

Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de diferentes subprodutos agroindustriais utilizados na alimentação de bovinos¹

Ruminal degradability of dry matter and crude protein of different by-products fed to steers

GOES, Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de^{2*}; TRAMONTINI, Rita de Cássia Menchon³; ALMEIDA, Gabriel Daltoé de³; CARDIM, Sérgio Tosi³; RIBEIRO, Juliane³; OLIVEIRA, Leila Alves de³; MOROTTI, Fábio³; BRABES, Kelly Cristina da Silva⁴; OLIVEIRA, Euclides Reuter de²

¹Parte do trabalho financiado pelo CNPq.

²Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados, MS, Brasil.

³Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Medicina Veterinária, Umuarama, PR, Brasil.

⁴Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, Dourados, MS, Brasil.

*Endereço para correspondência: rgoes@ufgd.edu.br

RESUMO

Avaliou-se a degradabilidade ruminal de diferentes alimentos alternativos, utilizando-se a técnica *in situ*, em três novilhos mestiços ExZ, com peso médio de 300 kg. Os alimentos foram incubados por 72, 48, 24, 18, 12, 6, 3 e 0 horas. A fração potencialmente degradável e a degradabilidade efetiva da MS e PB para a torta de girassol foram, respectivamente, de 40,2 e 26,2% e 50,97 e 38,65%. A torta de soja apresentou fração solúvel de 36,6 e 20,7%, para MS e PB, com degradabilidade de 72,5 e 69,9%, e o bagaço de uva, de 21,61 e 19,84% para MS e PB, com taxa de degradação de 4,2 e 7,67%/h, o que acarretou degradabilidades de 54,36 e 50,03 para MS e PB, respectivamente. Para a proteína, o resíduo de bolacharia apresentou alta fração solúvel (53,87%); a casca de soja, alta fração potencialmente degradável (77,55) e a casca de trigo, fração solúvel (63,23%).

Palavras-chave: bagaço de uva, casca de trigo, co-produtos, tempo de colonização, torta de girassol

SUMMARY

The ruminal degradability of different byproducts was evaluated by the *in situ* technique. The feeds were incubated in the rumen of three crossbred E x Z steers averaging 300 kg for 72, 48, 24, 18, 12, 6, 3 e 0 hours. The potentially degradable fraction and effective degradability of DM and CP for the sunflower crushed were, respectively, 40.2 and 26.2% and 50.97 and 38.65%. The crushed soybean presented soluble fraction of 36.6 and 20.7%, for DM and CP, with an effective degradability of 72.5 and 69.9%, and the crushed grape, of 21.61 and 19.84% for DM and CP, with degradation rate of 4.2 and 7.67%/h, that resulted in effective degradabilities of 54.36 and 50.03 for DM and CP, respectively. For the protein, the cookie residue showed high soluble fraction (53.87%), the soybean hulls, high potentially degradable fraction (77.55%), and the wheat hulls, soluble fraction (63.23%).

Keywords: by-products, colonization time, crushed grape, sunflower cake, wheat hulls

INTRODUÇÃO

O aumento dos preços dos alimentos energéticos e protéicos para a alimentação animal elevou o custo de produção e reduziu a margem de lucro para os produtores. Com isso, subprodutos das agroindústrias têm recebido atenção especial, uma vez que apresentam baixo custo de aquisição. A indústria de processamento de alimentos produz grandes quantidades de resíduos desperdiçados, mas possuem valores nutritivos potenciais e podem ser utilizados na alimentação animal.

O milho e o farelo de soja são os principais alimentos utilizados na formulação de rações, por não apresentarem restrição quanto à presença de fatores antinutricionais e, juntos, formarem uma excelente combinação de energia (milho) e proteína (farelo de soja).

O beneficiamento de produtos agroindustriais produz resíduo e subproduto que contribuem com aproximadamente 2,9 e 0,6 trilhões de Mcal de energia metabolizável (EM), respectivamente, por ano. Se totalmente convertidos em produtos de origem animal, por bovinos leiteiros e bovinos de corte, esses resíduos poderiam produzir 750 bilhões de litros de leite ou 4,5 milhões de toneladas de carne (LIMA, 2005).

