

Degradação *in situ* da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro de silagens de milho e do resíduo da extração do suco de maracujá

Liandra Maria Abaker Bertipaglia¹, Claudete Regina Alcalde^{2*}, Guilherme Benko de Siqueira¹, Gabriel Mauricio Peruca de Melo¹ e Pedro de Andrade³

¹Zootecnista. ²Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá-Paraná, Brazil. ³Departamento de Nutrição Animal e Pastagens, Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal-São Paulo, Brazil. *Author for correspondence.

RESUMO. O trabalho tem como objetivo avaliar a degradação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) da silagem de milho granífero (SMg), da silagem do resíduo do suco de maracujá (SMj) e da silagem de milho forrageiro (SMf), através da técnica *in situ*. Para o ensaio de degradação, avaliado pelo método do saco de náilon, utilizaram-se nove bovinos com cânulas ruminais permanentes, incubando-se os substratos (SMg, SMj e SMf) nos tempos de 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas. As degradações potenciais da matéria seca (MS) para as silagens SMg, SMj e SMf foram de 53,1%, 50,0% e 41,4%, respectivamente. Para a proteína bruta (PB), observaram-se diferenças ($p < 0,05$) nas degradações entre SMg (69,7%), SMj (87,8%) e SMf (60,0%). Não houve diferenças ($p > 0,05$) entre as silagens nas degradações da fibra em detergente neutro (FDN).

Palavras-chave: degradação ruminal, silagem de milho granífero, silagem de milho forrageiro, silagem de bagaço de maracujá.

ABSTRACT. *In situ* degradation of dry matter, crude protein and neutral detergent fiber of corn silages and passion fruit residue silage. The aim of this work was to evaluate the degradation of dry matter (DM), crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) of the corn grain silage (CGS), passion fruit residue silage (PFS) and corn forage silage (CFS), through *in situ* technique. This study was carried out using the nylon bag technique with nine rumen permanent cannulated bovine animals, in which the incubation periods were 6, 12, 24, 48, 72 and 96 hours. The values obtained for dry matter degradability for CGS, PFS and CFS were, respectively, 53.1%, 50.0% and 41.4%. Differences ($p < 0.05$) were observed for crude protein degradation: 69.7% for CGS, 87.8% for PFS and 60.0% for CFS. The silages did not differ in relation to neutral detergent fiber degradability.

Key words: corn grain silage, corn forage silage, passion fruit residue silage, ruminal degradation

No contexto de produção de alimentos alternativos, há centros de pesquisas e empresas que visam à obtenção de novos cultivares de milho, destinados à alimentação animal, como os híbridos, que possuem maior produtividade e elevado valor nutricional.

Para o uso racional desses novos cultivares e de resíduos da agroindústria na nutrição animal, é necessário o conhecimento do seu valor nutritivo.

Segundo Pezo (1990), a degradação que sofre o alimento no ecossistema ruminal é influenciada pelas condições presentes e do tempo de retenção no ambiente ruminal. A degradação inicial corresponde

ao desaparecimento no tempo zero; no caso da proteína bruta e da matéria seca, este valor representa as frações solúveis que são rápida e completamente degradadas no rúmen e por completo. Para o autor, quando se determina a degradação das frações fibrosas, assume-se o valor da degradabilidade inicial como zero.

Segundo Andrade (1994), não é possível tirar conclusões a respeito da degradabilidade da proteína de volumosos, devido à contaminação microbiana no resíduo, que não é removida com a lavagem, e há indícios de que a deposição de nitrogênio se dê de forma constante, ao longo do tempo de degradação

para um mesmo substrato. Entretanto, para substratos diferentes, a intensidade de deposição varia e deve refletir a velocidade de colonização dos alimentos. Para a proteína bruta, a degradabilidade é a conversão da proteína dietética até amônia, envolvendo o processo de hidrólise e fermentação.

A viabilidade do uso de alimentos alternativos, como a casca do maracujá, resíduo da indústria de suco, e mesmo do óleo da semente na alimentação animal tem sido ressaltada na literatura. Na casca do maracujá, predominam os carboidratos, com baixos teores de extrato etéreo e razoável teor de proteína bruta. As sementes produzem um óleo leve e claro, de boa qualidade, o qual é caracterizado por um alto conteúdo do ácido graxo linoléico.

A casca do maracujá (*Passiflora edulis*) é composta, predominantemente, de um tecido esponjoso, facilmente desidratável. Aproximadamente 1/3 do peso da fruta é suco, enquanto que do restante, 90% é casca e 10% são sementes. A matéria seca representa cerca de 17% da casca original, possuindo 20% de pectina (Pruthi, 1963).

