



Acta Scientiarum. Animal Sciences

ISSN: 1806-2636

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá
Brasil

de Tonissi e Buschinelli de Goes, Rafael Henrique; Alves de Souza, Kennyson; Patussi, Rosiélen Augusto; da Cunha Cornelio, Tathiane; Reuter de Oliveira, Euclides; da Silva Brabes, Kelly Cristina
Degradabilidade in situ dos grãos de crumbe, girassol e soja, e de seus coprodutos em ovinos

Acta Scientiarum. Animal Sciences, vol. 32, núm. 3, 2010, pp. 271-277

Universidade Estadual de Maringá

.png, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303126501007>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Degradabilidade *in situ* dos grãos de crambe, girassol e soja, e de seus coprodutos em ovinos

Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes^{1*}, Kennyson Alves de Souza¹, Rosiélen Augusto Patussi¹, Tathiane da Cunha Cornelio¹, Euclides Reuter de Oliveira¹ e Kelly Cristina da Silva Brabes²

¹Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Rod. Dourados-Itahum, km 12, Cx. Postal 533, 79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. ²Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Autor para correspondência: rafaelgoes@ufgd.edu.br

RESUMO. Avaliou-se a degradabilidade ruminal *in situ*, em ovinos dos grãos e coprodutos de girassol, soja e crambe, em três ovinos da raça Santa Inês com peso de 40 kg, fistulados e providos de cânulas ruminais, mantidos em baias individuais. Os alimentos foram incubados em ordem decrescente de 72, 48, 24, 18, 6, 3 e 0h. A fração potencialmente degradável da MS para a torta de girassol foi 73,7% e da PB 34,6%, o que proporcionou média degradação ruminal para PB. O grão de girassol apresentou baixa degradabilidade ruminal para a MS e PB (33,55 e 25,98%). A torta de soja apresentou fração solúvel de 23,15 e 7,79%, para a MS e PB, com uma degradabilidade efetiva de 75,6 e 70,89%, enquanto que o grão de soja apresentou baixa fração solúvel para MS e PB (4,79 e 8,73%), acarretando baixa degradabilidade ruminal. O grão de crambe e a torta de crambe apresentaram os maiores teores de FDA, e baixa degradabilidade ruminal, tanto para a MS como para a PB. Os valores para a fração potencialmente degradável e fração solúvel foram semelhantes. Os alimentos avaliados apresentaram média degradabilidade ruminal, exceto a torta de soja que apresentou maior valor de degradabilidade ruminal.

Palavras-chave: composição química, matéria seca, proteína, sacos de náilon, tempo de colonização.

ABSTRACT. *In situ* ruminal degradability of crambe, sunflower and soybean seeds and their by-products in sheep feeding. Ruminal degradability of crambe, sunflower and soybean grains and their by-products in sheep was evaluated by an "in situ" technique. Three 40 kg-Santa Ines fistulated sheep provided with ruminal cannula and kept in individual pens were analyzed. Feeds were incubated in the rumen in the following decreasing order 72, 48, 24, 18, 6, 3 and 0h. The potentially degradable fraction for DM in sunflower meal amounted to 73.7%, whereas it reached 34.6% in the case of CP, with medium ruminal degradation. Sunflower grain had low ruminal degradability for DM and CP (33.55 and 25.98%). Crushed soybean grain had soluble fraction of 23.15 and 7.79% respectively for DM and CP, with an effective degradability of 75.6 and 70.89%. Further, soybean whole grain presented low soluble fraction for DM and CP, respectively 4.79 and 8.73%, with low ruminal degradability. Crambe whole grain and crushed meal had the highest ADF rates, with low ruminal degradability for DM and CP. Rates for potentially degradable and soluble fraction were similar. Evaluated feeds had medium ruminal degradability, except for soybean crushed meal with the highest rate in ruminal degradability.

Key words: chemical composition, dry matter, protein, nylon bags, graining period.

