

Combinações de fontes de nitrogênio e amido de alta e baixa degradabilidade ruminal avaliadas pela técnica *in situ*

Lúcia Maria Zeoula*, Andrea Cristiane Michelin, Fábio Luiz Fregadolli, Júlio Cesar Damasceno, Ivanor Nunes do Prado, Daniele Fridrich e Reinaldo Gomes de Moraes

Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá-Paraná, Brazil.

*Author for correspondence.

RESUMO. Este trabalho teve por objetivo avaliar a degradabilidade ruminal de quatro concentrados, os quais diferiam entre si pela diferença na degradação ruminal das fontes de amido e nitrogênio utilizadas. Foram utilizadas três vacas da raça Holandesa, com peso médio de 530kg e portadoras de cânula ruminal. Os concentrados formulados com fonte de amido e nitrogênio de alta degradabilidade ruminal apresentaram maiores valores de degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca, proteína bruta e amido para taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h e o inverso foi observado para os concentrados com fontes de amido e nitrogênio de baixa degradabilidade ruminal. Os concentrados formulados alternando as fontes de amido e de nitrogênio de alta e baixa degradabilidade ruminal apresentaram valores intermediários de DE da matéria seca e da proteína. A DE do amido foi influenciada pela fonte de amido independentemente da fonte de nitrogênio.

Palavras-chave: amido, concentrados, degradabilidade ruminal, matéria seca, nitrogênio.

ABSTRACT. Combinations of starch and nitrogen sources in high and low ruminal degradability evaluated by *in situ* technique. The objective of this paper was to evaluate the ruminal degradability of four isonitrogenized and isoenergetic concentrates which differed as for starch and nitrogen sources. Three holstein cows with 530kg average weight and fistulated rumen were used in this investigation. The concentrates formulated with starch and nitrogen sources of high ruminal degradability presented higher values of drymatter, crude protein and starch effective degradability (ED) for 2%/h, 5%/h and 8%/h passage rates, but the reverse was also observed for concentrates with starch and nitrogen sources of low ruminal degradability. The concentrates formulated by alternating starch and nitrogen sources of high and low ruminal degradability showed dry matter and protein ED intermediate values. The starch ED was influenced by the starch source independently of the nitrogen source.

Key words: concentrates, dry matter, starch, nitrogen, ruminal degradability.

O rúmen-retículo é um sistema biológico complexo e certos processos digestivos são ainda insuficientemente compreendidos ou quantificados para que, hoje, possamos ter controle da escolha e do tratamento dos alimentos que estejam à altura dos objetivos que têm por finalidade satisfazer as necessidades dos animais, explorando todo o seu potencial de produção.

Em função disso, numerosos trabalhos têm sido realizados para estudar a digestão no rúmen-retículo. Esta digestão é, em geral, avaliada através de medidas do fluxo duodenal associadas aos estudos de dinâmica de fermentação ruminal. Esse conjunto de medidas permite observar o impacto digestivo de rações com proporções variáveis de alimentos

concentrados (Archimède *et al.*, 1995), de teores de nitrogênio (Ash e Norton, 1987; McCarthy *et al.*, 1989), ou de diferentes valores de degradabilidade de nitrogênio (Kirpatrick e Kenelly, 1989; Ruiz *et al.*, 1989; Stokes *et al.*, 1991). Todavia, são poucos os trabalhos que têm por finalidade estudar as consequências digestivas devido às diferenças na velocidade de degradação dos carboidratos (Widyobroto, 1992; Mould *et al.*, 1993) ou da combinação da velocidade de degradação sincronizada ou não da fração nitrogenada e de carboidratos dos alimentos (Herrera-Saldana *et al.* 1990; Sinclair *et al.*, 1993; Muñoz *et al.*, 1995).

Essas diferenças na velocidade de degradação repercutem na dinâmica e no equilíbrio dos fluxos

de substratos disponíveis para os microrganismos do rúmen (McCarthy *et al.*, 1989). As considerações teóricas têm conduzido a pensar que glicídios de velocidade de degradação lenta teriam vantagens quando comparados aos glicídios de velocidade de degradação rápida que perturbariam o equilíbrio do ecossistema ruminal (Nocek e Tamminga, 1991; Sauvant *et al.*, 1994). Entretanto, alguns estudos e sistemas de recomendações alimentares preconizam uma sincronização entre os ritmos de degradação de nitrogênio e de glicídios no rúmen que seria mais favorável ao desenvolvimento da flora microbiana e da valorização dos alimentos (Herrera-Saldana *et al.*, 1990; Cameron *et al.*, 1991; Nocek e Tamminga, 1991).

Segundo Hume *et al.* (1970) e Stern e Hoover (1979) a taxa de degradação ruminal das fontes de nitrogênio e dos carboidratos é um fator limitante do crescimento microbiano, o qual é máximo quando a disponibilidade dessas fontes no rúmen está equilibrada.

