

Suplementação nitrogenada com ureia comum ou encapsulada sobre parâmetros ruminais de novilhos alimentados com feno de baixa qualidade

Nitrogen supplement with common or coated urea on ruminal parameters of steers fed with low quality hay

Eduardo Bohrer de Azevedo^{I*} Harold Ospina Patiño^I André Luís Finkler da Silveira^{II}
Jorge López^I José Laerte Nörnberg^{III} Gilmar Brüning^{IV}

RESUMO

Foi realizado um experimento de suplementação com novilhos fistulados no rúmen com o objetivo de verificar a utilização de ureia encapsulada como fonte de nitrogênio de liberação mais lenta e uniforme ao longo do tempo, bem como seu efeito sobre a degradabilidade da parede celular do feno. Os tratamentos foram: Feno + sal mineralizado (SM); Feno + suplemento proteico com ureia comum (SU); Feno + suplemento proteico com ureia encapsulada fórmula 1 (UE1); e Feno + suplemento proteico com ureia encapsulada fórmula 2 (UE2). O volumoso utilizado foi feno de Tifton (*Cynodon dactylon* L.) de baixa qualidade (PB: 4,62% e FDN: 83,46%). Foram realizadas medidas de pH e N-NH₃ ruminais e parâmetros de degradação ruminal da FDN₃ do volumoso. Verificou-se efeito ($P < 0,05$) da suplementação nitrogenada sobre a concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen; no entanto, a ureia encapsulada não foi diferente ($P > 0,05$) da ureia comum. Os valores de pH e degradabilidade *in situ* não foram afetados pelos tratamentos ($P > 0,05$), ao serem comparados os suplementados ou não suplementados com proteína degradável no rúmen e ao serem comparadas fontes de nitrogênio não proteico. A ureia encapsulada não demonstrou superioridade sobre a ureia comum, provavelmente pela baixa eficiência da sua proteção. A utilização de ureia encapsulada e a suplementação de proteína degradável não foram eficientes em aumentar a degradabilidade da parede celular do volumoso utilizado.

Palavras-chave: amônia, degradabilidade ruminal, nitrogênio, pH, ureia encapsulada.

ABSTRACT

A supplementation trial was accomplished with rumen fistulated steers with the objective of verifying the coated urea use as a source of nitrogen of slower and uniform release throughout the time, as well as its effect on cellular wall degradability. The treatments were: hay + mineral supplement; hay + protein supplement with common urea; hay + protein supplement with coated urea formula 1; hay + protein supplement with coated urea formula 2. The forage used was Tifton (*Cynodon dactylon* L.) hay of low quality (CP: 4.62% and NDF: 83.46%). The measures were: ruminal pH and N-NH₃, rumen degradability of NDF and ruminal degradation parameters. Effect ($P < 0.05$) of the nitrogen supplementation on ruminal ammonia nitrogen concentration was verified; however the coated urea was not different ($P > 0.05$) from the common urea. The data of ruminal pH and degradability of NDF were not affected by the treatments ($P > 0.05$) when comparing supplemented or not supplemented diets with degradable protein and also when comparing non-protein nitrogen sources. The coated urea was not superior to the common urea, probably due low efficiency of its protection. The coated urea and the degradable protein supplementation had not been efficient in increasing the cellular wall degradability.

Key words: ammonia, coated urea, nitrogen, ruminal degradability, pH.

^IPrograma de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: ebazevedo@yahoo.com.br. *Autor para correspondência.

^{II}Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Pato Branco, PR, Brasil.

^{III}Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

^{IV}Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA), Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga, SP, Brasil.

INTRODUÇÃO

No Brasil, os suplementos proteicos mais usados são os sais proteínados, compostos basicamente por nitrogênio não proteico, proteína verdadeira, carboidratos rapidamente fermentáveis, regulador de consumo e mistura de minerais. Em muitas situações, os resultados obtidos com a utilização de sais proteínados têm ficado aquém das expectativas, devido principalmente a teores excessivos de ureia e ao tipo de fonte de nitrogênio não proteico, independentemente do tipo e da qualidade da pastagem. Nessas condições, o excesso de amônia gerado pela suplementação é metabolizado no fígado e excretado na forma de ureia pelos rins com consequente gasto de energia.

