

## Degradabilidade Ruminal da Matéria Seca e da Fração Protéica da Silagem de Milho, do Farelo de Soja e do Sorgo Grão, em Bovinos da Raça Nelore. Comparação com os Dados Obtidos pelo CNCPS<sup>1</sup>

Paulo Rossi Junior<sup>2</sup>, Aliomar Gabriel da Silva<sup>3</sup>, Ruy da Carvalheira Wanderley<sup>3</sup>, Máx Lázaro Vieira Bose<sup>4</sup>, Celso Boin<sup>4</sup>

**RESUMO** - Foi empregada a técnica dos sacos de náilon de degradação *in situ*, para comparar os dados obtidos pelo CNCPS, à degradabilidade ruminal da matéria seca e da fração protéica da silagem de milho, do farelo de soja e do sorgo grão, em quatro animais fistulados no rúmen da raça Nelore com peso médio de 520 kg e idade aproximada de 36 meses. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, no qual os animais constituíram os blocos. Foram utilizadas dietas com dois níveis de concentrado: 18 e 39%. O volumoso da dieta foi a silagem de milho e os ingredientes do concentrado foram: farelo de soja, de algodão, milho e sorgo granífero. Houve redução da fração potencialmente degradável (B) da matéria seca (MS) da silagem de milho e do sorgo grão com o aumento do nível de concentrado da dieta, porém, a taxa de degradação (c) da silagem foi semelhante nas duas dietas, ao passo que a do sorgo grão aumentou 28,4%. A fração B da MS do farelo de soja não foi influenciada pela dieta, mas sua taxa (c) reduziu em 18,1%; o mesmo efeito foi observado para a taxa (c) da proteína bruta (PB) do farelo, com redução de 38,1%. Os valores de degradabilidade efetiva das duas frações não foram influenciadas pela dieta quando o "lag time" não foi considerado. Quando considerado o "lag time", os valores de degradabilidade dos alimentos estudados foram superiores em ambas as frações.

Palavras-chave: degradabilidade ruminal, matéria seca, proteína bruta, técnica *in situ*, Nelore, sorgo granífero, silagem de milho, farelo de soja

## Ruminal Degradability of the Dry Matter and Crude Protein of the Corn Silage, Soybean Meal and Sorghum Grain in Nelore Cattle. Comparison with Data of the CNCPS

**ABSTRACT** - The nylon bag *in situ* degradation technique was employed to compare the data of the CNCPS to the ruminal degradability of the dry matter and crude protein in corn silage, soybean meal and sorghum grain, in four rumen fistulated Nelore steers, averaging 36 months of age and 520 kg of liveweight. A randomized complete block experimental design was used, where animals constituted the blocks. Two levels of concentrate, 18 and 39 %, were used in the diets. The forage used in the diets was corn silage and the concentrate ingredients were: soybean meal, cottonseed meal, corn grain and sorghum grain. There was a reduction in the potentially by degradable fraction (B) of the dry matter(DM) of the corn silage and sorghum grain with an increase in the concentrate level of the diet; however, the degradation rate(c) of the silage was similar for the two diets and the sorghum grain showed an increase of 28.4 %. The B fraction of the DM from the soybean meal was not affected by the diet, but its rate (c) was reduced by 18.1 %. The same effect was observed for the rate(c) of crude protein(CP) of the soybean meal, with a reduction of 38.1 %. The values for the effective degradability of the two fractions were not affected by the diet when the lag time was not considered. When lag time was considered, the degradability values of the studied feeds were superior in both fractions.

Key Words: ruminal degradability, dry matter, crude protein, technique *in situ*, Nelore, sorghum grain, corn silage, soybean meal

### Introdução

A avaliação de alimentos para o arraaçoamento dos animais domésticos tem sofrido evolução constante. O "Sistema de Nutrientes Digestíveis Totais" (NDT), criado por HENRY e MORRISON em 1915, apesar

de ainda ser largamente utilizado, apresenta inúmeras restrições para predição do valor energético dos diferentes alimentos.

MEHREZ e ØRSKOV (1977) basearam-se na degradabilidade das diversas frações dos alimentos e, em 1979, ØRSKOV e Mc DONALD introduziram

<sup>1</sup> Parte da Dissertação de Mestrado apresentada à ESALQ, pelo primeiro autor.

<sup>2</sup> Estudante de Doutorado da FCAV.

<sup>3</sup> CPPSE/EMBRAPA

<sup>4</sup> Professores do Departamento de Zootecnia-Ruminantes/ ESALQ.

o efeito da taxa de passagem na avaliação da degradabilidade, lançando o conceito de "degradabilidade efetiva", com o intuito de determinar o comportamento dos alimentos durante o processo de digestão e, com isso, melhorar seu nível de utilização.

Posteriormente, os conceitos sobre taxa de passagem e degradação das fontes de energia e proteína foram amplamente reformulados e considerados imprescindíveis na avaliação de alimentos (Agricultural Research Council-ARC, 1984, National Research Council-NRC, 1985 e 1989).