Herrera-Saldana e Huber (1989) observaram que vacas, no início da lactação quando alimentadas com dietas com cevada e farelo de algodão como fontes de energia e proteína de degradação rápida no rúmen, produziram mais leite do que vacas alimentadas com dietas contendo fontes de energia e proteína de degradação lenta no rúmen (milho e resíduos secos de cervejaria) ou com dietas com fontes de energia e proteína de velocidade de fermentação não-sincronizadas.

Nocek e Russel (1988) compararam quatro dietas que continham quantidades iguais de carboidrato e proteína, porém a disponibilidade desses nutrientes no rúmen era bastante variável. O aumento na taxa de degradação das fontes de carboidratos utilizadas que variaram de 0,04 a 0,25/h (menor e maior disponibilidade, respectivamente) fez subir a produção de biomassa microbiana de 0,26 para 0,37g bactéria/g de carboidrato. Todavia para a dieta com menor disponibilidade de aminoácidos no rúmen e com alta disponibilidade de carboidratos, a quantidade de nitrogênio foi insuficiente para suportar a máxima síntese microbiana.

Também os efeitos da sincronização sobre a taxa de degradação do nitrogênio e carboidratos de quatro concentrados foram estudados por Muñoz (1995). A degradação *in situ* do nitrogênio no tempo 24 horas de incubação foi menor para o concentrado LL (amido e nitrogênio de degradação lenta) e maior para o concentrado RR (amido e nitrogênio de degradação rápida), e a degradação do amido às 24 horas foi menor para o concentrado LL (89,6%) e os demais concentrados, RR, RL (amido de degradação rápida e nitrogênio de degradação lenta) e PLL (parede celular e nitrogênio de degradação lenta) não

diferiram entre si e a degradação do amido foi 100%. Foi também observado que a proporção de matéria orgânica degradada no rúmen foi menor para os animais alimentados com o concentrado LL do que quando alimentados com os concentrados RR, RL e PLL. Também, Archimède *et al.* (1992) e Wydiobroto (1992) observaram menor degradabilidade da matéria orgânica para os concentrados ricos em milho (lenta degradação ruminal) quando comparados aos concentrados ricos em cevada (rápida degradação ruminal).

Avaliando quatro rações contendo como volumoso silagem de milho combinada com fonte de amido de alta e baixa degradabilidade ruminal (triticale e milho) e com fontes de proteína de alta e baixa degradabilidade ruminal (levedura e farelo de soja), Medroni (1997) verificou que dietas com levedura e triticale propiciaram maior degradabilidade efetiva da matéria seca e da proteína bruta. Todavia, quando forneceu as dietas para novilhas Nelore confinadas, a combinação entre as fontes de energia e proteína não teve influência sobre os coeficientes de digestibilidade, ganho de peso, consumo, conversão alimentar e rendimento de carcaça.

As dietas contendo fontes protéicas e de carboidratos com taxas de degradação ruminal sincronizada ou não-sincronizada têm sido formuladas a partir das características de degradação *in situ* dos ingredientes incubados individualmente. Segundo Sinclair *et al.* (1993), os resultados são consistentes com a suplementação de dietas com nitrogênio e energia sincronizados no fornecimento de substratos para os microrganismos ruminais, com base nos dados de degradação *in situ* dos ingredientes. Partindo desse conceito, Aldrich *et al.* (1996) verificaram se dietas misturadas podem ser preditas a partir das características dos ingredientes e compararam quatro dietas com alta e baixa disponibilidade ruminal de carboidratos e proteínas, pela técnica *in situ*. Observaram que os valores estimados são consistentes para a solubilidade, degradabilidade efetiva e taxa de degradação da matéria seca, da proteína bruta e dos carboidratos não-estruturais, de dietas mistas incubadas. No entanto concluiu que a taxa de degradação pode ser superestimada, se a proteína de lenta degradação ruminal for usada na formulação de dietas.

Com a finalidade de se obter respostas sobre alguns dos aspectos da dinâmica ruminal, esse experimento procurou determinar a degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca, da proteína bruta e do amido de concentrados formulados com fontes de carboidratos e nitrogênio com alta e baixa degradabilidade ruminal.

Material e métodos

O experimento foi realizado no Setor de Bovinocultura de Leite, na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), e no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia (DZO), da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Foram utilizadas três vacas da raça Holandesa, malhadas de preto, multíparas, portadoras de cânula ruminal, com peso médio de 530kg. Os animais pertenciam ao rebanho leiteiro da FEI.

As vacas foram alimentadas com ração completa com 46% de silagem de milho e 54% de concentrado, minerais e vitaminas, segundo as recomendações do NRC (1989), cuja composição químico-bromatológica era de 17,8 % de proteína bruta (PB), 34,7% de fibra em detergente neutro (FDN) e 4,3 Mcal de energia bruta/kg MS. O concentrado fornecido foi obtido a partir da mistura homogênea e em partes iguais dos quatro concentrados utilizados na avaliação *in situ*.

