

## Degradabilidade *in situ* da matéria seca e da proteína bruta de silagens da planta de milho, dos grãos úmidos e das espigas sem brácteas

Clóves Cabreira Jobim<sup>1\*</sup>, Ricardo Andrade Reis<sup>2</sup>, Elias Nunes Martins<sup>1</sup>, Claudete Regina Alcalde<sup>1</sup> e Beneval Rosa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá-Paraná, Brazil.

<sup>2</sup>Departamento de Nutrição Animal e Pastagens, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Jaboticabal-São Paulo, Brazil. <sup>3</sup>Departamento de Produção Animal, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, C.P. 131, 74001-970, Goiânia-Goiás, Brazil. \*Author for correspondence. E-mail: ccjobim@cca.uem.br

**RESUMO.** Este trabalho objetivou determinar a degradabilidade e a taxa de degradação *in situ* da matéria seca (MS) e da proteína bruta (PB) de silagens da planta inteira de milho, dos grãos úmidos e das espigas sem brácteas. A análise dos parâmetros da equação para degradação (DE) da MS revelou que a silagem de grãos úmidos de milho apresentou maior fração solúvel em relação às silagens de espigas e da planta inteira. No que concerne à fração potencialmente solúvel, houve diferenças entre a silagem da planta inteira e as silagens de espigas e de grãos, com maior valor para a silagem de grãos úmidos. As silagens de grãos úmidos e de espigas de milho sem brácteas apresentaram alta DE da MS e da PB, fato que pode ser atribuído ao estágio em que a cultura foi cortada, com amido presente na forma mais facilmente degradável e, também, em função das fermentações ocorridas no silo.

**Palavras-chave:** degradabilidade, espiga, grãos úmidos, silagem.

**ABSTRACT.** *In situ* degradability of dry matter and crude protein of silages of different fractions of corn. The objectives of this experiment were to determine dry matter (DM) and crude protein (CP) *in situ* degradability and degradation rate for different parts of corn plant preserved as silage, as following: whole plant silage, high moisture grain, and ears. The analysis of the equation parameters for dry matter degradation showed that high moisture grain silage has higher soluble fraction as compared with ears silage and whole plant silage. In relation to the potentially soluble fraction there was a difference between the whole plant silage and ears silage and high moisture grain silage, with higher value for high moisture grain silage. High moisture grain silage and ears silage showed high effective DM and CP degradability maybe due to the cutting stage of the crop whose starch was stipe highly susceptible to degradation and due to silage fermentation.

**Key words:** degradability, high moisture grain, ears, silage.

Dentre as variáveis utilizadas para expressar o valor nutritivo dos alimentos, a degradabilidade da matéria seca está intimamente ligada à dinâmica de partículas no rúmen e, conseqüentemente, ao consumo (Murphy e Kennedy, 1993). Os alimentos com taxas de degradação ruminal elevadas seriam mais consumidos, uma vez que ocupariam menor espaço no rúmen por unidade de matéria seca consumida (Saeger *et al.*, 1983; Klee e Vidal, 1986).

O aproveitamento dos nutrientes, de dietas destinadas aos ruminantes, depende de sua degradação no rúmen, que varia de acordo com as

condições do ambiente ruminal, como pH, concentração de amônia, proporções de ácidos graxos voláteis (AGV), temperatura, pressão osmótica, concentração e composição da microbiota (Sampaio *et al.*, 1998).

O milho é a planta forrageira preferida, pela maioria dos criadores, para ser ensilada, devido à sua aptidão para a conservação e, também, pelo seu valor energético elevado. Em razão disso é largamente utilizado na alimentação de vacas leiteiras e, também, para animais que exigem dietas com altos níveis de energia, como a terminação de bovinos confinados.

Segundo Rossi Júnior *et al.* (1997a), devido a variações na composição química e à diversificação de métodos de análise das frações dos alimentos para a determinação de alguns parâmetros ruminiais, torna-se necessária a avaliação precisa do valor nutritivo dos alimentos, concentrados e volumosos, mais usuais em nosso meio.