O nível de utilização da fração nitrogenada passou a ser considerado importante na avaliação de alimentos e especificação de exigências nutricionais dos ruminantes, visto que a flora microbiana do rúmen possibilita a transformação de nitrogênio não-protéico e protéico degradável em proteína microbiana, desde que disponha de energia, predominantemente de carboidratos. A disponibilidade de energia e nitrogênio para os microorganismos é determinada pelas taxas de degradação e passagem pelo rúmen, influenciando a eficiência e a quantidade de síntese de proteína microbiana.

O "Sistema de Carboidratos e Proteína Líquidos para Avaliação de Dietas de Bovinos" (The Cornell Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Cattle Diets - CNCPS), desenvolvido na Universidade de Cornell por FOX et al. (1990), surgiu na busca de se prever o desempenho animal com base na composição dos alimentos, na taxa de passagem e degradação das fontes de energia e nitrogênio, na função ruminal, na ingestão e nas exigências nutricionais.

O CNCPS procura integrar os efeitos dos fatores de ambiente e manejo que influem na ingestão de alimentos, na eficiência ruminal e na utilização de nutrientes.

Devido a variações na composição química e à diversificação de métodos de análise das frações dos alimentos para a determinação de alguns parâmetros ruminais, torna-se necessário avaliação mais precisa do valor nutritivo dos alimentos, concentrados e volumosos, mais usuais em nosso meio. O conhecimento das taxas de degradação e passagem desses alimentos poderá fornecer dados para o balanceamento de rações mais eficientes.

Para que seja possível a utilização prática de sistemas de avaliação de valor nutritivo, como o desenvolvido em Cornell (CNCPS, 1990) e os siste-

mas com base em proteína degradada e não-degradada no rúmen (ARC, 1984 e NRC, 1989), é necessário grande número de observações e confiabilidade dos dados disponíveis. Tratando-se de zebuínos, criados sob condições tropicais, identifica-se enorme lacuna de dados para o balanceamento de rações.

O objetivo deste trabalho foi obter dados referentes à degradação da matéria seca e fração protéica da silagem de milho, farelo de soja e sorgo grão, em dietas com dois níveis de concentrado, em animais Nelores. Os dados obtidos foram amplamente comparados com os obtidos pelo CNCPS, para que posteriormente pudessem servir de ajuste do modelo na formulação de rações mais eficientes em sistemas de exploração intensiva de bovinos de corte de raça zebuína.

### Material e Métodos

O presente experimento foi conduzido no Setor Experimental do Departamento de Zootecnia-Ruminantes da ESALQ/ USP.

Foram utilizados quatro bovinos machos da raça Nelore, com idade aproximada de 36 meses e peso médio de 520 kg. Os animais permaneceram confinados em baias, onde receberam alimentação individualmente.

As dietas utilizadas foram: Dieta 1, 82 e 18%, respectivamente, de silagem de milho e concentrado (3,6 % de farelo de soja; 3,6% de farelo de algodão; 5,4 % de sorgo grão; e 5,4% de milho grão) e Dieta 2, 61 e 39%, respectivamente, de silagem de milho e concentrado (3,9% de farelo de soja; 3,9% de farelo de algodão; 15,6 % de sorgo grão; e 15,6 % de milho grão).

As dietas foram ajustadas utilizando-se o Modelo de Cornell (CNCPS). A composição química das dietas estimada pelo CNCPS é apresentada na Tabela 1.

O farelo de soja incubado foi obtido coletando-se amostras de três origens diferentes, entre fornecedores do produto e entidades que se utilizam do mesmo (AGROCERES, Rio Claro-SP; RAÇÕES FRI-RIBE, Ribeirão Preto-SP; ESALQ-USP, Piracicaba-SP, sendo este último de diversas origens). O procedimento foi o mesmo para o sorgo grão, sendo este proveniente das fábricas da FRI-RIBE (Ribeirão Preto-SP) e GUABI (Orlândia-SP).

A silagem de milho utilizada (35% de grãos na MS) foi de origem da própria ESALQ. O material ensilado era proveniente de 17 variedades de milho,

TABELA 1 - Composição das dietas segundo o CNCPS (FOX et al., 1990)  
 TABLE 1 - Experimental diets composition according to CNCPS (FOX et al., 1990)

Dieta Diet	MS % DM	PB % CP	Pdegr.(%PB) Degr.P(%CP)	EM (Mcal/dia) ME	NDT % TDN	FDN % NDF	IMS (kg/dia) DMI	Ganho (kg/dia) Gain
Dieta <sup>1</sup> (Diet)	74,7	11,1	75,2	19,2	73,0	38,2	7,6	0,54
Dieta <sup>2</sup> (Diet)	77,9	12,1	72,7	20,8	78,0	29,8	7,7	0,66

Pdegr.=Proteína degradável (DegrP=Degrable protein).

cujas sementes foram distribuídas no campo aleatoriamente, proporcionando a obtenção de boa mistura das variedades por ocasião do processo de ensilagem. O material foi secado a 55°C por 72 horas em estufa com aeração forçada.

