



Degradação ruminal de silagem de capim-elefante emurchecido ou com diferentes níveis de farelo de cacau

Gleidson Giordano Pinto de Carvalho¹, Rasmão Garcia^{2,4}, Aureliano José Vieira Pires^{3,4}, Edenio Detmann^{2,4}, Odilon Gomes Pereira^{2,4}, Francisco Eden Paiva Fernandes¹

¹ Doutorando em Zootecnia, UFV, Viçosa, MG. Bolsista do CNPq.

² DZO, UFV, Viçosa, MG.

³ DTRA, UESB, Itapetinga, BA.

⁴ Pesquisador do CNPq.

RESUMO - O experimento foi conduzido para avaliar a degradação ruminal de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) de silagens de capim-elefante submetido a emurchecimento ou à adição de 0, 7, 14, 21 ou 28% de farelo de cacau (FC) durante a ensilagem. Amostras de cada silagem foram incubadas no rúmen de três vacas holandesas por períodos de 0, 6, 12, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. A inclusão do farelo de cacau reduziu o potencial de degradação da MS, que foi maior nas silagens com capim emurchecido e não-emurchecido. A degradabilidade potencial da PB e da FDN, no entanto, apresentou pequenas variações e os valores médios situaram-se próximos de 80 e 46%, respectivamente. Considerando a taxa de passagem de 5%/hora, todas as silagens apresentaram elevada degradabilidade efetiva da PB (acima de 55%). Embora as estimativas da degradação ruminal das silagens com farelo de cacau tenham apresentado tendência de redução, todas as silagens apresentaram degradabilidade potencial da MS e da PB acima de 65 e 75%, respectivamente. A adição de farelo de cacau ao capim-elefante pode ser uma alternativa para rápida e abundante disponibilidade de nutrientes para o sistema ruminal.

Palavras-chave: degradação *in situ*, forrageira, incubação ruminal, *Pennisetum purpureum*, subproduto, *Theobroma cacao* L.

Ruminal degradation of silage of elephantgrass wilted or with different levels of cocoa meal

ABSTRACT - The experiment was conducted to evaluate dry matter (DM), crude protein (CP), and neutral detergent fiber (NDF) ruminal degradation of elephantgrass silages wilted under the sun light for eight hours or with addition of 0, 7, 14, 21, and 28% of cocoa meal (CM) at the ensiling. Samples of each silage type were incubated in the rumen of three Holstein cows for 0, 6, 12, 24, 48, 72, 96, 120, and 144 hours. The CM inclusion reduced the degradation potential of DM, which showed greater values for silages without CM (wilted or non-wilted). The CP and NDF potential degradability showed small variations, with mean values near 80 and 46%, respectively. Considering a passage rate of 5%/h, all silages showed high CP effective degradability (over 55%). Although the ruminal degradation estimate for silages with CM showed a reduction tendency, all silages presented DM and CP potential degradability over 65 and 75%, respectively. The CM addition to elephantgrass can be considered an alternative that offers a fast and abundant availability of nutrients to the ruminal system.

Key Words: by-product, *in situ* degradation, *Pennisetum purpureum*, roughage, ruminal incubation, *Theobroma cacao* L.

Introdução

Os problemas decorrentes da sazonalidade de produção de forragem no Brasil podem ser minimizados pelo armazenamento do alimento na forma de silagem. O uso de espécies forrageiras para produção de alimentos conservados visando à alimentação de bovinos de corte em confinamento ou em períodos estratégicos de escassez de alimentos é uma alternativa viável para intensificação do sistema produtivo (Restle et al., 2003).

Originário da África e com excelente potencial de produção de matéria seca (mais de 80 toneladas MS/ha/ano), o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) é reconhecidamente uma das gramíneas tropicais de maior potencial produtivo e uma das plantas forrageiras mais utilizadas para conservação na forma de silagem (Vilela, 1990). Contudo, ao ser cortado em idade inferior a 90 dias de crescimento, quando a produção e o valor nutritivo são adequados, o excesso de umidade presente (80% ou mais) aumenta o risco de fermentações indesejáveis com maior

produção dos ácidos acético e butírico, nitrogênio amoniacal, amidas e aminas (McDonald et al., 1991). Neste sentido, o uso do farelo de cacau no momento da ensilagem poderia contornar o problema do excesso de umidade do capim e permitir a produção de silagem de qualidade.

