depois da homogeneização. A composição bromatológica média do feno, fornecido nos períodos I e II, encontra-se na Tabela 1.

Os suplementos foram formulados e preparados antecipadamente, utilizando-se ingredientes provenientes do mesmo lote ou partida, cuja composição bromatológica encontra-se na Tabela 2.

Tabela 1. Composição bromatológica do feno de Tifton (*Cynodon dactylon*), em porcentagem de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro e lignina em detergente ácido, no primeiro e segundo períodos experimentais.

Parâmetro (%)	Período	
	I	II
Matéria seca	86,47	86,69
Matéria orgânica	94,92	95,25
Proteína bruta	4,16	3,56
Fibra em detergente ácido	48,79	49,39
Fibra em detergente neutro	84,76	84,56
Lignina em detergente ácido	7,88	8,35

Foi conduzido um ensaio de digestibilidade convencional, com dois períodos experimentais de 15 dias, dos quais dez dias de período de adaptação e cinco de avaliação do consumo máximo e coleta fecal. No período pré-experimental e no intervalo entre períodos, os animais permaneceram em pastos, tendo recebido diariamente um concentrado contendo uréia, o que garantiu a adaptação. Os animais foram mantidos em gaiolas de metabolismo individuais, de madeira, que dispunham de cochos separados para fornecimento de feno e suplemento, e bebedouro automático tipo concha.

No período de adaptação, a quantidade de feno oferecida, inicialmente, foi equivalente a 1,5% do peso vivo (PV), aumentada gradativamente até atingir o consumo máximo. No período de avaliação do consumo máximo e coleta fecal, a oferta de feno foi mantida numa quantidade que permitisse que as sobras fossem de, pelo menos, 15% da quantidade oferecida (Rymer, 2000). Foram coletadas, diariamente, durante o período de avaliação, amostras do feno oferecido aos animais, das sobras e das fezes. Logo depois do experimento, as amostras foram misturadas, homogeneizadas e subamostradas.

Nas amostras de feno, suplementos, sobras e fezes, foram determinados os teores de matéria seca (MS), de matéria orgânica (MO) (Association of Official Analytical Chemists, 1995), fibra em detergente neutro (FDN) (Van Soest & Robertson, 1985), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA) (Association Official Analytical Chemists, 1995). Os teores de proteína bruta (PB), das amostras de feno e suplementos, foram obtidos pelo método Micro-Kjeldahl (Association Official Analytical Chemists, 1995).

Tabela 2. Fórmula dos suplementos (base úmida) utilizados nos tratamentos (T1 a T5) e composição bromatológica média, em porcentagem, de proteína bruta (PB), equivalente protéico em nitrogênio não protéico (EPNNP) e uréia, e nível de suplementação em porcentagem do peso vivo (Oferta).

Ingrediente	Tratamento				
	T1	T2	T3	T4	T5
Milho moído (%)	86,76	76,95	69,12	62,77	57,46
Amiréia 150S (%)	0,00	11,33	20,33	27,67	33,77
NaCl (%)	5,03	4,45	4,01	3,63	3,33
Premix mineral (%)	5,03	4,45	4,01	3,63	3,33
Flor de enxofre (%)	3,18	2,82	2,53	2,30	2,10
Composição					
PB (%)	9,25	23,62	35,58	44,77	51,56
EPNNP (%)	0,00	69,87	83,23	90,03	95,41
Uréia (%)	0,00	5,87	10,54	14,34	17,51
Oferta (% PV)	0,133	0,150	0,167	0,184	0,201

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria orgânica (FDN), celulose e hemicelulose foram calculados de acordo com Rymer (2000); o coeficiente de digestibilidade verdadeira da matéria orgânica (DVMO), conforme Mulligan et al. (2001); a excreção fecal metabólica (EFM), segundo Van Soest (1994). Nos cálculos da digestibilidade da matéria orgânica do feno (DMO Feno), foi utilizado o método de Bodine et al. (2001). A degradabilidade efetiva da proteína do feno foi determinada pela técnica de sacos de náilon, conforme método proposto por Gonzáles et al. (1990) e revisado por Huntington & Givens (1995). Os resultados foram ajustados ao modelo proposto por McDonald (1981).

