

Degradabilidade *in situ* da matéria seca e da proteína bruta do farelo de arroz, farelo de trigo, grão de milho e grão de aveia

Ivone Yurika Mizubuti^{1*}, Fernanda Barros Moreira¹, Edson Luis de Azambuja Ribeiro¹, Elzânia Sales Pereira², Marco Antônio da Rocha¹ e Mauro de Freitas Silva Filho¹

¹Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Londrina, Rod. Celso Garcia Cid, PR 445, Km 380, Cx. Postal 6001, 86051-990, Londrina, Paraná, Brasil. ²Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: mizubuti@uel.br

RESUMO. O objetivo deste trabalho foi determinar a degradabilidade ruminal da matéria seca (MS) e da proteína bruta (PB) do milho em grão (MG), aveia em grão (AG), farelo de trigo (FT) e farelo de arroz (FA). Foi utilizada a técnica *in situ*, com sacos de náilon, sendo avaliados os tempos 0, 3, 6, 12, 18, 24, 48 e 72 horas de permanência no rúmen, utilizando-se quatro bovinos adultos, em um delineamento em quadrado latino 4 x 4. A matéria seca da AG apresentou maior fração solúvel (36,58%), maior taxa de degradação (12,95% h⁻¹) e maior degradabilidade efetiva (DE) (79,28%). O FA apresentou menor fração potencialmente degradável (b) (29,24%) e menor DE da MS (49,16%). O MG apresentou maior fração solúvel da PB (56,88%). A AG apresentou maior taxa de degradação da fração b da PB (11,05%). O FT apresentou maior DE da PB (77,38%) e o FA apresentou menor DE da PB (66,65%).

Palavras-chave: bovinos, concentrado, desaparecimento ruminal, rúmen, taxa de degradação.

ABSTRACT. Dry matter and crude protein *in situ* degradability of rice meal, wheat meal, corn and oat seed. The objective of this work was to determine the ruminal degradability of dry matter (DM) and crude protein (CP) of maize grain (MG), oat grain (OG), wheat meal (WM) and rice meal (RM). The *in situ* technique was used with nylon bag, and the 0, 3, 6, 12, 18, 24, 48 and 72 hours intervals of ruminal incubation were evaluated. Four steers were used in a 4 x 4 latin square. The dry matter of the OG presented the highest soluble fraction (36.58%), the highest rate of degradation (12.95% h⁻¹) and the highest effective degradation (ED) (79.28%). The RM presented the lowest potential degradable fraction (29.24%) and the lowest ED of DM (49.16%). The MG presented the highest soluble fraction of CP (56.88%). The OG presented the highest degradation rate of CP (11.05%). The WM presented the highest ED of CP (77.38%) and the RM presented the lowest ED of CP (66.65%).

Key words: bovine, concentrate, degradation rate, disappearance, rumen, ruminal.

Introdução

Um dos desafios da nutrição de ruminantes é fornecer quantidades adequadas de proteína degradável e energia fermentável no rúmen para que haja a maximização da fermentação ruminal. Com isso, atinge-se a produção animal desejada com o mínimo de proteína bruta na dieta. Segundo dados do NRC (1996), a proteína microbiana pode contribuir com até 100% das exigências em proteína metabolizável para bovinos de corte.

Para alcançar tal objetivo, é necessário o conhecimento da quantidade de proteína degradável no rúmen presente no alimento capaz de satisfazer as necessidades dos microrganismos do rúmen, para maximizar a síntese de proteína microbiana (NRC, 2001).

Diversos fatores relacionados aos alimentos influenciam a fermentação ruminal e, por consequência, a produção de proteína microbiana. A quantidade e a qualidade do alimento influenciam a taxa de degradação ruminal, a taxa de passagem e o crescimento microbiano. Alimentos com taxa de degradação rápida favorecem a produção de ácidos graxos voláteis, com queda de pH ruminal. Microrganismos que apresentam rápido metabolismo e tolerância à queda de pH ruminal são favorecidos (Van Soest, 1994).

No entanto, para que a produção microbiana possa ser maximizada, é necessário que todos os nutrientes estejam disponíveis dentro dos níveis exigidos pelos microrganismos. Deficiência de energia, proteína ou minerais pode resultar em baixo

crescimento microbiano e, por conseqüência, baixa produção de proteína microbiana. Por isso, é importante que dietas sejam calculadas para satisfazer as exigências dos microrganismos, obedecendo à combinação de alimentos que tenham taxa de degradação de proteína, energia e minerais semelhantes, para que os microrganismos ruminais possam utilizá-los para maximizar seu crescimento (Van Soest, 1994). A sincronização da fermentação ruminal resulta em melhoria na digestão da fibra, aumento na produção de massa microbiana e diminuição na absorção de amônia (Huntington e Archibeque, 1999).