A degradabilidade potencial (p) das frações estudadas foram calculadas utilizando-se o modelo matemático proposto por MEHREZ e ØRSKOV (1977):  $p = a + b(1 - e^{-ct})$ , sendo:

p = degradabilidade potencial, no tempo t (%); a = fração solúvel (%); b = fração potencialmente degradável (%); c = taxa de degradação da fração b (%/h); e t = tempo de incubação (h).

A degradabilidade efetiva (d) foi calculada segundo o modelo matemático proposto por ØRSKOV e McDONALD (1979):  $d(\%) = a + ((b \times c) / (c + k))$ , em que k = taxa de passagem da fase sólida obtida para cada animal e dieta, em %/ hora.

A fração "a" foi obtida por intermédio da lavagem inicial dos sacos contendo alimento, antes de serem submetidos à degradação no rúmen; "b", por  $(100 - (a+c))$ ; e "c", por meio da regressão do logaritmo natural (ln) do resíduo potencialmente degradável.

O tempo de colonização ("lag time") foi calculado segundo o modelo proposto por McDONALD (1981):  $(\ln RPD_{t_0} - \ln RPD_t) / c$ , em que  $\ln RPD_{t_0}$  = logaritmo natural do resíduo potencialmente degradável no tempo 0 hora;  $\ln RPD_t$  = logaritmo natural do resíduo potencialmente degradável no último tempo utilizado de incubação; e c = taxa de degradação da fração b.

As frações a e b, levando em consideração o tempo de colonização, foram calculadas segundo McDONALD (1981) e SUSMEL et al. (1990). O valor de a, denominado de a', foi obtido considerando-se solúvel a porção do alimento até o tempo de colonização e o valor de b denominado de b', por:  $((a+b) - a')$ .

Os alimentos foram introduzidos em sacos de 7x14 cm de área livre, confeccionados em náilon

(100% poliamida, resistente à alta temperatura, não-resinado, com abertura de poro entre 40 e 50 e aproximadamente 30% de área livre), selados a quente em máquina seladora de sacos plásticos.

A silagem de milho incubada foi moída em peneira de 5 mm e o farelo de soja passou por peneira de 2mm. Foram colocadas em torno de 5,5 g de amostra por saco (26 mg MS /cm<sup>2</sup> de área do saco).

Foram colocados 88 sacos de náilon por animal, correspondentes a três repetições para a silagem de milho, até o tempo de incubação de 24 horas, e para o farelo de soja e sorgo grão até o tempo de 4 horas. A partir destes o número de sacos, foi aumentado em número de 2 para cada tempo de incubação, para se obter quantidade de resíduo suficiente para as análises desejadas nos maiores tempos de incubação. Foram também colocados nove sacos brancos, sendo um para cada tempo de incubação.

Os tempos utilizados de incubação no rúmen foram de 3, 6, 12, 24, 36, 48 e 72 horas para a silagem do milho e de 2, 4, 6, 12, 24 e 48 horas para o farelo de soja.

Os sacos de náilon contendo as amostras foram previamente lavados em água a 39°C por 15 minutos com leve agitação, para remover a fração solúvel. Após a etapa de lavagem, foram secados a 55°C por 72 horas em estufa com aeração forçada.

O procedimento de introdução dos sacos no rúmen foi nos tempos sucessivos pré-estabelecidos, sendo todos retirados simultaneamente.

Retirados do rúmen, foram colocados em água com gelo por aproximadamente 2 horas, em seguida lavados em máquina de lavar com agitação e fluxo de água constante. Considerou-se ideal o ponto final de lavagem quando a água do interior da máquina tornou-se levemente turva.

Em seguida os sacos foram secados a 55°C por 72 horas em estufa com aeração forçada.

As amostras de alimento e os resíduos da degradação foram moídos em peneira de 1mm para serem

submetidos às análises.

O teor de matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), cinzas (Cz) e nitrogênio total (NT) foram determinados segundo os métodos da AOAC (1970), enquanto o nitrogênio solúvel (Nsol) e nitrogênio não-protéico (NNP), segundo KRISHNAMOORTHY et al. (1982), adaptado por PEREIRA e ROSSI JR. (1994).

A determinação das taxas de passagem da fase sólida das dietas foi feita seguindo-se a técnica da fibra marcada com cromo mordente, descrita por ÚDEN et al. (1980), sendo marcada somente a silagem de milho, sem os grãos, para a determinação da taxa de passagem das dietas.

Os horários de coleta de fezes foram: 0, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 42, 48, 54, 60, 72, 84, 96 e 120 horas, após a introdução da fibra marcada com cromo mordente no rúmen.

A determinação do cromo nas fezes foi feita segundo os métodos descritos por PEREIRA e ROSSI JR. (1994).

O efeito da dieta sobre os coeficientes da equação de MERHEZ e ØRSKOV (1977) e os valores de degradabilidade potencial e efetiva foram analisados utilizando-se o delineamento em blocos casualizados, em que cada animal constituía um bloco.

## Resultados e Discussão

As taxas de passagem das dietas 1 e 2 foram de 3,74 e 3,41%/h, respectivamente. O tempo de colonização "lag time" da MS da silagem de milho foi 2,1 e 6,4 h; do farelo de soja, 2,6 e 1,89 h; e o sorgo grão, 0,5 e 1,02 h, para as dietas 1 e 2, respectivamente.