O conhecimento da degradabilidade de alguns componentes nutricionais da silagem de milho é fundamental para permitir equilíbrio na dieta dos ruminantes. O uso de silagens associado a concentrados é uma constante no manejo alimentar dos ruminantes. Segundo Russel e Hespell (1981), a máxima expressão do potencial de fermentação, no ambiente ruminal, está diretamente relacionada com a simultânea degradação e utilização da proteína e dos carboidratos da dieta. Deschamps (1994) destaca que esse aspecto assume relevada importância, considerando-se que a degradabilidade dos carboidratos estruturais e não-estruturais é diferente. Portanto, a disponibilidade de energia para os microrganismos do rúmen é função direta dessa relação.

A silagem de grãos úmidos de milho e de espigas de milho tem apresentado crescimento em diferentes sistemas de exploração animal. Diante disso, o estudo da degradabilidade das frações matéria seca e proteína bruta do milho, nessas condições, é de grande importância. O conhecimento da cinética de degradação ruminal da silagem de diferentes frações da planta de milho é importante para o manejo alimentar adequado aos conceitos de metabolismo microbiano no rúmen.

Esse trabalho objetivou determinar a degradabilidade e a taxa de degradação *in situ* da MS e da PB de silagens da planta inteira de milho, dos grãos úmidos e das espigas sem brácteas.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido no setor de Avaliação de Alimentos e Balanço Nutricional da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (Unesp) - Campus de Jaboticabal-SP. Para o estudo da degradabilidade das silagens, foram utilizados três bovinos, com peso médio de 750kg, fistulados no rúmen. Os animais foram alimentados com uma ração composta de silagem de milho, como volumoso, e de concentrado composto por silagem de grãos úmidos de milho, farelo de soja, uréia e sal mineral. O volumoso foi distribuído uma única vez ao dia, pela manhã (8h), e o concentrado (8,0kg/an./dia) fracionado em duas vezes, sendo 50% no período da manhã, juntamente com o volumoso, e 50% no período da tarde (16h).

A água foi fornecida à vontade, através de bebedouros nas baias.

O experimento teve duração de 25 dias, sendo feita, do 1º ao 20º dia, a adaptação alimentar dos animais e, do 21º ao 25º dia, a incubação das amostras em saco de náilon (7 x 14cm de tamanho, com porosidade de 36µm). As amostras das silagens avaliadas foram incubadas frescas, sendo que, em cada saco (duplicata por amostra), foram utilizadas, aproximadamente, 10g de silagem (MV), previamente moídas em peneira de 2mm. No momento da incubação, cada conjunto de sacos foi mergulhado em água à temperatura ambiente. Logo a seguir, as amostras foram colocadas em suspensão no rúmen, onde os sacos foram amarrados em um cordão de náilon com 30cm, preso à tampa da fístula, e ancorados com peso de 0,7kg por um cordão de náilon com, aproximadamente, 30cm a partir da posição dos sacos.

Cada conjunto de sacos foi colocado e retirado uma vez/animal/tempo de incubação (6, 24 e 72 horas). Após a remoção, os sacos foram lavados em água corrente, à temperatura ambiente, até o clareamento da água. Em seguida, colocados em estufa à 65°C por 72 horas e pesados para a determinação do desaparecimento da MS e, no resíduo, determinou-se o teor de proteína bruta (PB), segundo Silva (1991).

A degradabilidade potencial (DP) da MS e da PB foi calculada utilizando-se a equação de Mehrez e de Orskov (1977):  $DP = a + b(1 - e^{-ct})$ . A degradabilidade efetiva (DE) da MS e da PB foi calculada segundo a equação de Orskov e de McDonald (1979):  $DE = a + [(b \times c)/(c + k)]$ . O valor de k (taxa de passagem dos sólidos da digesta no rúmen) utilizado foi 5%/h, segundo o nível de ingestão, conforme recomendação do ARC (1984). Os valores de a, b e c da equação, para cada silagem, foram obtidos por meio da algoritmo de GAUSS-NEWTON, para equações não lineares, usando-se o Sistema de Análises Estatística, Saeg, versão 5. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com três repetições e os valores obtidos analisados segundo o modelo  $Y_{ij} = \mu + S_i + A_j + e_{ij}$ , onde:

$Y_{ij}$  = observação da silagem i referente ao animal j;

$\mu$  = constante geral;

$S_i$  = efeito da silagem i;

$A_j$  = efeito do animal j;

$e_{ij}$  = erro aleatório associado a cada observação.

