

## Valor Nutritivo de Rações Compostas de Fontes de Amido e de Nitrogênio com Alta e Baixa Degradabilidade Ruminal

Lúcia Maria Zeoula<sup>1\*</sup>, Ivanor Nunes do Prado<sup>1\*</sup>, Ulysses Cecato<sup>1</sup>, Antonio Ferriani Branco<sup>1\*</sup>, Júlio Cesar Damasceno<sup>1</sup>, Marcio Munemori Watanabe<sup>2</sup>, Daniele Fridrich<sup>2</sup>, Conrado Luís Billero<sup>3</sup>

**RESUMO** - O objetivo deste estudo foi avaliar o consumo, o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA), o balanço de nitrogênio, o pH e a concentração de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal de ovinos. Os animais foram alimentados com rações compostas de concentrados com diferentes degradabilidade ruminal das frações amido e nitrogênio das seguintes fontes: amido (AM) de alta (triticale) e baixa (milho) degradabilidade ruminal combinada com fontes de nitrogênio (N) de alta (farelo de canola + uréia) e baixa (farelo de algodão + farinha de carne e ossos) degradabilidade ruminal. Dezesesseis carneiros Suffok castrados com peso médio de 37 kg PV foram usados para estimar os CDA por intermédio do método de coleta total de fezes e urina. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 2 x 2, com quatro repetições por tratamento. Na avaliação do pH e nitrogênio amoniacal, o delineamento usado foi de parcelas subdivididas, sendo os tratamentos considerados como parcelas e os tempos de amostragem como subparcelas. Maiores consumos de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) foram observados nos animais alimentados com as rações que continham fontes de N de baixa degradabilidade ruminal. Maiores CDA da MS, PB e energia bruta foram observados para as rações com fontes de N de alta degradabilidade ruminal e do AM, para as rações com fontes de AM e N de alta degradabilidade ruminal. A fonte de N de baixa degradabilidade ruminal propiciou o maior valor de pH e a mais baixa concentração de amônia ruminal.

Palavras-chave: amido, amônia, digestibilidade total, degradabilidade, nitrogênio, pH

## Nutritive Value of Diets Composed by Starch and Nitrogen Sources with High and Low Ruminal Degradability

**ABSTRACT** - The objective of this study was to evaluate the intake, apparent digestibility coefficient (ADC), nitrogen balance, pH and nitrogen ammonia concentration (N-NH<sub>3</sub>) in the ruminal fluid of sheep. The animals were fed diets composed by concentrates with different ruminal degradability of the fractions starch and protein from the used sources: starch with high (triticale) and low (corn) ruminal degradability combined with nitrogen (N) sources of high (canola meal plus urea) and low (cottonseed meal plus meat and bone meal) ruminal degradability. Sixteen Suffolk sheep, castrated, weighing 37 kg LW were used to estimate the ADC by means of the total collection of feces and urine method. A completely randomized experimental design, with a 2 x 2 factorial arrangement, with four replicates per treatment, was used. In the evaluation of pH and N-NH<sub>3</sub>, a split plot design was used, being the treatment the whole plot and the time of sampling as the split plot. Higher intakes of dry matter (DM), crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) were observed in the animals fed N diets of low ruminal degradability. Higher DM, CP and gross energy ADC were observed for N diets with high ruminal degradability, and for starch, diets with high ruminal degradability of starch and N. The N diets with low ruminal degradability showed the highest values of pH and the lowest concentration of the ruminal ammonia.

Key Words: starch, ammonia, total digestibility, degradability, nitrogen, pH

### Introdução

A qualidade de um alimento, para atender as necessidades dos animais ruminantes em aminoácidos e precursores glicogênicos, depende da digestão ruminal dos nutrientes, do padrão de fermentação no rúmen, da disponibilidade dos produtos finais da digestão e das proporções de proteína e amido que

escapam à fermentação ruminal e são digeridos e absorvidos no intestino delgado.

A quantidade de nitrogênio (N) dietético que atinge o duodeno é influenciada por fatores como teor de N na ração, solubilidade da proteína, quantidade de matéria orgânica fermentada no rúmen, tratamento físico ou químico ao qual a proteína da dieta foi submetida, reciclagem e absorção de N-amoniacal

<sup>1</sup>Professor do Departamento de Zootecnia - Universidade Estadual de Maringá. Av. Colombo, 5790 - 87020-900 - Maringá, PR.

<sup>2</sup>Bolsista de Iniciação Científica - CNPq.

<sup>3</sup>Bolsista de Aperfeiçoamento - CNPq.

\*Pesquisador do CNPq.

pelo rúmen (COELHO DA SILVA e LEÃO, 1979). Além disso, a natureza da fonte de carboidrato e os métodos de processamento parecem alterar a composição do material nitrogenado que chega ao duodeno (RAHNEMA et al., 1987, Ganev et al., citados por ORSKOV, 1988).

