

# Degradabilidade *in situ* da matéria seca e proteína bruta de concentrados com diferentes fontes energéticas

Lúcia Maria Zeoula\*, Antonio Chaker El-Memari Neto, Ricardo Kazama, Fábio Cortez Leite de Oliveira, Daniele Cristina da Silva e Odimari Pricila Pires do Prado

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

\*Autor para correspondência.

**RESUMO.** Foram avaliadas a cinética de degradação e a degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) de três concentrados que diferiram na composição da fonte energética: AMI = concentrado rico em amido (56,6% de amido); OLE = concentrado rico em óleo (8,5% de óleo) e A+O = concentrado composto pela mistura dos concentrados AMI e OLE (30,72% de amido e 6,05% de óleo). As fontes de amido e óleo utilizadas para comporem os concentrados foram o milho e o caroço de algodão, respectivamente. Foram utilizados três bovinos, machos, inteiros de 352kg de peso vivo e portadores de cânula ruminal. Para taxa de passagem de sólidos de 5%/h, verificou-se que a degradabilidade efetiva (DE) da MS foi de 69,17%, 61,15% e 52,99% para os concentrados AMI, A+O e OLE, respectivamente, os quais diferiram ( $p < 0,01$ ) entre si. Para a mesma taxa de passagem, 5%/h, a DE da PB para o concentrado AMI foi de 79,42% diferindo do A+O, o qual apresentou DE de 69,41%. Ambos não diferiram do concentrado OLE com DE da PB de 73,59%. O concentrado A+O apresentou perfil de degradação intermediário, oferecendo condições de fermentação ruminal relativamente mais equilibrada.

**Palavras-chave:** caroço de algodão, concentrados, milho.

**ABSTRACT.** *In situ* dry matter degradability and crude protein of concentrates of different energetic sources. The degradation kinetics and the effective degradability (ED) of dry matter (DM) and crude protein (CP) of three concentrates, different in energetic sources composition, were assessed: STA = concentrate of high level of starch (56.6% of starch); OIL = concentrate of high level of oil (8.5% of oil) and S+O = concentrate composed of a mixture of STA and OIL (30.72% of starch and 6.05% of oil). The utilized starch and oil to compose the concentrate sources were corn and cottonseed, respectively. Three male bovines, averaging 352kg live weight and fitted with cannulae in the rumen, were used. For the 5%/h solid passage rate, it could be verified that the effective degradability (ED) of DM presented 69.17%, 61.15% and 52.99% for STA, S+O and OIL concentrates, respectively, which differed from each other ( $P < 0.01$ ). For the same passage rate, 5%/h, the ED of CP for the STA concentrate (79.42%) was different from S+O concentrate (69.41%), but both did not differ from OIL concentrate (73.59%). The S+O concentrate presented intermediate degradation offering more balanced ruminal fermentation conditions.

**Key words:** cottonseed, concentrates, corn.

## Introdução

No processo de produção pecuária, grande parte das intervenções tem o propósito básico de melhorar o desempenho animal, buscando elevar a resposta econômica. A freqüente resposta biológica obtida com a adoção de modificações nutricionais nem sempre apresenta resposta econômica. Por outro lado, a resposta econômica, devido à adoção de tecnologia, sempre é dependente do efeito biológico apresentado por determinada intervenção. Para que os efeitos econômicos e biológicos sejam conhecidos solidamente, o maior número possível de informação

deve ser avaliada para minimizar os efeitos externos largamente existentes na exploração pecuária.

Os ruminantes, devido às características anátomo-fisiológicas da digestão, apresentam, em primeiro estágio, o processo de fermentação ruminal, grande responsável pelo aporte protéico e energético do metabolismo animal.

Suplementos energéticos e protéicos na forma de concentrados são freqüentemente fornecidos aos animais como aporte de nutrientes extrapastagem, para aumentar a taxa de crescimento. Este aumento, porém, pode ser maior ou menor que o esperado, com base na quantidade e na qualidade do concentrado

ofertado.