## Resultados e discussão

Na análise dos parâmetros da equação, para degradação da matéria seca das silagens avaliadas

(Tabela 1), constata-se que a silagem de grãos úmidos de milho apresentou maior ( $P < 0,01$ ) fração solúvel (a) em relação às silagens de espigas (grãos + sabugo) e da planta inteira. Isso pode ser atribuído a menor fração de parede celular da silagem de grãos em relação às silagens de espigas e da planta inteira (Jobim *et al.*, 1997). A alta fração solúvel, associada à alta taxa de degradação (0,091%/h) da fração potencialmente degradável, confere à silagem de grãos úmidos rápido desaparecimento no rúmen. Martins *et al.* (1997) observaram para a fração solúvel (a) da MS do milho o valor 32,9%, sendo superior ao registrado no presente estudo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Frações solúvel (a), potencialmente degradável (b), indisponível (i) e taxa de degradação da fração “b” (c) da matéria seca das silagens

| Parâmetros         | a (%)  | b (%)  | i (%)* | c (%/h) |
|--------------------|--------|--------|--------|---------|
| Silagem de grãos   | 27,35a | 70,28a | 2,37c  | 0,091a  |
| Silagem de espigas | 22,24b | 67,07a | 10,69b | 0,035b  |
| Silagem da planta  | 22,58b | 46,77b | 30,65a | 0,032b  |

Médias nas colunas seguidas de letras diferentes diferem pelo teste Tukey ( $P < 0,01$ );  
\*i =  $100 - (a + b)$

No que concerne à fração potencialmente degradável (b), houve diferença ( $P < 0,01$ ) para a silagem da planta inteira em relação às silagens de espigas e de grãos, que se mostraram semelhantes ( $P > 0,01$ ) (Tabela 1). A taxa de degradação da fração “b” também apresentou valores diferentes entre as silagens, sendo que os grãos úmidos apresentaram velocidade de degradação superior ( $P < 0,01$ ) às silagens de espigas e da planta inteira. A menor taxa de degradação da fração potencialmente degradável da MS da silagem de espigas de milho, em relação à silagem de grãos úmidos, pode ser em função da lenta degradação dos constituintes da parede celular do sabugo, uma vez que a silagem de espigas avaliada continha 20% de sabugo na MS (Jobim *et al.*, 1997). Os valores obtidos nesse estudo para as frações “a” e “c” da MS da silagem da planta de milho são semelhantes aos registrados por Rossi Júnior *et al.* (1997b), enquanto que a fração potencialmente degradável foi inferior à registrada por aqueles autores (56,06%).

Os valores para as frações “a” e “b” da MS da silagem da planta de milho (Tabela 1) são semelhantes aos registrados por Guin *et al.* (1995). No entanto, a taxa de degradação (0,023%/h) foi inferior à observada no presente estudo (0,032%/h). Também Bergamaschine *et al.* (1995) observaram taxa de degradação da fração insolúvel de 0,239%/h para a silagem de milho. Essas diferenças observadas são, possivelmente, devidas à variabilidade na composição química das plantas utilizadas em cada estudo, em função do estágio de desenvolvimento em que a cultura foi cortada.

A diferença na composição do amido do grão maduro, em relação ao grão imaturo, também pode afetar significativamente a velocidade de degradação das silagens. No amido do grão imaturo, predomina a amilopectina, polímero de glucose com ligações mais fracas entre as moléculas, que é mais susceptível à ação de amilases e, conseqüentemente, permite maior degradabilidade. No amido do grão maduro, predomina a amilose, que tem maior grau de polimerização e ligações mais fortes entre as moléculas, dificultando a ação de amilases sobre o grânulo de amido e reduzindo sua degradação.