A concentração de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal é conseqüência do equilíbrio entre sua produção e utilização pelos microrganismos, sendo esta última dependente da energia disponível. NOLAN (1975) verificou que mais de 25% da proteína dietética ingerida são perdidos na forma de amônia ruminal, entretanto, estas perdas podem ser minimizadas, se a taxa de fermentação dos carboidratos degradáveis no rúmen for devidamente sincronizada com a taxa de degradação da proteína, favorecendo o desenvolvimento da flora microbiana e a utilização dos alimentos (HERRERA-SALDANA et al., 1990; NOCEK e TAMINGA, 1991; e CAMERON et al., 1995).

A velocidade de degradação ruminal produzida pela ação microbiana ruminal sobre as diferentes frações dos alimentos repercute sobre a dinâmica e equilíbrio dos fluxos de substratos disponíveis para os microrganismos do rúmen (McCARTHY et al., 1989). Os carboidratos de lenta degradação ruminal teriam vantagem quando comparados aos carboidratos de rápida degradação que perturbariam o equilíbrio do ecossistema ruminal (NOCEK e TAMINGA, 1991; SAUVANT et al., 1994).

McCARTHY et al. (1989) observaram que rações compostas de milho (carboidrato de lenta degradação ruminal), independente da fonte de proteína (farinha de peixe ou farelo de soja), propiciaram maiores consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e amido e maior produção de leite, em vacas Holandesas, múltiparas em início de lactação, quando comparadas com as rações que continham cevada (carboidrato de rápida degradação ruminal). Todavia, as rações com cevada foram mais extensivamente degradadas no rúmen, propiciando mais energia para o crescimento microbiano.

HERRERA-SALDANA e HUBER (1989) avaliaram dietas com fonte de energia e proteína com taxa de fermentação sincronizadas e não-sincronizadas no rúmen. Esses autores verificaram que a digestibilidade ruminal do amido foi maior para a dieta com fonte de amido de rápida degradação ruminal e a digestibilidade da MS, MO e PB, maior para fontes de N de rápida degradação ruminal. Spicer (1986), citado por CASPER et al. (1990), também verificou maior digestibilidade ruminal do amido em bezerros alimentados com fonte de

amido de rápida degradação ruminal.

SINCLAIR et al. (1993) observaram que a produção de proteína microbiana (g N/kg MO ingerida) e a eficiência de síntese de proteína microbiana (g N/kg MO verdadeiramente fermentável) foram, respectivamente, 27 e 13% superiores, quando os ovinos foram alimentados com dieta sincronizada na liberação de N e energia no rúmen. Esses autores verificaram que o valor mínimo (5,91) de pH no líquido ruminal ocorreu 2 horas e 30 minutos após a alimentação, sendo este valor similar para os animais alimentados com dietas sincronizada e não-sincronizada. A dieta sincronizada tendeu à maior liberação de N, não provocando elevação da concentração da amônia no rúmen.

McCARTHY et al. (1989) verificaram que o pico de concentração de amônia no líquido ruminal ocorreu, aproximadamente, duas horas após a alimentação. Dietas com fontes de AM de lenta e N de rápida degradação ruminal, fornecidas para vacas Holandesas no início de lactação, propiciaram maiores concentrações de amônia ruminal que dietas com AM de rápida e N de lenta degradação ruminal. Esses resultados estão de acordo com os observados por HERRERA-SALDANA e HUBER (1989).

Aumento no fluxo de proteína para o duodeno de carneiros foi observado por HUME et al. (1970), quando a concentração de amônia no líquido ruminal passou de 6,3 para 30,7 mg/100 mL. Os estudos *in vitro* (SATTER e SLYTER, 1974) e *in vivo* (SATTER e ROFFLER, 1975) demonstraram que a concentração mínima de amônia deve ser de 5 mg/100 mL de líquido ruminal, para que a mesma não limite o crescimento microbiano.

MEHREZ e ORSKOV (1976) estimaram que a concentração mínima de amônia deve ser de 23 mg/100 mL de líquido de rúmen, para se obter taxa máxima de crescimento microbiano, em ovinos recebendo concentrados. Embora a concentração de amônia requerida para o ótimo crescimento microbiano ainda não seja bem conhecida, concentrações acima de 5-10 mg/100 mL de líquido ruminal não têm aumentado a produção de proteína microbiana (LENG e NOLAN, 1984).

Com o objetivo de estudar dietas compostas com concentrados formulados com fontes de carboidratos e proteína com alta e baixa degradabilidade ruminal, avaliaram-se o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes, a concentração de amônia e o pH no líquido ruminal e o balanço de N.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Departamento

de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

Dezesseis ovinos da raça Suffolk, machos, castrados, com peso médio de 37,0 kg, foram utilizados no ensaio de digestibilidade, adotando-se o método de coleta total de fezes.

Quatro rações experimentais foram compostas de 46% de silagem de milho e 54% de concentrado. Os concentrados diferiam entre si na taxa de degradação ruminal das frações de carboidrato e nitrogênio das fontes utilizadas. Foram utilizadas duas fontes de amido com baixa (milho) e alta (triticale) degradabilidade ruminal e duas fontes de concentrados protéicos com baixa (farinha de carne e ossos + farelo de algodão) e alta (farelo de canola + uréia) degradabilidade ruminal, com base nos valores de degradabilidade *in situ* dos ingredientes individuais observados na literatura (NRC, 1988) e em estudos anteriores. A composição química dos alimentos utilizados na confecção das rações e a composição percentual dos concentrados encontram-se nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Os concentrados isonitrogenados e isoenergéticos foram formulados para atender ao requerimento de vacas com peso médio de 600 kg, produzindo 28 kg leite/dia corrigido para 3,5% de gordura. A composição química e a degradabilidade efetiva da matéria seca, proteína bruta e amido dos concentrados encontram-se na Tabela 3. A composição química da ração

total misturada (silagem de milho + concentrado) consta da Tabela 4.

Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas, com dispositivo para coleta de urina. Cada gaiola continha comedouro, bebedouro e cocho para sal, metálicos de aço galvanizado. Para coleta das fezes foram utilizadas sacolas de napa, ajustadas aos animais.

Os animais foram pesados no início e final do período de adaptação e coleta para se obter o peso médio. O período de adaptação dos animais às rações experimentais teve duração de 14 dias. As rações foram fornecidas *ad libitum* e distribuídas duas vezes ao dia, em duas porções iguais, às 8 e 16 h. As sobras foram pesadas diariamente antes da primeira refeição, mantendo-se a proporção de 20% de sobra por dia.

O período de coleta teve duração de sete dias, nos quais foram coletadas amostras das fezes, do alimento fornecido e das sobras (10% do peso total). A urina foi coletada em baldes plástico cobertos com tela, que continham 20 mL de HCl (1:1), para evitar a volatilização de nitrogênio e possível fermentação. Sempre no mesmo horário, às 8 h, 5% do total de urina medido diariamente foram amostrados.

No último dia do período experimental, coletou-se líquido ruminal de cada animal, por intermédio de sonda esofágica, nos tempos 0 (que antecedia a alimentação), 2, 4, 6 e 8 horas após a primeira alimentação. Foram utilizadas uma bomba a vácuo,

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes das rações  
Table 1 - Chemical composition of the diets ingredients

Ingrediente <i>Ingredient</i>	MS <i>DM</i> (%)	% MS			EB <i>GE</i> (kcal/kg MS)
		PB <i>CP</i>	FDN <i>NDF</i>	Amido <i>Starch</i>	
Milho grão moído <i>Ground corn grain</i>	88,77	9,96	13,61	71,78	4426,05
Triticale grão moído <i>Ground triticale grain</i>	88,73	14,79	14,64	69,62	4288,00
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	88,86	49,95	15,87	6,36	4584,59
Farelo de canola <i>Canola meal</i>	90,36	39,55	30,27	4,77	4562,30
Farelo de algodão <i>Cottonseed meal</i>	88,52	45,59	38,46	4,10	4510,13
Far. carne e ossos <i>Meat and bone meal</i>	95,3	39,27	-	-	3103,61
Silagem de milho <i>Corn silage</i>	31,51	7,11	50,87	28,18	4377,21
Uréia <i>Urea</i>	98,42	296,5	-	-	-
Calcário <i>Limestone</i>	98,00	-	-	-	-
Sal mineralizado <i>Mineralized salt</i>	97,66	-	-	-	-

Tabela 2 - Composição percentual dos concentrados

Table 2 - Percentage composition of concentrates

Ingrediente	AANB	AANA	ABNB	ABNA
<i>Ingredient</i>				
Milho moído	-	-	45,04	52,22
<i>Ground corn</i>				
Triticale grão moído	51,76	62,61	-	-
<i>Ground triticale</i>				
Farelo de soja	1,49	10	8,42	14,07
<i>Soybean meal</i>				
Farelo de canola	-	22,85	-	29,48
<i>Canola meal</i>				
Farelo de algodão	24,91	-	25,03	-
<i>Cottonseed meal</i>				
Far. de carne. e ossos	18,73	-	18,81	-
<i>Meat and bone meal</i>				
Uréia	-	0,9	-	0,9
<i>Urea</i>				
Calcário	1,22	1,78	0,84	1,46
<i>Limestone</i>				
Sal mineralizado	1,89	1,86	1,86	1,87
<i>Mineralized salt</i>				
Total	100	100	100	100

(AANB): amido de alta degradabilidade ruminal e nitrogênio de baixa degradabilidade ruminal.

(HSLN): high ruminal starch degradability and low ruminal nitrogen degradability.

(AANA): amido de alta degradabilidade ruminal e nitrogênio de alta degradabilidade ruminal.

(HSHN): high ruminal starch degradability and high ruminal nitrogen degradability.

(ABNB): amido de baixa degradabilidade ruminal e nitrogênio de baixa degradabilidade ruminal.

(LSLN): low ruminal starch degradability and low ruminal nitrogen degradability.

(ABNA): amido de baixa degradabilidade ruminal e nitrogênio de alta degradabilidade ruminal.

(LSHN): low ruminal starch degradability and high ruminal nitrogen degradability.