O fornecimento de concentrados à base de fontes protéicas e carboidratos de degradação lenta no rúmen propicia fermentação ruminal equilibrada (Sauvant, 1994). Entretanto, respostas positivas no processo produtivo são observadas quando dietas contendo fontes de rápida degradação ruminal são fornecidas (Casper e Schingoethe, 1986), pelo aumento da suplementação de energia metabolizável, quando o consumo não é diminuído.

Existe uma concordância entre os pesquisadores de que a energia fermentável no rúmen determina o crescimento microbiano se a proteína degradável no rúmen é adequada. De acordo com NRC (1996), a sincronização entre as fontes de carboidratos e nitrogênio pode acarretar uma maximização da eficiência microbiana e uma diminuição da perda de nitrogênio na forma de amônia. O aumento na eficiência microbiana permite um aumento na disponibilidade de proteína para ser absorvida no intestino, refletindo em fornecimento de aminoácidos para o metabolismo animal e, conseqüentemente, um aumento na taxa de crescimento.

Desta forma, as informações referentes ao perfil de degradação ruminal dos alimentos que compõe as rações dos ruminantes são de elevada importância para que as respostas econômicas resultantes de modificações biológicas sejam mais bem elucidadas.

A técnica *in situ*, com sacos de náilon, tem sido um dos métodos mais utilizados na avaliação da degradabilidade ruminal dos alimentos. O perfil da curva de desaparecimento de cada nutriente para cada alimento retrata a cinética de degradação ruminal. Além disto, a integração entre os parâmetros de degradação, taxa de passagem permitida pela equação proposta por Orskov e McDonald (1979), elucidada o grau de degradação do alimento em diferentes situações nutricionais.

Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar a cinética de degradação ruminal por meio da degradabilidade potencial e efetiva da matéria seca e proteína bruta de concentrados ricos em amido, ricos em óleo e a mistura de amido + óleo.

## Material e métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) e no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Estado do Paraná. Foram utilizados três bovinos machos, inteiros, de 20 meses, portadores de cânula ruminal, com peso vivo médio de 352kg. Cada animal recebeu diariamente 20kg (MN) de silagem de milho e 3kg de concentrado com 20% de PB e 80% de NDT.

Foram formulados três concentrados: contendo alto teor de amido (AMI); contendo alto teor de óleo (OLE), destacando a presença dos ácidos graxos

palmítico, oléico e linoléico; e um composto contendo amido e óleo (A+O). Para o concentrado AMI, foi utilizado o milho como fonte de amido. Para o concentrado OLE, utilizou-se caroço de algodão. O concentrado A+O foi constituído pela mistura dos concentrados AMI e OLE. Estes concentrados foram formulados para suplementarem novilhos da raça Nelore em pastejo, com peso vivo inicial de 370kg, de acordo com as exigências do NRC (2000) (El-Memari Neto, 2002), cuja composição porcentual e química dos concentrados está apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição porcentual e química dos concentrados experimentais.

	Composição do Concentrado (%) <sup>1</sup>		
	AMI	OLE	A+O
Caroço de Algodão	-	39,00	20,00
Casca de Soja	-	41,50	17,50
Farelo de Trigo	2,50	10,50	8,80
Farelo de Algodão	17,40	8,50	13,50
Milho Moído	78,00	-	39,00
Uréia + Enxofre (12N:1S)	2,10	0,50	1,20
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Matéria Seca (%)	86,45	84,59	85,47
Proteína Bruta (%)	21,76	23,48	22,58
Fibra em Detergente Neutro(%)	26,92	43,69	34,97
Fibra em Detergente Ácido (%)	8,97	35,74	21,65
Amido (%)	56,59	3,37	30,72
Extrato Etéreo (%)	3,11	8,50	6,05
Matéria Mineral (%)	2,53	4,27	3,45
Nutrientes Digestíveis Totais (%)	73,79	71,29	72,63
Energia Metabolizável (Mcal/kg)	2,67	2,58	2,63

<sup>1</sup> AMI: concentrado rico em amido, OLE: concentrado rico em óleo, A+O: concentrado amido+óleo. Nutrientes digestíveis totais e energia metabolizável estimados (Sniffen *et al.*, 1992).