Introdução

Nos atuais sistemas de adequação de dietas para ruminantes são necessárias informações relativas às proporções das frações dos alimentos, bem como suas taxas de digestão; para sincronizar a disponibilidade de energia e nitrogênio no rúmen, e maximizar a eficiência microbiana e a digestão dos alimentos que reduzem perdas decorrentes da fermentação ruminal, proporcionando os animais ser alimentados mais economicamente.

A técnica *in situ* vem sendo muito difundida, pela simplicidade e economicidade, o que contribui para a confecção de uma tabela nacional de composição de alimentos em condições tropicais. No Brasil, estudos são realizados com a utilização dessa técnica para avaliar forragens, resíduos agrícolas e produtos industriais (GOES et al., 2004); provavelmente por oferecer a estimativa mais exata da degradação de proteína no rúmen do que as determinadas em laboratórios.

O milho e o farelo de soja são os dois principais alimentos utilizados na formulação de rações, para ruminantes. Isso porque ambos não apresentam nenhuma restrição quanto à presença de fatores antinutricionais e, juntos, formam excelente combinação de energia e proteína. A elevação do custo destes alimentos aumentou o custo de produção, com isso, torna-se necessário avaliar as possibilidades de utilização de alimentos alternativos de boa qualidade, que possuam menor custo, permitindo assim, manter o patamar atual de produção de rebanhos.

Dentre as alternativas, o beneficiamento de produtos agroindustriais produz resíduos que contribuem com alternativas para o sistema de produção de animais ruminantes. Nos últimos anos, o interesse por oleaginosas com potencial para a produção de biodiesel está sendo intensificado, dentre elas destacam-se o girassol (*Helianthus annuus*) e o crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst).

A produção de biodiesel é dependente da extração do óleo de soja que corresponde com 81% do processo, com isso necessita-se da diversificação para esta produção ser sustentável em longo prazo (ABDALLA et al., 2008). A torta ou o farelo oriundo da extração do óleo, de fontes não-tradicionais não passam por processo de agregação de valor principalmente pelo desconhecimento das potencialidades nutricionais, econômicas e possível toxidez.

O girassol é originário da América do Norte e tem capacidade de adaptação a vários tipos de solos e condições ambientais e o seu cultivo vem crescendo ano a ano. A indústria de óleo é o seu principal destino, absorvendo mais de 90% da produção. Contudo, dependendo da finalidade a que se destina o óleo, a forma de sua obtenção é modificada. Assim, enquanto o farelo é resultante da extração do óleo com solventes, a torta é obtida apenas por prensagem das sementes. A torta de girassol possui características nutricionais que permitem o seu uso na alimentação de ruminantes (BERAN et al., 2005; GOES et al., 2008).

O crambe é uma planta de inverno, originária do Mediterrâneo e tem sido cultivada na África, Ásia, Europa, Estados Unidos, México e América do Sul, como cultura para cobertura do solo. Tem despertado interesse dos produtores, por ser mais uma alternativa para a safrinha, semeada após a colheita da soja em março/abril. O farelo de crambe é estudado como fonte de proteína para a alimentação de bovinos (PERRY et al., 1979), rica em aminoácidos como a cisteína, metionina, lisina e treonina, que são deficientes em outros cereais.

O presente trabalho objetivou a determinação da composição centesimal e dos padrões da cinética de

degradação da matéria seca e da proteína bruta dos grãos e coprodutos do crambe, girassol e soja, utilizados na alimentação de ovinos.

Material e métodos

O experimento foi conduzido nas dependências dos Laboratórios de Digestibilidade *in vivo* e de Nutrição Animal da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, Estado do Mato Grosso do Sul.

Os alimentos avaliados foram moídos em peneira de crivo de 1 mm para a determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002).

Para a determinação da degradabilidade *in situ* foram utilizados três ovinos da raça Santa Inês, de aproximadamente 12 meses de idade e peso médio de 40 kg, fistulados e providos de cânulas ruminais permanentes, mantidos em baias individuais. Os animais foram submetidos a um período de adaptação por 14 dias, período em que foi fornecida ração concentrada e volumoso (40:60), duas vezes ao dia. A água ficava disponível à vontade aos animais.

