

DEGRADABILIDADE RUMINAL DO FENO DO RESTOLHO DA CULTURA DO GIRASSOL EM DOIS TAMANHOS DE PARTÍCULAS

[*Ruminal degradability of the stubble sunflower culture hay in two particle sizes*]

Bruno Spíndola Garcez^{1*}, Arnaud Azevêdo Alves¹, Delano de Souza Oliveira¹, Yanêz André Gomes Santana¹, Miguel Arcanjo Moreira Filho², Juannira de Araújo Moura Reis³

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal/Universidade Federal, Teresina, Piauí, Brasil.

² Programa Nacional de Pós Doutorado, Universidade Federal do Maranhão, Campus Chapadinha, MA.

³ Engenharia Agrônoma, UFPI, Teresina-PI.

RESUMO – Avaliou-se a degradabilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) do feno do restolho da cultura do girassol *in situ* no rúmen em diferentes tamanhos de partículas, utilizando-se um bovino canulado, com amostras em sacos de náilon, incubadas nos tempos 6, 24 e 72 h. O feno de restolho da cultura do girassol triturado em partículas de 2 mm resultou em maior degradação por microrganismos do ambiente ruminal em relação à trituração a 5 mm. Verificou-se que as partículas de maior tamanho apresentaram valores equivalentes para degradação da MS e FDN às 24 e 72 horas. Os parâmetros da degradação da FDN do feno do restolho da cultura do girassol indicam ser um volumoso com grande potencial para utilização na dieta de ruminantes. O feno do restolho da cultura do girassol, enquanto considerado alimento volumoso, apresenta degradabilidade *in situ* da MS e FDN compatível com esta classe de alimentos, podendo ser considerado uma boa fonte de inclusão em dietas para ruminantes. Também se deve considerar o bom valor proteico, associado à degradação ruminal deste constituinte, favorecendo à atividade fermentativa pela população microbiana ruminal.

Palavras-Chave: degradação *in situ*; *Helianthus annuus*; valor nutritivo.

ABSTRACT – Evaluated the degradability of dry matter (DM), crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) hay sunflower crop stubble *in situ* rumen in different particle sizes, using a bovine cannulated, with samples in nylon bags incubated in the days 6, 24 and 72 h. The stubble hay particles of 2 mm in crushed sunflower crop resulted in further degradation by the rumen microorganisms compared to grinding to 5 mm. It was found that the larger particles had equivalent values for DM and NDF degradation at 24 and 72 hours. The parameters of NDF degradation of the sunflower crop stubble hay indicate be a bulky with great potential for use in the diet of ruminants. The Hay sunflower crop stubble, while considered a bulky food, presents *in situ* DM and NDF compatible with this kind of food, and can be considered a good source of inclusion in diets for ruminants. One should also consider the good protein value associated with ruminal degradation of this constituent, favoring the fermentation activity by the microbial ruminal population.

Keywords: *in situ* degradation; *Helianthus annuus*; nutritional value.

* Autor para correspondência. E-mail: bruno.spg@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A alimentação animal está relacionada com o estado nutricional do animal, e depende de quatro fatores indispensáveis aos sistemas de formulação de dietas: exigências nutricionais, quantidade de nutrientes ingeridos pelo animal, composição química e degradabilidade e/ou digestibilidade da matéria seca e nutrientes. Segundo Macedo Junior et al. (2007), a avaliação desses parâmetros faz-se imprescindível, por apresentarem alta correlação com o consumo de matéria seca, bem como com a eficácia da absorção e aproveitamento dos nutrientes.

O girassol (*Helianthus annuus*) é caracterizado por apresentar resistência ao frio e ao calor, quando comparado às demais culturas, além de ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas, sendo capaz de tolerar períodos secos e produzir grande quantidade de matéria seca como resultado dessas características. O uso dessa forrageira na alimentação animal sob a forma de feno surge como boa alternativa para regiões que apresentam períodos de déficit hídrico, e que impossibilitam a produção de alimentos volumosos de boa qualidade e, conseqüentemente, a manutenção da produção animal todo o ano (Nunes et al., 2007).