A degradabilidade ruminal da matéria seca, da proteína bruta dos concentrados e das suas respectivas taxas de degradação foram estimadas pela técnica *in situ* do saco de náilon.

As amostras dos concentrados foram incubadas em cada um dos animais dispostos em um delineamento de blocos casualizados. Utilizaram-se sacos de náilon (ANKOM<sup>®</sup>) de 10cm x 17cm, com diâmetro dos poros de 53 micra. Aproximadamente, 6g de amostras (base da MS) foram colocadas em cada saco. Nos dias de incubação, os sacos foram presos, em triplicata, a uma barra cilíndrica de ferro inoxidável, com peso de 600g, suspensa por um fio de náilon de 60cm de comprimento, à fistula ruminal.

Os tempos de incubação empregados tiveram a duração de 2, 4, 6, 8, 12, 16, 24, 48 e 72 horas. As amostras correspondentes ao tempo zero foram colocadas em banho-maria, com agitação e temperatura de 39°C, durante uma hora e depois lavadas.

Após a remoção dos sacos do rúmen, estes foram lavados em água corrente e, posteriormente, em máquina de lavar, em cinco ciclos por 10min. Após serem lavados, foram submetidos à secagem em estufa com ventilação forçada a 55°C, por 72 horas.

Das amostras dos alimentos que compunham os concentrados e do que restou nos sacos após a

incubação ruminal foram obtidos os teores de matéria seca e da proteína bruta (Silva e Queiroz, 2002).

A porcentagem de desaparecimento da matéria seca e da proteína bruta, por tempo de incubação, foi calculada pela proporção do resíduo nos sacos após incubação ruminal.

A degradabilidade potencial da matéria seca e da proteína bruta foi calculada através da equação descrita por Mehrez e Orskov (1977):

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

onde:

DP = degradabilidade potencial no tempo t;

a = interceptor representando a porção prontamente degradável no rúmen;

b = fração insolúvel, mas potencialmente degradável;

c = taxa constante de degradabilidade da fração b;

t = tempo de incubação.

$$a + b \leq 100.$$

Os parâmetros não-lineares a, b e c foram estimados pelos procedimentos iterativos de quadrados mínimos (iterative least-squares), utilizando-se o Sistema de Análise Estatística e Genética (SAEG) (UFV, 1997). A degradabilidade efetiva da matéria seca e da proteína bruta no rúmen foram calculadas por meio da equação descrita por Orskov e McDonald (1979):

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

onde:

a, b e c = mesmos parâmetros da equação anterior;

k = taxa estimada de passagem de sólidos no rúmen.

A degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca e da proteína bruta foram estimadas para cada concentrado, para as taxas de passagem de sólidos de 2%/h, 5%/h e 8%/h que são atribuídas, respectivamente, ao nível baixo, médio e alto de ingestão alimentar (AFRC, 1993).

As diferenças entre as médias para a degradabilidade efetiva e entre os concentrados foram obtidas pelo teste de Tukey, considerando 5% de probabilidade.

## Resultados e discussão

Os valores das frações “a” e “b” e da taxa de degradação da fração “b” da matéria seca (MS) dos diferentes concentrados estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Frações solúveis (a) e potencialmente degradáveis (b) e taxa de degradação (c) da matéria seca (MS) dos diferentes concentrados.

Concentrados	a	b	c (%/h)
AMI	35,87	58,90	6,58
OLE	28,27	49,36	5,15
A+O	27,31	57,07	7,44

AMI: concentrado rico em amido, OLE: concentrado rico em óleo, A+O: concentrado de amido + óleo.