Foram avaliados os seguintes alimentos: grão de soja, grão de girassol, grão de crambe (*C. abyssinica*), torta de soja, torta de girassol e torta de crambe. As tortas foram oriundas da extração de óleo vegetal, por prensagem única, para a produção de biodiesel. Os alimentos foram obtidos em diferentes agroindústrias da região da Grande Dourados, Estado do Mato Grosso do Sul.

Todas as amostras foram preparadas segundo as recomendações propostas por Nocek (1988). Os grãos foram incubados quebrados, e a quebra se deu, pelo uso de moinho de faca, sem peneira, em passagem única (TEIXEIRA et al., 2002). As tortas foram moídas com peneira de crivo de 5 mm. Todos os alimentos foram secos em estufas com ventilação forçada a 65°C, por 24h, retirados, colocados em dessecador e pesados. Após pesagem foram colocados em sacos de náilon, de 5 x 10 cm de área livre, com porosidade conhecida de 50 μ , na quantidade aproximada de 2,0 g, respeitando a relação de 20 mg cm⁻² (NOCEK, 1988). Os saquinhos foram fechados e colocados em estufa de ventilação forçada a 65°C por 24h, pesados, e colocados em sacolas de filó, medindo, 15 x 30 cm, com um pequeno peso de chumbo de 100 g, amarrada a linha de náilon de aproximadamente 0,5 m de comprimento livre.

As sacolas foram introduzidas diretamente no rúmen, em ordem decrescente de 72, 48, 24, 18, 6 e 3h (NRC, 2001), em triplicatas animal⁻¹ tempo⁻¹ de incubação. No tempo de 0h, os saquinhos que continham os alimentos foram pré-incubados num recipiente com água. Os sacos de náilon retirados ao mesmo tempo e lavados em água corrente; os resíduos remanescentes das incubações foram secos em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 48h e armazenados, a fim de se determinar as variáveis em estudo.

Os dados sobre desaparecimento da matéria seca e proteína bruta foram calculados baseando-se na diferença entre o peso incubado e os resíduos após a incubação. Para a estimativa dos parâmetros cinéticos da MS e PB foi utilizado o modelo assintótico de primeira ordem, proposto por Orskov e McDonald (1979): $DP = a + b(1 - e^{-ct})$; em que DP é a degradabilidade ruminal potencial dos alimentos; “a” é a fração solúvel; “b”, a fração potencialmente degradável da fração insolúvel que seria degradada a uma taxa “c”; “c”, que seria a taxa de degradação da fração “b”; e “t” o tempo de incubação em horas. A fração considerada indegradável (I) foi calculada segundo: $I = (100 - (a + b))$.

Para se estimar a degradabilidade efetiva (DE), foi utilizado o modelo matemático: $DE = a + [(b * c)/(c + K)]$; em que K é a taxa de passagem de sólidos pelo rúmen, definida aqui como sendo de 2, 5 e 8% h⁻¹, que pode ser atribuído em nível de consumo alimentar baixo, médio e alto.

Após os dados serem ajustados e utilizando-se o valor de desaparecimento obtido no tempo zero (a’), foi estimado o tempo de colonização (TC) para a MS, PB, foram realizadas da mesma forma que Goes et al. (2008), $TC = [-\ln(a' - a - b)/c]$, em que os parâmetros a, b, e c foram estimados pelo algoritmo de Gaus Newton.

As curvas de degradação da MS e PB dos alimentos avaliados, para cada animal utilizado, foram submetidas ao ajuste pelos respectivos modelos utilizando-se o procedimento “Regressão Não-Linear” do Software SAEG 9,1 (UFV, 2007), o que permitiu a obtenção dos parâmetros analisados.

Resultados e discussão

Todos os alimentos apresentaram elevados valores para a proteína bruta (Tabela 1), com destaque para a torta de crambe, que apresentou valor de 52,80% de PB. Os valores de PB para o grão de crambe estão de acordo com Carlson et al. (1996). Os menores valores de FDN foram obtidos pelo grão de soja e torta de soja.

Tabela 1. Composição centesimal dos alimentos avaliados, em percentagem da matéria seca (MS).