A ureia constitui a principal forma pela qual os compostos nitrogenados são eliminados do organismo de mamíferos. Quando a taxa de síntese de amônia supera a sua utilização pelos microrganismos, observa-se elevação da concentração de amônia no rúmen, com consequente aumento da excreção de ureia e incremento do custo energético da produção de ureia, resultando, dessa forma, em perda de proteína (RUSSELL et al., 1992).

Observando a preocupação dos pesquisadores no sentido da adaptação dos animais à ureia e com base na hipótese de sincronização das taxas de degradação de nutrientes no rúmen, desde a década de 60, tem sido buscada uma fonte de nitrogênio que mantenha os níveis de amônia ruminal constantes ao longo do dia. Esse problema pode ser superado usando as fórmulas de nitrogênio não proteico de liberação lenta (FERREIRA et al., 2005; HUNTIGTON et al., 2006).

O trabalho teve como objetivo avaliar a ureia encapsulada como fonte de nitrogênio de liberação mais lenta e uniforme ao longo do tempo, bem como seu efeito na degradabilidade da parede celular de um volumoso de baixa qualidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no setor de ruminantes do Departamento de Zootecnia da UFRGS. Foram utilizados oito bovinos machos, castrados, cruzados (AngusxNelorexCharolês), com 18 meses de idade e peso médio de 236 ± 31 kg e fistulados no rúmen.

Os animais foram aleatoriamente distribuídos entre os tratamentos, sendo assim organizados: tratamento 1: feno + suplemento com sal mineralizado (SM); tratamento 2: feno + suplemento proteico com ureia comum (SU); tratamento 3: Feno + suplemento proteico com ureia encapsulada fórmula 1

(UE1); tratamento 4: feno + suplemento proteico com ureia encapsulada fórmula 2 (UE2).

As ureias encapsuladas dos tratamentos 3 e 4 diferenciaram-se pela forma de proteção realizada pela empresa responsável pela sua fabricação. O processo de encapsulamento envolveu o uso de resina de eucalipto, minerais, enxofre ou caulim, acrescentados intercaladamente como cobertura em torno do núcleo de ureia. A diferença entre os dois produtos foi a finalização com caulim (Tratamento 3) ou com flor de enxofre (Tratamento 4), além da composição em quantidade de material usado nas diferentes camadas.

O experimento foi conduzido em dois períodos experimentais. Cada período teve duração de 16 dias, sendo 10 dias para adaptação dos animais à dieta, um de coleta de líquido ruminal para determinação de pH e amônia, e cinco dias para as incubações com sacos de náilon para determinação da degradabilidade *in situ*. Os animais permaneceram em gaiolas metabólicas individuais, onde dispunham de cochos separados para fornecimento de feno, suplemento e bebedouro.

O volumoso e o suplemento foram fornecidos em duas refeições às 9 e às 17 horas. Foi utilizado feno de Tifton (*Cynodon dactylon* L.), cuja composição é apresentada na tabela 1. O período de adaptação foi iniciado oferecendo-se feno na proporção de 2% do peso corporal, e a quantidade foi aumentada gradativamente para permitir, no mínimo, sobras de 15% da quantidade oferecida.

As misturas dos concentrados foram preparadas antecipadamente e suas respectivas formulações e a sua composição bromatológica são apresentadas na tabela 1. As fórmulas dos suplementos foram processadas procurando obter uma relação entre o consumo de proteína degradável no rúmen e consumo de matéria orgânica digestível (CPDR/CMOD) de 11%. A quantidade oferecida de suplemento foi de 0,1% do peso corporal (PC).

O pH ruminal e o $N-NH_3$ (nitrogênio amoniacal) foram medidos no 11º dia do experimento. Foram retiradas amostras de líquido ruminal nos seguintes horários: 0, 1, 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação da manhã. Após a coleta, as amostras foram levadas ao laboratório, onde foram realizadas leituras de pH utilizando-se um potenciômetro digital. As alíquotas destinadas à determinação de nitrogênio amoniacal foram filtradas, acidificadas e congeladas para determinação posterior, por meio da destilação com óxido de magnésio de acordo com a AOAC (1995).