Observou-se que a fração rapidamente solúvel (“a”) da MS dos concentrados, contendo maiores níveis de amido (AMI), foi 22,5% superior em relação aos concentrados com óleo (OLE) e amido mais óleo (A+O). Para a fração insolúvel, porém, mas potencialmente degradável (“b”), o menor valor registrado foi para o concentrado rico em óleo. Maiores níveis desta fração foram registrados para os concentrados AMI, seguido pelo A+O. Quanto à taxa de degradação (“c”), apesar de ser mais lenta para o concentrado OLE, ela foi mais rápida para o concentrado A+O, isto é, diminuiu em 6 horas a taxa de fermentação da MS quando o concentrado foi balanceado para conter amido (milho) + óleo (caroço de algodão). O concentrado rico em amido apresentou valor intermediário para “c”. Estes resultados observados para o concentrado OLE podem ser devido à absorção de gordura às bactérias ou às partículas de fibra, causando redução da digestão da fibra.

Observa-se que a menor degradabilidade potencial e efetiva da MS foi para o concentrado OLE (Tabela 3).

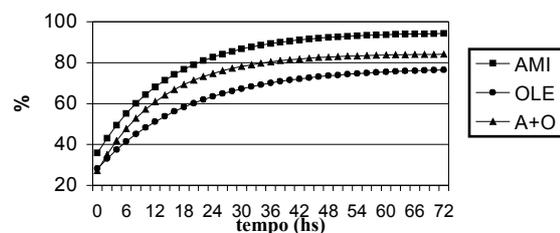
**Tabela 3.** Degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca (MS) dos concentrados para taxas de passagem de 2%, 5% e 8%/h.

Concentrados	DP	DE (%)		
		2 %/h	5 %/h	8 %/h
AMI	94,76 A	80,88 a	69,17 a	62,30 a
OLE	77,63 C	63,45 c	52,99 c	47,36 c
A+O	84,38 B	72,03 b	61,15 b	54,56 b

AMI: concentrado rico em amido, OLE: concentrado rico em óleo, A+O: concentrado de amido + óleo. Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna são diferentes pelo teste de Tukey (p<0,01).

Em consequência das características das frações “a”, “b” e “c” apresentadas na Tabela 2, registrou-se a maior degradabilidade potencial (p<0,01) para o concentrado AMI seguido pelos concentrados A+O e OLE. Quanto à degradabilidade efetiva (DE), o mesmo comportamento se repete. Para as três taxas de passagem (2%, 5% e 8%/h), o concentrado AMI foi superior aos demais (p<0,01), o OLE inferior e A+O intermediário.

As curvas e respectivas equações de regressão dos três concentrados para a degradabilidade potencial da matéria seca encontram-se na Figura 1.



$$\text{AMI} : y = 35,87 + 58,90(1 - e^{-0,066t})$$

$$\text{OLE} : y = 28,27 + 49,36(1 - e^{-0,052t})$$

$$A+O : y = 27,31 + 57,07 (1 - e^{-0,074 t})$$

AMI: concentrado rico em amido; OLE: concentrado rico em óleo; A+O: concentrado composto com amido+óleo.

**Figura 1.** Degradabilidade potencial da matéria seca dos concentrados AMI, OLE e A+O.

Apenas se pode avaliar o comportamento da cinética ruminal para o desaparecimento da matéria seca inferindo-se individualmente sobre cada alimento componente dos concentrados. As dietas utilizadas em cada procedimento têm um papel fundamental nas cinéticas de degradação ruminal. Sendo assim, as diferenças se devem à variação no próprio ambiente ruminal ao qual foi desenvolvida a avaliação. Por outro lado, a característica geral de degradação pode ser claramente estabelecida.