Alimentos	%MS	%MO	%PB	%FDN	%FDA	%MM
Grão de Soja	89,36	83,98	50,34	17,52	13,18	5,38
Torta de Soja	90,52	83,37	46,77	12,32	8,76	7,15
Grão de Girassol	93,60	90,94	22,31	53,65	16,73	2,66
Torta de Girassol	87,43	82,73	30,33	32,26	20,83	4,70
Grão de Crambe	93,52	89,72	27,00	60,95	51,65	3,80
Torta de Crambe	69,43	65,13	52,80	48,90	37,15	4,13

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; MM = matéria mineral.

As tortas de girassol e de soja apresentaram valores de 30,33 e 46,77% para PB (Tabela 1). Goes et al. (2008) encontraram valor de 21,40% PB, para a torta de girassol, inferior ao encontrado neste trabalho; já para torta de soja o valor encontrado pelos mesmos autores foi superior (53,58% PB). Esta variação demonstra a falta de padronização destes produtos, os quais são dependentes da variedade plantada e do processamento (processo de extração do óleo pela prensagem do grão integral); o mesmo ocorre com a torta de crambe, que apresentou valor de 52,80% de PB.

A fração potencialmente degradável da MS para a torta de girassol foi de 73,70% com fração solúvel de 22,91%, que associado ao baixo tempo de colonização, proporcionou elevada degradabilidade efetiva (DE) para a MS (Tabela 2 e Figura 1).

A fração solúvel para a torta de girassol, Goes et al. (2008) encontraram fração solúvel para MS de 22,42%, porém a degradabilidade efetiva foi inferior (50,97%); já Beran et al. (2005), estudando a torta de girassol, com uma ou duas prensagens encontraram média degradação efetiva para a MS, com elevada fração solúvel (50,12 e 61,50%).

Tabela 2. Parâmetros cinéticos da degradação *in situ* da matéria seca dos alimentos avaliados.

Alimentos	Parâmetros				DE*(% h ⁻¹)			
	a (%)	b (%)	c (% h ⁻¹)	I (%)	2	5	8	r ²
Grão de Soja	4,79	77,90	6,11	17,31	63,49	47,64	38,53	0,87
Torta de Soja	23,15	70,33	14,7	6,52	85,04	75,60	68,66	0,98
Grão de Girassol	11,74	53,11	5,58	35,13	50,83	39,74	33,55	0,79
Torta de Girassol	22,91	73,70	25,5	3,38	91,25	84,52	78,99	0,96
Grão de Crambe	23,52	74,05	11,68	2,43	86,74	75,37	37,47	0,84
Torta de Crambe	20,12	53,99	14,73	25,89	67,60	60,43	55,11	0,85

*degradabilidade efetiva.

A variação entre os valores pode ser pelo processo de extração do óleo pela prensagem do grão de girassol integral, ou a falta de uniformidade na composição da torta em função da variedade utilizada. O processo de prensagem do grão causa compactação, que após a moagem pode causar partículas menores, que facilita a solubilização (BERAN et al., 2005).

Os valores apresentados pela torta de girassol podem ser decorrentes da resistência da casca do grão de girassol a degradação ruminal, que é

influenciado pelo tratamento refletindo em menor valor para a fração b, que reduziria a sua degradabilidade. Bett et al. (2004), trabalhando com grão de girassol, observaram que ao quebrar o grão a degradabilidade efetiva a 5% h⁻¹ aumentou, demonstrando que a casca presente nesse ingrediente foi altamente resistente a degradação.

O grão de girassol apresentou fração potencialmente degradável de 53,11%, semelhante ao encontrada por Bett et al. (2004), porém a fração solúvel foi inferior, com isso a degradabilidade para a MS foi baixa (Tabela 2, Figura 1), possivelmente em decorrência da FDN que foi 53,65%, o que acarretou maior resistência em função da casca do grão de girassol.

O grão de soja integral apresentou fração solúvel da MS de 4,79%. No entanto, assim como ocorreu com o girassol integral e torta de girassol neste estudo; o grão de soja integral (extrato etéreo, 21,05%) apresentou menor solubilidade quando comparado à torta de soja (extrato etéreo, 7,62%), fato não observado por Beran et al. (2005) que relataram 45,52% de solubilidade da MS para o grão de soja integral e 40,30% para o grão de soja desengordurado.