As exigências de proteína metabolizável em ruminantes são atendidas pela produção de proteína microbiana e pela proteína dietética digestível de escape ruminal. No entanto, para que animais altamente produtivos possam expressar seu potencial genético, é preciso maximizar a eficiência da síntese de proteína microbiana (VALADARES FILHO & VALADARES, 2001). A produção de proteína microbiana fornece 50% ou mais dos aminoácidos disponíveis para a absorção, em rações balanceadas, sendo considerada uma

fonte de aminoácidos de excelente qualidade (SCHWAB, 1996).

Nos atuais sistemas de adequação de dietas para ruminantes, são necessárias informações relativas às proporções das frações dos alimentos, bem como de suas taxas de digestão. Isto é relevante no sentido de sincronizar a disponibilidade de energia e N no rúmen e maximizar a eficiência microbiana e a digestão dos alimentos, além de reduzir as perdas decorrentes da fermentação ruminal.

A sincronização entre a fermentação de proteína e de carboidratos, para uma mesma taxa de degradação, promove a máxima síntese microbiana e aumenta a proteína metabolizável (MARTINS et al., 1999). Contudo, para que esses ingredientes alternativos possam ser usados com maior embasamento técnico e nutricional e garantam verdadeira alternativa econômica às oscilações de preço dos ingredientes usualmente utilizados, faz-se necessário maior conhecimento do potencial de utilização dos nutrientes (ZERVOUDAKIS et al., 2006).

Dentre os métodos de avaliação de alimentos para ruminantes, a técnica *in situ* tem se destacado, por ser precisa e apresentar menor custo que as técnicas *in vivo* (NOCEK, 1988). No Brasil, são realizados estudos com essa técnica para avaliar forragens, resíduos agrícolas e produtos industriais, na alimentação de bovinos (GOES et al., 2004). Estes estudos permitem o aproveitamento dos dados obtidos para a confecção de uma tabela nacional de composição de alimentos (VELOSO et al., 2000).

Objetivou-se determinar a composição centesimal e os padrões da cinética de degradação da matéria seca e proteína bruta de diferentes subprodutos da agroindústria utilizados na alimentação de bovinos.

MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido nas dependências do Campus Regional de Umuarama da Universidade Estadual de Maringá – DZO/UEM. As análises laboratoriais foram realizadas nos Laboratórios de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá – Umuarama/PR e de Nutrição Animal da Universidade Federal da Grande Dourados -UFGD – Dourados/MS.

Para a incubação *in situ*, foram utilizados três novilhos mestiços (Europeu x Zebu), de aproximadamente 18 meses de idade e peso médio de 300kg, castrados, fistulados e providos de cânulas ruminais, mantidos em um piquete constituído de pastagem de capim *Brachiaria decumbens* e suplementação mineral comercial.

Foi utilizada a técnica descrita por Mehrez & Orskov (1977) para determinação da degradabilidade potencial e efetiva da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) dos seguintes alimentos: torta de soja, casca de soja peletizada, torta de girassol, casca de trigo, ponteiro de trigo (ponta integral da planta de trigo), casca de algodão, resíduo da indústria vinícola, resíduo de bolacharia (aparas de bolacha, sobras, bolachas com defeitos, sobras da limpeza etc.) e farelo de soja, utilizado como alimento padrão. As tortas de soja e de girassol foram obtidas a partir da extração de óleo vegetal, com apenas uma prensagem, para a produção de biodiesel. Os alimentos foram obtidos em diferentes agroindústrias das regiões Noroeste e Norte do Paraná.

Os alimentos avaliados foram processados em moinho com peneira de crivo de 1mm para determinação dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e cinzas (CZ), segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002), e de matéria orgânica (MO). As análises de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas

segundo metodologia descrita por Van Soest et al. (1991).

Todas as amostras foram confeccionadas segundo as recomendações propostas por Nocek (1988) e inseridas em sacos de náilon (5 x 10cm de área livre), com porosidade conhecida de 50 μ , na quantidade aproximada de 2,0g, respeitando a relação de 20mg/cm². Os saquinhos foram fechados e colocados em estufa de ventilação forçada a 65°C por 24 horas, e posteriormente pesados e colocados em sacolas de filó (15 x 30cm), dotadas de pequeno peso de chumbo de 100g. Cada sacola foi amarrada a uma linha de náilon de aproximadamente 1m de comprimento livre.