O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições, em dois períodos, cujas médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os dados foram analisados conforme o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + P_k + TP_{ik} + \varepsilon_{ijk},$$

em que Y_{ijk} é a k -ésima observação, associada a i -ésimo tratamento, j -ésimo bloco e k -ésimo período; μ é a média; T_i é o efeito do i -ésimo tratamento ($i = 1, 2, 3, 4, 5$); B_j é o efeito do j -ésimo bloco ($j = 1, 2, 3$); P_k é o efeito do k -ésimo período ($k = 1, 2$); TP_{ik} é o efeito da ik -ésima interação entre tratamento e período; ε_{ijk} é o k -ésimo erro, associado à ij -ésima observação.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, analisados por meio de regressão, segundo o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_1 T_i + \beta_2 T_i^2 + \beta_3 T_i^3 + \varepsilon_{ijk},$$

em que μ é o efeito médio; Y_{ik} é a k -ésima observação, associada ao i -ésimo tratamento; $\beta_1 T_i$ é o regressor, associado ao efeito linear do tratamento; $\beta_2 T_i^2$ é o regressor, associado ao efeito quadrático do tratamento; $\beta_3 T_i^3$ é o regressor, associado ao efeito cúbico do i -ésimo tratamento; ε_{ijk} é o j -ésimo erro, associado à i -ésima observação.

Na determinação do ponto de otimização da relação entre os consumos de proteína degradável no rúmen (CPDR) e de matéria orgânica digestível (CMOD), aplicou-se o modelo de regressão segmentada (*broken-line analysis*), feito pelo procedimento PROC NLIN do SAS Institute (1985).

Resultados e Discussão

A incorporação de níveis crescentes de nitrogênio não protéico ao suplemento não afetou o coeficiente de

digestibilidade de nenhuma das frações avaliadas ($p>0,05$) (Tabela 3). Resultados semelhantes quanto à digestibilidade da matéria orgânica foram obtidos por Koster et al. (1996), ao suplementar feno de baixa qualidade (1,94% de PB e 76,6% de FDN), com níveis crescentes de PDR (caseína). Hess et al. (1999) forneceram níveis de uréia (0, 1, 2 e 3% da MS da forragem), aspergidos sobre volumoso de baixa qualidade e obtiveram correlação linear positiva entre as doses de uréia e a concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen ($\text{NH}_3\text{-N}$); contudo, o consumo e a degradabilidade in situ do feno não foram afetados pelo incremento de $\text{NH}_3\text{-N}$.

O coeficiente de digestibilidade da parede celular (DFDN) e de seus principais componentes – celulose (DCEL) e hemicelulose (DHCEL) –, tanto da dieta quanto do feno, não foram afetados pelo aumento do teor de nitrogênio não protéico nos suplementos avaliados ($p>0,05$) (Tabela 3). Esses dados contrastam com os resultados obtidos por Mathis et al. (2000), que ao suplementar com teores crescentes de proteína degradável no rúmen (0, 0,041, 0,082 e 0,124% PV) e utilizar feno de sorgo de baixa qualidade (4,3% PB e 59,5% FDN), obtiveram respostas lineares para a digestibilidade da FDN (DFDN), assim como para a digestibilidade da matéria orgânica (DMO).

Koster et al. (1997) obtiveram resposta quadrática para a DMO e tendência à resposta quadrática para a DFDN ($p = 0,06$), na substituição gradativa do nitrogênio suplementar, proveniente de uma fonte de proteína verdadeira, por uréia. Segundo os autores, o nitrogênio não protéico incorporado à dieta melhorou a digestibilidade, em virtude do suprimento de amônia, principal fonte de nitrogênio das bactérias celulolíticas.