O grão de crambe apresentou maior fração solúvel (23,52%) e fração potencialmente degradável (74,05%) para a MS, que seu subproduto, porém a taxa de degradação “c” da torta de crambe foi de 14,73%. Tanto o grão como a torta de crambe apresentaram média degradação ruminal para a MS e baixa degradação para a PB, com tempo de colonização semelhante (Tabela 4).

As sugestões de que o elevado teor de óleo de um alimento incubado pode obstruir os poros dos sacos de náilon e diminuir a degradação, não foram confirmadas neste estudo, visto que todos os alimentos possuem elevado teor de óleo e apresentaram média a alta degradabilidade potencial para a matéria seca (Figura 1).

Para a degradação de PB, a torta de girassol apresentou fração solúvel de 14,3%, o que acarretou em média degradabilidade ruminal (43,3%), porém o tempo de colonização foi o menor (4,28h), entre os alimentos avaliados. O grão de girassol apresentou elevado teor de fibra, o que pode ter interferido na degradação da MS e PB.

A degradabilidade da matéria seca da torta de soja e de crambe apresentaram valores semelhantes à torta de girassol, com fração solúvel de 23,15 e 20,12% e degradabilidade efetiva de 75,60 e 60,43%, fração potencialmente degradável de 70,33 e 53,99%, respectivamente; podendo sugerir maior aporte energético no ambiente ruminal. Goes et al. (2008) encontraram DE de 69,43%, com uma fração

potencialmente degradável de 66,12%. A taxa de degradação da fração “b” para a torta de soja foi elevada, de 5,9% h⁻¹, enquanto que para a torta de girassol foi de 12,31%.

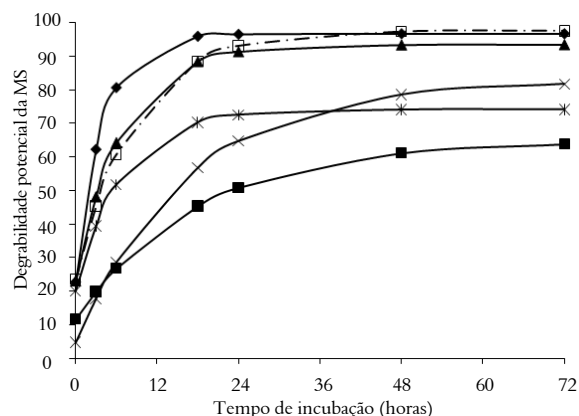


Figura 1. Degradabilidade Potencial (DP) da Matéria Seca; dos alimentos avaliados, em função do tempo de permanência no rúmen (h). (♦Torta de Girassol; ■ Grão de Girassol ▲Torta de Soja; ×Grão de Soja; * Torta de Crambe e □ Grão de Crambe).

O grão de crambe apresentou maior fração solúvel (23,52%) e fração potencialmente degradável (74,05%) para a MS, que seu subproduto. Porém, a taxa de degradação “c” da torta de crambe foi de 14,73%. Carlson et al. (1996) encontraram baixa degradabilidade da casca; neste trabalho o grão de crambe e seu coproduto apresentaram os maiores valores de FDA (Tabela 1). O processamento a quente e a floculação da semente para a extração de óleo pode diminuir substancialmente a degradabilidade ruminal da torta de crambe (CARLSON et al., 1996).

A torta de girassol é caracterizada como uma fonte de proteína degradável no rúmen (PDR) (BERAN et al., 2007), porém neste trabalho a torta de girassol apresentou valor médio de degradação para a PB de 44,99%, com destaque para uma fração indegradável (I) de 51,73%, fração solúvel de 13,68% e fração potencialmente degradável de 34,59% (Tabela 3, Figura 2).