Antes de serem introduzidas no rúmen, as sacolas foram pré-incubadas em recipiente com água e introduzidas por 72, 48, 36, 24, 18, 12, 6, 3 e 0 h, conforme NRC (2001), diretamente no interior do rúmen, em triplicatas animal/tempo de incubação (NOCEK, 1988). Todos os sacos de náilon foram retirados ao mesmo tempo e lavados em água corrente. Os resíduos remanescentes das incubações foram pré-secos em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 48 horas, para posteriores análises laboratoriais das variáveis em estudo.

Os dados sobre desaparecimento da MS e PB foram calculados com base 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 & McDonald (1979): $DP = a + b(1 - e^{-ct})$, em que DP representa a degradabilidade ruminal potencial dos alimentos; “a”, a fração solúvel; “b”, a fração potencialmente degradável da fração insolúvel que seria degradada a uma taxa “c”; “c”, a taxa de degradação da fração “b”; e “t”, o tempo de incubação em horas. A fração considerada indegradável foi calculada da seguinte forma: $I = (100 - (a+b))$.

Para se estimar a degradabilidade efetiva (DE), foi utilizado o modelo matemático: $DE = a + [(b * c)/(c + K)]$, em que K

representa a taxa de passagem de sólidos pelo rúmen, definida nesta pesquisa como 2, 5 e 8,0%/h, em decorrência dos níveis de consumo alimentar baixo, médio e alto, respectivamente, conforme sugerido pelo AFRC (1993).

Após o ajuste dos dados ao modelo de Orskov & McDonald (1979), utilizando-se o valor desaparecimento obtido no tempo zero (a'), foi estimado o tempo de colonização (TC) para a MS, PB, segundo adequação proposta por Patiño et al. (2001): $TC = [-\ln(a'-a-b)/c]$, 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 (UFV, 2000), o que permitiu a obtenção dos parâmetros analisados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em decorrência da presença de óleo, as tortas de girassol e soja podem ser substituídas pelo milho e farelo de soja na ração, constituindo uma alternativa para o fornecimento de proteína para o animal (Tabela 1). Beran et al. (2005) observaram valor de 22,89% de PB e 95,85% de MO para a torta de girassol.

Tabela 1. Composição centesimal dos resíduos agroindustriais, em % na matéria seca

Alimento	MS	MO	PB	FDN	FDA	CZ
Casca de soja peletizada	89,27	95,66	8,56	68,40	50,52	4,34
Torta de soja	90,52	92,85	53,58	12,32	8,76	7,15
Torta de girassol	90,03	95,35	21,40	32,26	20,83	4,65
Casca de trigo	91,98	96,80	8,53	46,62	19,24	3,20
Ponteiro de trigo	88,52	96,80	9,12	49,55	20,55	3,20
Casca de algodão	91,83	97,95	7,57	88,53	55,75	2,05
Resíduo de bolacharia	93,63	98,26	12,91	7,52	2,74	1,74
Resíduo de vinícola	95,26	89,01	7,85	52,53	27,76	10,99
Farelo de soja	87,46	93,68	42,87	14,62	9,86	6,32

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

O resíduo da indústria vinícola apresentou 7,85% de PB e a casca de trigo, valor semelhante à casca de soja, de 8,53 e 8,56%, porém inferior ao apresentado por Valadares Filho et al. (2006), para o bagaço de uva (12,29%). O ponteiro de trigo, por envolver toda a ponta integral da planta de trigo, apresentou teor de 9,21% PB superior à casca.

A composição das cascas de soja, algodão e trigo são bastante variáveis, uma vez que, para sua obtenção, considera-se a produção de farelo e, dependendo de seu teor de PB, retira-se maior proporção de casca.