O estudo de tratamentos que beneficiem o processo fermentativo das silagens de capim-elefante tem sido objetivo em diversas pesquisas. Essas avaliações envolvem a adição de fontes de carboidratos (Ferreira et al., 2004; Rodrigues et al., 2005), de materiais com altos teores de MS (Souza et al., 2003; Bernardino et al., 2005), emurchecimento prévio do capim (Ferrari Júnior & Lavezzo, 2001; Andrade & Melotti, 2004), adição de inoculantes bacterianos (Andrade & Melotti, 2003) e uso de substâncias nitrogenadas (Vilela & Wilkinson, 1987; Andrade & Melotti, 2004).

A degradabilidade das frações fibrosas dos alimentos aumenta de acordo com a participação de alimentos volumosos na dieta dos animais (Souza et al., 2000). A composição nutricional de alimentos produzidos sob condições tropicais é diferente da composição de alimentos obtidos em regiões de clima temperado (Van Soest, 1994). Contudo, dos nutrientes necessários às exigências nutricionais para manutenção, crescimento e/ou produção de bovinos, a energia resultante da degradação ruminal de parede celular é a principal contribuição dos volumosos (Ítavo et al., 2002).

Entre as técnicas empregadas para avaliar a degradação ruminal, a *in situ* tem sido a mais utilizada para a estimativa da degradação ruminal dos alimentos (Nocek, 1988; Valadares Filho et al., 1991). Esta técnica consiste em determinar o desaparecimento de componentes da amostra de alimentos acondicionados em sacos de náilon, ou outro material sintético, e incubados no rúmen por períodos variáveis. Embora o estudo *in situ* não permita que o alimento sofra todos os eventos digestivos, como mastigação e ruminação, Teixeira (1997) destacou que o extenso uso desta técnica está relacionado à sua rápida e fácil execução, pois requer pequena quantidade de amostra do alimento-teste e possibilita sua exposição ao contato com o ambiente ruminal. Além disso, a determinação do valor nutritivo *in situ* permite obter valores mais próximos dos encontrados com ensaio *in vivo* (Nocek, 1988; Mertens, 1993).

Com a estimativa das variáveis da cinética dos nutrientes no trato gastrointestinal, é possível o fornecimento de rações mais adequadas visando à máxima eficiência de síntese de proteína microbiana e à redução das perdas energéticas e nitrogenadas decorrentes da fermentação ruminal, que permite observar entre os alimentos a sincronização na degradação de nitrogênio e de carboidratos no rúmen.

Objetivou-se com este experimento avaliar a degradação ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fibra em detergente neutro de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) submetido ao emurchecimento ou à adição de farelo de cacau (*Theobroma cacao* L.).

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite do Departamento de Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, durante o período de agosto a outubro de 2005. Foram utilizadas três vacas da raça Holandesa malhada de preto, em lactação, canuladas no rúmen, com peso médio de 552 kg e produção de leite média de 21,5 kg. Durante todo o período da incubação ruminal, os animais foram alimentados com uma dieta básica composta de 60% silagem de milho (*Zea mays*) e 40% de concentrado (Tabela 1).

As silagens estudadas no ensaio *in situ* foram confeccionadas com capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) proveniente de uma capineira já estabelecida. A capineira localizava-se em solo do tipo chernossolo argilúvio, ótico, típico, estruturado hipereutrófico, com textura argilosa, fase floresta subcaducifólia e relevo ondulado (EMBRAPA, 1999), pertencente à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, Itapetinga, Bahia.

O capim-elefante foi submetido a um corte de uniformização e, após 50 dias de rebrota, foi colhido manualmente a 10 cm do solo, picado em fragmentos de 2 cm em ensiladeira estacionária e submetido aos seguintes tratamentos para ensilagem: a – capim-elefante emurchecido ao sol por 8 horas; b – capim-elefante sem emurchecimento; c – capim-elefante (93%) + farelo de cacau (7%); d – capim-elefante (86%) + farelo de cacau (14%); e – capim-elefante (79%) + farelo de cacau (21%); f – capim-elefante (72%) + farelo de cacau (28%).

No processo de emurchecimento, o capim foi colhido e espalhado no campo e, após 8 horas de exposição ao sol, foi picado e ensilado. Na incorporação do farelo de cacau (FC) ao capim-elefante sem emurchecimento, o farelo de cacau foi imediatamente adicionado em quantidade calculada com base na massa verde (peso/peso) da gramínea, após o corte do capim e o fracionamento das partículas em ensiladeira.