Os animais foram adaptados à alimentação durante 14 dias e foram alimentados duas vezes ao dia.

A composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados na formulação dos concentrados avaliados pela técnica *in situ* e da silagem de milho encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes*

Alimento	MS	% na MS			EB
	(%)	PB	FDN	Amido	
Milho: grão moído	87,91	10,77	13,16	74,76	4,64
Triticale: grão moído	87,67	13,78	13,20	72,74	4,37
Farelo de Soja	88,12	53,36	16,01	5,42	4,68
Farelo de Canola	90,55	40,38	32,43	6,04	4,71
Farelo de Algodão	91,32	44,83	32,54	3,88	4,65
Far. de Car. e Ossos	93,43	45,22	-	--	3,26
Silagem de Milho	27,44	8,08	57,58	17,95	4,33
Uréia	98,42	288,13	-	--	--
Calcário	99,92	--	-	--	--
Sal Mineral	96,83	--	-	--	--

* Resultados obtidos no Laboratório de Nutrição Animal (UEM)

Os concentrados foram formulados para satisfazer a demanda de vacas com peso médio de 600kg, produzindo 28kg de leite/dia corrigido para 3,5% de gordura. Os quatro concentrados foram compostos com fontes de carboidratos e de nitrogênio que apresentaram alta e baixa degradabilidade ruminal do amido e do nitrogênio, a partir de valores de degradabilidade *in situ* dos ingredientes, observados na literatura (NRC, 1988) e em estudos anteriores. A composição percentual e químico-bromatológica dos concentrados está demonstrada na Tabela 2.

A degradabilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e amido dos quatro concentrados foi

estimada pela técnica *in situ* do saco de náilon.

Os sacos de monofilamento de poliéster, lacrados pelo calor, fabricados em náilon (ANKON - BAR DIAMOND, INC., Parma Idaho - USA) foram utilizados para incubação ruminal, cujas dimensões foram de 10cm x 17cm, com diâmetro de poros de 53 micra. Aproximadamente 7g de amostras (base da MS) foram colocados em cada saco, fechando-os e atando-os com fios de náilon de 30cm de comprimento. Os sacos foram presos, em triplicata, a uma barra cilíndrica de ferro inoxidável, com peso de 600g e esta foi suspensa por um fio de náilon de 60cm de comprimento, na cânula ruminal, durante o período de incubação.

Tabela 2. Composição percentual e químico-bromatológica dos concentrados

Alimento	AANB	AANA	ABNB	ABNA
Milho: grão moído	-	-	45,04	52,22
Triticale: grão moído	51,76	62,61	-	-
Farelo de Soja	1,49	10,00	8,42	14,07
Farelo de Canola	-	22,85	-	29,48
Farelo de Algodão	24,91	-	25,03	-
Far. de Car. e Ossos	18,73	-	18,81	-
Uréia	-	0,90	-	0,90
Calcário	1,22	1,78	0,84	1,46
Sal Mineral	1,89	1,86	1,86	1,87
Total	100	100	100	100
Matéria Seca *	86,44	86,26	86,32	83,45
Proteína Bruta (% MS)*	29,64	27,74	32,42	31,98
Amido (% MS)*	33,73	40,79	30,00	35,91

AANB: amido de alta degradabilidade ruminal e nitrogênio de baixa degradabilidade ruminal; AANA: amido de alta degradabilidade ruminal e nitrogênio de alta degradabilidade ruminal; ABNB: amido de baixa degradabilidade ruminal e nitrogênio de baixa degradabilidade ruminal; ABNA: amido de baixa degradabilidade ruminal e nitrogênio de alta degradabilidade ruminal. *Dados de análises obtidos a partir da mistura dos ingredientes (concentrados) utilizados na incubação *in situ*

Os tempos de incubação empregados tiveram duração de 48, 24, 20, 16, 12, 8, 6, 4, 2 e 0 horas. Todos os sacos de náilon foram colocados no rúmen nos respectivos tempos e retirados ao mesmo tempo. Após a remoção, os sacos foram lavados em água corrente e posteriormente em máquina de lavar, em cinco ciclos por 10 min., juntamente com os sacos contendo amostras do tempo zero hora de incubação.

Após serem lavados, os sacos foram submetidos à secagem em estufa com ventilação forçada, a 55°C, por 72 horas. A porcentagem de desaparecimento da MS, PB e amido, por tempo de incubação, foi calculada pela proporção de alimento que restou nos sacos após incubação ruminal.