Vale salientar que é importante manter níveis adequados de proteína no rúmen, mas não em excesso, uma vez que o excesso de nitrogênio no rúmen resulta em maior absorção de amônia, o que gera gasto energético para a produção de uréia no fígado e sua eliminação pela urina (Huntington e Archibeque, 1999), com conseqüente diminuição no desempenho animal.

A técnica da degradação ruminal *in situ*, consiste em colocar o alimento a ser testado em sacos de nylon, sendo estes alocados no ambiente ruminal e lá mantidos em diferentes tempos de incubação. Assim, pode-se determinar o desaparecimento do alimento de dentro dos sacos de nylon nos diferentes tempos avaliados. Esta técnica permite o contato íntimo do alimento a ser testado com o ambiente ruminal, de forma que não há melhor maneira de simular o ambiente ruminal, apesar de que o alimento não passa pelos processos de mastigação e ruminação antes de ser incubado no rúmen (Nocek, 1988).

Conhecendo a taxa de degradação dos alimentos possíveis de serem utilizados na nutrição de ruminantes, é possível o cálculo de ração com a combinação de alimentos que possam maximizar o crescimento microbiano e, por conseqüência, maximizar o desempenho animal.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a taxa de degradação ruminal e a degradabilidade efetiva da matéria seca e da proteína bruta de alguns alimentos e subprodutos utilizados na nutrição de ruminantes.

Material e métodos

O experimento foi realizado no setor de metabolismo animal da Fazenda Escola e no laboratório de nutrição animal, do Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Estadual de Londrina, Estado do Paraná, no período do inverno.

Foram utilizados quatro bovinos da raça Holandesa, machos, castrados, portadores de cânula

permanente no rúmen e pesando em média 600 kg, com idade aproximada de 36 meses. Foi utilizada a técnica *in situ* para a avaliação de degradabilidade ruminal de alimentos.

O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 4 x 4 com quatro alimentos e quatro períodos de avaliação. Os alimentos testados foram: milho em grão (MG), aveia em grão (AG), farelo de trigo (FT) e farelo de arroz (FA). Foram realizados quatro períodos de avaliação, com 24 horas de intervalo entre os períodos, sendo que em cada período foi avaliado um alimento por animal. A composição química dos alimentos estudados está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra bruta (FB) dos alimentos incubados no rúmen.

Table 1. Dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE) and crude fiber contents of the feed incubated in the rumen.

| Alimentos Feed | MS (%) DM (%) | MO (%MS) OM (%DM) | PB (%MS) CP (%DM) | EE (%MS) EE (%DM) | FB (%MS) CF (%DM) |
|-------------------------------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Milho em grão Maize grain | 90,59 | 95,19 | 7,92 | 1,68 | 2,99 |
| Aveia em grão Oat grain | 95,87 | 97,91 | 14,53 | 6,33 | 0,53 |
| Farelo de trigo Wheat meal | 88,69 | 94,71 | 17,13 | 4,26 | 10,24 |
| Farelo de arroz Rice meal | 89,48 | 91,43 | 11,39 | 11,17 | 24,07 |

Antes da incubação ruminal, os grãos de milho e de aveia foram submetidos à pré-secagem e triturados em moinho de faca tipo "Willey", de modo que o tamanho das partículas não fosse superior a 2 mm.

Durante todo o período experimental, os animais foram mantidos em pastagem de Coast cross (*Cynodon dactylon L.*), suplementados com uma ração composta de gérmen de milho, farelo de trigo e farelo de arroz para atender as exigências de proteína e energia para manutenção. A ração foi introduzida diretamente na cânula ruminal, no total de 6 kg animal⁻¹ dia⁻¹, dividido em dois fornecimentos (3 kg às 7 horas e 3 kg às 17 horas), durante o período de adaptação e incubação no rúmen. O período de adaptação foi de 15 dias.