O restolho da cultura do girassol corresponde à parte aérea da planta sem os capítulos, colhido quando da maturação natural a campo. No entanto, para que haja melhor aproveitamento do restolho pelos ruminantes, é necessário identificar os melhores meios de utilização dos nutrientes, principalmente em regiões onde há grande produção da cultura, podendo ser utilizada para manutenção do peso do rebanho evitando assim queda no desempenho animal em períodos de déficit de alimentos.

A determinação dos parâmetros de degradabilidade de alimentos para ruminantes constitui um fator relevante na alimentação animal, diretamente relacionada ao desempenho do animal e indispensável em sistemas de formulação de dietas. A degradabilidade ruminal *in situ* tem por objetivo propiciar informações quanto às frações solúvel (*a*) e lentamente degradável (*b*), à taxa de degradação da fração *b* (*c*), à degradação potencial (DP) e à degradação efetiva (DE) para taxas de passagens 2; 5; e 8%/h, permitindo o contato direto do alimento com a microbiota ruminal (Campos et al., 2011).

Objetivou-se com esta pesquisa, avaliar o valor nutritivo do feno do restolho da cultura do girassol quanto à composição química e degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras do feno do restolho da cultura do girassol foram obtidas no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí (CCA/UFPI) e submetidas ao processo de pré-secagem em estufa com circulação forçada de ar a 55 ± 5 °C, por 72 horas e, em seguida, foram moídas em moinho tipo Willey com peneira de malha com crivos de diâmetro 2,0 e 5 mm, evitando percas por poros dos sacos, e conservadas em sacos plásticos vedados, devidamente identificados.

As análises químicas e o ensaio de degradabilidade *in situ* foram realizados no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia (DZO) do CCA/UFPI. Determinou-se o teor de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002) e de fibra em detergente neutro (FDN) segundo Van Soest et al. (1991).

Para avaliação da degradabilidade *in situ* da MS, PB e FDN do feno do restolho da cultura do girassol utilizou-se bovino canulado no rúmen, com 600 kg de peso vivo. Durante o período experimental, incluindo o período de adaptação de sete dias, forneceu-se dieta composta por 80% de volumoso (feno de capim Tifton + restolho de girassol) e 20% de concentrado (milho + farelo de soja), fornecida em duas refeições (as 8 e 16 h), além de mistura mineral e água à vontade, visando adaptar o ambiente ruminal a condição de degradação de alimentos volumosos.

Utilizou-se sacos de náilon medindo internamente 8x12 cm, com porosidade 50µm, previamente secos em estufa de circulação forçada de ar a 55 ± 5 °C e posteriormente pesados. Adicionou-se 3,0 g (132 mg/cm³) de amostra triturada a 2 ou 5 mm, por saco, de acordo com metodologia adotada por Alves et al. (2007), fechando-os com vedantes de náilon recobertos por ligas de látex, sendo novamente pesados, e incubou-se através da cânula ruminal, sendo estes suspensos por um fio guia. Utilizou-se um peso de 500g para ancorar o conjunto no ambiente do saco ventral do rúmen (Ezequiel & Galati, 2007).

Adotaram-se os tempos de incubação ruminal 6, 24 e 72 h para obtenção dos pontos que definem a curva de degradação, segundo o NRC (2001), utilizando-se 4 sacos por tempo em dois tamanhos de partículas, totalizando 36 sacos. A incubação ocorreu em ordem decrescente de tempo, proporcionando-se retirada de todos os sacos simultaneamente do ambiente ruminal. Os sacos desincubados foram imersos em recipiente com água gelada para cessar o processo fermentativo, sendo em seguida lavados em máquina de lavar até

a água mostrar-se límpida e pré-secos em estufa de circulação forçada de ar a 55-5°C, por 48 h, para subseqüentes análises químicas, quanto aos teores de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro.