A degradabilidade da MS e demais nutrientes foi calculada através da equação descrita por Meherz e Orskov (1977):

$$p = a + b(1 - e^{-ct}),$$

onde: p = taxa de degradação no tempo t; a =

interceptor representando a porção da MS prontamente degradável no rúmen; b = fração insolúvel, mas potencialmente degradável; c = taxa fracional constante de degradação da fração b ; t = tempo de incubação.

Os parâmetros não-lineares a , b e c foram estimados pelos procedimentos iterativos de quadrados mínimos (iterative least-squares) utilizando o programa SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas).

A degradabilidade efetiva da MS e dos demais nutrientes no rúmen foi calculada através da equação descrita por Orskov e McDonald (1979):

$$\text{Degradabilidade efetiva} = a + (b \times c) / (c + k),$$

onde: k = taxa estimada de passagem dos sólidos no rúmen; os demais parâmetros foram descritos na equação anterior.

A degradabilidade efetiva da MS, PB e amido foi estimada para cada concentrado, levando-se em conta as taxas de passagem de sólidos no rúmen de 2%/h, 5%/h e 8%/h que são atribuídas, respectivamente, ao nível baixo, médio e alto de ingestão alimentar (ARC, 1984).

Os teores de matéria seca (MS) foram obtidos através de estufa a 105°C por 6 horas e os teores de proteína bruta (PB) pelo método Kjeldhal. A metodologia destas análises foi descrita por Silva (1990). A determinação de amido foi realizada pelo método enzimático citado por Poore *et al.* (1989), seguindo as adaptações de Pereira e Rossi (1995).

Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA, em blocos casualizados, com três repetições, utilizando o modelo linear do SAEG (1983).

Resultados e discussão

Os parâmetros a , b e c e os dados de degradabilidade efetiva da MS, calculada para taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h, estão demonstrados na Tabela 3.

A taxa média de degradação de 17,6%/h para a MS dos concentrados formulados com amido de alta degradabilidade ruminal (AANB e AANA) foi maior ($P < 0,05$) que a observada para os concentrados com amido de baixa degradabilidade (ABNB e ABNA), que apresentaram valor médio de 6,7%/h. Esses resultados provavelmente são reflexos dos valores observados para a taxa de degradação da MS, do triticale (23,8%/h) e do milho (0,4%/h), quando incubados isoladamente em estudos anteriores (Martins *et al.*, 1997).

Os concentrados formulados com fontes de amido de alta e nitrogênio de baixa degradabilidade ruminal (AANB) e fontes de amido e nitrogênio de alta

degradabilidade ruminal (AANA) apresentaram maior ($P < 0,05$) fração solúvel (a) que os concentrados formulados com fontes de amido e nitrogênio de baixa degradabilidade ruminal (ABNB) e fontes de amido de baixa e nitrogênio de alta degradabilidade ruminal (ABNA). Esses resultados sugerem que a fonte de amido foi o componente que mais contribuiu para os valores observados para a fração solúvel. Martins *et al.* (1997), avaliando fontes de amido isoladamente, em estudos *in situ*, observaram que a fração solúvel (a) da MS para o triticale foi de 69,9% e para o milho de 32,9%.

Tabela 3. Fração solúvel (a), potencialmente degradável (b), taxa de degradação da fração b (c) e degradabilidade efetiva da matéria seca, para taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h

Concentrados	a	b	c	2%/h	5%/h	8%/h
AANB	47,00a	30,14c	17,94a	74,07c	70,51b	67,79b
AANA	53,24a	35,29c	17,34a	84,83a	80,56a	77,31a
ABNB	34,96b	48,11b	6,69b	71,58c	62,06c	56,52c
ABNA	31,29b	62,80a	6,74b	79,37b	66,98bc	59,70c

Valores com letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). AANB: amido de alta degradabilidade ruminal e nitrogênio de baixa degradabilidade ruminal; AANA: amido de alta degradabilidade ruminal e nitrogênio de alta degradabilidade ruminal; ABNB: amido de baixa degradabilidade ruminal e nitrogênio de baixa degradabilidade ruminal; ABNA: amido de baixa degradabilidade ruminal e nitrogênio de alta degradabilidade ruminal