A estimativa da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e as análises para determinação dos teores de nitrogênio total (NT), fibra em detergente neutro corrigida para de cinzas e proteína (FDN_cp), fibra em detergente ácido

Tabela 1 - Composição química, pH e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de silagens de milho e concentrado fornecidos aos animais durante o ensaio de incubação ruminal

	Alimento	
	Silagem de milho	Concentrado
MS	32,2	89,0
MO ¹	96,0	94,9
PB ¹	8,0	24,3
EE ¹	2,8	6,8
FDN _{CP} ¹	69,5	11,2
FDA ¹	33,1	8,9
Cinza ¹	4,0	5,1
Lignina ¹	7,0	1,8
Celulose ¹	26,1	7,1
Hemicelulose ¹	39,2	5,0
NIDN ²	28,0	6,7
NIDA ²	23,3	3,6
CNF ¹	15,7	52,5
CHOs ¹	15,9	-
pH	3,9	-
DIVMS ¹	66,5	-

¹ % da MS; ² % do nitrogênio total.

Tabela 2 - Composição química, pH e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do capim-elefante e do farelo de cacau

Item	Capim-elefante		Farelo de cacau
	Não-emurchecido	Emurchecido	
MS	20,1	27,8	89,8
MO ¹	90,4	90,2	92,6
PB ¹	8,6	8,5	13,5
EE ¹	1,7	1,8	9,9
FDN _{CP} ¹	67,5	65,2	43,6
FDA ¹	43,6	41,3	40,0
Cinza ¹	9,6	9,8	7,4
Lignina ¹	3,3	3,3	17,9
Celulose ¹	40,3	37,9	23,1
Hemicelulose ¹	27,4	27,3	8,5
NIDN ²	15,2	16,9	50,5
NIDA ²	10,8	11,8	47,7
CNF ¹	12,6	14,4	25,7
CHOs ¹	10,9	10,2	12,2
pH ¹	5,6	5,6	-
DIVMS ¹	63,5	64,2	47,0

¹ % da MS; ² % do nitrogênio total.

(FDA), extrato etéreo (EE), celulose, hemicelulose, lignina, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e cinzas (Tabela 2) foram realizadas segundo procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002).

O material foi ensilado em silos experimentais de PVC, cilíndricos (0,15 m de diâmetro, 0,3 m de altura), promovendo compactação manual, em densidade de 500 kg/m³, correspondente a 2,65 kg de matéria natural por silo. Os silos foram

vedados com lona plástica nas duas extremidades com auxílio de arame liso galvanizado e fita plástica, sendo armazenados em galpão coberto durante 45 dias.

Após este período, os silos foram abertos e amostras foram coletadas para posteriores análises. As amostras foram devidamente congeladas, acondicionadas e transportadas para os Laboratórios de Forragicultura e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Parte das amostras foi pré-seca em estufa de ventilação forçada, por 72 horas a 65°C. Em seguida, as amostras foram trituradas em moinho tipo Wiley, com peneira de malha de 2 mm, segundo recomendações do NRC (2001). Após a moagem, amostras proporcionais de cada repetição e por tratamento individual foram misturadas para obtenção de uma amostra composta de cada silagem. As amostras compostas foram, então, destinadas à incubação ruminal.

As amostras de silagens de capim-elefante emurchecido e não emurchecido com 0, 7, 14, 21 ou 28% de farelo de cacau foram acondicionadas em sacos de fibra sintética do tipo TNT, gramatura 100, com dimensões de 15 × 8 cm, na quantidade de aproximadamente 2,4 g de MS/saco, a fim de manter relação próxima a 20 mg de MS/cm² de área superficial do saco (Nocek, 1988). Os períodos de incubação corresponderam aos tempos de 0, 6, 12, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. Os sacos foram colocados em ordem inversa e em duplicata para serem retirados todos ao mesmo tempo, promovendo lavagem uniforme do material na ocasião da retirada do rúmen.

Após o período de incubação total de 144 horas, todos os sacos foram retirados do rúmen, lavados exaustivamente em água corrente e submetidos, então, à secagem. A determinação da MS foi feita em estufa a 65°C por 72 horas. O resíduo obtido após esta etapa foi utilizado para as análises de PB e FDN, segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002).