## Análise Bromatológica

Os valores observados para a MS, EE e Cz dos três alimentos estudados foram semelhantes aos assumidos pelo CNCPS (Tabela 2).

O teor protéico da silagem foi de 7,13%, muito próximo ao valor 8,6% assumido pelo CNCPS para silagem com 35% de grãos. A solubilidade da proteína foi de 41,39% e o assumido pelo modelo, 50% (Tabela 2). Quanto ao NNP, o valor obtido de 97,83% para o NNP da silagem de milho constata o que já era esperado, pois pelo CNCPS a proteína solúvel é considerada na sua totalidade como NNP para silagens com 35% de grãos.

Para o farelo de soja o teor protéico foi de 51,39% e a solubilidade da proteína igual a 35,89% (Tabela 2). A solubilidade da proteína foi 79,45% superior ao valor assumido pelo CNCPS, de 20%, para farelo de soja com 49% de proteína bruta.

Outro valor que não correspondeu aos descritos pelo CNCPS foi o obtido para o NNP do farelo de soja. O CNCPS assume que 55% da proteína solúvel é NNP, para o farelo de soja com 49% de proteína. Neste trabalho foi encontrado 11,07% de proteína solúvel como NNP. Tratando-se de farelo de soja, 55% de proteína solúvel como NNP parece ser muito elevado.

O teor protéico determinado para o sorgo grão, de 9,19%, foi inferior ao assumido pelo CNCPS (12,4%). Quanto à solubilidade da proteína do sorgo grão, o valor obtido de 12,98% é próximo ao assumido pelo CNCPS (12%). O NNP do sorgo grão de 41,9% foi 27% superior ao assumido pelo CNCPS, de 33%.

TABELA 2 - Composição química dos alimentos  
TABLE 2 - Chemical composition of feeds

Fração Fraction	Unidade Unit	Alimentos Feeds					
		Silagem de milho Corn silage		Farelo de soja Soybean meal		Sorgo grão Sorghum grain	
		Observada Observed	CNCPS	Observada Observed	CNCPS	Observada Observed	CNCPS
MS (DM)	%	41,94	35,00	89,03	89,00	89,00	89,00
EE	%MS (DM)	2,68	2,60	1,65	1,50	4,04	3,10
Cz (AS)	%MS (DM)	8,26	7,00	6,46	7,00	1,71	2,00
PB* (CP)	%MS (DM)	7,13	8,60	51,39	49,00	9,19	12,40
Psol (SP)	%PB (CP)	41,39	50,00	35,89	20,00	12,98	12,00
NNP (NPN)	%Psol (SP)	97,83	100,00	11,07	55,00	41,90	33,00
FDN (NDF)	%MS (DM)	39,28	46,00	11,70	14,00	11,15	23,00

MS: matéria seca; EE: extrato etéreo; Cz: cinzas; PB: proteína bruta; Psol: proteína solúvel; NNP: nitrogênio não-protéico; FDN: fibra em detergente neutro.

DM: dry matter; EE: ether extract; AS: ash; CP: crude protein; SP: soluble protein; NPN: non proteic nitrogen; NDF: neutral detergent fiber.

*Comportamento das frações solúvel, potencialmente degradável e indegradável*

**Matéria seca.** O efeito de dieta encontrado para a fração solúvel (A) da MS (Tabela 3) não possui significado, uma vez que se tratou apenas de períodos distintos de lavagem. Uma vez que A foi definido como a porção solúvel em água a 39 °C sob leve agitação por 15 minutos, era esperado que não houvesse diferenças entre períodos de lavagem. Isto evidencia que a manipulação dos sacos, antes do início do período experimental, possuía influência sobre os resultados, confirmando trabalhos citados (NOCEK, 1985 e NOCEK, 1988).

Para a fração potencialmente degradável (B) da MS houve efeito de dieta ( $P < 0,05$ ) para a silagem de milho e o sorgo grão, já que nos dois alimentos o nível de concentrado de 39% (dieta 2) reduziu seu valor. A redução de B foi mais pronunciada para o sorgo grão (11,7%) que para a silagem de milho (6,5%).

A redução da fração B da silagem de milho deve-se ao aumento do nível de concentrado na dieta, que ocasionou provável seleção dos microorganismos ruminais, reduzindo o número de bactérias celulolíticas, com conseqüente redução na porção a ser degradada no rúmen. O decréscimo no número de bactérias celulolíticas, devido à competição com as bactérias amilolíticas, ao baixo pH associado à rápida digestão do amido e ao aumento na taxa de diluição do rúmen, são aceitos por diversos autores como os principais

fatores que influem na digestão, principalmente da fibra, em dietas com altos níveis de concentrado (POORE, 1987 e PETIT, 1994).

Quanto à taxa de degradação (c), o efeito da dieta foi muito variável nos alimentos estudados.

Para a silagem de milho, não houve efeito significativo de dieta sobre a taxa (c) da MS, porém, foi observada redução significativa ( $P < 0,05$ ) de 18,1 % na dieta 2 em relação à dieta 1, para o farelo de soja.