Verificou-se diferença significativa ($P < 0,05$) para a taxa de degradação (c) e para a fração solúvel (a) da MS ($P < 0,05$) entre os concentrados com nitrogênio de alta (AANA *vs* ABNA) e de baixa (AANB *vs* ABNB) degradabilidade ruminal. Pode-se sugerir que esses resultados foram devido principalmente às fontes de amido de alta ou baixa degradabilidade ruminal que apresentaram características de degradabilidade ruminal bastante diferenciadas, como discutido anteriormente, e que o amido perfaz de 30% a 40% da matéria seca dos concentrados. Por outro lado, a não-diferença entre os concentrados com fontes de nitrogênio de alta ou baixa degradabilidade deve-se à faixa de variação dos parâmetros a e c das fontes protéicas de baixa e alta degradabilidade ruminal utilizadas. Não foi tão discrepante como observado para as fontes de carboidratos. Segundo Martins *et al.* (1998), o farelo de algodão e a farinha de carne e ossos utilizados como fonte de nitrogênio de baixa degradabilidade ruminal apresentaram, respectivamente, 9%/h e 7,5%/h para taxa de degradação da MS e fração solúvel de 42,8% e 24,5%. Todavia, o farelo de canola utilizado como fonte de alta degradabilidade ruminal apresentou taxa de degradação de 10,0%/h e fração solúvel da MS de 47,9% (Zeoula *et al.*, 1996). Embora a uréia apresente alta taxa de degradação ruminal e seja 100% degradável (NRC, 1988), a sua participação nos concentrados (AANA e ABNA) foi pequena, menos de 1% na MS.

A degradabilidade efetiva (DE) da MS para baixa taxa de passagem de sólidos (2%/h) foi maior ($P<0,05$) para o concentrado AANA, seguido pelo ABNA. Os concentrados com fonte de nitrogênio de baixa degradabilidade ruminal (AANB e ABNB) não diferiram ($P>0,05$) e apresentaram os menores valores em relação aos demais. Todavia, considerando a alta ingestão de vacas leiteiras, isto é, para uma alta taxa de passagem de sólidos no rúmen (8%/h), os concentrados com amido e proteína de alta degradabilidade ruminal (AANA) apresentaram maior ($P<0,05$) DE da MS (77,3%), seguidos pelo concentrado AANB (67,8%). Os menores valores de DE da MS, em média 58,1%, foram para os concentrados com amido de baixa degradabilidade ruminal (ABNB e ABNA). Segundo Nocek e Russel (1988), o crescimento microbiano é dependente da suplementação de carboidrato fermentável e o produto final do metabolismo protéico é influenciado pela disponibilidade do carboidrato. Desse modo, pode-se sugerir que a menor disponibilidade do amido, para o crescimento microbiano, nos concentrados ABNB e ABNA refletiu na menor fermentação da MS.

Por outro lado, a quantidade de proteína prontamente disponível no concentrado AANB pode ter sido limitante, refletindo em menor DE da MS para a taxa de passagem de 5%/h e 8%/h, quando comparada ao concentrado AANA.

De acordo com os resultados observados, Muñoz (1995) verificou maior ($P<0,05$) degradabilidade *in situ* da MS com 24 horas, para o concentrado com fontes de amido e nitrogênio de rápida fermentação ruminal quando comparado com fontes de amido e nitrogênio de lenta degradação ruminal. Todavia, após 48 horas de incubação, não foi observado diferença entre os dois concentrados. As fontes de amido de rápida degradação ruminal, utilizadas pelo referido autor, foram o trigo, a aveia e a cevada e, como fonte de lenta degradação ruminal, o milho e o sorgo, como fontes de proteína de rápida degradação ruminal, a “féverole” (*Vicia Faba*) e a ervilha (*Pisum sativum*) e de lenta degradação ruminal, o farelo de soja e farelo de glúten de milho. Também Medroni (1997) observou maior ($P<0,05$) DE da MS para rações com triticale + levedura (fontes de amido e proteína de alta degradabilidade), seguidas pela combinação triticale + farelo de soja. Os menores valores foram para o milho + farelo de soja (fontes de amido e proteína de baixa degradabilidade) e milho + levedura, que não diferiram.

Na Tabela 4, encontram-se os parâmetros *a*, *b* e *c* e os dados de degradabilidade efetiva da PB, calculada para taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h. Não houve diferença para taxa de degradação da fração protéica potencialmente degradável entre

os quatro concentrados avaliados. Todavia, a fração solúvel da proteína (*a*) foi maior ($P<0,05$) para o concentrado com amido e o nitrogênio de alta degradabilidade ruminal (AANA) e o menor valor dessa fração foi para o concentrado com amido e nitrogênio de baixa degradação ruminal (ABNB), diferindo em 10 unidades percentuais. Os concentrados AANB e ABNA apresentaram valores da fração solúvel intermediários, sendo que AANB foi maior ($P<0,05$) que ABNA.

Para taxa de passagem de 2%/h a DE da PB foi maior ($P<0,05$) para os concentrados com fontes de proteína de alta degradabilidade ruminal (AANA e ABNA), seguida pelos valores observados para os concentrados AANB e ABNB que diferiram entre si ($P<0,05$). Contudo, para maiores taxas de passagem de sólidos (5%/h e 8%/h), verificou-se redução ($P<0,05$) na DE da PB com a substituição do triticale pelo milho em combinação com a mesma fonte protéica de alta degradabilidade.