Tabela 3. Coeficientes, expressos em porcentagem, de digestibilidade da matéria orgânica (DMO), da matéria orgânica do feno (DMO Feno), da fibra em detergente neutro (DFDN), da fibra em detergente neutro do feno (DFDN Feno), da celulose (DCEL) e da hemicelulose (DHCEL), resultantes da incorporação de nitrogênio não protéico à dieta de bovinos.

Coeficiente (%)	Uréia (g UTM ⁻¹)				
	0	0,28	0,55	0,83	1,11
DMO	48,07	51,63	49,53	52,21	49,42
DMO Feno	45,13	48,78	46,37	48,55	45,19
DFDN	56,07	58,21	56,41	58,58	56,04
DFDN Feno	55,69	57,83	55,99	58,11	55,54
DCEL	58,36	61,81	59,52	60,80	57,99
DHCEL	61,42	62,67	61,41	64,73	61,01

A depressão na digestibilidade, observada nas doses elevadas de uréia ocorreu, provavelmente, pela falta de fatores de crescimento microbiano, tais como ácidos graxos voláteis de cadeia ramificada, peptídeos e aminoácidos (Russell et al., 1992). Neste trabalho, o teor de nitrogênio degradável no rúmen não foi o principal limitante na determinação da digestibilidade das frações nutritivas.

O aumento da incorporação de nitrogênio não protéico aos suplementos não teve efeito sobre a digestibilidade verdadeira da matéria orgânica, nem sobre a excreção fecal metabólica ($p>0,05$) (Tabela 4). Contudo, os valores absolutos da EFM diminuíram com a inclusão de uréia nos suplementos, o que sugere que a fermentação ruminal pode ter sido melhorada, permitindo que menores quantidades de material potencialmente fermentável escapassem do rúmen e fossem fermentadas no trato digestivo posterior.

O nível de incorporação de nitrogênio não protéico ao suplemento afetou o consumo de matéria orgânica total (CMO) e do feno (CMO Feno), verificando-se, em ambos, um comportamento quadrático ($\text{CMO} = -16,004x^2 + 24,93x + 74,17$, $r^2 = 0,2162$, $p<0,05$ e $\text{CMO Feno} = -15,936x^2 + 23,231x + 70,234$, $r^2 = 0,20$, $p<0,05$) (Tabela 5). Klevesahl et al. (2003), ao trabalhar com feno de baixa qualidade e doses crescentes de proteína degradável no rúmen, observaram respostas quadráticas sobre o consumo. Segundo esses autores, o aumento do consumo pode estar associado ao suprimento de N, em quantidades adequadas à manutenção da atividade microbiana.

A incorporação de doses crescentes de uréia à dieta aumentou o consumo até certo ponto, tornando evidente que o estímulo proporcionado pela suplementação de proteína degradável tem limites. Provavelmente, as limitações provêm de características da forragem consumida (fermentabilidade inerente e disponibilidade da proteína) e da necessidade de proteína pelo animal (Koster et al., 1997; Mathis et al., 2000).

Tabela 4. Digestibilidade verdadeira da matéria orgânica (DVMO), excreção fecal metabólica (EFM) e relação EFM:CMO, resultantes da incorporação de nitrogênio não protéico à dieta de bovinos.

Parâmetro	Uréia (g UTM ⁻¹)				
	0	0,28	0,55	0,83	1,11
DVMO (%)	62,51	64,51	63,04	65,30	62,92
EFM (% PV)	0,28	0,29	0,31	0,27	0,29
EFM:CMO (%)	14,78	14,58	13,88	13,19	14,16

Os tratamentos com doses crescentes de uréia, em relação à testemunha, tiveram aumentos de 10,6, 17,8, 7,5 e 8,8% no consumo de matéria orgânica (Tabela 5). O maior consumo diário de matéria orgânica do feno (78,7 g UTM⁻¹) foi obtido com a incorporação de uréia ao suplemento, equivalente a 0,73 g UTM⁻¹.