Para o sorgo grão o efeito foi inverso ao observado para o farelo de soja. Houve aumento significativo ( $P < 0,05$ ) no valor de (c) na dieta 2 de 28,4%. Nota-se que para o sorgo grão ocorreu aumento na taxa de degradação, apesar da redução da porção potencialmente degradável. O aumento na taxa de diluição, devido ao aumento no nível de concentrado da dieta, estaria reduzindo a porção potencialmente degradável do sorgo. Porém, o aumento na atividade amilolítica no rúmen, causado pelo aumento do nível de concentrado e da proporção de milho e sorgo na dieta, estaria proporcionando maior taxa de degradação deste.

Para o farelo de soja, o efeito ocorreu no sentido inverso, porque o aumento na taxa de diluição, causado pelo aumento no nível de concentrado da dieta e diminuição na relação entre o farelo de soja e algodão : milho e sorgo da dieta 2, diminuiu o tempo de exposição da proteína ao ataque das bactérias proteolíticas, reduzindo significativamente sua taxa de degradação da MS.

Os valores obtidos de B (56,06 e 52,39%), C

TABELA 3 Frações solúvel (A), potencialmente degradável (B), indegradável (C) e taxa de degradação da fração potencialmente degradável (c) da matéria seca da silagem de milho, farelo de soja e sorgo grão<sup>1</sup>  
TABLE 3 - Soluble fractions (A), potentially degradable (B), undegradable (C) and degradation rate of the potential degradable fraction (c) of the dry matter of the corn silage, soybean meal and sorghum grain<sup>1</sup>

Alimentos Feeds	A (%)		B (%)		C (%)		c (%/h)	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2
Silagem de milho Corn silage	20,02a	21,02b	56,06a	52,39 <sup>b</sup>	23,95	26,59	2,96	2,44
Farelo de soja Soybean meal	37,34a	35,30b	62,07	61,82	0,85	2,64	8,83 <sup>a</sup>	7,23 <sup>b</sup>
Sorgo grão Sorghum grain	19,79	19,20	60,40a	53,31 <sup>b</sup>	19,82 <sup>a</sup>	26,99 <sup>b</sup>	2,92 <sup>b</sup>	3,75 <sup>a</sup>

D1: Dieta com 82% de volumoso e 18% de concentrado.

D2: Dieta com 61% de volumoso e 39% de concentrado.

<sup>1</sup> Os valores das frações foram calculados sem considerar o tempo de latência.

Valores, na linha, seguidos de letras diferentes, para uma mesma fração, diferem ( $P < 0,05$ ).

D1: Diet with 82% forage and 18 % concentrate.

D2: Diet with 61% forage and 39 % concentrate.

<sup>1</sup> Values of the fractions determined not considering the lag time.

Values, in a row, followed by different letters, in the same fraction, differ ( $P < .05$ ).

(23,95 e 26,59%) e c (2,96 e 2,44%/h) da silagem de milho foram próximos aos apresentados por VON KEYSERLINGK e MATHISON (1989) de 45,1% para B, 22% para C e 3,2%/h para a taxa (c).

Para o farelo de soja, o valor da taxa (c) obtido neste trabalho foi inferior ao obtido por HA e KENNELLY (1984), de 5 %/h; por NOCEK (1985), de 9,7%/h e por CASTILLO ARIAS et al. (1993) de 7,2%/h.

**Proteína bruta.** Considerando-se as divisões assumidas pelo CNCPS para a fração protéica, foi obtido valor de B2 igual a 37,3 % para a silagem de milho; B2 corresponde à proteína potencialmente degradável no rúmen. No estudo de degradação *in situ* a fração protéica potencialmente degradável apresentou valores próximos a 36% nas duas dietas avaliadas (Tabela 4).

O modelo considera B2 de disponibilidade média e com taxa de degradação próxima à de passagem (SNIFFEN et al., 1992). Neste estudo a taxa de degradação da fração potencialmente degradável da proteína da silagem de milho foi em torno de 3,5%, em ambas dietas avaliadas (Tabela 4), semelhante à taxa de passagem calculada por meio de amostras de fezes de 3,74 e 3,41%, para as dietas 1 e 2 respectivamente.

Portanto, observa-se boa relação entre os valores obtidos pelas análises da silagem de milho e os valores extraídos no ensaio de degradação *in situ*, para as divisões da fração protéica assumidas pelo

CNCPS.

Para o farelo de soja, tem-se o valor de B2 igual a 59,6%. O valor da fração B2 foi muito próximo ao encontrado para a fração potencialmente degradável da proteína bruta do farelo de soja no ensaio de degradação *in situ*, de aproximadamente 59% (Tabela 4).

Também para o sorgo grão, o valor obtido para B2 (70%) correspondeu ao encontrado para a fração potencialmente degradável da proteína bruta, que foi de aproximadamente 72% nas duas dietas avaliadas (Tabela 4).

Para a fração B da PB da silagem de milho não houve efeito de dieta, e os valores da fração potencialmente degradável foram semelhantes (36,28 e 36,32%).