A fração prontamente solúvel em água (Tempo 0) foi determinada imergindo-se os sacos contendo as amostras equivalentes às utilizadas na incubação, em banho-maria a 39 °C, por 1 h, correspondendo esta fração à parte solúvel do alimento mais as partículas eliminadas através da porosidade dos sacos.

Os parâmetros de degradação *in situ* (a, b e c) e a degradabilidade potencial (DP) da MS e PB foram estimados pelo modelo exponencial proposto por Ørskov & McDonald (1979), expresso por: $DP = A - B.e^{-ct}$, onde DP = percentagem real do nutriente degradado após t horas de incubação no rúmen; A = potencial máximo de degradação do material no saco de náilon (assíntota); B = fração potencialmente degradável do material que

permanece no saco de náilon após o tempo zero; c = taxa de degradação da fração remanescente no saco de náilon após tempo zero; t = tempo de incubação e a degradabilidade efetiva (DE) estimada nas taxas de passagem de 2, 5 e 8% (AFRC, 1993). Os parâmetros de degradação da FDN foram estimados pelo modelo de Mertens & Loften (1980): $R_t = B.e^{-ct} + I$, em que: R_t = fração degradada no tempo t e I = fração indegradável com padronização das frações, conforme Waldo et al. (1972).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de composição química do feno do restolho da cultura do girassol estão apresentados na tabela 1. Mesmo considerado um restolho de cultura, a forragem apresentou valores semelhantes a volumosos, como os obtidos por Soares et al. (2009) para o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier) aos 60 dias da rebrota com 18,2; 9,1 e 70,1% para MS, PB e FDN, respectivamente.

Tabela 1. Composição química do feno do restolho da cultura do girassol

Constituintes		
Matéria seca		78,85
	% da MS	
Proteína bruta		7,59
Fibra em detergente neutro		79,45

Os teores de PB supriram o limite mínimo de 7% estipulado por Van Soest (1994) para adequada fermentação microbiana, no entanto, são necessários estudos mais detalhados quanto às frações nitrogenadas da PB do feno do restolho da cultura do girassol, visando quantificar a proteína disponível ao processo fermentativo ruminal e fração indisponível desse nutriente.

A trituração do feno de restolho da cultura do girassol a partículas de 2 mm resultou em maiores valores de degradação em relação ao tamanho de 5

mm (Tabela 2). O tamanho de partícula é fator preponderante para a atuação dos microrganismos ruminais nos componentes do alimento, principalmente na fração fibrosa (Owens & Goetsch, 1993), considerando-se que quanto menor o tamanho de partícula maior a área de superfície específica para colonização pela microbiota ruminal, com influência direta nas estimativas da taxa de degradação da MS dos alimentos, principalmente a degradação dos componentes fibrosos.

Tabela 2. Degradação dos nutrientes do feno do restolho da cultura do girassol em dois tamanhos de partículas, em função dos períodos de incubação (horas).

Nutriente	Tamanho da Partícula (mm)	Tempo de incubação (h)		
		6	24	72
Matéria seca	2	0,3774	0,5688	0,6066
	5	0,2829	0,5659	0,5607
Proteína bruta	2	0,4277	0,7646	0,8102
	5	0,1802	0,5574	0,7522
Fibra em detergente neutro	2	0,3807	0,5195	0,5405
	5	0,2329	0,4875	0,4748

A maior proporção da MS do feno do restolho da cultura do girassol é composta por parede celular, representada do ponto de vista nutricional pela

FDN (Tabela 1), o que pode ter contribuído para a aproximação dos valores para degradação da MS e da FDN nos três tempos de incubação (Tabela 2).

Verificou-se que as partículas de maior tamanho (5 mm) apresentaram valores equivalentes para degradação da MS e FDN às 24 e 72 horas, e sempre menores que os observados para o feno incubado com partículas de menor tamanho (2 mm). Assim, adotou-se os modelos para estimativa dos parâmetros de degradação da MS, PB e FDN apenas para incubação de partículas trituradas a 2mm, devido a melhoria na adesão e degradação microbiana por aumento na superfície de contato da partícula e redução nas barreiras físicas como a cutícula presente na estrutura da planta.