O milho e o farelo de trigo, alimentos com elevados teores de amido, são caracterizados como fontes de baixa e de alta degradabilidade ruminal do amido, respectivamente (Zeoula *et al.*, 1999). Diversos autores têm apresentado a degradabilidade destes alimentos (Teixeira *et al.*, 1996; Bergamaschine *et al.*, 1997; Martins *et al.*, 1999; Moron *et al.*, 2000; Zambom *et al.*, 2000). Mesmo o milho sendo fonte de amido de baixa degradabilidade ruminal, a degradabilidade da matéria seca é semelhante a do farelo de algodão e superior ao do caroço de algodão e da casca de soja, mas inferior ao do farelo de trigo e da uréia. Considerando a participação do milho e do farelo de algodão, que perfazem 95,4% da composição do concentrado AMI, justifica-se que esse concentrado apresenta maior degradabilidade efetiva e potencial da MS quando comparado aos concentrados OLE e A+O (Tabela 1).

A fração prontamente solúvel do concentrado OLE (28,27%) foi semelhante a do concentrado A+O (27,31). A fração insolúvel, mas potencialmente degradável, foi menor. Desta forma, o concentrado OLE apresentou menor degradabilidade potencial (a + b) e degradabilidade efetiva da MS (em todas taxas de passagem) quando comparado ao concentrado A+O e AMI (Tabela 3). O caroço de algodão, principal componente do concentrado OLE, apresentou baixa degradabilidade para a matéria seca, como observado por Vilela *et al.* (1994), 14,3% para  $k=5\%/h$ . Teixeira *et al.* (1996) descreveram o elevado impacto do tratamento físico (moagem) sobre a degradabilidade do CA. Estes autores registraram o valor de 9,1% de DE para o grão inteiro. Villela *et al.* (1997) registraram valores próximos a 28% de DE da MS para taxas de passagem 5,6%/h e 5,3%/h. Desse modo, a menor degradabilidade efetiva da MS para o concentrado OLE pode ser explicada pela presença do caroço de algodão.

Por outro lado, a casca de soja, outro principal componente do concentrado OLE, apesar de elevado conteúdo de parede celular, apresentou maior DE em relação ao CA, como demonstrado por Pereira *et al.* (2000), que registraram DE de 53,59% para a casca

de soja. Valores inferiores para a casca de soja foram observados para a DE a 5%/h por Zambon *et al.* (2000) e Garcia (2002) de 43,92% e 43,96%, respectivamente. Segundo Van Soest (1985), citado por Pereira *et al.* (2000), apesar da casca de soja ser rica em parede celular, apresenta pouca lignina e teor considerável em pectina, mostrando, assim, degradabilidade superior quando comparada a outros compostos fibrosos.

Diante das características dos principais componentes do concentrado OLE, a menor degradabilidade era esperada. Os demais alimentos presentes neste concentrado (OLE) como o farelo de trigo, o farelo de algodão e a uréia, embora de elevada degradabilidade, compunham apenas 19,5% da composição. Outro fato que pode ter colaborado para o concentrado OLE apresentar a menor fração insolúvel, mas potencialmente degradável ("b"), é a restrita utilização dos ácidos graxos pelas bactérias ruminais descrita por Van Soest (1994). Nesse caso, o excesso de ácidos graxos insaturados e triglicerídeos pode causar a supressão das bactérias celulolíticas e metanogênicas. Maczulac *et al.* (1981) descreveram que esse efeito é devido à ligação dos lipídeos com a membrana celular das bactérias fibrolíticas, dificultando, assim, a absorção de nutrientes. Além disto, é descrita a possibilidade das gorduras cobrirem as partículas dos alimentos e inibirem a colonização e digestão dos carboidratos (Santos e Almstanden, 1991).