Estes valores são inferiores aos encontrados por Beran et al. (2005), de 94,48%, com uma fração solúvel de 89,47%. A torta de girassol apresentou valores baixos para os padrões cinéticos de degradação para PB ao alto valor de FDA (20,8%) que pode ter interferido na degradação deste alimento. Essas diferenças apresentadas destacam a falta de padronização do produto torta de girassol, disponível no mercado, possivelmente em função das variedades do grão utilizado para a extração do óleo.

Tabela 3. Parâmetros cinéticos da degradação *in situ* da proteína bruta dos alimentos avaliados.

Alimentos	Parâmetros				DE* (% h ⁻¹)			
	a (%)	b (%)	c (% h ⁻¹)	I (%)	2	5	8	r ²
Grão de Soja	8,73	55,56	5,88	35,72	50,19	38,76	32,27	0,95
Torta de Soja	7,79	89,06	12,2	3,15	84,27	70,89	61,50	0,98
Grão de Girassol	9,76	41,29	5,18	48,95	39,54	30,76	25,98	0,76
Torta de Girassol	13,68	34,59	47,7	51,73	46,88	44,99	43,30	0,93
Grão de Crambe	18,27	38,08	10,45	46,35	50,23	44,03	39,84	0,80
Torta de Crambe	19,38	21,96	13,61	58,66	38,56	35,50	33,28	0,97

*degradabilidade efetiva.

Os maiores parâmetros apresentados pela torta de girassol e soja (Tabelas 2 e 3) podem ser oriundos de uma maior área de contato se comparada aos grãos quebrados. O fato de haver maior área de contato do alimento com as bactérias ruminais favorecem a degradação, o qual proporcionará maior crescimento microbiano no interior do rúmen. O mesmo pode ter explicação para a maior fração solúvel apresentada pela torta de girassol ou de soja em relação ao grão de girassol ou de soja.

A maior degradação pode levar a uma disponibilidade de óleo no rúmen, porém, a suplementação de lipídeos em dietas de ruminantes pode trazer problemas relacionados ao decréscimo na degradação da fração fibrosa da dieta e alterações no metabolismo ruminal, uma vantagem do girassol e do crambe é que estes alimentos são ricos em ácidos graxos poli-insaturados que podem ser bio-hidrogenados pelas bactérias e protozoários ruminais, proporcionando aumento na disponibilidade de energia (PETIT et al., 1997).

O farelo de girassol apresenta perfil aminoacídico adequado, embora deficitário em lisina. Já o crambe é fonte de cisteína, metionina, lisina e treonina (CARLSON et al., 1996). As diferentes solubilidades apresentadas podem permitir a chegada ao duodeno de aminoácidos oriundos de coprodutos, com isso fontes proteicas de baixa degradabilidade possibilitam a manipulação do perfil aminoacídico no duodeno. Entretanto pode reduzir o aporte de nitrogênio para a síntese microbiana.

A torta de crambe e o grão de crambe apresentaram fração solúvel para a proteína bruta semelhante (Tabela 3), porém a degradabilidade da torta foi menor que a do grão (Figura 2). Carlson et al. (1996) evidenciaram que a casca e o grão possuem baixa degradação (44,5 e 57,3%), destacando que a medida que se reduz a percentagem de casca a digestibilidade é aumentada, a degradabilidade do farelo de crambe descascado é similar ao do farelo de soja.

Liu et al. (1994) destacaram que a proteína do farelo de crambe é degradada mais rapidamente que a proteína do farelo de soja. Neste trabalho, tanto o grão de crambe e a torta de crambe apresentaram

menor degradação que a torta de soja, principalmente pela baixa fração potencialmente degradada (Tabela 3). A taxa de degradação “c” foi semelhante entre o crambe e a torta de soja (13,61 e 12,2% h⁻¹), corroborando com a afirmação de Caton et al. (1994) de que a taxa de desaparecimento *in situ* para a proteína no rúmen não foi diferente entre o farelo de crambe e o farelo de soja.