O aumento do nível de concentrado para 39% resultou em diminuição significativa ( $P < 0,05$ ) da taxa de degradação (c) da PB do farelo de soja de 12,32 para 7,62 %/h. Para o sorgo grão, o aumento na taxa de degradação (c) em 26,6% (de 2,56%/h para 3,24%/h) não foi significativo. A silagem de milho apresentou valores semelhantes (3,32 e 3,77%/h) nas duas dietas.

Aumento no nível de concentrado pode reduzir fração potencialmente degradável da proteína e sua taxa de degradação (BÜRGER et al., 1990 e PETIT, 1994); contudo, nenhum efeito ocorreu para a silagem de milho e o sorgo grão. Contudo, o CNCPS assume as taxas de degradação de B2 de 10, 11 e 6%/h para

TABELA 4 - Frações solúvel (A), potencialmente degradável (B), indegradável (C) e taxa de degradação da fração potencialmente degradável (c) da proteína bruta da silagem de milho, farelo de soja e sorgo grão<sup>1</sup>

TABLE 4 - Soluble (A), potentially degradable (B), undegradable (C) fractions and degradation rate of the potentially degradable fraction (c) of the crude protein of the corn silage, soybean meal and sorghum grain<sup>1</sup>

Alimentos Feeds	A (%)		B (%)		C (%)		c (%/h)	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2
Silagem de milho Corn silage	62,61	62,61	36,28	36,32	1,10	1,07	3,32	3,77
Farelo de soja Soybean meal	40,53	40,53	59,28	59,92	0,18	0,55	12,32 <sup>a</sup>	7,62 <sup>b</sup>
Sorgo grão Sorghum grain	23,91	23,91	73,12	72,64	2,97	3,46	2,56	3,24

D1: Dieta com 82% de volumoso e 18% de concentrado.

D2: Dieta com 61% de volumoso e 39% de concentrado.

<sup>1</sup> Os valores das frações foram calculados sem considerar o tempo latência.

Valores, na linha, seguidos de letras diferentes, para uma mesma fração, diferem ( $P < 0,05$ ).

D1: Diet with 82% forage and 18 % concentrate.

D2: Diet with 61% forage and 39 % concentrate.

<sup>1</sup> Values of the fractions determined not considering the lag time.

Values, in a row, followed by different letters, in the same fraction, differ ( $P < .05$ ).

a silagem, farelo de soja e o sorgo grão. As taxas obtidas de B2 foram inferiores para a silagem (3,32%/h na dieta 1 e 3,77%/h na dieta 2) e sorgo grão (2,56%/h na dieta 1 e 3,24%/h na dieta 2); somente para o farelo de soja na dieta 1, o valor foi próximo ao assumido pelo CNCPS (12,32 %/h).

A taxa de degradação (c) da PB do sorgo grão na dieta 2 (2,56 %/h) foi próxima à encontrada por ERASMUS et al. (1990a) para sorgo com alto tanino (2,5%/h).

Utilizando-se 60% de concentrado, HA e KENNELY (1984) obtiveram a taxa de degradação (c) de 3,6%/h da proteína do farelo de soja, inferior aos valores obtidos neste estudo.

#### Degradabilidade potencial e efetiva

A dieta não influenciou na degradabilidade potencial da MS (DPMS) dos alimentos (Tabela 5).

Não houve efeito de dieta ( $P > 0,05$ ) sobre a degradabilidade efetiva da MS (DEMS), quando não se considerou o "lag time". Quando se considerou o "lag time", o efeito da dieta ocorreu somente para a DEMS da silagem de milho. Houve aumento ( $P < 0,05$ ) da DEMS da ordem de 19,7% para silagem de milho com o aumento do nível de concentrado.

Considerando-se o "lag time", a fração A passa a ser a porção solúvel até que a degradação se inicie. O valor de A sofre aumento, porque a porção solúvel

no líquido ruminal é mais elevada que em água. A fração B diminui, pelo aumento de A, para um mesmo valor de C. A taxa (c) diminui (Tabela 3).

Os valores de DEMS, ao se considerar o "lag time", deveriam acompanhar o comportamento dos valores obtidos quando não se considerou o "lag time", havendo somente elevação significativa destes valores ( $P < 0,05$ ), conforme Tabela 5.

Os valores sem utilização do "lag time", além de acompanharem a lógica esperada quanto ao efeito da dieta, são mais coerentes com os dados da literatura.

Em seu estudo, em que foi feita uma coletânea de diversos trabalhos, VALADARES FILHO (1994) apresentou valores de 33,4 e 45,1% de DEMS da silagem de milho, com taxa de passagem da dieta de 2 e 5%/h, respectivamente. SUSMEL et al. (1990) apresentaram valores superiores, da ordem de 54,0%, para taxas de passagem de 2%/h.

Para taxa de passagem de 2 %/h, VILELA (1994) obteve o valor de 81,6% para a DEMS do farelo de soja, próximo ao valor de 82,0 % apresentado por VALADARES FILHO et al. (1994) em dieta com taxa de passagem de 2%/h.