Otagaki e Matsumoto (1963) avaliaram a produção de leite, eficiência alimentar e digestibilidade da casca e semente do maracujá (*Passiflora edulis*), chegando a resultados com diferenças na produção de leite e persistência de produção de vacas alimentadas com resíduo do maracujá desidratado (50% da ração), capim-napier e concentrado, comparado com o bagaço de abacaxi.

Starling *et al.* (1996) mostraram que a utilização da semente de maracujá como alimento para ruminante é limitado devido ao alto teor de extrato etéreo, o que ocasiona depressão na digestibilidade dos componentes fibrosos da dieta, neutralizando o aumento da densidade energética devido ao óleo da semente. O experimento revelou que o nível de semente na dieta (8,0%) não modificou a digestibilidade da proteína (70,0%), porém aumentou a digestibilidade do extrato etéreo (63,9%), com ingestão voluntária de 53,5 g MS/kg PV^{0,75}.

Siqueira *et al.* (1999) observaram que a silagem do resíduo de maracujá representa boa fonte alternativa de volumoso nas rações para bovinos de corte em confinamento uma vez que para ganho de peso e rendimento de carcaça, obtiveram resultados semelhantes à silagem de milho granífero.

A possibilidade de uso da semente de maracujá na alimentação de ovinos foi avaliada por Moreira (1980), que substituiu 100g, 200g e 300g de feno por semente de maracujá. Os níveis crescentes da semente de maracujá causaram decréscimo na digestibilidade da matéria seca, fibra bruta e

extrativos não nitrogenados, aumento na digestibilidade da proteína e extrato etéreo. O autor determinou que a média de nutrientes digestíveis totais foi de 64,9%.

Reis *et al.* (1993) compararam a digestibilidade da silagem do resíduo de maracujá (*Passiflora edulis*) e sua associação com capim-elefante *Cameroon*, contra a silagem de capim-elefante *Cameroon* enriquecida com farelo de trigo e farelo de algodão. A composição química e digestibilidade da matéria seca não diferiram entre as silagens. A degradabilidade ruminal da proteína bruta foi influenciada significativamente com o aumento do resíduo na silagem, com proporções de 100%, 75%, 50%, 25% e 0% do resíduo.

Segundo Guim *et al.* (1995), dentre os híbridos de milho para silagem disponíveis no mercado, há variação genética e fenotípica. Mesmo entre híbridos, podem ocorrer variações quantitativas e qualitativas durante o desenvolvimento da planta (duração do ciclo, produção de matéria seca e massa verde, porcentagem de caule, folhas e panícula). O milho forrageiro destaca-se pela produtividade de massa verde, enquanto que o granífero pela produção de grãos, responsáveis pelo valor nutritivo da silagem produzida, que é comprovada a medida que a porcentagem de grãos decresce de 43,8% para 35,4% e de 26,0% para 16,0%, reduzindo a porcentagem de nutrientes digestíveis totais de 75,0% para 70% e de 56,0% para 49,0%.

Esse trabalho tem como objetivo determinar as degradações ruminais da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e da fibra em detergente neutro (FDN) das silagens de híbrido de milho granífero e de híbrido de milho forrageiro e do resíduo do suco de maracujá.

Material e métodos

O experimento foi realizado no Setor de Avaliação de Alimentos, do Departamento de Zootecnia, Unesp, Câmpus de Jaboticabal, SP. Foram utilizados nove bovinos mestiços, machos, castrados, com peso médio de 520,0kg, munidos de cânula ruminal permanente. Os animais foram alojados em baias individuais.

As culturas dos híbridos de milho granífero e forrageiro, para a confecção das silagens, foram plantadas na fazenda do Câmpus de Jaboticabal. As silagens de milho foram utilizadas após 21 dias do fechamento dos silos. A silagem do resíduo do maracujá era composta pelo resíduo da fruta, após a extração do suco obtido na indústria de sucos¹,

¹ Doação da Fábrica de sucos Frutesa/Dracena-SP.

acondicionado em silo tipo trincheira, que permaneceu fechado durante 15 dias.

As rações experimentais foram ajustadas às exigências dos animais para o nível de manutenção, de acordo com o modelo AFRC (1992). Eram compostas de 0%, 25% e 50% de concentrado em uma mistura de farelo de amendoim e milho moído, em que cada nível compreendia três tipos de volumosos: silagem de milho granífero (SMg), silagem do resíduo do suco de maracujá (SMj) e silagem de milho forrageiro (SMf). Os animais alimentados apenas com silagem eram suplementados com uréia.