Tabela 3 - Composição química e degradabilidade efetiva da matéria seca (DEMS), da proteína (DEPB) e do amido (DEAM), para taxa de passagem de 5%/h, dos concentrados

Table 3 - Chemical composition and effective degradability of dry matter (EDDM), protein (EDCP) and starch (EDS) for a concentrate passage rate of 5%/h

Item	AANB	AANA	ABNB	ABNA
Matéria seca (%)	90,19	89,53	90,19	89,64
<i>Dry matter</i>				
Proteína bruta (% MS)	27,18	26,19	27,57	26,80
<i>Crude protein (% DM)</i>				
Fibra detergente neutro (% MS)	24,02	17,64	23,76	18,25
<i>Neutral detergent fiber (% DM)</i>				
Amido (% MS)	36,55	44,93	33,36	39,42
<i>Starch (% DM)</i>				
Energia bruta (kcal/kg MS)	3976,7	4203,0	4067,5	4319,3
<i>Gross energy (kcal/kg DM)</i>				
DEMS (5%/h) <sup>1</sup>	70,15b	80,56a	62,06c	66,98b
<i>EDDM</i>				
DEPB (5%/h) <sup>1</sup>	78,48b	84,02a	72,17c	79,79b
<i>EDCP</i>				
DEAM (5%/h) <sup>1</sup>	94,34a	94,58a	72,77b	66,59b
<i>EDS</i>				

(AANB): amido de alta degradabilidade ruminal e nitrogênio de baixa degradabilidade ruminal.

(HSLN): high ruminal starch degradability and low ruminal nitrogen degradability.

(AANA): amido de alta degradabilidade ruminal e nitrogênio de alta degradabilidade ruminal.

(HSHN): high ruminal starch degradability and high ruminal nitrogen degradability.

(ABNB): amido de baixa degradabilidade ruminal e nitrogênio de baixa degradabilidade ruminal.

(LSLN): low ruminal starch degradability and low ruminal nitrogen degradability.

(ABNA): amido de baixa degradabilidade ruminal e nitrogênio de alta degradabilidade ruminal.

(LSHN): low ruminal starch degradability and high ruminal nitrogen degradability.

<sup>1</sup> Valores obtidos em estudo *in situ* usando três vacas Holandesas com fístula no rúmen (ZEOULA et al., 1998a).<sup>1</sup> Values obtained in the *in situ* study using three rumen fistulated Holstein cows (ZEOULA et al., 1998a).

Medias, na linha, seguidas letras diferentes são diferentes (P&lt;0,05) pelo teste Tukey.

Means, within a row, followed by different letters are different (P&lt;.05) by Tukey test.

Tabela 4 - Composição química da ração total misturada  
 Table 4 - Chemical composition of experimental diets

Ração <i>Diet</i>	MS	% MS			EB
	<i>DM</i> (%)	PB <i>CP</i>	FDN <i>NDF</i>	Amido <i>Starch</i>	<i>GE</i> (kcal/kg MS)
AANB	48,58	17,95	36,37	32,70	4156,05
HSLN					
AANA	48,47	17,41	32,93	37,23	4283,15
HSHN					
ABNB	48,58	18,16	36,23	30,98	4209,95
LSLN					
ABNA	48,49	17,74	33,26	34,25	4345,96
LSHN					

(AANB): amido de alta degradabilidade ruminal e nitrogênio de baixa degradabilidade ruminal.

(HSLN): *high ruminal starch degradability and low ruminal nitrogen degradability.*

(AANA): amido de alta degradabilidade ruminal e nitrogênio de alta degradabilidade ruminal.

(HSHN): *high ruminal starch degradability and high ruminal nitrogen degradability.*

(ABNB): amido de baixa degradabilidade ruminal e nitrogênio de baixa degradabilidade ruminal.

(LSLN): *low ruminal starch degradability and low ruminal nitrogen degradability.*

(ABNA): amido de baixa degradabilidade ruminal e nitrogênio de alta degradabilidade ruminal.

(LSHN): *low ruminal starch degradability and high ruminal nitrogen degradability.*

com pressão de 40 mm de Hg, e uma sonda de borracha sintética com 1,5 m de comprimento por 12 mm de diâmetro, que foi lubrificada com óleo mineral (Nujol) antes de ser introduzida pela boca do animal. Foram retirados aproximadamente 150 mL de líquido de rúmen de cada animal, que posteriormente foi filtrado com um tecido duplo de algodão. O líquido ruminal filtrado foi homogeneizado e, por intermédio do potenciômetro, foi medido o pH. Aproximadamente 50 mL do líquido foram transferidos para um vidro devidamente etiquetado contendo 1 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1:1) para cessar a fermentação.

Todas as amostras coletadas foram mantidas em freezer, à temperatura de -10°C, para posterior análise.

Os períodos de adaptação e coleta, assim como os cálculos da digestibilidade aparente, seguiram as recomendações descritas por COELHO DA SILVA e LEÃO (1979).

Nos alimentos fornecidos, nas fezes e nas sobras coletadas, foram determinados os teores de MS, PB, FDN, EB e AM. Na urina coletada, determinou-se o teor de N e, no líquido ruminal, foram determinados o pH e o teor de N-NH<sub>3</sub>.

Para as determinações da MS, PB e EB, seguiram-se as recomendações descritas por SILVA (1981). A dosagem de amônia das amostras de líquido ruminal foi realizada pela técnica de FERNER (1965), modificada por VIEIRA (1984). Utilizou-se o analisador de fibra Ankom (ANKOM's Fiber Analyzer Ankom®) para a determinação da FDN. Para a determinação do AM, utilizou-se o método enzimático descrito por POORE et al. (1989), adaptado por

PEREIRA e ROSSI (1995).