Amostras de aproximadamente 7 g de matéria natural (\pm 6,5 g de MS), de cada alimento testado, foram colocadas em sacos de náilon, 100% poliamida, cru pós-fixado, com poros de 50 micrometros e dimensões de 14 x 7 cm. Estes foram fechados com elásticos 100% sintéticos, atados a uma argola de metal, e presos por meio de mosquetões aos elos de uma corrente de metal com 1 metro de comprimento e, aproximadamente, 500 gramas de peso, presa à tampa da cânula através de um fio de náilon \pm 50 cm de comprimento para permitir que o

material se alojasse no saco ventral do rúmen.

O desaparecimento dos nutrientes foi avaliado nos tempos de 0, 3, 6, 12, 18, 24, 48 e 72h de permanência no rúmen, através do sistema de tempo invertido, de tal forma que todos os saquinhos de náilon fossem retirados ao mesmo tempo. Para os tempos de 72, 48 e 24h de incubação, foram pesados dez saquinhos por tempo, por alimento. Nos tempos de 18 e 12h, foram oito, para os de 6 e 3h, cinco e para o tempo zero, 4 saquinhos, totalizando 60 saquinhos por animal e por tratamento, sendo que 56 foram incubados e quatro (tempo zero) passaram apenas pelos processos de lavagem.

Após a retirada dos saquinhos de dentro do rúmen e ainda presos à corrente, os saquinhos foram lavados com água corrente para retirada do excesso de conteúdo ruminal. Em seguida, juntamente com os saquinhos utilizados para o cálculo da fração solúvel (tempo zero), foram mergulhados em água com aproximadamente 5°C por um período de trinta minutos, para interromper a atividade dos microrganismos ruminais. Os sacos foram então retirados das correntes e lavados manualmente em um tanque com três enxágües. Em seguida foram encaminhadas ao laboratório onde foram submetidos à secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 55 ± 5°C durante 72 horas.

Retirados da estufa e após o equilíbrio com a temperatura ambiente, foram pesados, os resíduos dos sacos de náilon correspondentes ao mesmo tempo e animal, foram misturados, homogeneizados e triturados em moinho com peneira de 1 mm de crivo de tal forma que se obteve uma amostra composta por alimento e tempo de incubação para cada animal.

As amostras passaram por análise laboratorial para determinação de matéria seca e proteína bruta conforme metodologias descritas por AOAC (1990) e Silva (1990).

O desaparecimento da matéria seca e da proteína bruta dos saquinhos observado em cada tempo de incubação foi ajustado para o modelo proposto por Mehrez e Orskov (1977) em que $DP = a + b(1 - \exp^{-ct})$, sendo DP (%), a degradabilidade potencial no tempo t , a , a fração solúvel, b , a fração potencialmente degradável e c , a taxa de degradação da fração b .

Para estimar a degradabilidade efetiva foi usado o modelo proposto por Orskov e McDonald (1979):

$$DE = a + ((b \cdot c)/(c + K)),$$

onde

DE é a degradabilidade efetiva em porcentagem e K é a taxa de passagem de sólidos no rúmen, sendo utilizada a taxa de 5% hora⁻¹ conforme sugerido pelo AFRC (1992), e a , b e c as mesmas constantes da

equação anteriormente citada.

Os parâmetros não lineares a , b e c foram estimados através do procedimento algorítmico de Gaus Newton, utilizando-se do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (Saeg, 1983). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as diferenças entre médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Saeg, 1983).

Resultados e discussão

O desaparecimento ruminal da matéria seca dos alimentos testados, nos diferentes tempos de incubação, está apresentado na Tabela 2. Houve interação entre desaparecimento ruminal dos nutrientes dos alimentos testados e tempo de incubação. Observou-se que, no tempo 0, o desaparecimento da matéria seca foi menor para o milho em grão (19,05%) quando comparado à aveia em grão, farelo de trigo e farelo de arroz, sendo que estes não diferiram entre si, sendo observado valores médios de 34,51%.

Após 3 horas de incubação ruminal, a maior taxa de desaparecimento da matéria seca ocorreu para a aveia em grão (72,75%) e a menor taxa de desaparecimento para o milho em grão (25,53%), sendo que o farelo de trigo e o farelo de arroz apresentaram valores intermediários, com desaparecimento de 49,14 e 42,43% da matéria seca.

Tabela 2. Desaparecimento ruminal da matéria seca do milho em grão (MG), da aveia em grão (AG), do farelo de trigo (FT) e do farelo de arroz (FA) nos diferentes tempos de incubação testados.