Para o sorgo grão, o valor obtido para a DEMS, sem considerar o "lag time", nas dietas 1 e 2 (46,23 e 47,33%), encontra-se entre 37,4 e 59,2%, valores apresentados por VALADARES FILHO (1994) para

TABELA 5 - Degradabilidade potencial e efetiva<sup>1</sup>, com e sem "lag time", da matéria seca da silagem de milho, farelo de soja e sorgo grão

TABLE 5 - Potential and effective degradability<sup>1</sup>, with and without lag time, of the dry matter of the corn silage, soybean meal and sorghum grain

Alimentos Feeds	Degradabilidade potencial (%) Potential degradability				Degradabilidade efetiva (%) Effective degradability			
	Sem "lag time" Without lag time		Com "lag time" With lag time		Sem "lag time" Without lag time		Com "lag time" With lag time	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2
Silagem de milho Corn silage	69,13	66,24	71,25	70,92	45,10 <sup>a</sup>	43,35 <sup>a</sup>	55,66 <sup>b</sup>	66,62 <sup>c</sup>
Farelo de soja Soybean meal	98,41	95,00	98,43	96,94	81,09 <sup>a</sup>	77,38 <sup>a</sup>	91,18 <sup>b</sup>	89,50 <sup>b</sup>
Sorgo grão Sorghum grain	64,82	63,07	69,61	66,82	46,23 <sup>a</sup>	47,33 <sup>a</sup>	57,26 <sup>b</sup>	56,96 <sup>b</sup>

D1: 82% de volumoso e 18% de concentrado.

D2: 61% de volumoso e 39% de concentrado.

<sup>1</sup> Degradabilidade efetiva calculada a partir da taxa de passagem estimada por amostras de fezes.

Valores, nas linhas, seguidos de letras diferentes, para um mesmo parâmetro, diferem ( $P < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

D1: Diet with 82% forage and 18% concentrate.

D2: Diet with 61% forage and 39% concentrate.

<sup>1</sup> Effective degradability calculated from the estimated passage rate through feces samples.

Values, in a row, followed by different letters, for the same parameter, differ ( $P < .05$ ) by Tukey test.

TABELA 6 - Degradabilidade potencial e efetiva<sup>1</sup>, com e sem "lag time" da proteína bruta da silagem de milho, farelo de soja e sorgo grãoTABLE 6 - Potential and effective degradability<sup>1</sup>, with and without lag time, of the crude protein of the corn silage, soybean meal and sorghum grain

Alimentos Feeds	Degradabilidade potencial (%) Potential degradability				Degradabilidade efetiva (%) Effective degradability			
	Sem "lag time" Without lag time		Com "lag time" With lag time		Sem "lag time" Without lag time		Com "lag time" With lag time	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2
Silagem de milho Corn silage	95,45	96,31	95,31	96,20	79,93	81,83	83,00	85,22
Farelo de soja Soybean meal	98,82	96,93	99,66	97,05	86,06	80,05	93,05	86,20
Sorgo grão Sorghum grain	75,05	80,90	76,03	81,74	54,09	59,71	56,19	62,48

D1: 82% de volumoso e 18% de concentrado.

D2: 61% de volumoso e 39% de concentrado.

<sup>1</sup> Degradabilidade efetiva calculada a partir da taxa de passagem estimada por amostras de fezes.Valores, nas linhas, seguidos de letras diferentes, para um mesmo parâmetro, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

D1: Diet with 82% forage and 18 % concentrate.

D2: Diet with 61% forage and 39 % concentrate.

<sup>1</sup> Effective degradability calculated from the estimated passage rate through feces samples.Values, in a row, followed by different letters, for the same parameter, differ ( $P < .05$ ) by Tukey test.

o sorgo grão com taxas de passagem da dieta de 2 e 5%/h, respectivamente.

Não houve efeito da dieta ( $P > 0,05$ ) sobre a degradabilidade potencial e efetiva da PB (DPPB e a DEPB), considerando-se ou não o "lag time".

Os valores de DEPB da silagem de milho, obtidos neste trabalho, acima de 79,0% nas duas dietas avaliadas, são superiores aos apresentados por SUSMEL et al. (1990), de 69,0% para silagem de teor protéico semelhante (7,8% de PB). ERASMUS et al. (1990b) também apresentaram valores de DEPB, para a silagem de milho, próximos aos obtidos neste estudo, 83,0 a 79,5%, com taxas de passagem das dietas de 2 a 8%.

ERASMUS e PRINSLOO (1988) obtiveram o valor de 79,5% para a DEPB do farelo de soja, quando a taxa de passagem foi de 2%/h, próximo ao obtido neste trabalho para a dieta 2, sem se considerar o "lag time" (80,05%). CASTILLO ARIAS et al. (1993) obtiveram o valor de 80,5% e VILELA (1994), 81,6% para a DEPB do farelo de soja, com taxa de passagem de 2%/h.

### Conclusões

Os valores obtidos dos parâmetros avaliados da fração protéica da silagem de milho apresentaram correspondência com os assumidos pelo modelo (CNCPS); porém, o mesmo não ocorreu para o farelo de soja e o sorgo grão.