O concentrado composto pela mistura dos demais (A+O) apresentou, para os parâmetros de degradabilidade potencial da MS e degradabilidade efetiva (2%, 5% e 8%/h), valores intermediários entre o concentrado AMI e OLE. Este fato se deve ao conjunto de características de cinética de degradação ruminal, apresentada pela participação dos alimentos que compunham o concentrado A+O. Os efeitos individuais dos alimentos não se manifestaram, provavelmente devido a menor participação porcentual na composição do concentrado A+O, não destacando a degradabilidade do caroço de algodão nem a do milho e do farelo de algodão.

Resultados distintos quanto à cinética de degradação ruminal foram registrados para a proteína bruta (PB) quando comparados aos da matéria seca (MS). Os coeficientes que caracterizam as equações para a degradabilidade da proteína bruta são apresentados na Tabela 4.

O concentrado AMI, semelhante ao comportamento da MS, apresentou maior fração da proteína prontamente solúvel no rúmen ("a"), seguido pelo OLE e A+O. O diferencial superior do concentrado AMI foi de 37,43% e 55,20%, em relação ao OLE e A+O, respectivamente.

A fração "b" foi menor para o concentrado AMI em relação ao OLE em 20,95% e em relação ao A+O foi de 26,82%. Para os concentrados OLE e A+O,

estas frações (“a” e “b”) apresentaram valores mais próximos. A taxa de degradabilidade da fração b (“c”) foi pouco inferior para o concentrado A+O e semelhante para os concentrados AMI e OLE.

**Tabela 4.** Frações solúveis (a) e potencialmente degradáveis (b) e taxa de degradação da fração b (c) da proteína bruta (PB) dos diferentes concentrados.

Concentrados	a	b	C (%/h)
AMI	51,73	43,16	9,13
OLE	37,64	54,60	9,72
A+O	33,33	58,98	8,17

AMI: Concentrado rico em amido, OLE: Concentrado rico em óleo, A+O: Concentrado de amido+óleo.

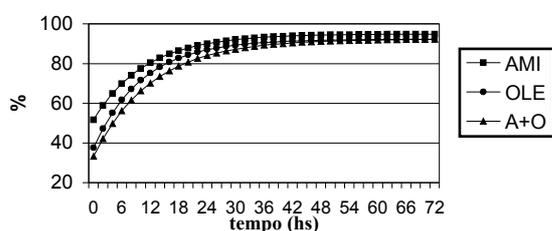
A degradabilidade potencial (DP) da PB e a degradabilidade efetiva (DE) da PB são apresentadas na Tabela 5. Observa-se que a DP, quando o fator tempo não é limitante, foi semelhante para todos o concentrados ( $P>0,01$ ). Porém, a DE da PB, para as taxas de passagem 2 e 5%/h do concentrado AMI, foi superior ao concentrado A+O, não diferindo do concentrado OLE, que apresentou DE da PB intermediária, não diferindo das demais. Para uma maior ingestão, isto é, para uma taxa de passagem de sólidos de 8%/h a DE da proteína do concentrado AMI foi superior a OLE e A+O, as quais não diferiram entre si.

**Tabela 5.** Degradabilidade potencial (DP) e degradação efetiva (DE) da proteína bruta dos concentrados para taxas de passagem de 2%, 5% e 8%/h.

Concentrados	DP	DE (%)		
		2(%/h)	5(%/h)	8(%/h)
AMI	94,89 a	86,98 a	79,42 a	74,55 a
OLE	92,31 a	82,83 ab	73,59 ab	67,50 b
A+O	92,24 a	80,24 b	69,41 b	62,71 b

AMI: Concentrado rico em amido, OLE: Concentrado rico em óleo, A+O: Concentrado de amido+óleo. Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna são diferentes pelo teste Tukey ( $p<0,01$ ).

As curvas e respectivas equações de regressão dos três concentrados para a degradabilidade potencial da proteína bruta, encontram-se na Figura 2.



$$\text{AMI} : y = 51,73 + 43,16 (1 - e^{-0,093 t})$$

$$\text{OLE} : y = 37,64 + 54,60 (1 - e^{-0,097 t})$$

$$\text{A+O} : y = 33,33 + 58,98 (1 - e^{-0,087 t})$$

AMI: concentrado rico em amido, OLE: concentrado rico em óleo, A+O: concentrado composto com amido+óleo.