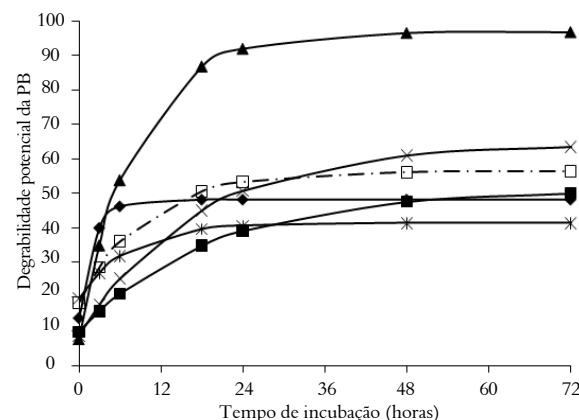


Figura 2. Degradabilidade Potencial (DP) da Proteína Bruta; dos alimentos avaliados, em função do tempo de permanência no rúmen (h). (◆ Torta de Girassol; ■ Grão de Girassol ▲ Torta de Soja; x Grão de Soja; ★ Torta de Crambe e □ Grão de Crambe).

A menor degradabilidade apresentada pela torta de crambe, quando comparada ao grão pode ser decorrente do processo de extração do óleo, em que o calor gerado ou tostagem pode reduzir substancialmente a degradabilidade ruminal da proteína (CARLSON et al., 1996).

A torta de soja apresentou fração potencialmente degradável de 89,06%, e taxa de degradação “c” de 12,2% h⁻¹, para PB, possuindo com isso a maior degradabilidade efetiva entre alimentos. A fração potencialmente degradável foi inferior ao apresentado por Goes et al. (2008), de 71,49%, e taxa de degradação “c” de 7,5% h⁻¹. Se compararmos os coprodutos avaliados, a torta de soja apresentou maior degradabilidade em função da elevada fração potencialmente degradável para PB, enquanto que a torta de girassol e a torta de crambe apresentaram média e baixa degradabilidade efetiva (44,99 e 35,50%). Para estes alimentos, os elevados valores de FDA (Tabela 1) podem interferir na degradabilidade.

A diferença entre os valores para fração a dos alimentos pode estar relacionado com a capacidade de hidratação da fonte, que pode influenciar na obtenção da solubilidade em decorrência da hidratação; diferentes solventes podem estar associados a valores mais elevados de solubilidade e, consequentemente, reduzir o valor da fração potencialmente degradável (fração b).

Para a matéria seca, a torta de girassol apresentou o menor tempo de colonização, seguida pela torta de soja (Tabela 4); o que pode contribuir para a maior degradação da matéria seca para este alimento (Figura 2). Goes et al. (2008), trabalhando com diferentes resíduos agroindustriais, encontraram menor tempo de colonização microbiana para a torta de soja. Já para a proteína bruta, o menor tempo de colonização foi para a torta de girassol, seguido pela torta de crambe. O tempo médio de colonização para a proteína bruta foi de 5,9h, o que pode ter influenciado na baixa degradação ruminal destes alimentos (Tabela 3).

Horários de incubação menores em relação ao tempo de colonização fazem com que a curva de degradação aumente a sua curvatura aumentando a assíntota com consequente diminuição na taxa de degradação (DHANOA, 1988), o que pode explicar os valores de degradação dos alimentos avaliados (Tabela 2 e 3).

Tabela 4. Tempo de colonização (h) para matéria seca e proteína bruta dos alimentos avaliados.

Alimentos	Tempo de colonização - TC (h)	
	Matéria Seca	Proteína Bruta
Grão de Soja	7,15	6,85
Torta de Soja	6,17	6,60
Grão de Girassol	6,86	6,68
Torta de Girassol	5,67	4,28
Grão de Crambe	6,45	5,90
Torta de Crambe	5,90	5,07

Conclusão

Os alimentos avaliados apresentaram média degradabilidade ruminal, exceto a torta de soja que apresentou os maiores valores. Os grãos de girassol e de crambe e seus subprodutos apresentaram maiores valores de FDN e FDA.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq e a UFPA pelas bolsas concedidas. Ao Professor André Azambuja, pela doação dos animais utilizados neste experimento e ao Professor Fernando Arevalo Batista, por realizar a cirurgia de fistulação dos animais, os quais proporcionaram a realização deste trabalho.