A fração solúvel da MS e PB do feno do restolho da cultura do girassol apresentou-se elevada, 24,37% e 31,27% e pode estar associados a percas decorrentes do processo de lavagem ou mesmo de constituintes solúveis deste restolho de cultura

(Tabela 3). Os valores da fração solúvel da MS e PB do feno mostram-se semelhantes aos obtidos para o capim-elefante aos 60 dias de idade por Martins-Costa et al. (2008), 22,67 e 32,17%, respectivamente.

Verificou-se elevada taxa de degradação (9,97%/h) da MS e embora os restolhos de culturas geralmente apresentem maior proporção de parede celular na MS, a fração potencialmente degradável (b) desse feno (36,32%) foi degradada a uma taxa elevada, semelhante às verificadas para alimentos como a vagem de algaroba (*Prosopis juliflora*) (Batista et al., 2006), que apresentem elevada proporção de componentes de rápida degradação, denotando equivalência no aproveitamento dos nutrientes do restolho de girassol quando comparados a alimentos de melhor valor nutritivo.

Tabela 3. Parâmetros da cinética de degradação ruminal da matéria seca (MS) e da proteína bruta (PB) do feno do restolho da cultura do girassol triturado a partículas de 2 mm.

Constituinte	Parâmetros			R ²
	a (%)	b (%)	c (%/h)	
MS	24,37	36,32	9,97	98,26
PB	31,27	49,76	11,80	98,30

Os parâmetros de degradação da fração fibrosa encontram-se na tabela 4. Os valores da fração potencialmente degradável (B) e indigestível (I) de feno do restolho da cultura do girassol (Tabela 4) foram elevados e inferiores aos obtidos para capim elefante aos 60 dias, 73,36 e 27,46 para as frações B e I respectivamente (Martins-Costa et al., 2008). Os parâmetros da degradação da FDN do feno do

restolho da cultura do girassol, com fração potencialmente degradável (B/B_p) 54,06% e taxa de degradação 11,3%/h, indicam ser um volumoso com grande potencial para utilização na dieta de ruminantes, mesmo com valores elevados de componentes indegradáveis, o que é compensado pela alta velocidade de degradação dos mesmos.

Tabela 4. Parâmetros da cinética de degradação ruminal da fibra em detergente neutro (FDN) do feno do restolho da cultura do girassol triturado a partículas de 2 mm, a partir da equação não linear $R_t = B * e^{-ct} + I$

Constituinte	Latência	Parâmetros			R ²
	(h)	B/B _p (%)	I/I _p (%)	k (%h ⁻¹)	
Fibra em detergente neutro	5,2	54,06	45,94	0,113	96,02

B/B_p = fração insolúvel potencialmente degradável ajustada; I/I_p = fração indegradável ajustada; k = taxa de degradação da fração B/B_p; R² = coeficiente de determinação.

A fração indegradável (45,94%) da FDN contribui sensivelmente para a repleção ruminal, além de não ser disponível como fonte de energia para o crescimento microbiano. Dessa forma, animais

alimentados com o feno do restolho da cultura do girassol em altas proporções, podem sofrer efeito desse mecanismo fisiológico e resulte em limitação do consumo de matéria seca (Bosa et al., 2012).

Tabela 5. Degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB) e da fibra em detergente neutro (FDN) do feno do restolho da cultura do girassol triturado a partículas de 2 mm, calculada para taxa de passagem de 2% por hora

Constituinte	DP (%)	DE (%)
Matéria seca	60,66	54,62
Proteína bruta	81,01	73,82
Fibra em detergente neutro	54,06	45,93

A degradação potencial (DP) e a degradação efetiva (DE) da MS, PB e FDN do feno do restolho da

cultura do girassol foram elevadas, mesmo em maiores taxas de passagem (2%/h) (Tabela 5). Este

restolho de cultura apresentou degradação potencial da PB (81,01%) semelhante ao capim-elefante aos 60 dias de rebota, com 83,80%, além de degradação efetiva (2%/h) superior a esse volumoso (58%) (Soares et al., 2009). Os valores de degradação potencial e efetiva obtidos nessa pesquisa indicam potencial de uso desse restolho de cultura para inclusão em dietas de ruminantes.