A fração potencialmente degradável da MS para a torta de girassol foi de 40,2%, o que proporcionou média degradação ruminal (Tabela 2 e 3). A degradabilidade efetiva (DE) foi de 50,97%, com fração solúvel de 22,42%, semelhante à encontrada por Beran et al. (2005), de 58,38%, com fração solúvel de 50,12% e fração potencialmente degradável de 13,19%. A variação entre os valores pode ser atribuída ao processo de extração do óleo através da prensagem do grão de girassol integral, ou à 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, facilitando a solubilização (BERAN et al., 2005) (Figura 1 e 2).

Os valores apresentados pela torta de girassol podem ser decorrentes da resistência da casca do grão de girassol à degradação ruminal, que é influenciada 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, aumentou a degradabilidade efetiva a 5%/h, demonstrando que a casca presente nesse ingrediente foi altamente resistente à degradação.

Tabela 2. Parâmetros cinéticos da degradação *in situ* da matéria seca dos resíduos agroindustriais

Alimento	Parâmetro			I ¹	2	DE ²		R ²
	a ¹	b ¹	c ²			5	8	
Casca de soja	13,51	77,55	3,51	8,94	62,91	45,50	37,16	0,92
Torta de soja	33,64	66,12	5,9	0,84	83,02	69,43	61,71	0,92
Torta de girassol	22,42	40,15	12,31	37,43	56,96	50,97	46,76	0,81
Casca de trigo	22,37	30,45	7,85	47,18	46,64	40,97	37,45	0,86
Ponteiro de trigo	42,46	57,00	11,03	0,54	90,71	81,68	75,50	0,84
Casca de algodão	10,92	47,93	2,32	41,15	36,66	26,11	21,70	0,67
Resíduo de bolacharia	53,87	34,90	14,6	11,23	84,57	79,87	76,42	0,96
Resíduo de vinícola	19,84	57,03	7,67	23,13	65,08	54,36	47,75	0,86
Farelo de soja	32,85	65,75	8,95	1,4	75,03	86,59	67,57	0,87

¹ em porcentagem (%); ² em porcentagem por hora (%/h); DE = degradabilidade efetiva.

Tabela 3. Parâmetros cinéticos da degradação *in situ* da proteína bruta dos resíduos agroindustriais

Alimento	Parâmetro			I ¹	2	DE ²		R ²
	a ¹	b ¹	c ²			5	8	
Casca de soja	20,39	58,31	6,5	21,30	64,98	53,34	46,53	0,79
Torta de soja	20,72	71,49	7,5	7,79	77,16	63,61	55,31	0,99
Torta de girassol	29,93	26,17	2,5	43,90	44,47	36,65	36,16	0,88
Casca de trigo	63,23	27,07	9,46	9,70	85,58	80,94	77,90	0,80
Ponteiro de trigo	17,47	72,84	11,96	9,69	79,87	68,83	61,12	0,91
Casca de algodão	26,13	49,86	22,03	24,01	71,84	66,77	62,71	0,78
Resíduo de bolacharia	22,43	43,46	8,7	34,11	57,77	50,03	45,07	0,97
Resíduo de vinícola	21,61	26,75	4,2	51,36	39,73	33,82	30,82	0,96
Farelo de soja	20,78	68,64	5,12	10,58	74,00	60,58	52,57	0,87

¹ em porcentagem (%); ² em porcentagem por hora (%/h); DE = degradabilidade efetiva.

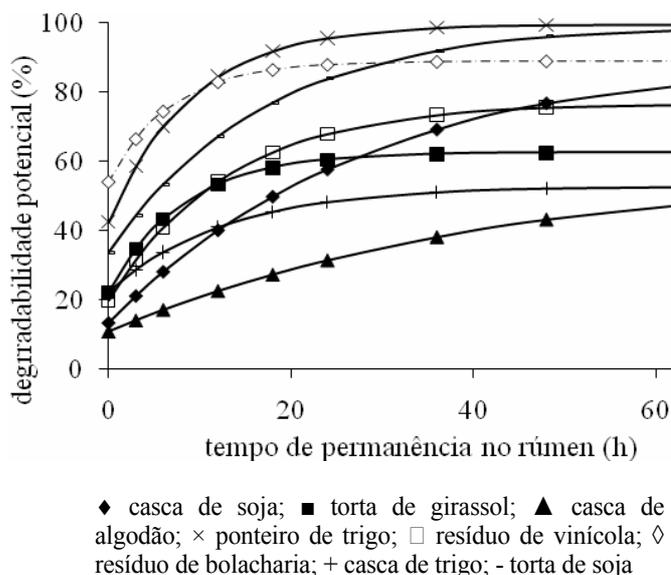


Figura 1. Degradabilidade potencial da matéria seca, em função do tempo de permanência no rúmen (h)