O efeito dos tratamentos sobre a magnitude e a taxa de digestão da fibra em detergente neutro

Tabela 1 - Composição bromatológica (% da matéria seca) e proteína degradável no rúmen (PDR) do feno e dos concentrados; e composição dos concentrados dos diferentes tratamentos, na base úmida em que: SM (sal mineralizado); SU (suplemento proteico com ureia); UE1 (suplemento proteico com ureia encapsulada fórmula número 1) e UE2 (suplemento proteico com ureia encapsulada fórmula número 2).

Composição	-----Feno-----		-----Suplementos-----			
	Período 1	Período 2	SM	SU	UE1	UE2
MS (%)	88,79	89,79	97,59	89,27	88,86	90,40
MO (%)	91,75	92,29	11,40	65,08	59,33	60,57
PB (%)	4,84	4,40	-	53,78	47,70	47,50
FDN _c (%)	81,31	85,62	-	13,40	9,59	8,94
FDA (%)	43,37	46,73	-	5,40	4,79	4,33
LDA (%)	5,42	4,55	-	1,29	1,43	1,40
NDT ^a (%)	58,25	56,99	-	40,36	41,70	41,92
PDR (% PB)	50,17	50,22	-	93,91	93,57	94,78
Componentes	-----Feno-----		-----Suplemento-----			
	Período 1	Período 2	SM	SU	UE1	UE2
Grão de milho	-	-	-	23,07	23,41	25,29
Glúten de milho	-	-	-	9,05	8,77	7,44
Farelo de soja	-	-	-	14,73	16,14	15,99
Farelo de trigo	-	-	-	10,60	-	-
Ureia	-	-	-	11,23	-	-
UE F1 ^b	-	-	-	-	19,97	-
UE F2 ^c	-	-	-	-	-	19,24
Sal mineral	-	-	100	31,24	31,71	32,04

^a Calculado de acordo com WEISS (1993);

^b Ureia encapsulada, fórmula número 1;

^c Ureia encapsulada, fórmula número 2.

corrigida para cinzas (FDN) do feno foi determinado pela técnica de sacos de náilon com incubações ruminais, conforme proposto por HUNTINGTON & GIVENS (1995). Os sacos foram incubados sequencialmente por 0, 1, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas e retirados simultaneamente. Após serem retirados do rúmen, os sacos foram lavados e secos em estufa de ventilação forçada, a 60°C, por 72 horas, resfriados em dessecador e pesados. O resíduo obtido e a amostra do material incubado foram moídos a 1mm e analisados para FDN_c, de acordo com VAN SOEST & ROBERTSON (1985). Os dados foram ajustados ao modelo de McDONALD (1981):

$$D = a + b(1 - e^{-kd(t-lag)})$$

em que: *D* é o desaparecimento da FDN no tempo de incubação; *a* é o intercepto e representa a fração de substrato rapidamente degradável; *b* representa o substrato potencialmente degradável; *kd* é a constante da cinética de degradação e *lag* é a duração do período pré-fermentativo (tempo de colonização). Alguns resultados de desaparecimento de FDN_c foram negativos, sendo, então, corrigidos para o valor de 0 (zero).

A degradabilidade efetiva foi calculada pela seguinte fórmula proposta por ORSKOV & MCDONALD (1979):

$$DE = a + (b \times c) / (c + k1)$$

em que: *DE* é a degradabilidade efetiva, *a*, *b* e *c* estão definidos anteriormente e *k1* é a taxa de passagem pelo rúmen-retículo, definida por AZEVEDO et al. (2008) e calculada para cada animal em cada período.

O experimento foi conduzido em delineamento completamente casualizado, com quatro repetições (duas por período). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, e os dados de N-NH₃ e pH ruminal foram analisados em parcelas subdivididas, utilizando-se o aplicativo computacional SAS, versão 8.2 (SAS, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada interação tratamento *versus* horário de coleta para a concentração de N-NH₃ (P=0,0247, Tabela 2). De acordo com o esperado, no tempo 0 de coleta, não foram verificadas diferenças

Tabela 2 - Concentração de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal para cada tratamento e horário de amostragem expressa em mg 100mL⁻¹.