Para Moore et al. (1999), as forragens de baixa qualidade geralmente apresentam uma relação NDT:PB acima de 7, indicando deficiência de nitrogênio em relação à energia disponível. O fornecimento de nitrogênio supre a deficiência dos microrganismos ruminais por tal nutriente, aumenta sua atividade, propiciando menor tempo de retenção ruminal dos componentes da parede celular de menor digestibilidade e favorece aumentos no consumo de matéria seca. O aumento da degradação do volumoso, em consequência da maior atividade fibrolítica da microbiota ruminal, pode contribuir com o aumento da taxa de passagem (Wickersham et al., 2004).

O consumo de matéria orgânica digestível (CMOD) é considerado uma resposta que integra os fatores determinantes do consumo e da digestibilidade e está estreitamente ligado ao consumo de energia metabolizável e ao desempenho dos animais (Cochran et al., 1998). O CMOD apresentou comportamento quadrático, em relação ao nível de inclusão de uréia ao suplemento ($CMOD = -12,02x^2 + 18,574x + 35,836$, $r^2 = 0,3403$) (Tabela 5). O ajuste matemático dos dados obtidos mostrou que a inclusão de uréia, em quantidade equivalente a 0,77 g UTM⁻¹, propiciou consumo de MOD de 43 g UTM⁻¹, valor intermediário entre os máximos encontrados por Koster et al. (1996) e Mathis et al. (2000), que foram 37,4 e 58,1 g UTM⁻¹, respectivamente.

Tabela 5. Efeito da incorporação de nitrogênio não protéico ao suplemento, sobre o consumo de matéria orgânica total (CMO), feno (CMO Feno), fibra em detergente neutro (CFDN), matéria orgânica digestível (CMOD) e proteína degradável no rúmen (CPDR); e sobre a relação CPDR:CMOD.

Parâmetro	Uréia (g UTM ⁻¹)					Efeito ⁽¹⁾	
	0	0,28	0,55	0,83	1,11	L	Q
CMO	73,47	81,25	86,56	79,01	79,96	ns	<0,05
CMO Feno	69,54	76,74	81,47	73,46	73,83	ns	<0,05
CFDN	62,71	69,00	73,43	66,19	67,54	ns	<0,05
CMOD (g UTM ⁻¹)	35,22	41,94	42,86	41,30	39,41	ns	<0,05
CPDR (g UTM ⁻¹)	1,35	2,31	3,24	3,88	4,74	<0,01	<0,05
CPDR:CMOD (%)	3,86	5,54	7,56	9,49	12,07	<0,01	ns

⁽¹⁾L: efeito linear; Q: efeito quadrático. ns: Não-significativo.

O incremento no consumo e os coeficientes de digestibilidade observados sugerem aumentos concomitantes na taxa de passagem e de digestão, como sugerido por Ellis (1978), na suplementação de nitrogênio para volumosos com baixo teor de proteína bruta. Guthrie & Wagner (1988), Mathis et al. (2000), Bandyk et al. (2001) e Klevesahl et al. (2003) obtiveram taxas de passagem da fase sólida do conteúdo ruminal, significativamente maiores, com suplementação de proteína em relação ao tratamento controle.

As doses crescentes de uréia não exerceram efeito significativo sobre a excreção fecal metabólica (EFM), provavelmente pela baixa passagem de carboidratos, potencialmente fermentáveis, para a região do ceco e do cólon (Tabela 4). A relação entre a excreção fecal metabólica e o consumo de matéria orgânica (EFM:CMO) mostrou-se constante e a variação no consumo não chegou a afetar a EFM (Tabela 4). Como os coeficientes de digestibilidade e a EFM mantiveram-se constantes, e houve variação no consumo, pode-se inferir que as taxas de passagem e de digestibilidade sofreram alterações com a inclusão de doses crescentes de uréia.