Os dados de degradabilidade *in situ* da MS, PB e FDN foram obtidos pela diferença de peso encontrada para cada componente entre as pesagens feitas antes e após a incubação ruminal e expressos em porcentagem.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos com parcelas subdivididas, no qual os três animais representaram os blocos; as silagens, os tratamentos; e os nove horários de incubação dos alimentos no rúmen, as subparcelas.

Com o auxílio do SAEG – Sistema para Análises Estatísticas (Ribeiro Jr., 2001), foram calculadas as taxas de degradação da matéria seca e da proteína bruta utilizando-se a equação proposta por Ørskov & McDonald (1979):

$D_t = A + B \times (1 - e^{-ct})$, em que: D_t = fração degradada no tempo t (%); A = fração solúvel (%); B = fração insolúvel potencialmente degradável (%); c = taxa de degradação da fração B (h^{-1}); e t = tempo (horas).

A degradabilidade da FDN foi estimada utilizando-se o modelo de Mertens & Loften (1980): $R_t = B \times e^{-ct} + I$, em que R_t = fração degradada no tempo t ; e I = fração indigestível. Após os ajustes da equação de degradação da FDN, procedeu-se à padronização de frações, conforme proposto por Waldo et al. (1972), utilizando-se as equações: $B_p = B/(B+I) \times 100$; $I_p = I/(B+I) \times 100$, em que: B_p = fração potencialmente degradável padronizada (%); I_p = fração indigestível padronizada (%); e B, I = como definidas anteriormente.

Os coeficientes não-lineares A, B e c foram estimados por meio de procedimentos iterativos de Gauss-Newton. A degradabilidade efetiva (DE) da MS e da PB no rúmen foi calculada utilizando-se o modelo:

$$DE = A + (B \times c / c + k),$$

em que k corresponde à taxa estimada de passagem das partículas no rúmen.

No cálculo da digestibilidade efetiva da FDN, utilizou-se o modelo:

$$DE = B_p \times c / (c + k)$$

em que B_p é a fração potencialmente degradável (%) padronizada.

Resultados e Discussão

Considerando que a fração A representa a porção da planta que está prontamente disponível para os microrganismos ruminais, é possível que o farelo de cacau tenha contribuído para o acréscimo desta fração nas silagens, pois o tratamento com 28% de farelo de cacau resultou nos maiores valores: 24,8 e 40,5%, respectivamente, na MS e PB (Tabela 3).

Nas silagens produzidas com capim-elefante emurhecido e não emurhecido, os valores de A da MS foram semelhantes (23,5 e 21,4%, respectivamente). Valor de A superior aos encontrados neste trabalho foi relatado por Chizzotti et al. (2005), que avaliaram a degradabilidade ruminal da silagem de capim-elefante e verificaram valor de 29,3% de fração A .

Apesar dos maiores valores de A , a fração insolúvel potencialmente degradável (B), tanto de MS como de PB, foi menor na silagem com 28% de farelo de cacau. Os menores valores da fração B observados nas silagens com farelo de cacau possivelmente foram ocasionados pelo elevado teor de NIDA do farelo de cacau (48% do N-total). Como o NIDA é a fração que representa o nitrogênio indisponível ao

Tabela 3 - Degradabilidade ruminal da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) de silagens de capim-elefante (CE) incubadas no rúmen

Silagem	Parâmetro			r^2
	A	B	c	
Degradabilidade da MS				
CE emurhecido	23,5	60,1	0,1000	0,97
CE + 0% FC	21,4	59,2	0,1010	0,97
CE + 7% FC	19,4	55,9	0,0880	0,95
CE + 14% FC	19,7	46,6	0,1200	0,99
CE + 21% FC	22,7	45,0	0,0670	0,99
CE + 28% FC	24,8	44,3	0,1280	0,98
Degradabilidade da PB				
CE emurhecido	35,1	48,3	0,0487	0,98
CE + 0% FC	35,2	47,9	0,0477	0,98
CE + 7% FC	36,5	45,9	0,0401	0,98
CE + 14% FC	37,4	43,2	0,0459	0,97
CE + 21% FC	38,5	40,7	0,0462	0,96
CE + 28% FC	40,5	36,7	0,0415	0,97
Degradabilidade da FDN				
	B_p	I_p	c	
CE emurhecido	67,0	33,0	0,0620	0,98
CE + 0% FC	68,0	32,0	0,0600	0,98
CE + 7% FC	60,9	39,1	0,0801	0,97
CE + 14% FC	59,1	40,9	0,1010	0,98
CE + 21% FC	59,8	40,2	0,1030	0,97
CE + 28% FC	55,7	44,3	0,1110	0,99