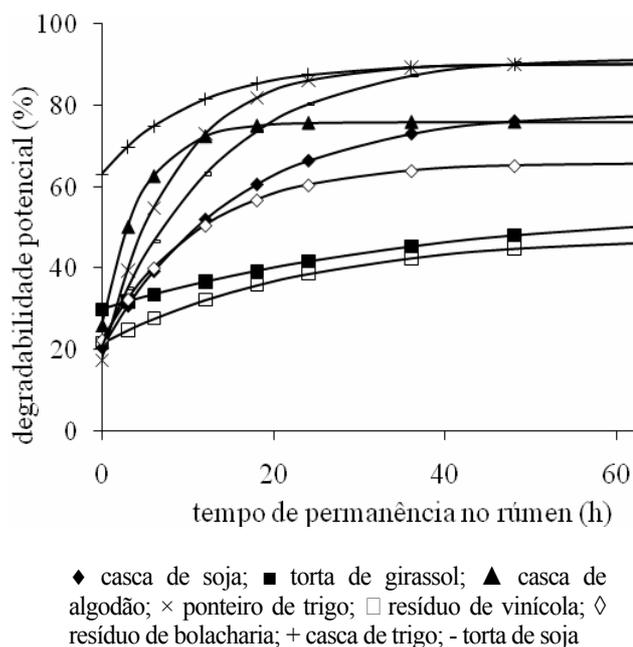


Figura 2. Degradabilidade potencial da proteína bruta, em função do tempo de permanência no rúmen (h)

O teor de MS da torta de soja foi mais degradado que o da torta de girassol, com fração solúvel de 33,64%, degradabilidade efetiva de 69,43% e fração potencialmente degradável de 66,12%, sugerindo maior

aporte energético no ambiente ruminal, assim como a casca de soja (77,55%) e o farelo de soja (65,75%). Pereira et al. (2004) encontraram DE de 72,53%, com fração potencialmente degradável de

66,12%. A taxa de degradação “c” da torta de soja foi elevada, de 5,9%/h, enquanto para a torta de girassol foi de 12,31%.

As cascas de soja e trigo e o resíduo vinícola apresentaram média degradação ruminal para MS, de 45, 50, 40,97, 54,36%, respectivamente. O resíduo vinícola apresentou alto teor de MM (10,99%) e teor de FDN de 52,53%, o que pode ter aumentado a parte indegradável, com uma fração solúvel de 19,84%.

A degradabilidade efetiva para a casca de soja para uma taxa de degradação de 5%/h foi de 45,05%, semelhante à obtida por Zambom et al. (2001), de 43,92%, e Zeoula (2006), de 40,06%, porém menor que os resultados obtidos por Silva et al. (2004), trabalhando com até 120 horas de degradação (64,80%). Estas diferenças podem ser decorrentes da origem do material e do tempo de incubação. A fração solúvel observada neste trabalho foi de 13,51%, ao passo que Zambom et al. (2001) encontraram valor de 16,75%. Zeoula (2006) atribuíram ao baixo teor de lignina e à presença de pectina – um carboidrato de alta digestibilidade – a maior degradação da MS da casca de soja em relação à casca de algodão. A casca de soja, por ser rica em fibra, apresenta alta fermentabilidade, fornecendo substrato para o suprimento da intensa atividade microbiana, principalmente nas primeiras horas após alimentação (GALATI, 2004).