Horários	-----Tratamentos ¹ -----				Média	EP ⁽²⁾
	SM	SU	UE1	UE2		
0	2,19	2,47	2,34	2,66	2,41	0,10
1	3,80 ^b	9,87 ^a	9,12 ^a	10,25 ^a	8,26	1,51
2	4,94 ^c	9,40 ^b	12,72 ^a	9,30 ^b	9,09	1,60
4	3,99 ^{bc}	6,84 ^a	4,18 ^b	6,46 ^a	5,37	0,75
6	1,90	3,80	3,61	3,23	3,13	0,43
8	2,47	3,99	3,42	4,37	3,56	0,41
Média	3,21	6,06	5,90	6,05	5,30	-
EP ⁽²⁾	0,49	1,27	1,67	1,30	-	-

¹ SM: Sal mineralizado; SU: suplemento proteico com ureia comum; UE1: suplemento proteico com ureia encapsulada fórmula número 1; UE2: suplemento proteico com ureia encapsulada fórmula número 2;

² Erro padrão das médias. Médias na mesma linha, com letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos. No entanto, a partir da hora 1 até a hora 4, as concentrações de N-NH₃ ruminal foram diferentes ($P < 0,05$). Na hora 1, as fontes de NNP foram superiores ($P < 0,05$) à testemunha, sendo o seu valor correspondente a 39% da média dos demais tratamentos. Na hora 2, o maior valor ($P < 0,05$) foi do UE1, sendo superior ao SU e ao UE2. No entanto, na hora 4, a situação se inverteu com o SU e o UE2 sendo superiores ($P < 0,05$) ao UE1, que, por sua vez, não diferiu do tratamento testemunha. Nas horas 6 e 8, todos os tratamentos comportaram-se de forma semelhante ($P > 0,05$).

Os valores médios de nitrogênio amoniacal observados para os diferentes tratamentos variaram entre 3,21 e 6,05mg 100mL⁻¹; muitas das concentrações estiveram abaixo do nível mínimo para adequada atividade fibrolítica ruminal, conforme preconizado por SATTER & SLYTER (1974), as quais estariam na faixa de 5-8mg 100mL⁻¹. No entanto, LENG (1990) afirmou que o consumo de volumosos de baixa qualidade é maximizado com níveis mínimos de nitrogênio amoniacal de 20mg 100mL⁻¹, embora a degradabilidade ruminal do volumoso seja otimizada com níveis próximos a 10mg 100mL⁻¹. De acordo com os valores sugeridos por SATTER & SLYTER (1974), somente os tratamentos SU e UE2 (de 1 a 4 horas de coletas) e UE1 (de 1 a 2 horas de coleta) se enquadrariam como satisfatórios. Em nenhum horário, o SM atingiu o nível mínimo de acordo com a literatura. Apesar disso, não foram verificadas diferenças, tanto na digestibilidade, quanto no consumo de alimento (AZEVEDO et al., 2008), resultados que corroboram a afirmação de SILVEIRA (2007) de que o nível ótimo de amônia ruminal depende do tipo de dieta e não é um valor fixo.

Acreditava-se que o principal efeito da ureia encapsulada em comparação à ureia comum fosse justamente o de equilibrar as concentrações de amônia ao longo do dia, o que, na verdade, não ocorreu, sendo possível estabelecer que os tratamentos realizados com o objetivo de liberar a ureia lentamente não foram efetivos. A única diferença verificada foi sobre o tratamento testemunha e, mesmo assim, em uma pequena parcela dos horários de coleta. FERREIRA et al. (2005) observaram resultados satisfatórios na comparação da ureia comum com a ureia encapsulada (UE), em que a UE apresentou níveis de amônia mais constantes ao longo do dia.

HUNTIGTON et al. (2006) estudaram o efeito da ureia de liberação lenta (ULL) na absorção de amônia e produção de nitrogênio, na forma de ureia, no fígado de bovinos, e verificaram que os níveis de nitrogênio amoniacal ruminal do tratamento com ureia mantiveram-se mais altos e menos estáveis ao longo do dia comparados à ULL, concluindo que esse comportamento diferenciado da ULL foi efetivo no sentido de minimizar efeitos deletérios subsequentes nos metabolismos da amônia, da ureia, da glicose e do lactato.