Para a análise estatística dos resultados, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, cujos tratamentos constituíram um fatorial 2 x 2 (duas fontes de amido e duas fontes de nitrogênio) com quatro repetições por tratamento. Para os dados de pH e nitrogênio amoniacal, o delineamento utilizado foi de parcelas subdivididas, sendo os tratamentos considerados como parcelas e os tempos de amostragem como subparcelas.

## Resultados e Discussão

Não foram observadas interações das fontes de amido e nitrogênio para as rações experimentais nos parâmetros analisados.

Maiores consumos (P<0,05) de MS, PB e FDN, expressos em função do tamanho metabólico e % do peso vivo, e EB, expressos em cal/kg PV<sup>0,75</sup>, foram observados para fonte de N de baixa degradabilidade ruminal (farelo de algodão e farinha de carne e ossos) (Tabela 5). Utilizando-se as mesmas dietas, para vacas Holandesas, também foram observados maiores consumos de MS, PB, EB e AM para fonte de N de baixa degradabilidade ruminal, independente da fonte de AM utilizada (ZEOULA et al., 1998b). Estes resultados são diferentes dos observados por McCARTHY et al. (1989), que não observaram efeito das fontes protéicas, farinha de peixe ou farelo de soja (baixa e alta degradabilidade ruminal, respectivamente), no consumo de MS e FDN de vacas Holandesas no início da lactação.

Tabela 5 - Consumo médio diário de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), fibra em detergente neutro (FDN) e amido

Table 5 - Average daily intake of dry matter (DM), crude protein (CP), gross energy (GE), neutral detergent fiber (NDF) and starch of experimental diets

	Fontes de amido		Fontes de nitrogênio		CV (%)
	Starch sources		Nitrogen sources		
	Alta <sup>1</sup>	Baixa <sup>1</sup>	Alta <sup>1</sup>	Baixa <sup>1</sup>	
	High	Low	High	Low	
MS (DM)					
g/kg PV <sup>0,75</sup>	79,6	82,8	76,1b	86,4a	8,67
% PV	3,2	3,3	3,0b	3,4a	9,44
PB (CP)					
g/kg PV <sup>0,75</sup>	13,4	14,3	12,9b	14,9a	8,93
% PV	0,53	0,56	0,51b	0,58a	9,84
EB (GE)					
cal/kg PV <sup>0,75</sup>	314,7	332,3	307,3b	339,6a	8,84
cal/kg PV	125,0	130,4	122,1	133,3	9,61
FDN (NDF)					
g/kg PV <sup>0,75</sup>	24,2	25,0	21,4b	27,7a	10,23
% PV	0,95	0,98	0,84b	1,09a	11,35
Amido (Starch)					
g/kg PV <sup>0,75</sup>	27,8	27,4	27,5	27,8	7,73
% PV	1,12	1,08	1,09	1,09	8,85

Médias, na linha, seguidas de letras diferentes são diferentes (P<0,05) pelo teste Tukey .  
Means, within a row, followed by different letters are different (P<.05) by Tukey test.

<sup>1</sup> Degradação ruminal (Ruminal degradation).

(g/kg PV<sup>0,75</sup> = g/kg LW<sup>0,75</sup>), (% PV = % LW), (cal/kg PV<sup>0,75</sup> = cal/LW<sup>0,75</sup>), (cal/kg PV = cal/kg LW).

Não foi observada a influência das fontes de AM (milho ou triticale) sobre os consumos de MS, PB, EB, FDN e AM. Também não foram observados efeitos das fontes suplementares de energia diferenciadas na degradação ruminal sobre os consumos de MS de vacas no meio da lactação (Depeter e Taylor, 1985, citados por CASPER et al. 1990) e de novilhos (CAREY et al., 1993). Entretanto, estes resultados estão em desacordo com as observações de McCARTHY et al. (1989) e SAUVANT et al. (1994), os quais relataram que carboidratos de lenta degradação no rúmen proporcionariam maior consumo, para dietas com grande quantidades de concentrados, possibilitando fermentações relativamente mais equilibradas. Todavia, CASPER et al. (1990) observou interação das fontes de proteína (farelo de soja e uréia) e carboidrato (milho e cevada) diferenciadas pela taxa de degradação ruminal, sobre o consumo de MS de vacas Holandesa de alta produção; o maior consumo foi obtido para as dietas com milho mais uréia.

As digestibilidades aparentes da MS, PB, EB e AM foram maiores (P<0,05) para fontes de nitrogênio de alta degradabilidade ruminal (farelo de canola + uréia) (Tabela 6). Estes resultados podem ser atribuídos às condições mais favoráveis ao desenvolvimento microbiano e à conseqüente fermentação, propiciados pelas fontes de N de alta degradabilidade

ruminal, e também aos menores consumos de MS, PB, EB e FDN observados para essas fontes. HERRERA-SALDANA et al. (1989) também observaram maiores digestibilidades da MS e PB, quando alimentaram vacas multíparas no período intermediário de lactação, com dietas contendo cevada e farelo de algodão, como fontes de energia e proteína de degradação rápida no rúmen, em comparação a dietas com milho e resíduos de cervejaria, como fontes de energia e proteína de degradação lenta no rúmen, ou com dietas com fonte de energia e proteína não-sincronizada no rúmen. Todavia, McCARTHY et al. (1989) não verificaram efeito das fontes de proteína (farelo de soja e farinha de peixe) de alta e baixa degradabilidade ruminal sobre a digestibilidade no trato gastrointestinal da MO, FDN e fibra em detergente ácido (FDA).