A casca de algodão apresentou baixa degradação efetiva para MS (26,11%), semelhante à encontrada por Zeoula (2006), de 20,21%, mas inferior à obtida por Silva et al. (2004), de 30,06%. A baixa degradação pode ser atribuída ao alto teor de FDN do alimento (Tabela 1), visto que a FDN representaria maior proporção da MS, exercendo efeito sobre a digestão ruminal deste. Silva et al. (2004) destacam que a causa desta degradabilidade seria o alto teor de lignina presente no alimento (10,19%).

O resíduo de bolacharia apresentou como principal característica a alta fração solúvel para MS de 53,87%, com taxa de

degradação da fração “b” de 14,6 %/h e degradabilidade efetiva de 79,87%. Moron et al. (2001) destacaram maior valor de degradabilidade para alimentos com frações altamente fermentescíveis, o que poderia explicar a alta degradação encontrada para o resíduo de bolacharia e o ponteiro de trigo. A casca de trigo apresentou degradabilidade efetiva para a matéria seca de 40,97%, com fração potencialmente degradável de 30,45%.

A diferença entre os valores para fração “a” dos alimentos pode estar relacionada à capacidade de hidratação da fonte. Calixto (2001) relatou que a capacidade de hidratação pode influenciar na obtenção da solubilidade, posto que diferentes solventes podem estar associados a valores mais elevados de solubilidade e, conseqüentemente, reduzir o valor da fração potencialmente degradável (fração b).

O farelo de soja apresentou-se dentro dos parâmetros normais de degradação, com degradabilidade efetiva da MS de 86,59%, com fração solúvel de 32,85% e fração potencialmente degradável de 65,75%, semelhantemente ao encontrado por Goes et al. (2004), de 34,5% para a fração solúvel e 64,7% para a fração potencialmente degradável.

As diferentes taxas de desaparecimento nos intervalos de tempo pode ser uma estratégia nutricional para sincronizar diferentes ingredientes, maximizando a proteína microbiana para aumentar a digestão (GALATI, 2004).

Considerando o farelo de soja uma fonte referência quanto à fração solúvel, os demais alimentos apresentaram comportamento semelhante, com exceção da casca e do ponteiro de trigo. Desta forma, a solubilidade protéica pode ser vantajosa, pois o perfil aminoacídico da fração solúvel pode ser diferente daquele apresentado na porção degradável. A casca de trigo apresentou maior degradação ruminal de proteína que os demais alimentos, de 80,94%, destacando-se o elevado valor para a fração solúvel (63,23%), concordando com a afirmação

de Moron et al. (2001) de que maiores valores de degradabilidade estão associados a altas taxas de frações altamente fermentescíveis. A casca de trigo apresenta elevada quantidade de globulina, uma fração bastante solúvel, como componente da proteína, que explica a elevada fração solúvel apresentada. Pereira et al. (2004) encontraram valores semelhantes para a DE da casca de trigo, de 77,58%, com alta fração solúvel (62,32%).

O ponteiro de trigo apresentou DE de 68,83% para PB, a uma taxa de passagem de 5%/h, com fração potencialmente degradável de 72,84% e taxa de degradação de 11,96%/h (Tabela 3).

Os demais alimentos apresentaram de média à baixa degradação de proteína. 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 36,65%, com destaque para uma fração indegradável (I) de 43,90%, fração solúvel de 29,9% e fração potencialmente degradável de 26,17%. Estes valores foram inferiores aos encontrados por Beran et al. (2005), de 94,48%, com fração solúvel de 89,47%. Silva et al. (2004) obtiveram fração solúvel de 79,18% e fração potencialmente degradável (b) de 18,09%. A torta de girassol apresentou valores baixos para a taxa de degradação da fração "b" de 2,5%/h para PB, devido ao teor de óleo de 10% e ao alto valor de FDA (20,8%), que podem ter interferido na degradação deste alimento. Essas diferenças 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.

Valadares Filho & Valadares (2001) demonstraram que o farelo de girassol apresenta perfil aminoacídico adequado, embora deficitário em lisina. As diferentes solubilidades apresentadas podem permitir a chegada ao duodeno de aminoácidos

oriundos de co-produtos do girassol (GALATI, 2004). Fontes protéicas de baixa degradabilidade possibilitam a manipulação do perfil aminoacídico no duodeno, entretanto podem reduzir o aporte de nitrogênio para a síntese microbiana.