Table 2. Dry matter ruminal disappearance of the maize grain (MG), oat grain (OG), wheat meal (WM) and rice meal (RM) in the different incubation times tested.

| | Tempos de incubação ruminal (horas) | | | | | | | |
|-----------------|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Ruminal incubation times (hours) | | | | | | | |
| | 0 | 3 | 6 | 12 | 18 | 24 | 48 | 72 |
| | Desaparecimento da Matéria Seca (%) | | | | | | | |
| | Dry matter disappearance (%) | | | | | | | |
| MG | 19,05 b | 25,53 c | 32,30 d | 41,42 d | 52,79 c | 62,50 c | 87,58 b | 96,18 a |
| AG | 36,58 a | 72,75 a | 84,78 a | 93,01 a | 96,17 a | 97,06 a | 97,43 a | 97,42 a |
| OC | | | | | | | | |
| FT | 34,52 a | 49,14 b | 60,09 b | 67,53 b | 71,27 b | 73,51 b | 76,02 c | 78,88 b |
| WM | | | | | | | | |
| FA | 32,42 a | 42,43 b | 47,35 c | 54,56 c | 57,97 c | 59,44 c | 60,66 d | 61,66 c |
| RM | | | | | | | | |
| CV ¹ | 7,1 | 8,0 | 5,4 | 2,3 | 4,3 | 4,5 | 4,3 | 1,6 |
| VC ¹ | | | | | | | | |

¹Coeficiente de variação. Médias acompanhadas de letras diferentes, para o mesmo tempo de incubação, diferem entre si pelo Teste de Tukey (p < 0,05).

¹Variation coefficient. Means followed by different letters, for the same incubation time, are different by Tukey test (p < 0.05).

Entre os tempos de 3 a 18 horas, a aveia em grão sempre apresentou maior desaparecimento da matéria seca, de forma que após 18 horas de incubação ocorreu o desaparecimento de 96,17% da matéria seca de aveia em grão.

Após 72 horas de incubação ruminal o desaparecimento total foi semelhante para o milho em grão (96,18%) e para a aveia em grão (97,42%).

O farelo de arroz apresentou menor porcentagem de desaparecimento (61,66%), enquanto que o farelo de trigo apresentou valores intermediários (78,88%).

O desaparecimento ruminal da proteína bruta dos alimentos testados, nos diferentes tempos de incubação, está apresentado na Tabela 3. Observou-se que, no tempo 0, o milho em grão apresentou maior desaparecimento da proteína bruta (56,88%) enquanto que a aveia em grão apresentou menor valor (27,29%), sendo que o farelo de trigo e o farelo de arroz apresentaram valores intermediários (39,68 e 41,98%, respectivamente).

Tabela 3. Desaparecimento ruminal da proteína bruta do milho em grão (MG), da aveia em grão (AG), do farelo de trigo (FT) e do farelo de arroz (FA) nos diferentes tempos de incubação testados.

Table 3. Crude protein ruminal disappearance of the maize grain (MG), oat grain (OG), wheat meal (WM) and rice meal (RM) in the different incubation times tested.

| | Tempos de incubação ruminal (horas) | | | | | | | |
|-----------------|-------------------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Ruminal incubation times (hours) | | | | | | | |
| | 0 | 3 | 6 | 12 | 18 | 24 | 48 | 72 |
| | Desaparecimento da Matéria Seca (%) | | | | | | | |
| | Dry matter disappearance (%) | | | | | | | |
| MG | 56,88 a | 60,32 ab | 62,63 b | 64,51 d | 68,38 d | 71,35 d | 88,55 b | 96,48 a |
| MG | | | | | | | | |
| AG | 27,29 c | 66,02 a | 78,51 a | 91,33 a | 96,14 a | 97,18 a | 97,28 a | 97,76 a |
| OG | | | | | | | | |
| FT | 39,68 b | 62,90 ab | 75,64 a | 86,09 b | 89,62 b | 90,87 b | 91,29 b | 92,49 b |
| WM | | | | | | | | |
| FA | 41,98 b | 53,48 b | 63,79 b | 71,61 c | 78,08 c | 79,11 c | 80,55 c | 82,40 c |
| RM | | | | | | | | |
| CV ¹ | 13,9 | 9,5 | 6,9 | 2,7 | 3,2 | 2,7 | 2,0 | 1,9 |
| VC ¹ | | | | | | | | |

¹Coefficiente de variação. Médias acompanhadas de letras diferentes para o mesmo tempo de incubação diferem entre si pelo Teste de Tukey (p < 0,05).