No presente trabalho não foi observado efeito da fonte de proteína e de AM sobre a digestibilidade total da FDN. Stewart (1977), citado por McCARTHY (1989), observou que a degradação ruminal da fibra diminuiu com valor do pH ruminal inferior a 6,0. Observou-se que o valor mínimo de pH no líquido ruminal dos ovinos não foi inferior a 6,0 para as dietas estudadas (Figura 1), o que pode ter influenciado estes resultados.

Maior digestibilidade aparente do AM (P<0,05) foi encontrada para as rações com fonte de AM de alta degradabilidade ruminal (98,5 vs 96,7%). Resultados semelhantes foram observados por McCARTHY et al. (1989),

Tabela 6 - Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), fibra em detergente neutro (FDN) e amido

Table 6 - Apparent digestibility coefficient of dry matter (DM), crude protein (CP), gross energy (GE), neutral detergent fiber (NDF) and starch

Ração Diet	Digestibilidade aparente (%)				
	MS DM	PB CP	EB GE	FDN NDF	Amido Starch
Fontes de amido					
<i>Starch sources</i>					
Alta <sup>1</sup> (High)	66,7	71,48	66,43	36,79	98,51 <sup>a</sup>
Baixa <sup>1</sup> (Low)	66,2	69,25	66,79	40,70	96,70 <sup>b</sup>
Fontes de nitrogênio					
<i>Nitrogen sources</i>					
Alta <sup>1</sup> (High)	70,4 <sup>a</sup>	74,44 <sup>a</sup>	69,60 <sup>a</sup>	36,80	98,42 <sup>a</sup>
Baixa <sup>1</sup> (Low)	62,5 <sup>b</sup>	66,29 <sup>b</sup>	63,61 <sup>b</sup>	40,69	96,79 <sup>b</sup>
CV (%)	3,29	5,26	3,58	13,76	1,15

Médias, na coluna, seguidas de letras diferentes são diferentes (P<0,05) pelo teste Tukey.

Means, within a column, followed by different letters are different (P<.05) by Tukey test.

<sup>1</sup> Degradação ruminal (Ruminal degradation).

HERRERA-SALDANA et al. (1989) e Spicer et al. (1986), citados por CASPER et al. (1990). WALDO (1973) verificou que, embora o local de digestão pode ser alterado pela fonte de AM (milho ou cevada), a extensão da digestão no trato gastrointestinal é próxima de 100%. Não houve diferença para as digestibilidades da MS, PB, FDN e EB entre as fontes de AM de alta e baixa degradabilidade ruminal.

O balanço de nitrogênio (BN) não diferiu entre as fontes de AM e N (Tabela 7). Verificou-se coeficiente de variação elevado para esta variável analisada. MATRAS et al. (1991) também não observaram diferença entre as fontes de AM, para o BN, ao alimentarem carneiros com fontes de AM e N com diferentes taxas de degradação ruminal.

Não houve diferença das fontes de amido (triticale e milho) para o pH no líquido ruminal (Figura 1); todavia, as dietas com fontes de N de baixa degradabilidade ruminal propiciaram maiores (P<0,05) valores de pH, quando comparadas às fontes de N de alta degradabilidade ruminal. McCARTHY et al. (1989) não observaram efeito das fontes de AM e proteína para o pH do líquido ruminal de vacas Holandesas no início da lactação, quando alimentadas com fontes de carboidratos e proteínas de alta e baixa degradabilidade ruminal. SINCLAIR et al. (1993) também encontraram valores similares de pH no líquido de rúmen de ovinos, quando alimentados com dietas sincronizadas e não-sincronizadas.

Constatou-se que os menores valores de pH ruminal ocorreram entre 2 e 6 horas após à alimentação. GOMES (1991) verificou que o pH do líquido ruminal alcança seu valor mais ácido de 2 a 6 horas

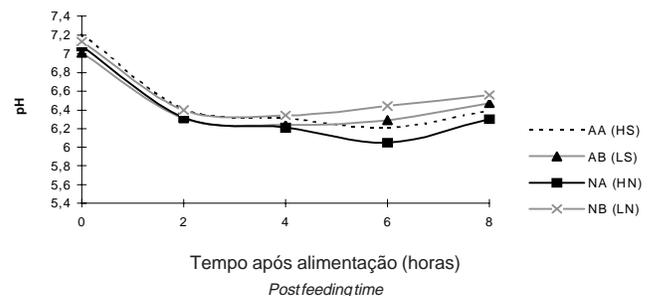


Figura 1 - pH do líquido ruminal, em relação ao tempo após alimentação das fontes de amido de alta (AA) e baixa (AB) degradabilidade ruminal e das fontes de nitrogênio de alta (NA) e de baixa (NB) degradabilidade ruminal.