Não foram observados efeitos dos tratamentos ($P = 0,171$) nem da interação tratamento *versus* horário de coleta ($P = 0,1405$) sobre o pH (Tabela 3). Os valores de pH foram próximos, independentemente do tratamento aplicado, variando de 6,70 (SU na hora 8 de coleta) até 7,02 (UE1 na hora 1 de coleta). Profundas alterações no pH nesse tipo de dieta não são previstas, tendo em vista a baixa relação concentrado:volumoso dos tratamentos utilizados. Segundo FERNANDEZ et al. (1988), valores de pH superiores a 6,6 (onde se enquadram todos os dados

Tabela 3 – Efeito dos tratamentos sobre o pH do líquido ruminal para cada horário de amostragem.

Horários	Tratamentos ¹				Média	EP ²
	SM	SU	UE1	UE2		
0	6,93	6,85	6,88	6,73	6,85	0,04
1	6,96	6,97	7,02	6,87	6,95	0,03
2	6,95	6,84	7,00	6,83	6,90	0,04
4	6,91	6,75	6,97	6,74	6,84	0,06
6	6,88	6,76	6,90	6,81	6,84	0,03
8	6,89	6,70	6,84	6,87	6,82	0,04
Média	6,92	6,81	6,94	6,93	6,87	-
EP ⁽²⁾	0,01	0,04	0,03	0,03	-	-

¹ SM: Sal mineralizado; SU: suplemento proteico com ureia comum; UE1: suplemento proteico com ureia encapsulada fórmula número 1; UE2: suplemento proteico com ureia encapsulada fórmula número 2;

² Erro padrão das médias.

deste experimento) são considerados ótimos para os microrganismos atuarem na degradação da celulose. Os dados deste experimento estão de acordo com os de RIHANI et al. (1993), os quais, trabalhando com suplementação proteica em dieta à base de volumoso de baixa qualidade, não verificaram efeito no pH, com valor médio de 6,6.

Os parâmetros de degradação da FDN (Tabela 4) não foram afetados ($P>0,05$) pela suplementação proteica e também pelo encapsulamento da ureia. A taxa de degradação variou de 3,79% h⁻¹ (UE1) até 4,31% h⁻¹ (SM), valores superiores aos citados por HESS et al. (1994), que, em experimento com animais em pastejo, não verificaram diferenças ($P>0,05$) ao suplementá-los com diferentes fontes de proteína (feno de alfafa, farelo de algodão e glúten de milho), com média de 2,62% h⁻¹, resultados que, provavelmente, podem ser explicados pelas características dos volumosos utilizados.

SILVEIRA (2007) não verificou efeito ($P>0,05$) da suplementação nitrogenada em quatro níveis (0, 40, 80, 120% da exigência de PDR) de inclusão na dieta sobre a taxa de digestão média, de 4,08%, semelhante à do presente trabalho (4,10%). Da mesma forma, a degradabilidade efetiva do volumoso não foi afetada, sendo dois pontos percentuais acima do valor observado no presente trabalho (29,91 e 31,88%, respectivamente).

Alterações na degradação da parede celular poderiam ser verificadas em situações em que, por ocasião de deficiência de nutrientes para os microrganismos ruminais, essa carência fosse corrigida por meio de suplementação e estimulasse o seu crescimento, observando, assim, aumento da atividade microbiana. No presente experimento, a dieta controle (SM) teve comportamento semelhante às dietas suplementadas com nitrogênio, resultado provavelmente reflexo da semelhança nos demais resultados verificados. A explicação pode residir na

Tabela 4 - Parâmetros de degradação da fibra em detergente neutro: fração rapidamente degradável (a, %), fração potencialmente degradável (b, %), taxa de degradação (c, % hora⁻¹), tempo de colonização (TC, horas) e degradação efetiva (DE, %) com suas respectivas médias e seus coeficientes de variação (CV).

Parâmetro	Tratamentos ¹				Média	CV
	SM	SU	UE1	UE2		
A	0,43	0,26	0,34	0,47	0,37	138,43
B	61,69	63,3	65,23	62,88	63,27	3,6
C	4,31	4,1	3,79	4,21	4,1	14,16
TC	6,94	7,02	5,81	5,76	6,38	31,47
DE	31,78	31,98	31,47	32,28	31,88	5,8

Médias na mesma linha, com letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro;

¹SM: Sal mineralizado; SU: suplemento proteico com ureia comum; UE1: suplemento proteico com ureia encapsulada fórmula número 1; UE2: suplemento proteico com ureia encapsulada fórmula número 2.

observação de que a quantidade de PDR presente no feno foi suficiente em suprir a demanda de N para a microbiota ruminal, de forma direta ou até mesmo por meio da reciclagem metabólica por parte do animal.