¹Variation coefficient. Means followed by different letters, for the same incubation time, are different by Tukey test (p < 0.05).

Após 3 horas de incubação ruminal, os desaparecimentos da proteína bruta do milho em grão, da aveia em grão e do farelo de trigo foram semelhantes, com valores médios de 63,08%. O farelo de arroz apresentou menor desaparecimento nas primeiras 3 horas de incubação, com valor de 53,48%. Após 72 horas de incubação, o milho em grão e a aveia em grão apresentaram maior desaparecimento da proteína bruta, com valor médio de 97,12%. O farelo de arroz apresentou menor desaparecimento da proteína bruta (82,40%), enquanto que o farelo de trigo apresentou valor intermediário (92,49%).

A fração solúvel (a), fração potencialmente degradável (b), a taxa de degradação da fração b (c) e a degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca estão apresentadas na Tabela 4. O milho em grão apresentou menor fração solúvel da matéria seca (19,05%), quando comparado à aveia em grão, farelo de trigo e farelo de arroz, sendo que estes apresentaram frações solúveis semelhantes, com valores médios de 34,51%. Já a fração insolúvel potencialmente degradável da matéria seca foi superior para o milho em grão (77,13%), seguido

pela aveia em grão (60,84%), farelo de trigo (44,36%) e pelo farelo de arroz (29,24%).

A taxa de degradação da fração b (c) da matéria seca foi superior para a aveia em grão (12,95% hora⁻¹), enquanto que os outros alimentos testados apresentaram taxa de degradação semelhante, com valores médios de 5,67% hora⁻¹.

A degradabilidade efetiva da matéria seca, considerando a taxa de passagem de 5% hora⁻¹, foi superior para a aveia em grão (79,28%), seguida pelo milho em grão (56,99%) e pelo farelo de trigo (56,95%). O farelo de arroz apresentou menor degradabilidade efetiva da matéria seca, com valor de 49,16%.

Tabela 4. Fração solúvel (a), insolúvel potencialmente degradável (b), taxa de degradação da fração b (c) e degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca do milho em grão (MG), aveia em grão (AG), farelo de trigo (FT) e farelo de arroz (FA).

Table 4. Soluble (a) and potential insoluble degradable (b) fraction, fraction b degradation rate (c) and effective degradability (ED) of the dry matter of the maize grain (MG), oat grain (OG), wheat meal (WM) and rice meal (RM).

| Alimento | a (%) | b (%) | c (% hora ⁻¹) | DE ² (%) |
|-----------------|---------|---------|---------------------------|---------------------|
| Feed | | | c (% hour ⁻¹) | ED ² (%) |
| F | | | | |
| MG | 19,05 b | 77,13 a | 4,93 b | 56,99 b |
| MG | | | | |
| AG | 36,58 a | 60,84 b | 12,95 a | 79,28 a |
| OG | | | | |
| FT | 34,52 a | 44,36 c | 5,35 b | 56,95 b |
| WM | | | | |
| FA | 32,42 a | 29,24 d | 6,73 b | 49,16 c |
| RM | | | | |
| CV ¹ | 7,1 | 2,9 | 28,8 | 4,9 |
| VC ¹ | | | | |

¹Coefficiente de variação. ²Valor calculado considerando a taxa de passagem de sólidos no rúmen de 5%/hora. Médias acompanhadas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey (p < 0,05).

¹Variation coefficient. ²Value calculated considering the rumen solid passage rate of 5%/hour. Means followed by different letters, for the same incubation time, are different by Tukey test (p < 0.05).

Martins et al. (1999) avaliaram a degradabilidade ruminal de alguns alimentos concentrados pela técnica *in situ* e agrupou os alimentos testados quanto as suas características de degradação. Estes autores observaram para o milho em grão 32,9% para a fração solúvel, 67,10% para a fração b, 4% hora⁻¹ para a taxa de degradação e 37,6% para a DE, considerando taxa de passagem de 5% hora⁻¹. Para o farelo de trigo observaram fração solúvel da matéria seca de 61,5%, 28,7% para a fração b, 11,7% hora⁻¹ para a taxa de degradação e 80,4% para a DE para a taxa de passagem de 5% hora⁻¹.

Oliveira et al. (2003) observaram para o milho em grão 32,09% para a fração a, 67,91% para a fração b, 5,25% para a taxa de degradação e 66,90% para a DE, para uma taxa de passagem de 5% hora⁻¹.