O coeficiente de adição mostra a variação no CMOD, quando é fornecido suplemento ao animal. Como os coeficientes de digestibilidade permaneceram constantes, a variação nos coeficientes de adição ocorreu em consequência do CMO. No experimento, constatou-se aumento no consumo de MOD, com o aumento no fornecimento de uréia, que atingiu um coeficiente de adição máximo de 1,54, com o provimento de 0,73 g uréia UTM⁻¹ (adição = $-2,5632x^2 + 3,7603x + 0,1653$, $r^2 = 0,38$, $p < 0,01$). Ao analisar a equação de regressão, constatam-se adições de 1,15, 1,55, 1,35 e 0,54 kg de MOD por quilograma de suplemento fornecido, nos tratamentos em que o suplemento continha 0,28, 0,55, 0,83 e 1,11 g uréia UTM⁻¹, respectivamente. Esses dados indicam que, depois de determinado valor de inclusão de nitrogênio não protéico na dieta do animal, o CMO diminui, levando os coeficientes de adição a decrescerem.

O consumo de proteína degradável no rúmen (CPDR) respondeu de forma quadrática à quantidade de uréia incluída no suplemento, o que pode ser explicado pela resposta quadrática que o CMO de feno apresenta. O decréscimo no consumo de feno, a partir de determinada dose de uréia, reduziu a participação de PDR deste na dieta e afetou o CPDR.

A relação entre o consumo de proteína degradável no rúmen e o consumo de matéria orgânica digestível (CPDR:CMOD) mostrou-se crescente e linear entre os

tratamentos ($CPDR:CMOD = 2,90x + 5,74$, $r^2 = 0,95$) (Tabela 5). Para cada grama de uréia por UTM suplementada, houve aumento de 5,74 pontos percentuais na relação. As relações de CPDR:CMOD estão dentro das propostas pelo National Research Council (1996), que variam de 7 a 13 para volumosos de baixa qualidade.

Koster et al. (1996) e Cochran et al. (1998) relataram que a exigência de proteína degradável no rúmen, para a otimização do ambiente ruminal, pode ser obtida pela PDR, que maximiza o consumo de matéria orgânica digestível. Isto é possível depois do ajuste da equação quadrática da relação entre CPDR e o CMOD e o cálculo do ponto máximo da curva. Neste trabalho, o ponto de máximo na curva foi obtido quando a relação entre o CMOD e CPDR foi de 8,1%, valor dentro do intervalo proposto pelo National Research Council (1996).

Koster et al. (1996) e Klevesahl et al. (2003), ao analisar a relação entre o CPDR e o CMOD, pelo método da regressão segmentada (*broken line*), encontraram valores de 11,1% e 9%, respectivamente. Entretanto, ao utilizar o método de ponto de máximo, obtiveram os valores de 15,8 e 14,2%, respectivamente. Ao se utilizar neste trabalho o modelo de regressão segmentada, obteve-se uma relação ótima de 5,94% (Figura 1).

Os valores da relação CPDR:CMOD, citados na literatura, foram superiores ao obtido no neste trabalho (8,1%), possivelmente pela qualidade do volumoso, particularmente quanto ao teor de FDN. Enquanto a

média de FDN dos trabalhos revisados (Koster et al., 1996; Klevesahl et al., 2003) chegava ao máximo de 76,6%, o volumoso utilizado apresentava 84%, tendo menor quantidade de carboidrato não estrutural para fermentação microbiana (Dewhurst et al., 2000), maior tempo de retenção, diminuindo a eficiência da fermentação (Klopfenstein, 1996). Além disso, a suplementação com fonte de nitrogênio não protéico, ao volumoso com baixo teor de proteína bruta (3,86%), pode ter limitado a síntese microbiana por deficiência de fatores de crescimento (como ácidos graxos voláteis de cadeia ramificada), peptídeos e aminoácidos (Russell et al., 1992).