CONCLUSÕES

O feno do restolho da cultura do girassol, enquanto considerado um alimento volumoso, apresenta degradabilidade *in situ* da MS e FDN compatível com esta classe de alimentos, podendo ser indicado para inclusão em dietas para ruminantes, com elevados valores de degradação potencial e efetiva. Deve-se considerar o bom valor proteico, associado à elevada degradação ruminal deste constituinte quando do uso de tamanho de partículas de até 2mm, do que decorre favorecimento à atividade fermentativa pela população microbiana ruminal.

REFERÊNCIAS

- Agricultural and Food Research Council. AFRC. *Energy and protein requirements of ruminants*. Wallingford, UK: CAB International, 1993. 159p.
- Alves, A.A.; Sales, R.O.; Neiva, J.N.M. et al. Degradabilidade ruminal *in situ* de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em diferentes tamanhos de partículas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.59, n.4, p.1045-1051, 2007.
- Batista, A.M.; Mustafa, A.F.; McKinnon, J. J. et al. *In situ* ruminal and intestinal nutrient digestibilities of mesquite (*Prosopis juliflora*) pods. *Animal Feed Science and Technology*, v.100, p.107-112, 2006.
- Bosa, R.; Faturi, C.; Vasconcelos, H.G.R. Consumo e digestibilidade aparente de dietas com diferentes níveis de inclusão de torta de coco para alimentação de ovinos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.34, n.1, p.57-62, 2012.
- Campos, M.M.; Borges, A.L.C.C.; Lopes, F.C.F. et al. Degradabilidade *in situ* da cana-de-açúcar tratada ou não com óxido de cálcio, em novilhas leiteiras Holandês x Gir. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.63, n.6, p.1487-1492, 2011.
- Ezequiel, J.M.B.; Galati, R.L. Técnicas *in vitro* e *in situ* para estimativa da degradabilidade ruminal de alimentos. In: Simpósio Internacional Avanços em Técnicas de Pesquisa em Nutrição de Ruminantes, Pirassununga, 2007. *Anais...* Pirassununga: USP, 2007. CD-ROM.
- Macedo Junior, G.L.; Zanine, A.M.; Borges, I. et al. Qualidade da Fibra para a dieta de ruminantes. *Ciência Animal*, Fortaleza, v.17, n.1, p.7-17, 2007.
- Martins-Costa, R.H.A.; Cabral, L.S.; Bhering, M. et al. Valor nutritivo do capim-elefante obtido em diferentes idades de corte. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.9, n.3, p.397-406, 2008.
- Mertens, D.R.; Loften, J.R. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics *in vitro*. *Journal of Dairy Science*, v.63, p.1437-1446, 1980.
- National Research Council. NRC. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7th rev. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
- Nunes, H.; Zanine, A.M.; Machado, T.M.M. et al. Alimentos alternativos na dieta dos ovinos: Uma revisão. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, v.5, n.4, p.147-158, 2007.
- Ørskov, E.R.; McDonald, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*, v.92, p.499-503, 1979.
- Owens, F.N.; Goetsch, A.L. Ruminal Fermentation. In: CHURCH, D. C. (Ed.). *The Ruminant Animal: digestive physiology and nutrition*. 5.ed. New Jersey: Englewood, Cliffs, 1993. p.145-171.
- Silva, D.J.; Queiroz, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed., Viçosa: UFV, 2002. 235p
- Soares, J.P.G.; Deresz, F.; Arcury, P.B. et al. Degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal da proteína de capim-elefante com três idades da corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.61, n.2, p.438-444, 2009.
- Van Soest, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- Van Soest, P.J.; Robertson, J.B.; Lewis, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- Waldo, D.R.; Smith, L.W.; Cox, L.E. Model of cellulose disappearance from the rumen. *Journal of Dairy Science*, v.55, p.125-129, 1972.