Houve boa relação entre os valores de proteína

solúvel e potencialmente degradável, determinados por intermédio de análise bromatológica, e os obtidos no ensaio de degradação *in situ*.

O aumento do nível de concentrado da dieta proporcionou efeitos variados sobre a degradação das frações dos alimentos avaliados.

A manipulação dos sacos e a possível perda de material não-degradado pelos poros do tecido pode ter influenciado alguns resultados.

Maior número de dados é necessário para o ajuste do modelo de Cornell para as nossas condições e nossos alimentos.

### Referências Bibliográficas

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. *The nutrient requirements of ruminant livestock*. Supplement 1. Farnham Royal, 1984. 45 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*. 11.ed. Washington, 1970. 1015 p.
- BÜRGER, P.J.; SANCHEZ, L.M.B.; PIRES, M.B.G.; ZANNELLA, I. Avaliação da técnica *in situ* para a estimativa da degradação ruminal de proteínas. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v. 25. n. 9, p. 1215-21, 1990.
- CASTILLO ARIAS, A.M.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. da; LEÃO, M.I.; CASTRO, A.C.G. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da proteína bruta de alimentos, utilizando-se a técnica dos sacos de náilon, em vacas gestantes alimentadas com feno (80%) e concentrados (20%). *R. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 89-98, 1993.
- ERASMUS, L.J. & PRINSLOO J. The establishment of protein degradability data base for cattle using nylon bag technique. 1. Protein sources. *S. Afric. J. Anim. Sci.*, Pretória, v. 18, n. 1, p. 23-9, 1988.



- of ruminal protein degradation data base for dairy cattle using the *in situ* polyester bag technique. 2. Energy sources. *S. Afric. J. Anim. Sci.*, Pretória, v.20, n.3, p.124-9, 1990a.
- ERASMUS, L.J.; PRINSLOO, J.; BOTHA, P.M. Establishment of ruminal protein degradation data base for dairy cattle using the *in situ* polyester bag technique. 3. Roughages. *S. Afric. J. Anim. Sci.*, Pretória, v.20, n.3, p.130-5, 1990b.
- FOX, D.G.; SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; RUSSEL, J.B.; VAN SOEST, P.J. *The cornell net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets*. Ithaca, Cornell. 1990. 128 p.
- HA, J.K. & KENNELLY, J.J. In situ dry matter and protein degradation of various protein sources in dairy cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, Ottawa, v. 64, n. 6, p. 443-52, 1984.
- KRISHNAMOORTHY, U.; MUSCATO, T.V.; SNIFFEN C.J.; VAN SOEST, P.J. Nitrogen fractions in selected feedstuffs. *J. Dairy Sci.*, Champaign, v. 65, n. 2. p.217-25, 1982.
- McDONALD, I. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *J. Agric. Sci.*, Cambridge, v. 96, n.1, p.251-2, 1981.
- 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.*, Cambridge, v. 88, p. 645-50, 1977.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Ruminant nitrogen usage*. Washington, National Academy Press, 1985. 138p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 6 ed., Washington, National Academy Press, 1989. 157p.
- NOCEK, J.E. Evaluation of specific variables affecting in situ estimates of ruminal dry matter and protein digestion. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v. 60, n.5, p.1347-58, 1985.
- NOCEK, J.E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. *J. Dairy Sci.*, Champaign, v. 71, n.8, p. 2051-69, 1988.
- 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.2, p.499-503, 1979.
- PEREIRA, J.R.A. e ROSSI JR., P. *Manual prático de avaliação nutricional de alimentos*. Piracicaba, FEALQ, 1994. 25 p.
- PETIT, H.V.; RIOUX, R.; TREMBLAY, G. F. Evaluation of forages and concentrates by the "in situ" degradability technique. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, Maringá, 1994. *Anais...* Maringá: SBZ. p.119-33.
- POORE, M.H. *Rumen passage rates and fiber digestibilities for wheat straw, alfafa hay and flaked sorghum grain in mixed diets for steers*. Arizona, 1987. 77p. (MS-The University Arizona).
- SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J., FOX, D.G., RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v. 70, n.11, p. 3562-77, 1992.
- SUSMEL, P.; STEFANON, B.; MILLS, C.R.; SPANGHERO, M. Rumen degradability of organic matter, nitrogen and fibre fractions in forages. *Anim. Prod.*, London, v. 51, n. 3, p. 515-26, 1990.
- UDEN, P.; COLUCCI, P.E.; VAN SOEST, P.J. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. *J. Sci. Food and Agric.*, London, v. 31, p. 625-32, 1980.
- 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, Maringá, 1994. *Anais...* Maringá: SBZ. p.95-118.
- VILELA, G.L. *Degradabilidade in situ da matéria seca e da proteína bruta de vários alimentos em vacas alimentadas com diferentes rações*. Viçosa. 68 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa. 1994.
- VON KEYSERLINGK, M. A. G. & MATHISON, G.W. Use of the *in situ* technique and passage rate constants in predicting voluntary intake and apparent digestibility of forages by steers. *Can. J. Anim. Sci.*, Ottawa, v. 69, n.4, p. 973-87, 1989.

Recebido em: 30/01/96  
Aceito em: 22/10/96