Para estimar a degradabilidade ruminal das silagens, utilizou-se do método do saco de náilon, que foram confeccionados nas medidas de 7cm x 14cm e o tecido de náilon (100% poliamida) com a abertura dos poros de 50 micras.

As silagens foram amostradas e secas em estufa com ventilação forçada a 55°C. A seguir, foram moídas em moinho tipo martelo, sem peneira, até alcançarem a granulometria desejada para incubação. Os sacos foram preparados com aproximadamente 5 g de amostra de cada silagem seca e moída (substrato).

Para cada animal com cânula ruminal, foram incubados três substratos: SMg, SMj e SMf, em seis tempos de incubação (6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas). Antes de serem introduzidos no rúmen para a incubação, os substratos permaneceram em água a 39°C, por uma hora, para sofrerem hidratação.

O procedimento de introdução dos sacos no rúmen foi nos tempos preestabelecidos, sucessivamente, e todos foram retirados simultaneamente. Ao serem retirados do rúmen, os sacos foram mergulhados em água fria e, em seguida, lavados em água corrente. Após a lavagem, suficiente para que a água estivesse limpa, os sacos foram conduzidos para secagem em estufa com ventilação forçada a 55°C.

As amostras das silagens e os resíduos da incubação foram moídos através de peneira com crivos de 1 mm, para serem submetidos às análises bromatológicas, segundo as metodologias descritas por Silva (1990), obtendo-se os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN). Os teores dos nutrientes das silagens estão apresentados na Tabela 1.

As degradabilidades potenciais da MS, PB e FDN das silagens de milho e de maracujá foram calculadas utilizando-se o modelo matemático proposto por Mehrez e Orskov (1977), descrito como $p = a + b(1 - e^{-ct})$, onde p = degradabilidade potencial (%) da fração no tempo; t = tempo de

incubação (h); a = fração solúvel (%); b = fração insolúvel potencialmente degradável (%), c = taxa fracional constante de degradação da fração b .

Tabela 1. Composição bromatológica com base na matéria seca (%MS) das silagens de milho granífero (SMg), de resíduo do suco de maracujá (SMj) e de milho forrageiro (SMf)

	Silagens/Substratos		
	SMg	SMj	SMf
Matéria seca (%MS)	28,60	16,20	28,40
Proteína bruta (%PB)	7,50	10,30	7,10
Fibra bruta (%FB)	27,20	46,40	35,30
Fibra em detergente neutro (%FDN)	63,90	65,10	76,40
Extrato etéreo (%EE)	2,80	9,00	1,80
Matéria mineral (%MM)	3,95	6,50	5,20
Extrativo não nitrogenado (%EÑN)*	58,50	27,80	27,80

*Estimado

A fração a foi obtida pela lavagem dos sacos de náilon contendo substratos, sem serem submetidos à degradação no rúmen. Para a fração b , utilizou-se a equação $(100 - (a + b))$. Para a fração c , utilizou-se a regressão do logaritmo natural (\ln) do resíduo potencialmente degradável.

Os tempos de colonização (*lag time*) foram calculados segundo o modelo proposto por McDonald (1981), ou seja, $(\ln RDP t_0 - \ln RDP t) / c$, em que $\ln RDP t_0$ é o logaritmo natural do resíduo potencialmente degradável no tempo 0 hora de incubação; $\ln RDP t$ é o logaritmo natural do resíduo potencialmente degradável no último tempo de incubação; c é a taxa de degradação da fração b .

O delineamento experimental foi realizado em blocos (três repetições no tempo) em esquema fatorial, com três níveis de concentrado (0%, 25% e 50%) *versus* três tipos de silagens (milho granífero, milho forrageiro e resíduo de maracujá).

A análise de variância foi realizada pelo programa SAS (*System Analytical Statistic*), obtendo-se os valores de F da análise do teste Tukey, nível de significância e coeficiente de variação da parcela e subparcela (tempos de incubação).

Resultados e discussão

A média de ingestão de matéria seca (IMS) foi de 9,1 kg/animal/dia, e as relações de volumoso para concentrado (100:0; 75:25 e 50:50) não influenciaram ($p > 0,05$) a degradabilidade ruminal das frações de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) das silagens.