A torta de soja apresentou comportamento semelhante ao farelo de soja para a degradação da proteína, com fração solúvel de 20,72% e DE 63,61% e fração potencialmente degradável de 71,49%, semelhantemente ao obtido por Pereira et al. (2004).

A fração solúvel da PB do resíduo vinícola foi de 21,61%, com taxa de degradação média de 4,2 %/h, o que acarretou degradabilidade efetiva de 33,82%. A casca de soja teve como principal característica a fração potencialmente degradável para PB (58,31%) e, mesmo rica em parede celular, apresentou baixo teor de lignina, o que pode ter interferido na degradabilidade.

O resíduo de bolacharia apresentou fração solúvel de 22,43%, semelhante à casca de soja e ao resíduo de vinícola. Este resíduo se caracteriza como uma fonte energética para o animal, com 50,03% de DE para PB, a uma taxa de degradação de 8,7%/h. A casca de algodão apresentou DE de 66,77%, com destaque para fração solúvel de 26,13% e taxa de degradação de 22%/h. Estes valores associados ao tempo de colonização de 5,42 h (Tabela 4) podem ter acarretado a alta degradação, apesar do teor de PB baixo (7,57%), sendo a fibra o principal componente (FDN 88,53% e FDA 55,75%).

Para a MS, a casca de algodão e a casca de soja apresentaram os maiores tempos de 7,63 e 7,70 h, o que pode ter influenciado na baixa degradação ruminal destes alimentos (Tabela 2). Garcia et al. (2003) observaram tempo de colonização para a MS de 7,99 horas para a casca de soja. Para a PB, a casca de trigo e a casca de algodão apresentaram tempo de colonização mais rápido, de 5,66 e 5,42 h, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4. Tempo de colonização, em horas, para matéria seca e proteína bruta dos resíduos agroindustriais

Alimento	Tempo de colonização	
	Matéria seca	Proteína bruta
Casca de soja	7,70	6,80
Torta de soja	5,50	6,86
Torta de girassol	5,79	6,95
Casca de trigo	5,96	5,66
Ponteiro de trigo	6,55	6,41
Casca de algodão	7,63	5,42
Resíduo de bolacharia	5,48	6,21
Resíduo de vinícola	6,61	6,46
Farelo de soja	6,60	6,90
CV (%)	12,93	8,67

Horário de incubação menor que o tempo de colonização faz com que a curva de degradação eleve sua curvatura, aumentando a assíntota (potencial de degradabilidade), com conseqüente diminuição na taxa de degradação (DHANOA, 1988), o que pode explicar os valores de degradação dos alimentos avaliados (Tabelas 2 e 3).

A casca de trigo apresentou maior degradabilidade ruminal para proteína com baixo tempo de colonização. Os demais alimentos apresentaram de média a baixa degradabilidade efetiva para a proteína bruta.

REFERÊNCIAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL- AFRC. **Energy and Protein requirements of ruminant**. Wallingford: CAB International, 1993.119p.

BERAN, F.H.B.; SILVA, L.D.F.; RIBEIRO, E.L.A.; CASTRO, V.S.; CORREA, R.A.; KAGUEIAMA, 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. **Semina 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. ; CORRÊA, 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.B.; IZQUIEL, 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.

CALIXTO, M.G. **Efeito da monensina sobre a degradabilidade de ingredientes de rações contendo bagaço de cana hidrolisado e subproduto da produção de lisina**. 2001. 57f. Monografia (Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

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

GALATI, R.L. **Co-Produtos do milho, soja e girassol, para bovinos de corte.** 2004. 168f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B.; VALADARES FILHO, S.C.; ALANA, 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.

LIMA, M.L.M. Uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** SBZ: UFG, 2005. p.322-329.

MARTINS, A.S.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; MARTINS, E.N.; LOYOLA, V.R.I. Degradabilidade ruminal "in situ" da matéria seca e proteína bruta das silagens de milho e sorgo e de alguns alimentos concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.1109-1117, 1999.

MEHREZ, A.Z.; ORSKOV, E.R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal Agriculture Science**, v.88, n.3, p.645-650. 1977.