Conclusões

1. O nível de incorporação de nitrogênio não protéico aos suplementos afeta o consumo de matéria orgânica digestível.
2. Conforme o modelo utilizado para estimar a exigência de proteína degradável no rúmen, em relação à matéria orgânica digestível, pode-se diminuir em até 27% o suprimento de proteína degradável no rúmen, sem prejuízo ao consumo de matéria orgânica digestível.

Agradecimentos

À Tortuga Companhia Zootécnica Agrária e à Pajoara Indústria e Comércio Ltda., pelo apoio na execução do trabalho.

Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 16th ed. Washington, DC, 1995. 2v.
- BANDYK, C.A.; COCHRAN, R.C.; WICKERSHAM, T.A.; TITGEMEYER, E.C.; FARMER, C.G.; HIGGINS, J.J. Effect of ruminal vs post-ruminal administration of degradable protein on utilization of low-quality forage by beef steers. **Journal of Animal Science**, v.79, p.225-231, 2001.
- BODINE, T.N.; PURVIS II, H.T.; LALMAN, D.L. Effects of supplement type on animal performance, forage intake, digestion, and ruminal measurements of growing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1041-1051, 2001.
- COCHRAN, R.C.; KOSTER, H.H.; OLSON, K.C.; HELDT, J.S.; MATHIS, C.P.; WOODS, B.C. Supplemental protein sources for grazing beef cattle. In: ANNUAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 9., 1998, Gainesville. **Proceedings**. Gainesville: University of Florida, 1998. p.123-136.

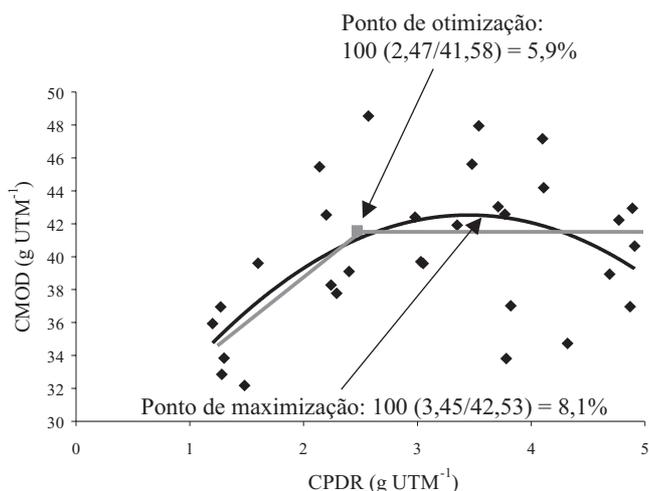


Figura 1. Relação entre o consumo de matéria orgânica digestível (CMOD) e o consumo de proteína degradável no rúmen (CPDR).