Os valores de solubilidade encontrados para o FA e FT foram inferiores aos observados por Aroeira et al. (1993) que encontraram 72,9% para o FA e Martins et al. (1999) cujo valor foi 61,5% para o FT. No entanto, foi superior ao obtido por Londoño

Hernandez *et al.* (1998) que encontraram 15,63% para fração a da matéria seca do FA e Deschamps *et al.* (1994) que encontraram 20,18% para a fração a do FT.

A DE da matéria seca do MG e FT foi inferior ao encontrado por Deschamps *et al.* (1994), onde relataram valores de 66,6 e 61,2% para o MG e FT, respectivamente. A DE da matéria seca do FA foi semelhante ao relatado por Deschamps *et al.* (1994), sendo descrito DE de 44,9%. Por outro lado, Valadares Filho *et al.* (1990) relataram para FA e FT valor superior de DE da matéria seca (76,3 e 72,1%, respectivamente). Já a DE da matéria seca da AG foi semelhante à encontrada por Prestokken (1999), com valor de 80,3% e inferior ao valor de 97% descrito por Cerneau e Michalet (1991).

Valadares Filho (1994), em revisão sobre a técnica *in situ* de avaliação de alimentos, relatou para o farelo de trigo 62% (59,6-66,1) de DE da matéria seca para a taxa de passagem de 5% hora⁻¹, sendo estes valores semelhantes ao observado neste experimento. Para o farelo de arroz, o mesmo autor acima citado descreve 62,9% de DE da matéria seca, para a taxa de passagem de 5% hora⁻¹. Neste experimento, a DE da matéria seca do farelo de arroz foi inferior ao citado por Valadares Filho (1994).

A fração solúvel (a), fração insolúvel potencialmente degradável (b), a taxa de degradação da fração b (c) e a degradabilidade efetiva (DE) da proteína bruta estão apresentadas na Tabela 5. O milho em grão apresentou maior fração a da proteína bruta (56,88%), enquanto que a aveia em grão apresentou menor fração solúvel (27,29%). O farelo de trigo e o farelo de arroz apresentaram valores intermediários, com média de 40,78%.

Chiou *et al.* (1995) e Martins *et al.* (1999) encontraram valores inferiores para a fração solúvel da proteína bruta do MG, sendo relatados valores de 27,2 e 38%, respectivamente. Valadares Filho *et al.* (1990) encontraram valores superiores para a fração a do FA (50,65%). Já a fração a da proteína bruta do FT encontrada foi semelhante ao observado por Chiou *et al.* (1995), onde demonstraram fração a da proteína bruta de 37,1%. Estas variações nos valores encontrados na literatura podem ser decorrentes de variações na metodologia utilizada, como porosidade e tamanho dos saquinhos, quantidade de alimento testado ou até mesmo procedimento de lavagem dos saquinhos após a retirada do rúmen.

Assim, apesar de o milho em grão apresentar menor fração solúvel da matéria seca, este apresentou maior fração solúvel para a proteína bruta. Vale salientar que 87,41% da matéria seca do milho são representadas pelo extrativo não

nitrogenado e 7,92% da matéria seca do milho em grão são compostas pela proteína bruta, de forma que se fosse separada a proteína bruta da matéria seca, a solubilidade da matéria seca seria ainda menor.

Este dado é importante quando da associação de alimentos. Quando o milho é utilizado como fonte de esqueletos de carbono para os microrganismos do rúmen, deve-se considerar que o nitrogênio disponível para os microrganismos seja também de lenta degradação ruminal, para que haja um sincronismo entre proteína e energia para os microrganismos ruminais.

A influência do sincronismo entre proteína e energia no rúmen sobre o desempenho animal fica evidente no trabalho de Paulino *et al.* (1996), em que avaliaram o milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS) ou o farelo de trigo como fonte de esqueletos de carbono em misturas múltiplas com uréia para bovinos de corte. Estes autores observaram maior ganho de peso quando do fornecimento de farelo de trigo em associação à uréia quando comparado ao fornecimento de MDPS e uréia.

O uso do milho em grão em associação à uréia poderia gerar um aumento na concentração de amônia ruminal em decorrência da limitação de esqueletos de carbono para a síntese e crescimento microbiano, uma vez que até três horas de incubação ruminal ocorreu o desaparecimento de 25,53% da matéria seca do grão de milho, enquanto que quando do uso da aveia em grão, o desaparecimento ruminal da matéria seca nas primeiras 3 horas de incubação foi de 72,75%, o que resultaria em maior aproveitamento da uréia, uma vez que esta se apresenta na forma solúvel no rúmen, sendo, portanto, rapidamente disponível para os microrganismos ruminais. Esqueletos de carbono e nitrogênio chegando de forma sincronizada no rúmen poderiam resultar em maior síntese protéica pelos microrganismos do rúmen, e, portanto, maior desempenho animal.