Segundo Sauvante *et al.* (1995), a fração amido de cereais imaturos é rapidamente degradada no rúmen (100%/h), em razão do fraco grau de polimerização. Isso pode levar a problemas de acidose. Essas observações são utilizadas por Theurer (1986) para justificar degradabilidades de mais de 90% para o milho grão imaturo em relação aos 75% observados para o milho maduro e, também, por Orskov (1988) o qual estima que até 40% do amido ingerido pode não sofrer degradação no rúmen.

As diferenças observadas entre as taxas de degradação da fração “b” podem ser atribuídas às diferenças nos valores da fração fibra em detergente neutro (FDN) das silagens de grãos úmidos (14,2%), de espigas de milho sem brácteas (28,7%) e da planta inteira (67,6%), segundo Jobim (1996).

Outro aspecto que merece consideração refere-se à granulometria mais fina das silagens de grãos e de espigas comparada à da planta inteira. Segundo Nocek (1988), alimentos de textura fina apresentam, em relação à textura grosseira, menores variações nas taxas de degradação, mas estão sujeitos a maiores perdas mecânicas, resultando em maiores taxas de degradação que podem não ser verdadeiras. Observações feitas por Sampaio (1988) indicam que o “lag time” é sensivelmente reduzido quando a forragem é finamente moída. Isso seria devido à maior superfície específica das partículas, que determinam maior colonização pelas bactérias, iniciando rapidamente a degradação.

A taxa de degradação da fração potencialmente degradável é variável em função da forragem avaliada. Os valores observados nesse estudo para a silagem de grãos úmidos são semelhantes aos registrados por Wadhwa *et al.* (1998) para o grão de milho seco, moído em diferentes granulometrias (1,0 a 2,5mm), que variaram de 0,08 a 0,09%/h. Nesse estudo, os autores observaram DP da MS de 94%, inferior ao valor observado no presente experimento (97,5%). De acordo com os resultados obtidos por Wadhwa *et al.* (1998), a granulometria e o teor de umidade são fatores importantes nesse

contexto. A DE da MS é maior quando o material é finamente moído em relação à granulometria mais grosseira, enquanto a taxa de degradação da fração “b” é maior para grãos com maior teor de umidade.

Em relação à cinética de degradação da PB das silagens (Tabela 2), pelos resultados obtidos observa-se alta taxa de degradação (0,096%/h) para a silagem de grãos. Por outro lado, a silagem de espigas apresenta a taxa de degradação da fração potencialmente degradável menor, porém superior à taxa de degradação protéica da silagem da planta inteira (0,038%/h). Os resultados obtidos evidenciam a grande velocidade de desaparecimento da proteína dos grãos de milho ensilados (Tabela 2), uma vez que a fração solúvel (a) representa 23,39% da proteína bruta e a fração “b” (75,76%) apresenta alta taxa de degradação.

**Tabela 2.** Frações solúvel (a), potencialmente degradável (b), indisponível (i) e taxa de degradação da fração “b” (c) da proteína bruta das silagens

| Parâmetros         | a (%)  | b (%)  | i (%)* | C (%h) |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| Silagem de grãos   | 23,39a | 75,76b | 0,85c  | 0,096a |
| Silagem de espigas | 16,84b | 78,54a | 4,62b  | 0,055b |
| Silagem da planta  | 6,14c  | 80,69a | 13,17a | 0,038c |

Médias nas colunas seguidas de letras diferentes diferem pelo teste Tukey ( $P < 0,01$ ); \*i =  $100 - (a + b)$

A maior ( $P < 0,01$ ) DP e DE da MS da silagem de grãos úmidos de milho, em relação às silagens de espigas e da planta de milho (Tabela 3), pode ser atribuída ao baixo valor da FDA (2,25%) dessa silagem (Jobim, 1996), uma vez que Deschamps (1994) observou alta correlação negativa entre a degradabilidade e o teor de FDA de vários alimentos. A presença do sabugo possivelmente tenha sido o fator responsável pela redução ( $P < 0,01$ ) da DP e da DE da MS e da DE da PB da silagem de espigas em relação à silagem de grãos úmidos.