Tabela 4. Fração solúvel (*a*), potencialmente degradável (*b*), taxa de degradação(*c*) da fração *b* e degradabilidade efetiva da proteína bruta, para taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h

Concentrados	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	2%/h	5%/h	8%/h
AANB	51,34b	38,87b	11,77a	84,47b	78,48b	74,33b
AANA	54,60a	42,31b	11,54a	90,59a	84,02a	79,49a
ABNB	44,40d	42,49b	9,53a	79,45c	72,17c	67,40c
ABNA	48,58c	49,75a	8,50a	88,77a	79,79b	74,10b

Valores com letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P\leq 0,05$). AANB: amido de alta degradabilidade ruminal e nitrogênio de baixa degradabilidade ruminal; AANA: amido de alta degradabilidade ruminal e nitrogênio de alta degradabilidade ruminal; ABNB: amido de baixa degradabilidade ruminal e nitrogênio de baixa degradabilidade ruminal; ABNA: amido de baixa degradabilidade ruminal e nitrogênio de alta degradabilidade ruminal

Para as taxas de passagem de 5%/h e 8%/h, o concentrado AANA apresentou a maior ($P<0,05$) DE da PB, enquanto o menor valor foi observado para o concentrado ABNB, ao passo que os concentrados AANB e ABNA apresentaram valores de DE da PB intermediários e semelhantes. Esses resultados confirmam aqueles encontrados por Muñoz (1995). A semelhança na DE da PB, para maior taxa de passagem, entre os concentrados que apresentavam degradabilidade ruminal de amido e nitrogênio diferenciada (AANB e ABNA), pode-se inferir que é reflexo dessas fontes utilizadas. O triticale presente no concentrado com nitrogênio de baixa degradabilidade (AANB) contribuiu para aumentar a quantidade de proteína degradável, pois esse ingrediente contém 13,78% de PB e esta é de alta degradabilidade (Martins *et al.*, 1997). Por outro lado, o farelo de algodão com 45,6% de PB utilizado como fonte de nitrogênio de baixa degradabilidade apresentou alto valor de DE (81,4%) (Martins *et al.*, 1998) superior ao preconizado pelo NRC (1989). Na literatura (Valadares Filho, 1994; Pereira *et al.*, 1997), foram encontrados valores

de DE para a PB do farelo de algodão próximos ao observado por Martins *et al.* (1988).

Maior DE da PB, para taxa de passagem de 2%/h, para os concentrados com fonte de proteína de alta degradabilidade ruminal independentemente da fonte de amido, foi também observado por Medroni (1997). No entanto, para taxa de passagem 5%/h e 8%/h, menor foi a DE da PB com a substituição do triticale pelo milho utilizando a levedura como fonte protéica. Já Aldrich *et al.* (1996) verificaram que, para rações com proteína de alta disponibilidade ruminal combinada com fonte de carboidrato não-estrutural de alta e baixa disponibilidade ruminal, a DE da PB, para taxa de passagem de 7%/h, foi superior em 14 unidades percentuais quando comparada à de rações com proteína de baixa disponibilidade ruminal independentemente da fonte de carboidrato não-estrutural.

Na Tabela 5, encontram-se os parâmetros *a*, *b* e *c* e os dados de degradabilidade efetiva do amido, calculada para taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h. A taxa de degradação dos concentrados com amido de alta degradabilidade ruminal (AANB e AANA) foi 5,5 vezes maior ($P < 0,05$) que a taxa de degradação dos concentrados com amido de baixa degradabilidade ruminal (ABNB e ABNA). Semelhantemente nas observações feitas para a MS, a maior taxa de degradação do amido do triticale, quando comparado à do milho (50,7%/h *vs* 4,7%/h) (Zeoula *et al.*, 1997) propiciou maior taxa de degradação do amido para os concentrados contendo triticale. Esses resultados confirmam aqueles apresentados por Aldrich *et al.* (1996) de que a taxa constante de degradação do carboidrato não-estrutural de dietas compostas pode ser estimada a partir da taxa de degradação dos ingredientes incubados individualmente.

A fração solúvel do amido dos concentrados compostos com fontes de amido de alta degradabilidade ruminal (AANB e AANA) foi maior ($P < 0,05$) que para os concentrados com fonte de amido de baixa degradabilidade ruminal (ABNB e ABNA). Esses resultados são semelhantes aos observados para a fração solúvel da MS. Deve-se salientar que os teores de amido solúvel, obtidos em solução-tampão de bicarbonato-fosfato para o milho e triticale, foram de 13,1% e 20,8% do amido total, respectivamente (Zeoula *et al.*, 1998).

A DE do amido, para as taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h, foi maior ($P < 0,05$) para os concentrados AANB e AANA, quando comparados aos concentrados ABNB e ABNA. Para a mesma fonte de amido, não houve diferença na DE do amido quando a fonte de nitrogênio era de alta ou baixa degradabilidade ruminal. Essas observações estão de acordo com os resultados obtidos por

Aldrich *et al.* (1996), para a DE dos carboidratos não-estruturais, para taxa de passagem de 7%/h.