Nas primeiras seis horas de incubação ruminal, não ocorreram diferenças ($p > 0,05$) entre as degradabilidades da matéria seca (DgMS) da silagem de milho granífero (SMg) e da silagem do resíduo de maracujá (SMj), resultando em 33,9% e 37,6%, respectivamente, diferindo ($p < 0,05$) da silagem de

milho forrageiro (SMf), que apresentou degradabilidade de 21,2%. Estes resultados podem ser explicados pela presença de maior teor de nutrientes solúveis encontrados na SMg e SMj, como observados na Tabela 2 com a fração **a**%, ocorrendo rapidamente a utilização destes nutrientes pelos microrganismos ou simplesmente desaparecendo do saco de náilon como fração solúvel.

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros **a**, **b** e **c** (%/h) e *lag time* (h) para matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) da silagens de milho granífero (SMg), de resíduo de maracujá (SMj) e de milho forrageiro (SMf)

Frações	Variáveis	SMg	SMj	SMf
MS	a %*	31,19	23,01	17,40
	b %	42,33	35,44	45,52
	c %/h	2,50	12,55	2,33
	<i>Lag time</i> (h)	3,42	1,90	1,80
FDN	a %	0	0	0
	b %	62,11	40,57	57,84
	c %/h	2,50	9,90	2,43
	<i>Lag time</i> (h)	2,95	1,16	0,65

*. **a** (fração solúvel), **b** (fração potencialmente degradável), **c** (taxa fracional constante de degradação %/h) e *lag time* (tempo de colonização)

Não houve interação ($p > 0,05$) na degradabilidade da MS no tempo de seis horas com a relação de volumoso:concentrado.

Os substratos de SMg e de SMj apresentaram maiores valores de degradabilidade da MS entre 24 a 96 horas de incubação. No entanto, a degradabilidade da MS do substrato de SMf foi maior ($p < 0,05$) no tempo de 96 horas de incubação, comparada às demais. Dessa forma, ficou demonstrado que a silagem de milho forrageiro (SMf) oferece maior resistência ao ataque microbiano no rúmen, pois, além de apresentar maior teor de fibra em detergente neutro (FDN), observado na Tabela 1 de 76,4%, contra 63,9% (SMg) e 65,1% (SMj), parte dessa fibra pode ser lentamente degradável ou indisponível.

As degradabilidades da proteína bruta (PB) diferiram ($p < 0,05$) entre os substratos com 6 horas de incubação: 78,5% (SMj), 57,3% (SMg) e 44,7% (SMf). No tempo de 72 horas de incubação, 91,5% da fração protéica da SMj foi degradada, com diferenças ($p < 0,05$) da fração protéica da SMg (77,1%) e da SMf (60,0%). Observou-se que a proteína da silagem do resíduo de maracujá (SMj) apresenta uma fração rapidamente disponível, e é praticamente degradada nas primeiras seis horas de incubação. Pezo (1990) e Valadares Filho (1994) consideraram que as proteínas dos alimentos possuem frações de diferentes degradabilidades e que o desaparecimento da proteína é resultante de frações solúveis degradáveis, e ainda da passagem,

sendo adequadamente caracterizada por um modelo de primeira ordem.

Segundo Andrade (1994), há dificuldades em concluir sobre resultados de degradação de proteína bruta de volumosos devido à contaminação microbiana que não é extraída em sua totalidade com o processo de lavagem.

Observou-se que, até 12 horas de incubação ruminal, houve rápido desaparecimento dos carboidratos não estruturais de fácil degradação e, após as 24 horas de incubação, começou a ser degradada a porção de carboidratos estruturais; isto porque a degradabilidade da MS foi superior ou próxima a 45% e a da FDN inferior ou próxima a 25% até as 24 horas de incubação.

Para a FDN da SMj, 15% do material foi degradado nas primeiras seis horas de incubação, com potencial às 24 horas (36,4%) e constante até 96 horas (40,5%).

Diante da interação ($p < 0,05$) entre tempo de incubação e tipos de silagens, pode-se inferir que as silagens diferiram quanto à degradação nos tempos de incubação, o que caracterizou os efeitos da fração solúvel associada às diferentes taxas de degradação da fração insolúvel potencialmente degradável.