**Tabela 3.** Degradabilidades potencial (DP) e efetiva (DE) das frações matéria seca e proteína bruta das silagens

|                             | Matéria Seca |        | Proteína Bruta |        |
|-----------------------------|--------------|--------|----------------|--------|
|                             | DP           | DE     | DP             | DE     |
| Silagem de grãos de milho   | 97,53a       | 72,73a | 99,05a         | 73,20a |
| Silagem de espigas de milho | 83,98b       | 49,95b | 93,89a         | 58,02b |
| Silagem da planta de milho  | 64,68c       | 40,83c | 81,75b         | 41,19c |

Médias nas colunas seguidas de letras diferentes diferem pelo teste Tukey ( $P < 0,01$ )

Os resultados obtidos para a DP e a DE das frações MS e PB, da silagem de grãos úmidos (Tabela 3), são superiores àqueles registrados por Pereira *et al.* (1995), para os grãos de milho moído. Os autores encontraram DP de 69,63% e 84,50% e DE de 50,34% e 62,52%, respectivamente, para MS e PB dos grãos de milho. A maior degradabilidade das frações MS e PB dos grãos de milho ensilados deve-

se, possivelmente, ao processo fermentativo ocorrido durante a ensilagem e ao estágio de maturação em que o grão foi colhido. A DE da PB dos grãos de milho, observada nesse estudo, foi semelhante àquela obtida por Wadhwa *et al.* (1998), de 76,14 com valores de K de 0,04.

Os valores para a DP e para a DE da MS da silagem de milho (Tabela 3) são semelhantes àqueles registrados por Rossi Júnior *et al.* (1997a), enquanto que a DP e a DE da PB da silagem de milho foram inferiores àquelas relatadas pelos mesmos autores. Os valores observados para a DP e para a DE da MS e da PB da silagem de milho, planta inteira, são próximos aos normalmente observados na literatura. Para a silagem da planta de milho, a DE da MS apresentou-se semelhante ao registrado por Bergamaschine *et al.* (1995), que encontraram 41,0% de DE para a MS da silagem de milho. Para a DE da PB, o resultado observado é superior ao encontrado (30,8%) pelos mesmos autores. Pereira *et al.* (1995a) encontraram, para silagem de milho, valores para DP da MS de 69,12% e, da PB, de 95,44%; enquanto que a DE da MS foi de 45,10% e, da PB, de 79,93%. De acordo com os resultados obtidos por Ferret *et al.* (1997), a DP da MS de onze silagens de milho variou entre 72,8% a 81,5% e com variações nos teores de FDN de 35,9% a 54,2%. A DE da MS para silagem de grãos de milho, observada nesse estudo (Tabela 3), foi superior àquelas registradas para os grãos secos de milho (Valadares Filho *et al.*, 1991).

A grande variabilidade nos resultados de DP e de DE da MS de silagens de milho, registrada na literatura, pode ser atribuída, entre outros fatores, às variedades de milho utilizadas. Também o estágio de desenvolvimento do milho influencia a diferenciação dos tecidos, principalmente em relação à lignificação. Segundo Migne *et al.* (1996), dependendo do tecido e da parte da parede celular considerada, primária ou secundária, a presença da lignina pode inibir completamente a degradação microbiana.

De acordo com Cabon (1996), a genética, em interação com as condições climáticas, principalmente o calor e a disponibilidade de água, pode explicar as diferenças na acumulação de amido e, conseqüentemente, na digestibilidade da MS. Também Phillippeau *et al.* (1996) destacam que há relação estreita entre a degradação ruminal do amido e dos constituintes da parede celular. Assim, o aumento na quantidade de amido degradado no rúmen se traduz por diminuição na degradação da fibra. Esse comportamento também foi observado por Mayombo *et al.* (1997), ao avaliarem a degradabilidade dos grãos, dos colmos e das folhas após a ensilagem do milho. Os autores registraram

DE entre 67,6% e 71,4% para os grãos de milho em diferentes estádios de corte das plantas. Esses resultados foram superiores aos obtidos para o grão de milho seco de 37,2%. Também a taxa de degradação da fração potencialmente degradável dos grãos úmidos variaram entre 0,062% e 0,067%/hora, enquanto que, para o grão seco, a taxa de degradação foi de 0,029%/hora. Esse comportamento deve-se, possivelmente, à constituição do amido presente, uma vez que mais de 70% da MS dos grãos é representada pelo amido. Outro aspecto, segundo Mayombo *et al.* (1997), é que a maior degradabilidade dos grãos de milho ensilados, em relação ao grão seco, deve-se, sobretudo, à fragilização da matriz protéica durante a ensilagem.