Tabela 5. Fração solúvel (*a*), potencialmente degradável (*b*), taxa de degradação(*c*) da fração *b* e degradabilidade efetiva do amido, para taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h das rações

Concentrados	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	2%/h	5%/h	8%/h
AANB	58,52a	40,92b	35,94a	97,23a	94,34a	91,86 ^a
AANA	59,39a	39,82b	37,86a	97,21a	94,58a	92,31 ^a
ABNB	30,34b	69,66a	6,88b	87,83b	72,77b	64,17b
ABNA	17,64b	82,36a	6,61b	84,08b	66,59b	56,55b

Valores com letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). AANB: amido de alta degradabilidade ruminal e nitrogênio de baixa degradabilidade ruminal; AANA: amido de alta degradabilidade ruminal e nitrogênio de alta degradabilidade ruminal; ABNB: amido de baixa degradabilidade ruminal e nitrogênio de baixa degradabilidade ruminal; ABNA: amido de baixa degradabilidade ruminal e nitrogênio de alta degradabilidade ruminal

Verificou-se que, para os concentrados contendo fonte de amido de alta degradabilidade ruminal (triticale), à medida que a taxa de passagem de sólidos variou de 2%/h para 8%/h, ocorreu uma redução na DE do amido, em média, de 5 unidades percentuais, já, para os concentrados com amido de baixa degradabilidade ruminal (milho), a redução na DE do amido foi de 25 unidades percentuais. Esses resultados permitem sugerir melhor aproveitamento da fonte de amido de alta degradabilidade ruminal (triticale), quando fornecidas para animais de alta produção, com alta taxa de ingestão. Por outro lado, as alterações ruminais, principalmente o efeito acidótico, quando fontes de amido de rápida fermentação são utilizadas, não podem ser julgadas quando os alimentos são avaliados pela técnica *in situ*, uma vez que a fermentação ruminal é um sistema complexo e outros fatores, além do próprio alimento, devem ser levados em consideração.

Os concentrados formulados com fonte de amido e nitrogênio de alta degradabilidade ruminal apresentaram maiores valores de degradabilidade efetiva da matéria seca, proteína bruta e amido para taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h; o inverso, porém, foi observado para os concentrados com fontes de amido e nitrogênio de baixa degradabilidade ruminal.

Os concentrados formulados alternando as fontes de amido e de nitrogênio de alta e baixa degradabilidade ruminal apresentaram valores intermediários de DE da MS e da proteína.

A DE do amido dos concentrados compostos com triticale foi maior que a dos concentrados compostos com milho.

Referências bibliográficas

Agricultural Research Council. *The nutrients requirements of ruminants livestock*. Wallingford: CAB International, 1984. 45p.