A degradação potencial da MS para a SMg, SMj e SMf foi 53,1%, 50,0% e 41,4%, respectivamente. Para a degradação PB, observaram-se diferenças ($p < 0,05$) entre SMj (87,8%), SMg (69,7%) e SMf (60,0%). Para a degradação potencial da FDN, não houve diferenças ($p > 0,05$) entre as silagens

Alimentos de baixa degradabilidade ruminal necessitam de um tempo mais longo para a ação dos microrganismos ruminais, o que pode ser notado (Tabela 2) nos valores de **a** (fração solúvel), **b** (fração potencialmente degradável), **c** (taxa fracional constante de degradação) e *lag time* (tempo de colonização). Diante desse quadro, tem-se que, após o *lag time*, ou seja, o tempo de colonização dos microrganismos na partícula de alimento, quanto mais cedo se detecta a degradação, mais eficientemente serão estimados os parâmetros da equação da degradação.

Não ocorreram diferenças ($p > 0,05$) entre os valores de degradabilidade das frações MS, FDN e PB para SMj e SMg. Foi observado por Reis *et al.* (1993) que quando foi acrescentado resíduo de maracujá ao capim-elefante *Cameroon* ou à silagem de capim-elefante *Cameroon*, a degradabilidade ruminal da proteína bruta fica influenciada significativamente. De acordo com os resultados, pode-se dizer que a silagem do resíduo da extração do suco de maracujá pode ser uma boa fonte alternativa de volumoso. Por outro lado, a

degradabilidade das mesmas frações da SMg e SMj para a SMf foram menores do que as demais, concordando com Guim *et al.* (1995), que comentaram que o valor nutritivo entre silagem de milho granífero e forrageiro diferem no valor nutritivo.

Referências bibliográficas

- AFRC. Nutritive requirements of ruminant animals: protein. *Nutr. Abstr. Rev.*, 62(12):787-835, 1992.
- Andrade, P. Técnica *in situ* (saco de náilon) na avaliação de alimentos para ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 1994, Maringá. *Anais...* Maringá: UEM, 1994. p.141-47.
- Guim, A.; Tonani, F.; Ruggieri, A.C.; Andrade, P.; Custodio, J.C.; Queiroz, A.C.; Alcalde, C.R. Efeito de híbridos e épocas de corte sobre as características agrônomicas de sorgo (*Sorghum bicolor* L.). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1995, Brasília-DF, *Anais...* Brasília: SBZ, 1995. p.100.
- McDonald, I. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *J. Agricult. Sci.*, 96(1):251-52, 1981.
- Mehrez, A.Z.; Orskov, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agricult. Sci.*, 88(3):645-50, 1977.
- Moreira, W.M. *Valor nutritivo da semente de maracujá (Passiflora edulis, Sims., Forma Flavicarpa, Deuger) para ruminantes: digestibilidade e níveis na dieta.* Piracicaba, 1980. (Master's Thesis in Animal Production) - Esalq, Universidade de São Paulo.
- Otagaki, K.K.; Matsumoto, H. Nutritive values and utility of Passion Fruit by-products. *Agricult. Food Chem.*, 6(1):54-57, 1963.
- Pezo, D.A. Medicion de las tasas de degradacion en alimentos. In: NUTRICION DE RUMINANTES. Guia metodológica de investigación. San José: Alltech, 1990. p. 115.
- Pruthi, J.S. Physiology chemistry and technology of passion fruit. *Adv. Food Res.*, 12:203-282, 1963.
- Reis, J.; Tiesenhausen, I.M.E.V.; Paiva, P.C.A.; Resende, C.A.P.; Mares Guia, A.P.O. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da proteína bruta de resíduo de maracujá, de capim elefante c.v. Cameroon e de suas associações. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30, 1993, Brasília-DF, *Anais...* Brasília: SBZ, 1993. p.487.
- Silva, J.D. *Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos.* Viçosa: Imprensa Universitária, 1990. 166p.
- Siqueira, G.B.; Alcalde, C.R.; Bertipaglia, L.M.A.; Andrade, P. Utilização do resíduo de maracujá e silagens de híbridos de milho, na terminação de bovinos de corte em confinamento. *Acta Scientiarum*, 21(3):749-753, 1999.
- Starling, J.M.C.; Rodriguez, N.M.; Mourão, G.B. Avaliação nutricional da semente de maracujá (*Passiflora edulis*) em ensaio de digestibilidade aparente em ovinos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Brasília-DF, *Anais...* Brasília: SBZ, 1996. p.219.
- Valadares Filho, S.C. Utilização da técnica *in situ* para a avaliação dos alimentos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 1994, Maringá. *Anais...* Maringá: UEM, 1994. p.95.

Received on May 30, 2000.

Accepted on July 11, 2000.