A aveia em grão apresentou maior fração b da proteína bruta (70,47%), enquanto que o farelo de trigo apresentou menor valor para esta fração (35,61%). O milho em grão e o farelo de arroz apresentaram fração b semelhante, com valores médios de 40,01%.

A taxa de degradação da fração b (c) da proteína bruta da AG foi de 11,05% hora⁻¹, enquanto que a taxa c da proteína bruta do MG foi de 3,37% hora⁻¹. Apesar da diferença numérica existente entre as duas taxas acima descritas, não houve diferença estatística entre elas, o que pode ser decorrente do elevado coeficiente de variação observado (54,4%),

comprometendo assim a discussão destes resultados.

A DE da proteína bruta do MG, da AG e do FT foi semelhante, sendo observado o valor médio de 75,02%. O FA apresentou menor DE da proteína bruta (66,65%), no entanto sem diferença estatística do FA com o MG ou a AG.

Tabela 5. Fração solúvel (a), potencialmente degradável (b), taxa de degradação da fração b (c) e degradabilidade efetiva (DE) da proteína bruta do milho em grão (MG), aveia em grão (AG), farelo de trigo (FT) e farelo de arroz (FA).

Table 5. Soluble (a) and potential insoluble degradable (b) fraction, fraction b degradation rate (c) and effective degradability (ED) of crude protein of the maize grain (MG), oat grain (OG), wheat meal (WM) and rice meal (RM).

| Alimento Feed | a (%) | b (%) | c (%/ hora ¹) c (%/hour) | DE ² (%) ED ² (%) |
|------------------|---------|----------|---|--|
| MG | 56,88 a | 39,60 bc | 3,37 a | 72,82 ab |
| MG | | | | |
| AG | 27,29 c | 70,47 a | 11,05 a | 74,87 ab |
| OG | | | | |
| FT | 39,58 b | 35,61 c | 6,81 a | 77,38 a |
| WM | | | | |
| FA | 41,98 b | 40,42 b | 10,36 a | 66,65 b |
| RM | | | | |
| CV ¹ | - | 4,1 | 54,4 | 5,9 |
| VC ¹ | | | | |

¹Coefficiente de variação. ²Valor calculado considerando a taxa de passagem de sólidos no rúmen de 5% hora⁻¹. Médias acompanhadas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey (p < 0,05).

¹Variation coefficient. ²Value calculated considering the rumen solid passage rate of 5%/hour. Means followed by different letters, for the same incubation time, are different by Tukey test (p < 0,05).

A AG apresentou maior fração b da proteína bruta (70,47%). A menor fração b da proteína bruta foi encontrada para o FT (35,61%), enquanto que o MG e o FA apresentaram valores intermediários (39,60 e 40,42%, respectivamente).

Valadares Filho et al. (1990) encontraram para o FT fração b da proteína bruta de 73,14%, sendo superior ao observado neste experimento. Para o MG, Martins et al. (1999) e Oliveira et al. (2003) encontraram fração b superior ao observado neste experimento, sendo descritos valores de 62,4 e 81,54%, respectivamente.

Para o MG, Martins et al. (1999) e Oliveira et al. (2003) encontraram DE da PB inferior ao observado neste experimento, com valores de 40,2 e 62,5%, respectivamente. Para a AG, Prestokken (1999) encontraram valores pouco inferiores (69%), enquanto que Elizalde et al. (1992) encontraram valores superiores de DE da PB (79,1%). A DE da PB do FT foi semelhante ao obtido por Valadares Filho et al. (1990) e Deschamps et al. (1994), cujo valor foi de 74,5 e 78,2%, respectivamente. Por outro lado, foi inferior ao valor de 86,5% descrito por Martins et al. (1999) e superior 44,6% encontrado por Aleksic et al. (1999).

Conclusão

Os alimentos testados apresentaram diferenças nos parâmetros de degradação ruminal.

Considerando a matéria seca, o MG apresentou menor fração solúvel e menor taxa de degradação da fração b. A AG apresentou maior degradabilidade efetiva (DE) e maior taxa de degradação da fração b. O FA apresentou menor fração b e menor DE.