MORON, I.R.; TEIXEIRA, J.C.; BUENO FILHO, J.S.S.; PEREZ, J.R.O.; MUNIZ, J.A.; PAIVA, P.C.A.; VILELA, D. Cinética de degradação ruminal da matéria seca de alimentos concentrados e volumosos através das técnicas in vitro e in situ. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.5, p.1185-1194. 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7ed. Washington: National Academy Press, 2001. 381p.

NOCEK, J.E. In situ and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. **Journal Dairy Science**, v. 71, p. 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. **Journal Agriculture Science**, v.92, n.1. p.499-508. 1979.

PATINÕ, H.O.; LANGWINSKI, D.; SILVEIRA, A.L.F.; SILVA, N. L.Q. Avaliação de métodos de ajuste da curva de degradação ruminal da FDN em forragens. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p.970.

PEREIRA, E.S.; ARRUDA, A.M.V.; GRANZOTTO, F.; MANGONI, J.; BOFINGER, J.; ALMEIDA, A.A.M.; MUNIZ, E.B. Degradação Ruminal de subprodutos agroindustriais. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande/MS, **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004.

SCHWAB, C.G. Amino acid nutrition of the dairy cow: current status. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURES, 1996, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1996. p.184-198.

SILVA, D.C.; KAZAMA, R.; FAUSTINO, J.O.; ZAMBOM, M.A.; SANTOS, G.T.; BRANCO, A.F. Digestibilidade in vitro e degradabilidade in situ da casca do grão de soja, resíduo de soja e casca de algodão. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.26, n.4, p. 501-506, 2004.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos.** Viçosa: UFV/ Imprensa Universitária, 2002. 239p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
VIÇOSA - UFV. SAEG - **Sistema de
Análises Estatísticas e Genéticas**: versão
9.0. Viçosa, 2000. 142p.

VALADARES FILHO, S.C.;
MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR,
V.R.; CAPPELLE, E.R. (Ed.). **Tabelas
brasileiras de composição de alimentos
para bovinos**: CQBAL 2,0. 2 ed. Viçosa:
UFV/ DZO, 2006. 329p.

VALADARES FILHO, S.C.;
VALADARES, R.F.D. Recentes avanços
em proteína na nutrição de vacas leiteiras.
In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE
BOVINOCULTURA DE LEITE, 2., 2001,
Lavras. **Anais...** Lavras: U F LA, 2001.
p.228-243

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 Dairy Science**, v. 74,
p.3588-3597, 1991.

VELOSO, C.M.; RODRIGUEZ, N.M.;
SAMPAIO, I.B.M.; GONÇALVES, L.C.;
MOURÃO, G.B.. pH e amônia ruminais,
relação folhas: hastes e degradabilidade
ruminal da fibra de forrageiras tropicais.
Revista Brasileira de Zootecnia, v.29,
n.3, p.871-879, 2000.

ZAMBOM, M.A.; SANTOS, G.T.;
MODESTO, E.C.; ALCANCE, C.R.;
GONÇALVES, G.D.; SILVA, D.C.;
SILVA, K.T.; FAUSTINO, J.O. Valor
Nutricional da casca de soja, farelo de soja,
milho moído e farelo de trigo para bovinos.
Acta Scientiarum Animal Sciences, v.23,
n.4, p.937-943, 2001.

ZEOULA, L.M. Casca de algodão e de
soja e farelos de germen de milho ou de
arroz na alimentação de novilha:
degradabilidade ruminal, digestibilidade
aparente e desempenho. In: REUNIÃO
ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA
DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa.
Anais... João Pessoa: SBZ, 2006.

ZERVOUDAKIS, J.T.; CABRAL, L.S.;
MARTINS-COSTA, R.H.A.; MARTINS,
R.M. Degradabilidade in situ da matéria
seca e proteína bruta de ingredientes
alternativos usados na alimentação de
ruminantes. IN: REUNIÃO ANUAL DA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE
ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa.
Anais... João Pessoa: SBZ, 2006.

Data de recebimento: 07/11/2007

Data de aprovação: 09/10/2008