A = fração solúvel (%); B/B_p = fração insolúvel potencialmente degradável (%); I_p = fração indegradável padronizada (%); c = taxa fracional de degradação (h^{-1}) (%/hora); r^2 = coeficiente de determinação. CE = capim-elefante; FC = farelo de cacau.

sistema ruminal, os níveis de farelo de cacau adicionados na ensilagem resultaram em menores valores de B .

A taxa de degradação da fração potencialmente degradável da proteína varia de 2 a 8%/hora (NRC, 1985). Apesar das variações nas frações A e B , as taxas de degradação da PB em %/hora (fração C) mantiveram-se constantes, entre 4 e 5%/hora, o que não ocorreu com a MS, cuja fração C variou de 6,7 a 12,8%/hora.

Chizzotti et al. (2005) avaliaram a degradabilidade ruminal da silagem de capim-elefante e observaram menor taxa de passagem da MS. Certamente, a pior qualidade do capim utilizado pelos autores, com mais de 10% de lignina, contribuiu para a menor fração c , pois, neste estudo, o capim-elefante ensilado apresentou apenas 3,30% de lignina.

Na FDN, os maiores valores de B_p foram observados nas silagens sem farelo de cacau: 67 e 68%, respectivamente, nas silagens de capim emurhecido e não emurhecido. Assim, os menores valores de B encontrados nas silagens

com farelo de cacau refletiram em maiores valores de fração indegradável (I_p).

A proporção de carboidratos da parede celular e seu teor de lignina são os fatores que mais afetam a qualidade das gramíneas tropicais. Segundo Van Soest (1994), o teor de FDN das forragens é negativamente correlacionado ao seu consumo. Assim, o maior teor de lignina do farelo de cacau em comparação ao capim-elefante ensilado foi a possível causa da elevação da I_p .

Os maiores valores de degradabilidade potencial da MS foram observados nas silagens sem farelo de cacau (acima de 80%), contudo, a degradabilidade potencial da silagem com 7% de farelo de cacau foi de 75%, enquanto a das silagens com 14, 21 e 28% foi de 65 a 70% (Tabela 4).

O emurchecimento do capim-elefante ao sol por 8 horas não afetou a degradabilidade ruminal da MS, cujos valores foram semelhantes aos obtidos na silagem não emurchecida. Degradabilidade potencial da MS semelhante à observada neste estudo foi relatada por Veloso et al. (2006), de 63,6; 81,3 e 87,4%, respectivamente, nos folíolos de guandu, soja e folhas de mandioca.

Tabela 4 - Degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB) e da fibra em detergente neutro (FDN) de silagens de capim-elefante (CE)

Silagem	Degradabilidade potencial	Degradabilidade efetiva		
		Taxa de passagem (%/hora)		
		2	5	8
Matéria seca (%)				
CE emurchecido	83,6	73,6	63,6	56,9
CE + 0% FC	80,6	71,5	62,2	55,7
CE + 7% FC	75,3	64,9	55,0	48,6
CE + 14% FC	66,3	59,6	52,6	47,7
CE + 21% FC	67,7	57,4	48,6	43,3
CE + 28% FC	69,1	63,1	56,6	52,0
Proteína bruta (%)				
CE emurchecido	83,4	69,3	58,9	53,4
CE + 0% FC	83,1	68,9	58,6	53,1
CE + 7% FC	82,4	67,1	56,9	51,8
CE + 14% FC	80,6	67,5	58,1	53,2
CE + 21% FC	79,2	66,9	58,1	53,4
CE + 28% FC	77,2	65,3	57,1	53,0
Fibra em detergente neutro (%)				
CE emurchecido	67,0	50,7	37,1	29,3
CE + 0% FC	68,0	51,0	37,1	29,2
CE + 7% FC	60,9	48,7	37,5	30,5
CE + 14% FC	59,1	49,4	39,6	33,0
CE + 21% FC	59,8	50,1	40,2	33,7
CE + 28% FC	55,7	47,2	38,4	32,4

FC = farelo de cacau.