**Figura 2.** Degradabilidade potencial da proteína bruta dos concentrados AMI, OLE e A+O.

Na Tabela 6, é apresentada a participação

porcentual da proteína proveniente de cada alimento componente dos diferentes concentrados.

**Tabela 6.** Fornecimento porcentual e como porcentagem da proteína total dos alimentos nos diferentes concentrados.

Alimentos	Concentrados					
	AMI		OLE		+O	
	% de PB	% do Total	% de PB	% do Total	% de PB	% do Total
Caroço de Algodão	-	-	8,64	36,79	4,43	19,62
Casca de Soja	-	-	7,67	32,66	3,23	14,32
Farelo de Algodão	7,06	32,44	3,45	14,69	5,48	24,26
Farelo de Trigo	0,55	2,53	2,32	9,86	1,94	8,59
Milho	8,23	37,81	-	-	4,11	18,22
Uréia + Enxofre	5,92	27,21	1,41	6,00	3,38	14,99
Total	21,76	100,00	23,48	100,00	22,58	100,00

AMI: Concentrado rico em amido, OLE: Concentrado rico em óleo, A+O: Concentrado de amido+óleo.

Observa-se que para o concentrado AMI, o aporte de PB é dado, principalmente, pelo milho (37,81%), pelo farelo de algodão (32,44%) e pela uréia (27,21%). Verifica-se que dentre as três fontes, duas se destacam pela elevada degradabilidade: a uréia e o farelo de algodão. Além disso, dos concentrados avaliados, o AMI apresentou maior fornecimento porcentual da proteína pela uréia. Desta forma, explica-se a maior DE da PB (79,42% na taxa de passagem de 5%/h) apresentada pelo concentrado AMI.

Do total, 69,45% ou aproximadamente 2/3 do fornecimento protéico do concentrado OLE foi oriundo da proteína proveniente do caroço de algodão (36,79%) e da casca de soja (32,66%), fontes de baixa ou média DE. Por outro lado, fontes de elevada degradabilidade compuseram o total de 30,55%, sendo essas o farelo de algodão (14,69%), o farelo de trigo (9,86%) e a uréia (6%). Essa composição foi suficiente para caracterizar o concentrado OLE de DE intermediária quando comparado ao AMI e A+O, não se diferindo estatisticamente de ambos.

O concentrado A+O apresentou DE da PB inferior ao concentrado AMI e não diferiu do concentrado OLE. O concentrado A+O teve a presença de todos os alimentos e, conseqüentemente, a maior influência das diversas fontes de proteínas com diferentes degradabilidades, 47,8% da PB total era composto com fontes de proteína de elevada degradabilidade, como o farelo de algodão (24,26%), a uréia (14,99%) e o farelo de trigo (8,59%). Já, para fontes de alimentos de médias e baixas degradabilidades, o concentrado A+O apresentou 52,16% da PB total fornecida, distribuído entre o caroço de algodão (19,66%), o milho (18,22%) e a casca de soja (14,32%). Essa composição dos alimentos diferenciou ( $p<0,01$ ) o concentrado A+O do AMI, o qual apresentou 62,19% de toda a proteína em fontes de elevada degradabilidade.

Desse modo, concluiu-se que o concentrado rico em amido (AMI) apresentou maiores degradabilidades da matéria seca e da proteína, o

concentrado A+O apresentou degradabilidade intermediária e o concentrado OLE, menor degradabilidade. Portanto, a mistura de diferentes alimentos energéticos, representado pelo concentrado A+O, promoveu uma cinética de degradação ruminal mais equilibrada, o que pode gerar melhor aproveitamento de nutrientes e, dessa forma, ganhos diretos no processo produtivo, como observado por El-Memari Neto (2002).