- Aldrich, J.M.; Holden, L.A., Muller, L.D.; Varga, G.A. Rumen availabilities of nonstructural carbohydrate and protein estimated from *in situ* incubation of ingredients versus diets. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 63:257-271, 1996.
- Archimède, H. Etudes des facteurs impliqués dans les interactions digestives entre les fourrages et les aliments concentrés chez les ruminants. Paris, 1992. (Doctoral Thesis in Zootechny) - Institut National Agronomique Paris.
- Ash, A.J.; Norton, B.W. Studies with the Australian cashmere goat: 1, growth and digestion in male and female goats given pelleted diets varying in protein content and energy level. *Aust. J. Agric.*, 38:957-969, 1987.
- Cameron, M.R.; Klusmeyer, T.H.; Lynch, G.L.; Clark, J.H.; Nelson, D.R. Effects of urea and starch on rumen fermentation nutrient passage to the duodenum and performance of cows. *J. Dairy Sci.*, 74:1321-1336, 1995.
- Herrera-Saldana, R.; Gomes-Alarcon, R.; Torabi, M.; Huber, J.T. Influence of synchronizing protein and starch degradation in the rumen on nutrient utilization and microbial synthesis. *J. Dairy Sci.*, 73(1):142-148, 1990.
- Herrera-Saldana, R.; Huber, J.T. Influence of varying protein and starch degradabilities on performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 72(6):1477-1483, 1989.
- Hume, I.D. Synthesis of microbial protein in the rumen. III. the effect of dietary protein. *Aust. J. Agric.*, 21:305-314, 1970.
- Kirkpatrick, B.K.; Kenelly, J.J. Influence of supplemental protein source and protein concentration on ruminal and intestinal digestion in heifers. *J. Anim. Sci.*, 67:2743-2750, 1989.
- Martins, A.S.; Zeoula, L.M.; Prado, I.N. *et al.* Degradabilidade *in situ* da matéria seca e proteína bruta de diferentes alimentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: SBZ, 1997, p. 79-81.
- Martins, A.S.; Zeoula, L. M. Prado, I.N. do; Santos, G.T.; Martins, E.N.; Loyola, V.R.; Pinto, A.A.; Watanabe, M.M. Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e proteína bruta das silagens de milho e sorgo e de alguns alimentos concentrados. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, 1998 (no prelo).
- McCarthy Jr., R.D.; Klusmeyer, T.H.; Vicini, J.L.; Clark, J.H. 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, 1989.
- Medroni, S. Efeito da combinação de carboidratos e proteínas sobre a degradabilidade e o desempenho de novilhas nelore confinadas. Maringá, 1997. (Master's Thesis in Zootechny) - Universidade Estadual de Maringá.
- Mehrez, A.Z.; Orskov, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci.*, 88:645-650, 1977.
- Mould, F.L.; Orskov, E.R.; Mann, S.O. Associative effects of mixed feeds: effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen pH on cellulolysis *in vivo* and dry matter digestion of various roughages. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 10:15-30, 1993.
- Muñoz, L.S. *Estude de digestibilité des glucides des concentrés chez les ruminants*. Paris, 1995. (Doctoral Thesis in Zootechny) - Institut National Agronomique Paris.
- National Research Council. Committee on animal Nutrition. Nutrient requirements of dairy cattle. 6 ed., Washington: National Academy of Sciences, 1988.
- Nocek, J.E.; Russel, J.B. Protein and Energy as an integrated system: relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *J. Dairy Sci.*, 71(8):2070-2107, 1988.
- Nocek, J.E.; Tamminga, S. 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, 1991.
- Orskov, E.R.; Macdonald, I. The estimation of protein degradability in the rumen incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.*, 92:449-453, 1979.
- Pereira, J.R.A.; Bose, M.L.V.; Boin, C. Avaliação das sub-frações dos carboidratos e das proteínas, usando a metodologia do CNCPS e *in situ*, com bovinos da raça Nelore. 2. Milho e farelo de algodão. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, 26(4):838-843, 1997.
- Pereira, J.R.A.; Rossi, P. *Manual prático de avaliação nutricional de alimentos*. Piracicaba: FEALQ, 1995.
- Poore, M.H.; Eck, T.P.; Swingle, R.S.; Theurer, C.B. Total starch and relative starch availability of feed grains. BIENNIAL CONFERENCE ON RUMEN FUNCTION, 20, 1989. *Abstracts...* Chicago, 1989.
- Ruiz, A.; Nowat, D.N.; Grovum, W.L. Effects of feeding frequency and soybean meal supplementation of alfalfa silage on duodenal nitrogen supply to sheep. *Can. J. Anim. Sci.*, 69:1020-1030, 1989.
- Sauvant, D.; Chapoutot, P.; Archimède, H. La digestion des amidons par les ruminants et ses conséquences. *INRA Prod. Anim.* 7:115-124, 1994.
- Silva, D.J. *Análise de Alimentos*. Viçosa: U.F.V., 1990.
- Sinclair, L.A.; Garnsworthy, P.C.; Newbold, J.R.; Buttery, P.J. Effect of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release on rumen fermentation and microbial protein synthesis in sheep. *J. Agric. Sci.*, 120:255-263, 1993.
- Sistema para Análise Estatística e Genética. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. *Central de Processamento de Dados*, 1983, 68p.
- Stokes, S.R.; Hoover, W.H.; Miller, T.K.; Blauweikel, R. Ruminal digestion and microbial utilization of diets varying in type of carbohydrate and protein. *J. Dairy Sci.*, 74:871-881, 1991.
- Valadares Filho, S.C. Utilização da técnica *in situ* para avaliação dos alimentos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, 1994, Maringá. *Anais...* Maringá: SBZ, 1994, p. 95-118.
- Widyobroto, B.P. Influence de la proportion et de la nature du concentré sur les sites et la dynamique de la digestion chez la vache haute productrice. Rennes, 1992. (Doctoral Thesis in Zootechny) - L'Université de Rennes.

Zeoula, L.M.; Prado, I.N.; Santos, G.T.; Pinto, A.A.; Lavezo, F.J.; Martins, A.S. Degradabilidade *in situ* do farelo de canola moído e peletizado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: SBZ, 1996, p.344-346.

Zeoula, L.M.; Martins, A.S.; Santos, G.T.; Prado, I.N.; Alcalde, C.R.; Lavezo, F.; Fidrich, D. Estudo da cinética da degradação do amido e de diferentes alimentos concentrados energéticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE

ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: SBZ, 1997, p. 127-130.

Zeoula, L.M.; Martins, A.S.; Alcalde, C.R.; Branco, A.F.; Prado, I.N.; Santos, G.T. Solubilidade e degradabilidade ruminal do amido de diferentes alimentos. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, 1998 (no prelo).

Received on May 21, 1998.

Accepted on August 31, 1998.