Figure 1 - Ruminal fluid pH on post feeding time of starch sources of high (HS) and low (LS) ruminal degradability and nitrogen sources of high (HN) and low (LN) ruminal degradability.

após a ingestão do alimento, estando de acordo com os observados neste trabalho. A faixa de variação do pH observada foi de 6,05 a 7,21.

Maiores concentrações (P<0,05) de N amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) no líquido de rúmen, a partir do tempo 2 horas, ocorreram para as fontes de N de alta degradabilidade ruminal (uréia + farelo de canola), como observado na Figura 2. Estes resultados estão de acordo com os observados por HERRERA-SALDANA et al. (1989) e McCARTHY et al. (1989), que também verificaram maiores concentrações de N-NH<sub>3</sub> para fontes de nitrogênio de rápida degradação ruminal.

Tabela 7 - Balanço de nitrogênio, em gramas por dia (g/dia) e % sobre o nitrogênio ingerido (% NI) dos animais submetidos às rações experimentais

Table 7 - Nitrogen balance, in grams per day (g/d) and % of the nitrogen ingested (% NI) of animals fed experimental diets

Ração <i>Diet</i>	Balanço de nitrogênio <i>Nitrogen balance</i>	
	g / dia	% NI
<i>Fontes de amido</i>		
<i>Starch sources</i>		
Alta <sup>1</sup> (High)	8,17	23,51
Baixa <sup>1</sup> (Low)	7,86	20,72
<i>Fontes de nitrogênio</i>		
<i>Nitrogen sources</i>		
Alta <sup>1</sup> (High)	6,66	20,26
Baixa <sup>1</sup> (Low)	9,34	23,97
<i>Médias</i>		
<i>Means</i>	8,00	22,11
CV (%)	37,85	38,56

<sup>1</sup> Degradabilidade ruminal.

\* Ruminal degradability

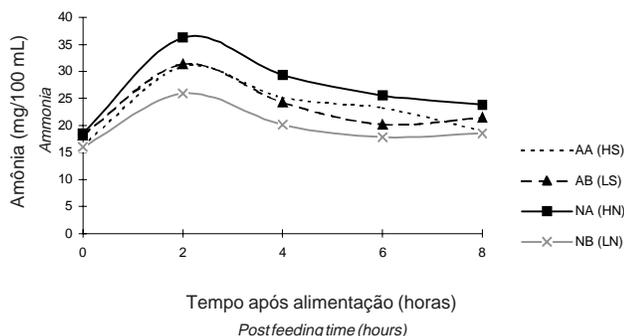


Figura 2 - Concentração de amônia (mg/100 mL) no líquido de rúmen, em relação ao tempo após alimentação das fontes de amido de alta (AA) e baixa (AB) degradabilidade ruminal e das fontes de nitrogênio de alta (NA) e baixa (NB) degradabilidade ruminal.

Figure 2 - Ruminal fluid ammonia concentration (mg/100 mL) on post feeding time of starch sources of high (HS) and low (LS) ruminal degradability and nitrogen sources of high (HN) and low (LN) ruminal degradability.

No presente experimento, verificou-se que os picos das concentrações N-NH<sub>3</sub> (Figura 2) do líquido ruminal ocorreram 2 horas após a alimentação, fato também observado por McCARTHY et al. (1989). Os resultados obtidos neste trabalho para as concen-

trações de N-NH<sub>3</sub> do líquido de rúmen dos ovinos variaram de 16 a 36,3 mg/100 mL, estando muito acima da concentração observada por SATTER e SLYTER (1974), SATTER e ROFFLER (1975) e Buttery (1977), citado por BONDI (1988), que foi de 5 a 9 mg/100 mL, para que a mesma não limite o crescimento microbiano. Contudo, as concentrações observadas foram próximas às observadas para ovinos que receberam concentrados (MEHREZ e ORSKOV, 1976).

## Conclusões

Para as condições em que foi realizado este experimento, não foram observadas interações das fontes de AM e N para as rações experimentais nos resultados de consumo, digestibilidade aparente, balanço de nitrogênio, pH e concentração de N-NH<sub>3</sub> no líquido de rúmen.

As fontes de nitrogênio de baixa degradabilidade ruminal (farelo de algodão + farinha de carne e ossos) propiciaram os maiores consumos de MS, PB e FDN e EB, maior valor de pH e menor de amônia ruminal.

As fontes de N de alta degradabilidade ruminal (farelo de canola + uréia) proporcionaram os maiores CDA dos nutrientes analisados e o triticale (alta degradabilidade ruminal) resultou no maior CDA do amido.