Ao verificar o valor da fração potencialmente degradável da FDN (a+b), que foi em torno de 63%, e compará-la ao valor do coeficiente de digestibilidade da FDN do tratamento testemunha (63,94%) citado por AZEVEDO et al. (2008), é possível notar a semelhança numérica, o que, de certa forma, reforça a hipótese de que, mesmo sem a suplementação, a digestão máxima da parede celular foi alcançada, ou seja, os limitantes para a digestão efetiva do volumoso foram as características intrínsecas deste.

CONCLUSÕES

A ureia encapsulada não demonstrou superioridade em relação à ureia comum, provavelmente em razão da baixa eficiência da sua proteção verificada por meio de a liberação de amônia no rúmen ter sido semelhante ao longo do tempo. A utilização de ureia encapsulada e a suplementação de proteína degradável não foram eficientes em aumentar a degradabilidade da parede celular do volumoso utilizado.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Arlington, 1995. 1025p.

AZEVEDO, E.B. et al. Incorporação de uréia encapsulada em suplementos protéicos fornecidos para novilhos alimentados com feno de baixa qualidade. **Ciência Rural**, v.38, n.5, p.1381-1387, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782008000500029&script=sci_arttext>. Acesso em: 21 jan. 2010. doi: 10.1590/S0103-84782008000500029.

FERNANDEZ, H. et al. Cambios en el pH ruminal en novillos suplementados energeticamente: una propuesta para su analisis. **Revista Argentina de Producción Animal**, v.1, p.1-13, 1988.

FERREIRA, R.N. et al. Liberação de nitrogênio amoniacal no rumen com o uso de uréia encapsulada com polímero (Optigen 1200 Alltec). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. CD-ROOM.

HESS, B.W. et al. Supplemental protein for beef cattle grazing dormant intermediate wheatgrass pasture: effects on nutrient quality, forage intake, digesta kinetics, grazing behavior, ruminal fermentation, and digestion. **Journal of Animal Science**, v.72, n.8, p.2113-2123, 1994.

HUNTINGTON, G.B. et al. Effects of a slow-release urea source on absorption of ammonia and endogenous production

of urea by cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.130, n.3, p.225-241, 2006. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T42-4J9N0T2-2&_user=572227&_rdoc=1&_fint=&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_acct=C000029098&_version=1&_urlVersion=0&_userid=572227&md5=660c33508b0483b025eb763714ce7201. Acesso em: 21 jan. 2010. doi:10.1016/j.anifeedsci.2006.01.012.

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, n.2, p.63-93, 1995.

LENG, R.A. Factors affecting the utilization of 'poor-quality' forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Reviews**, v.3, n.1, p. 277-303, 1990. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org/action/displayFulltext?type=1&fid=591400&jid=NR&volumeId=3&issueId=01&aid=591392>>. Acesso em: 21 jan. 2010. doi: 10.1079/NRR19900016.

MCDONALD, I. A revised model for the estimation of protein degradability in rumen. **Journal of Agricultural Science**, v.96, n.1, p.251-256, 1981.

ORSKOV, E.R.; MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agriculture Science**, v.92, p.499-503, 1979.

RIHANI, N. et al. Influence of level of urea and method of supplementation on characteristics of digestion of high-fiber diets by sheep. **Journal of Animal Science**, v.17, p.1657-1665, 1993.

RUSSELL, J.B. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **System for Microsoft Windows**: release 8.2. Cary, 2001. CD-ROM.

SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v.32, n.2, p.199-208, 1974. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org/action/displayFulltext?type=1&fid=122552&jid=&volumeId=&issueId=02&aid=1225544&bodyId=&membershipNumber=&societyETOCSession=>>>. Acesso em: 21 jan. 2010. doi: 10.1079/BJN19740073.

SILVEIRA, A.L.F. **Efeitos associativos da suplementação energética e protéica de volumoso de baixa qualidade em ovinos**. 2007. 120f. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods - a laboratory manual for animal science**. Ithaca: Cornell University, 1985. 202p.

WEISS, W.P. Predicting energy values of feeds. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.6, p.1802-1811, 1993.