Considerando a proteína bruta, o MG apresentou maior fração solúvel. A AG possui menor fração solúvel, mas maior taxa de degradação da fração b. A DE do MG, AG e FT foram semelhantes. O FA apresentou menor DE.

Estes resultados são importantes para que se possam formular rações em que haja um sincronismo entre energia e proteína degradável no rúmen.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão das bolsas de produtividade em pesquisa à Mizubuti e Ribeiro.

Referências

- AFRC-Agricultural and Food Research Council. *Energy and protein for ruminants*. Wallingford: CAB International, 1992.
- ALEKSIC, D. et al. Protein degradability of some concentrate feeds used in dairy cow nutrition. *Acta Veterinaria*, Biograd, v. 49, n. 4, p. 263-268, 1999.
- AOAC-Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*. 6. ed. Arlington: Keneth Helrich, 1990.
- AROEIRA, L.J.M. et al. Degradabilidade no rúmen e taxa de passagem da cana-de-açúcar mais uréia, do farelo de algodão e do farelo de arroz em novilhos mestiços Europeus x Zebu. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 552-564, 1993.
- CERNEAU, P.; MICALET DOREAU, B. *In situ* starch degradation of different feeds in the rumen. *Reproduct. Nutrit. Develop.*, Les Ulis, v. 31, n. 1, p. 65-72, 1991.
- CHIOU, P.W. et al. Studies on the protein degradabilities of feedstuffs in Taiwan. *Animal Feed Sci. Technol.*, Philadelphia, v. 55, p. 215-226, 1995.
- DESCHAMPS, F.C. et al. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da proteína bruta de alguns alimentos utilizáveis na alimentação de ruminantes. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 23, n. 6, p. 898-908, 1994.
- ELIZALDE, J.C. et al. Corn-silage supplementation of cows grazing winter oats - Dynamics of digestion. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Philadelphia, v. 38, n. 2-3, p. 161-174, 1992.
- HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, L. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminant. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 1999, Indianápolis. *Proceedings...* Indianápolis: ASA, 1999. p. 1-11.

- LONDOÑO HERNÁNDEZ, F.I. *et al.* Desaparecimento ruminal e digestibilidade intestinal e total de matéria seca e proteína bruta de alguns suplementos concentrados. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 777-782, 1998.
- MARTINS, A.S. *et al.* Ruminal *in situ* degradability of dry matter and crude protein of corn and sorghum silages and some concentrate feeds. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 1109-1117, 1999.
- 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. 645-650, 1977.
- NOCEK, J.E. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. A review. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 71, n. 8, p. 2051-2069, 1988.
- NRC-National Research Council. *Nutrient requirement of dairy cattle*. 7. ed. Washington, D.C.: Academic Press, 2001.
- NRC-National Research Council. *Nutrient requirement of beef cattle*. 7. ed. Washington, D.C.: Academic Press, 1996.
- OLIVEIRA, M.V.M. *et al.* Degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal de alimentos por intermédio da técnica *in situ* associada à do saco de náilon móvel. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 2023-2031, 2003.
- ØRSKOV, E.R.; McDONALD, J. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.*, Cambridge, v. 92, p. 499-503, 1979.
- PAULINO, M.F. *et al.* Efeito do farelo de trigo em substituição ao milho desintegrado com palha e sabugo, em suplementos múltiplos, sobre o desenvolvimento de bezerras nelores em pastoreio. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 32., 1995. Brasília. *Anais...* Brasília: SBZ, 1996. p. 250-252.
- PRESTOKKEN, E. *In situ* degradation and intestinal digestibility of dry matter and protein in expanded feedstuffs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Philadelphia, v. 77, p. 1-23, 1999.
- SILVA, D.J. *Análise de alimentos e métodos químicos e biológicos*. 2. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 1990.
- SAEG-Sistema para Análise Estatística e Genética. *Central de Processamento de Dados*. Viçosa: UFV, 1983.
- VALADARES FILHO, S.C. Utilização da técnica *in situ* para avaliação dos alimentos. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES*, 31., 1994; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994. Maringá. *Anais...* Maringá: SBZ, 1994. p. 95-118.
- VALADARES FILHO, S.C. *et al.* Degradabilidade *in situ* da matéria seca e proteína bruta de vários alimentos em vacas em lactação. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 19, n. 6, p. 512-522, 1990.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994.

Received on December 13, 2005.

Accepted on April 19, 2007.