Referências

ABDALLA, A. L.; SILVA FILHO, J. C.; GODOI, A. R.; CARMO, C. A.; EDUARDO, J. L. P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, supl. especial, p. 260-268, 2008.

BERAN, F. H. B.; SILVA, L. D. F.; RIBEIRO, E. L. A.; CASTRO, V. S.; CORREA, R. A.; KAGUEYAMA, E. O.; ROCHA, M. A. Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria

seca, matéria orgânica e proteína bruta de alguns suplementos concentrados usados na alimentação de bovinos. **Seminário de Ciências Agrárias**, v. 26, n. 3, p. 405-418, 2005.

BERAN, F. H. B.; SILVA, L. D. F.; RIBEIRO, E. L. A.; ROCHA, M. A.; EZEQUIEL, J. M. B.; CORREA, R. A.; CASTRO, V. S.; SILVA, K. C. F. Avaliação da digestibilidade de nutrientes, em bovinos, de alguns alimentos concentrados pela técnica dos três estágios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 130-137, 2007.

BETT, V.; OLIVEIRA, M. D. S.; SOARES, W. V.; EZEQUIEL, J. M. B. Digestibilidade *in vitro* e degradabilidade *in situ* de diferentes variedades de grãos de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 4, p. 513-519, 2004.

CARLSON, K. D.; GARDNER, J. C.; ANDERSON, V. L.; HANZEL, J. J. Crambe: new crop success. In: JANICK, J. (Ed.). **Progress in new crops**. Alexandria: ASHS Press, 1996. p. 306-322.

CATON, J. S.; BURKE, V. I.; ANDERSON, V. L.; BURGWALD, L. A.; NORTON, P. L.; OLSON, K. C. Influence of crambe meal as a protein source on intake, site of digestion, ruminal fermentation, and microbial efficiency in beef steers fed grass hay. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 12, p. 3238-3245, 1994.

DHANOA, M. S. On the analysis of dracon bag data for low degradability feed. **Grass and Forage Science**, v. 43, n. 5, p. 441-444, 1988.

GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A. B.; VALADARES FILHO, S. C.; LANA, R. P. Degradação ruminal da matéria seca e proteína bruta, de alimentos concentrados utilizados como suplementos para novilhos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 1, p. 167-173, 2004.

GOES, R. H. T. B.; TRAMONTINI, R. C.; ALMEIDA, G. D.; CARDIM, S. T.; RIBEIRO, J.; OLIVEIRA, L. A.; MOROTTI, F.; BRABES, K. C. S.; OLIVEIRA, E. R. Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de diferentes subprodutos agroindustriais utilizados na alimentação de bovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 3, p. 715-725, 2008.

LIU, Y. G.; STEG, A.; HINDLE, V. A. Rumen degradation and intestinal digestion of crambe and other oilseeds by-products in dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 45, n. 3-4, p. 397-409, 1994.

NOCEK, J. E. *In situ* and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 8, p. 2051-2069, 1988.

NRC-National Research Council. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed. Washington, D. C.: National Academy Press, 2001.

ORSKOV, 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, n. 1, p. 499-508, 1979.

PERRY, T. W.; KWOLEK, W. F.; TOOKEY, H. L.; PRINCEN, L. H.; BEESON, W. M.; MOHLER, M. T. Crambe meal as a source of supplemental protein for growing-finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 48, n. 4, p. 758-763, 1979.

PETIT, H. V.; RIOUX, R.; D'OLIVEIRA, P. S.; PRADO, I. N. Performance of growing lambs fed grass silage with raw or extruded soybean or canola seeds. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 77, n. 1, p. 455-463, 1997.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002.

TEIXEIRA, J. C.; SILVA, E. A.; BRAGA, R. A. N.; MORON, I. R. Cinética da Digestão Ruminal do caroço de algodão e do grão de milho em diferentes formas físicas em vacas da raça Holandesa. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 4, p. 842-845, 2002.

UFV-Universidade Federal de Viçosa. **SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 9,1. Viçosa: UFV, 2007. (Manual do usuário).

Received on August 10, 2009.

Accepted on April 30, 2010.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.