## Referências

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC). *Energy and protein requirement of ruminants*. Wallingford: CAB International. 1993.
- BERGAMASCHINE, A. F. *et al.* Efeito de diferentes níveis de bicarbonato de sódio em dieta com bagaço de cana de açúcar auto-hidrolisado sobre a degradação *in situ* do milho e farelo de algodão. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 557-561, 1997.
- CASPER, D.P.; SCHINGOETHE, D.J. Evaluation of urea and dry whey in diets of cows during early lactation. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 69, p. 1346-1360, 1986.
- GARCIA, J. *Degradabilidade In Situ de Alimentos Energéticos e Protéico e da Brachiaria decumbens Colhida no Período da Seca e Entrada das Águas*. 2001. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.
- EL-MEMARI NETO, A. C. E. *Suplementação energética e características da forragem sobre o desempenho de novilhos nelore em pastejo de capim marandu (Brachiaria brizantha Stapf cv. Marandu)*. 2002. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.
- MACZULAC, A. E. *et al.* Effects of long chain fatty acids on growth of rumen bacteria. *Appl. Environm. Microbiol.* Washinton, DC, v. 42, n. 5, p. 856-862, 1981.
- MARTINS, A. S. *et al.* Degradabilidade ruminal *In Situ* da matéria seca e proteína bruta das silagens de milho e sorgo e de alguns alimentos concentrados. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 28, n.5, p. 1.109-1.117, 1999.
- MEHREZ, A. S., ORSKOV, E. R. A study of artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci.*, Cambridge, v. 88 p. 645-650, 1977.
- MORON, I. R. *et al.* Cinética da digestão ruminal do amido de milho e sorgo submetidos a diferentes formas de processamento. *Ciência agrotécnica*, v. 24, n. 1, p. 208-212, 2000.
- NRC. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7. ed. Washington, DC: National Academy Press, 1996.
- ORSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.*, Cambridge, v. 92, n. 1, p. 499-503, 1979.
- PEREIRA, J. C. *et al.* Degradabilidade ruminal de alguns subprodutos agroindustriais. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 2.359-2.366, 2000.
- SANTOS, J. E.; ALMSTANDEN, M. Lipids and rumen digestion. *Arquivos da Faculdade de Veterinária UFRGS*, Porto Alegre, v.26 p.19-89, 1991.
- SAUVANT, D. *et al.* La digestion des amidons par les ruminants et ses conséquences. *J. Prod. Anim.*, Paris, v.7, p. 115-124, 1994.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SNIFER, C.J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anin. Sci.*, Savoy, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.
- TEIXEIRA, J. C. *et al.* Degradabilidade ruminal da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro de rações contendo caroço de algodão e grão de milho em diferentes formas físicas, em vacas da raça Holandesa. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 815-823, 1996.
- UFV-UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. S.A.E.G. (*Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas*). Viçosa: MG (Versão 7.0), 1997.
- VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2 ed, CORNELL:UNIVERSITY PRESS, 476p. 1994.
- VILELA, G. L. *et al.* Degradabilidade *in situ* da matéria seca e da proteína efetivamente degradada no rúmen, de vários alimentos. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 343-351, 1994.
- VILLELA, S. D. J. *et al.* Caroço de algodão para vacas leiteiras 2. Efeito na digestão total e parcial dos nutrientes, taxa de passagem da digesta ruminal e degradação da matéria seca e proteína bruta. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 26, n.1, p. 186-194, 1997.
- ZAMBOM, M. A. *Digestibilidade in vitro e degradabilidade in situ da casca do grão de soja*. 2000. Dissertação (Graduação em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2000.
- ZEOULA, L. M. *et al.* Solubilidade e degradabilidade ruminal do amido de diferentes alimentos. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 905-912, 1999.

Received on August 21, 2003.

Accepted on May 17, 2004.