## Referências Bibliográficas

- BONDI, A.A. 1989. *Animal Nutrition*. Zaragoza: Acribia. v.1, 545p.
- CAREY, D.A., CATON, J.S., BIONDINI, M. 1993. Influence of energy source on forage intake, digestibility, in situ degradation, and ruminal fermentation in beef steers fed medium-quality brome hay. *J. Dairy Sci.*, 71(8):2260-2269.
- CASPER, D.P., SCHINGOETHE, D.J., EISENBEISZ, W.A. 1990. Response of early lactation dairy cows fed diets varying in source of nonstructural carbohydrate and crude protein. *J. Dairy Sci.*, 73(4):1039-1050.
- CAMERON, M.R., KLUSMEYER, T.H., LYNCH, G.L. et al. 1991. Effects of urea and starch on rumen fermentation, nutrient passage to the duodenum and performance of cows. *J. Dairy Sci.*, 74:1321-1336.
- COELHO DA SILVA, J.F., LEÃO, M.I. 1979. *Fundamentos de nutrição de ruminantes*. Piracicaba, S.P., Livrocercos. 380p.
- GOMES, B.V. *Influência das características químicas e físicas das forragens sobre o consumo, degradação e cinética da digesta ruminal*. Viçosa, 1991. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- HERRERA-SALDANA, R., GOMES-ALARCO, R., TORABI, M. et al. 1990. Influence of synchronizing protein and starch degradation in rumen on nutrient utilization and microbial synthesis. *J. Dairy Sci.*, 73(1):142-148.
- HERRERA-SALDANA, R., HUBER, J.T. 1989. Influence of varying protein and starch degradabilities on performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 72(6):1477-1483.

- HUME, I.D. 1970. Synthesis of microbial protein in the rumen. III. The effect of dietary protein. *Aust. J. Agr. Res.*, 21:305-314.
- HUME, I.D., MOIR, R.J., SOMER, M. 1970. Synthesis of microbial protein in the rumen. I. Influence of the level of nitrogen intake. *Aust. J. Agr. Res.*, 21:283.
- LENG, R.A., NOLAN, J.V. 1984. Symposium: protein nutrition of the lactating dairy cow. Nitrogen metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.*, 67:1027-1089.
- MATRAS, J., BARTLE, S.J., PRESTON, R.L. 1991. Nitrogen utilization in growing lambs: Effects of grain (starch) and protein sources with various rates of ruminal degradation. *J. Dairy Sci.*, 69:339-347.
- MCCARTHY, R.D., KLIZMEYER, JR. T.H., CLARK, J.H. et al. 1989. Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 72(8):2002-2016.
- MEHREZ, A.Z., ORSKOV, E.R. 1976. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. *Proceeding of Nutrition Society*, 35(40).
- MUÑOZ, L.S. *Estude de digetibilite des glucides des concentres chez les ruminants*. Paris: Institut National Agronomique Paris - Grignon, 1995. 153p. Thesis (Doctor), 1995.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1988. *Nutrient Requirements of dairy cattle*. 6. ed., Washington: National Academy of Sciences. 156p.
- NOCEK, J.E., TAMINGA, S. 1991. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. *J. Dairy Sci.*, 74:3598-3629.
- NOLAN, J.V. 1975. Quantitative models of nitrogen metabolism in sheep. In: McDONALD, I.W., WARNER, A.C.I. (Ed.) *Digestion and metabolism in the ruminant*. Armidale: University New England. p.416.
- ORSKOV, E. R. 1988. *Nutrición proteica de los ruminantes*. Zaragoza: Editorial Acribia S.A. 178p.
- PEREIRA, J.R.A., ROSSI, P. 1995. *Manual prático de avaliação nutricional de alimentos*. Piracicaba: FEALQ. 25p.
- RAHNEMA, S. H., THEURER, B., GARCIA, J. A. et al. 1987. Site of protein digestion in steers fed sorghum grain diets. II. Effect of grain processing methods. *J. Anim. Sci.*, 64(5):1541-1547.
- SATTER, L.D., ROFFLER, R. E. 1975. Relationship between ruminal ammonia and nonprotein nitrogen utilization by ruminants. I. Development of a model for predicting nonprotein nitrogen utilization by cattle. *J. Dairy Sci.*, 58(12):1880-1888.
- SATTER, L.D., SLYTER, L.L. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production "in vitro". *Br. J. Nut.*, 32(2):199-299.
- SILVA, D.J. 1981. *Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)*. Viçosa: UFV. 166p.
- SINCLAIR, L. A., GARNSWORTHY, P. C. NEWBOLD, J. R. et al. 1993. Effect of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release on rumen fermentation and microbial proteins synthesis in sheep. *J. Agri. Sci.*, 120:255-263.
- SAUVANT, D., CHAPOUTOT, P., ARCHIMEDE, H. 1994. La digestion des amidons par les ruminants et ses conséquences. *Prod. Anim.*, 7:115-124.
- VIEIRA, H. W. *Digestão parcial e total da proteína em diferentes grupos de bovídeos*. Viçosa, UFV, 1984. 250p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- ZEOULA, L.M., MICHELAN, A.C., FREGADOLLI, F.L. et al. 1998a. Combinações de fontes de nitrogênio e amido de alta e baixa degradabilidade ruminal avaliadas pela técnica *in situ*. *R. Acta Scientiarum*, 20(3):325-332.
- ZEOULA, L.M., SANTOS, G.T. dos, FREGADOLLI, F.L. et al. 1998b. Efeito das fontes de amido e nitrogênio de alta e baixa degradabilidade ruminal sobre a produção de leite. *R. Acta Scientiarum*, 20(3):339-346.

**Recebido em:** 08/07/98

**Aceito em:** 25/02/99