- DEWHURST, R.J.; DAVIES, D.R.; MERRY, R.J. Microbial protein supply from the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v.85, p.1-21, 2000.
- ELLIS, W.C. Determinants of grazed forage intake and digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.61, p.1828-1840, 1978.
- GONZÁLES, D.; RUIZ, M.E.; ROMERO, F.; PEZO, D. Recomendaciones sobre la utilización de los métodos in vitro, in situ y enzimático en el estudio de la digestión de los alimentos. In: RUIZ, M.E.; RUIZ, A. (Ed.). **Nutrición de rumiantes: guía metodológica de investigación**. San José: IICA, 1990. p.127-139.
- 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.
- HESS, H.D.; FLOREZ, H.; GONZALES, E.; AVILA, M. Efecto del nivel de nitrógeno amoniacal en rumen sobre el consumo voluntario y digestibilidad in situ de forrajes tropicales. **Pasturas Tropicales**, v.21, p.43-48, 1999.
- HUNTINGTON, J.A.; GIVENS, D.I. The in situ technique for studying the rumen degradation of feeds: a review of the procedure. **Nutrition Abstract and Reviews**, v.65, p.63-93, 1995.
- IBGE. **Censo agropecuário**: 1996. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 ago. 2004.
- KLEVES AHL, E.A.; COCHRAN, R.C.; TITGEMEYER, E.C.; WICKERSHAM, T.A.; FARMER, C.G.; ARROQUY, J.I.; JOHNSON, D.E. Effect of a wide range in the ratio of supplemental rumen degradable protein to starch on utilization of low-quality, grass hay by beef steers. **Animal Feed Science and Technology**, v.105, p.5-20, 2003.
- KLOPFENSTEIN, T. Need for escape protein by grazing cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.60, p.191-199, 1996.
- KOSTER, H.H.; COCHRAN, R.C.; TITGEMEYER, E.C.; VANZANT, E.S.; ABDELGADIR, I.; SAINT-JEAN, G. Effect of increasing degradable intake protein on intake and digestion of low-quality, tallgrass-prairie forage by beef cows. **Journal of Animal Science**, v.74, p.2473-2481, 1996.
- KOSTER, H.H.; COCHRAN, R.C.; TITGEMEYER, E.C.; VANZANT, E.S.; NAGARAJA, T.G.; KREIKEMEIER, K.K.; JEAN, G.S. Effect of increasing proportion of supplemental nitrogen from urea on intake and utilization of low-quality, tallgrass-prairie forage by beef steers. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1393-1399, 1997.
- MATHIS, C.P.; COCHRAN, R.C.; HELDT, J.S.; WOODS, B.C.; ABDELGADIR, I.E.; OLSON, K.C.; TITGEMEYER, E.C.; VANZANT, E.S. Effects of supplemental degradable intake protein on utilization of medium- to low-quality forages. **Journal of Animal Science**, v.78, p.224-232, 2000.
- MCDONALD, I. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v.96, p.251-252, 1981.
- MINSON, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JUNIOR, G.C. **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.
- MOORE, J.E.; BRANT, M.H.; KUNKLE, W.E.; HOPKINS, D.I. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. **Journal of Animal Science**, v.77, p.122-135, 1999.
- MULLIGAN, F.J.; CAFFREY, P.J.; RATH, M.; KENNY, M.J.; O'MARA, F.P. The effect of dietary protein content and hay intake level on the true and apparent digestibility of hay. **Livestock Production Science**, v.68, p.41-52, 2001.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (Washington, Estados Unidos). **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington, DC: National Academy Press, 1996. 242p.
- OSPINA, H.O.; MEDEIROS, F.S. Suplementação a pasto: uma alternativa para produção de novilho precoce. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DA CARNE BOVINA, 1., 2003, São Borja. **Da produção ao mercado consumidor**: anais. Porto Alegre, RS: Ed. da Ufrgs, 2003. p.83-115.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G.; VAN SOEST, P.J.; SNIFFEN, C.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992.
- RYMER, C. The measurement of forage digestibility in vivo. In: GIVENS, D.I.; OWEN, E.; AXFORD, R.F.E.; OMED, H. **Forage evaluation in ruminant nutrition**. New York: CABI Pub., 2000. p.113-134.
- SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos). **SAS user's guide**: statistics, version 5. 5th ed. Cary, NC, 1985. 956p.
- SILVEIRA, A.L.F. **Avaliação nutricional da adição de uréia ao feno suplementado com milho moído**. 2002. 79p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd ed. Ithaca, NY: Comstock Pub., 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**: a laboratory manual for animal science. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1985. 202p.
- WICKERSHAM, T.A.; COCHRAN, R.C.; TITGEMEYER, E.C.; FARMER, C.G.; KLEVES AHL, E.A.; ARROQUY, J.I.; JOHNSON, D.E.; GNAD, D.P. Effect of post-ruminal protein supply on the response to ruminal protein supplementation in beef steers fed a low-quality grass hay. **Animal Feed Science and Technology**, v.115, p.19-36, 2004.
- ZANETTI, M.A.; RESENDE, J.M.L.; SCHALCH, F.; MIOTTO, C.M. Desempenho de novilhos consumindo suplemento mineral proteinado, convencional ou com uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.935-939, 2000.