As silagens de grãos úmidos e de espigas de milho sem brácteas apresentaram alta degradabilidade efetiva da matéria seca e também da proteína bruta, fato que pode ser atribuído ao estágio em que a cultura foi cortada, com amido presente em forma mais facilmente degradável e, também, em função das fermentações ocorridas no silo. Os grãos de milho ensilados apresentam alta taxa de degradação das frações MS e PB, o que deve ser observado para evitar problemas de acidose para ruminantes, principalmente quando a quantidade de grãos na ração for elevada.

## Referências bibliográficas

- Agricultural Research Council. *The nutrient requirements of ruminant livestock*. Slough: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1984. 351p.
- Bergamaschine, A.F.; Isepon, O.J.; Alves, J.B. Degradabilidade *in situ* da matéria seca e proteína bruta de silagens de sorgo e milho e de outros alimentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1995, Brasília. *Anais...* Brasília: SBZ, 1995. p.195-197.
- Cabon, G. Diversité des évolutions de composition chimique du maïs dans les semaines précédant la récolte indicateurs du stade physiologique. In: SYMPOSIUM ON SILAGE MAIZE, 1996, Nantes. *Annales...* Nantes: PLM, 1996. p. 43-50.
- Deschamps, F.C. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da proteína bruta de alguns alimentos utilizáveis na alimentação de ruminantes. *Rev. Soc. Brasil. Zootec.* 23(6):899 - 908, 1994.
- Ferret, A.; Gasa, J.; Plaixats, J. Prediction of voluntary intake and digestibility of maize silages given to sheep from morphological and chemical composition, *in vitro* digestibility or rumen degradation characteristics. *Anim. Sci.*, 64(3):493 -501, 1997.
- Guin, A.; Andrade, P. de; Malheiros, E.B. Efeito de inoculante microbiano sobre o consumo, degradação *in situ* e digestibilidade aparente de silagens de milho (*Zea mays L.*). *Rev. Soc. Brasil. Zootec.*, 24(6):1045-1053, 1995.
- Jobim, C.C. *Avaliação das características microbiológicas, químicas e digestibilidade das silagens de grãos úmidos e de espigas de milho*. Jaboticabal, 1996. (Doctoral Thesis in Zootechny) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- Jobim, C.C.; Reis, R.A.R.; Rodrigues, L.R.A. Avaliação da silagem de grãos úmidos de milho. *Pesq. Agropec. Brasil.*, 32(3):311-315, 1997.
- Klee, G.C.; Vidal, A.V. Efectos del tratamiento con amoníaco anhidro de la paja de trigo en los aumentos de peso y consumo de novillos holandeses. *Agríc. Tec.*, 46:3-8, 1986.
- Martins, A.S.; Zeoula, L.M.; Prado, I.N.; Martins, E.N.; Loyola, V.R. Degradabilidade *in situ* da matéria seca e da proteína bruta de diferentes alimentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: SBZ, 1997, p. 79-81.
- Migne, C.; Jamot, J.; Grenet, E. Illustration de la dégradation dans le rumen des parois cellulaires de deux maïs de digestibilité différent; observations microscopiques. In: SYMPOSIUM ON SILAGE MAIZE, 1996, Nantes. *Annales...* Nantes: PLM, 1996. p.35-42.
- Mayombo, A.P.; Dufrasne, I.; Hornick, J.L.; Diez, M. Influence du stade de maturité de la plante de maïs récoltée pour ensilage sur la composition, la digestibilité apparente, les caractéristiques de fermentation dans le rumen et les performances zootechniques chez le taurillon à l'engraissement. *Ann. Zootech.*, 46:43-55, 1997.
- Mehrez, A.Z.; Orskov, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci.*, 88:645-650, 1977.
- Murphy, M.R.; Kennedy, P.M. Particle dynamics. In: Forbes, J.M. *Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism*. Wallingford: CAB International, 1993, p. 87-106.
- Nocck, J.E. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. *J. Dairy Sci.* 71(8):2051-2069, 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.*, 92:499-503, 1979.
- Orskov, E.R. *Nutrition Proteica de los Ruminantes*. Zaragoza. Acribia, 1988. 178 p.
- Pereira, J.R.A.; Bose, M.L.V.; Boin, C.; Wanderley, R.C. Avaliação das sub-frações dos carboidratos e das proteínas, usando a metodologia do CNCPS e *in situ* com bovinos da raça nelore. III. Milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1995, Brasília. *Anais...* Brasília: SBZ, 1995. p.311-313.
- Pereira, J.R.A.; Bose, M.L.V.; Boin, C.; Rossi, P. Avaliação das subfrações dos carboidratos e das proteínas, usando a metodologia do CNCPS e *in situ* com bovinos da raça nelore. I. Silagem de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1995, Brasília. *Anais...* Brasília: SBZ, 1995a. p.308-310.