Resultados inferiores de degradabilidade potencial da MS foram observados por Cabral et al. (2005), que avaliaram a degradação ruminal da silagem de capim-elefante e verificaram degradabilidade potencial de 64,9% da MS. A baixa degradabilidade potencial da MS relatada por esses autores pode ser atribuída ao mais avançado estágio de maturação do capim-elefante utilizado (120 dias de crescimento), pois gramíneas tropicais, apesar da alta produtividade acumulam ao longo do seu ciclo de crescimento elevada porcentagem de parede celular (FDN), uma fração de lenta e incompleta digestão, que ocupa muito espaço no trato gastrointestinal (Mertens, 1996) e ocasiona variação na digestão dos alimentos tropicais, além de afetar o consumo de alimentos (Van Soest, 1994; Mertens, 1996).

Embora os potenciais de degradação da MS das silagens com farelo de cacau tenham sido inferiores aos das silagens sem farelo de cacau, até as primeiras seis horas, os valores de desaparecimento ruminal da MS foram semelhantes (Figura 1). Estimado pela equação não-linear proposta por Ørskov & McDonald (1979), o potencial máximo de degradação da MS das silagens sem farelo de cacau foi obtido com 96 horas de incubação, entretanto, nas demais silagens, foram variáveis (em média, com 72 horas de incubação ruminal).

Após 12 horas de incubação ruminal, os valores de degradação da MS das silagens são elevados (acima de 40%), entretanto, neste estudo, apresentaram grande variação, pois nas silagens com farelo de cacau foram sempre menores (Figura 1). Essa diferença na degradação ruminal da MS das silagens pode ser um importante fator a influenciar o consumo animal.

A mesma tendência observada para a degradabilidade potencial foi constatada para a degradabilidade efetiva (DE) da MS, ou seja, os valores foram maiores nas silagens sem farelo de cacau. Rodrigues et al. (2004) sugeriram que a elevada proporção de carboidratos da parede celular e o teor de lignina da forragem são a principal causa da menor degradabilidade. Assim, o elevado teor de lignina do farelo de cacau (17,9%) provavelmente foi o responsável pelas menores degradabilidades efetivas das silagens com farelo de cacau. Considerando a taxa de passagem de 5%/hora, excetuando-se a silagem com 21% de farelo de cacau, que apresentou 48,6% de degradabilidade efetiva, todas as outras silagens (capim emurchecido com 0, 7, 14 e 28% de farelo de cacau) apresentaram degradabilidade efetiva da MS acima de 50%.

Os valores de degradabilidade potencial da PB foram superiores a 80%, exceto das silagens com 21 e 28% de farelo de cacau, que apresentaram valores abaixo de 80%. Cabral

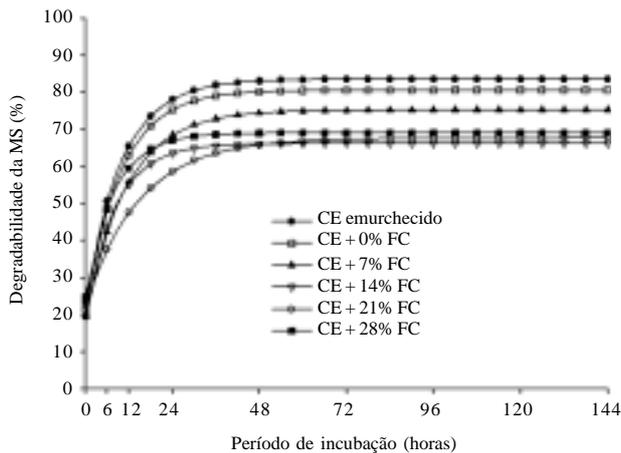


Figura 1 - Degradabilidade da matéria seca (MS) de silagens de capim-elefante (CE) emurchecido ou com farelo de cacau (FC). Estimada pela equação: $D_t = A + B \times (1 - e^{-ct})$.