- Phillippeau, C.; Champion, M.; Michalet-Doreau, B. Influence du genotype et du stade de maturite sur la digestion ruminale de l'amidon de maïs recolte au stade ensilage. In: SYMPOSIUM ON SILAGE MAIZE, 1996, Nantes. *Annales...* Nantes: PLM, 1996. p.379-380.
- Rossi Júnior, P.; Bose, M.L.V.; Boin, C.; Silva, A.G. Degradabilidade ruminal do amido de silagem de milho, farelo de soja e sorgo grão, em bovinos da raça nelore. *Rev. Soc. Brasil. Zootec.*, 26(2):416-422, 1997a.
- Rossi Júnior, P.; Silva, A.G. da; Wanderley, R.C.; Boin, C. 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. *Rev. Soc. Brasil. Zootec.*, 26(3): 599-607, 1997b.
- Russel, J.B.; Hespell, R.E. Microbial rumen fermentation. *J. Dairy Sci.*, 64:1153-1169, 1981.
- Saeger, P.F.; Lemenager, R.P.; Hendrix, K.S. Effects of anhydrous ammonianh treatments of wheat straw upon 'in vitro' digestion, performance and intake by beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 56:15-20, 1983.
- Sampaio, A. A.M.; Júnior, P.R.; Brito, R.M. de.; Cestari, A.L.; Biondi, A. Efeito de diferentes volumosos sobre a degradabilidade in situ de nutrientes e variáveis da fermentação ruminal, mediante a aplicação de somatotropina bovina. *Rev. Soc. Brasil. Zootec.*, 27(6):1234-1240, 1998.
- Sampaio, I.B.M. Experimental designs and modeling techniques in the study of roughages degradation in rumen and growth of ruminants. Reading, 1988. (Doctoral Thesis in Animal Production) - University of Reading.
- Sauvant, D.; Grenet, E.; Doreau, M. Dégradation chimique des aliments dans le réticulo-rumen: Cinétique et importance. In: Jarrige et al. *Nutrition des Ruminants Domestiques. Ingestion et digestion*. Ed. Inra-France, 1995. p.383-406.
- Silva, D.J. *Análise de alimentos. Métodos químicos e biológicos*. Viçosa: Imprensa Universitária. 1991. 166p.
- Theurer, C.B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *J. Anim. Sci.*, 63(5):1649-1662, 1986.
- Valadares Filho, S.C.; Silva, J.F.C. da; Leão, M.I.; Euclydes, R.F.; Valadares, R.F.D. Degradabilidade in situ da proteína bruta e da matéria seca de alguns alimentos em vacas gestantes e lactantes. *Rev. Soc. Brasil. Zoot.*, 20(1):111-122, 1991.
- Wadhawa, M.; Paul, D.; Kataria, P.; Effect of particle size of corn grains on the release of nutrients and in sacco degradability. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 72:11-17, 1998.

Received on June 23, 1999.

Accepted on August 09, 1999.