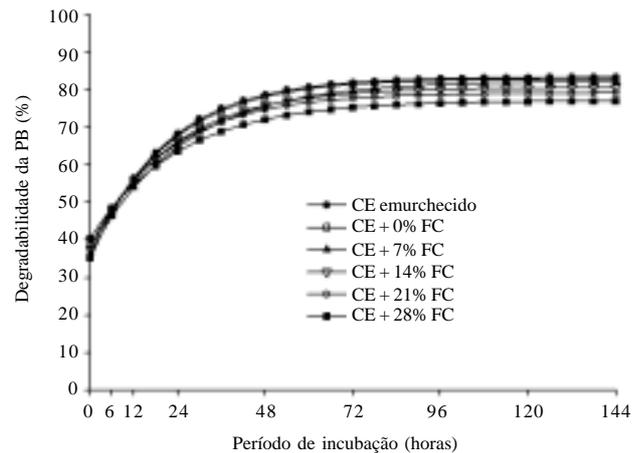


Figura 2 - Degradabilidade da proteína bruta (PB) de silagens de capim-elefante (CE) emurchecido ou com farelo de cacau (FC). Estimada pela equação: $D_t = A + B \times (1 - e^{-ct})$.

et al. (2005) verificaram degradabilidade potencial da PB de 70% em silagem de capim-elefante cortado com 120 dias de crescimento. Neste trabalho, os maiores valores de degradabilidade potencial da PB podem estar relacionados ao estágio de maturação do capim-elefante, cortado com 50 dias de crescimento.

Em todas as silagens avaliadas, mais de 60% da degradabilidade da PB ocorreu após 24 horas de incubação ruminal (Figura 2). Contudo, a partir deste período, os menores valores foram observados nas silagens com farelo de cacau, especialmente naquelas com 21 e 28%.

Não houve grandes variações na degradabilidade efetiva da PB das silagens em cada taxa de passagem. Resultados semelhantes foram observados por Veloso et al. (2006), que verificaram degradabilidade efetiva de 60% da PB em folíolos de leucena a uma taxa de passagem de 5%/hora. Sarti et al. (2005) também observaram valores de degradabilidade efetiva da PB de 66,8; 58,2 e 54,3%, respectivamente, em silagens de capim-elefante nas taxas de passagem de 2, 5 e 8%/hora. Na silagem de capim-elefante sem farelo de cacau, nestas mesmas taxas de passagem, observaram-se valores de 68,9; 58,6 e 53,1%.

A degradação potencial da FDN das silagens com farelo de cacau foi menor que a das silagens sem farelo de cacau, o que pode estar relacionado ao elevado teor de lignina do farelo de cacau (17,9%). Assim como neste estudo, Garleb et al. (1991) sugeriram que elevados teores de celulose cristalina e lignina da casca de algodão promovem lento desaparecimento da FDN em ensaios *in situ*.

Os valores obtidos neste estudo para a degradabilidade potencial da FDN das silagens com capim emurchecido e não emurchecido, sem farelo de cacau, foram inferiores (7 e

8 unidades percentuais, respectivamente) aos descritos por Sarti et al. (2005), que avaliaram a degradabilidade ruminal do capim-elefante e observaram degradabilidade potencial de 60% da FDN. Sabe-se que, com o crescimento das plantas, a parede celular se desenvolve acumulando lignina, portanto, acredita-se que o estágio de maturação em que o capim-elefante foi cortado neste experimento, aos 50 dias após o corte de uniformização, tenha sido a causa dos maiores valores de degradabilidade potencial da FDN, uma vez que Sarti et al. (2005) ensilaram o capim aos 70 dias de rebrota.

A curva de desaparecimento da FDN (Figura 3) comprova que as silagens de capim-elefante diferiram quanto à taxa de desaparecimento da fibra. Até as primeiras 36 horas de incubação ruminal, os valores de degradação da FDN mantiveram-se próximos (aproximadamente 50%), contudo, a partir deste tempo, os valores observados para as silagens sem farelo de cacau foram maiores.

Apesar de o farelo de cacau ter afetado o potencial de degradação da FDN, as taxas de degradação (fração c) das silagens com farelo de cacau foram mais altas, logo, o tempo de permanência da FDN no rúmen dessas silagens é menor que o daquelas sem farelo de cacau, o que, de certo modo, é positivo, pois mais de 90% do potencial máximo de desaparecimento da fibra foi alcançado com pouco menos de 24 horas de incubação ruminal. Segundo Mertens (1993), para que alimentos volumosos sejam considerados de qualidade, suas taxas de degradação de FDN devem situar-se entre 2 e 6%/hora. De acordo com essa classificação, apenas as silagens de capim emurchecido e não emurchecido poderiam ser consideradas de qualidade (Tabela 3).

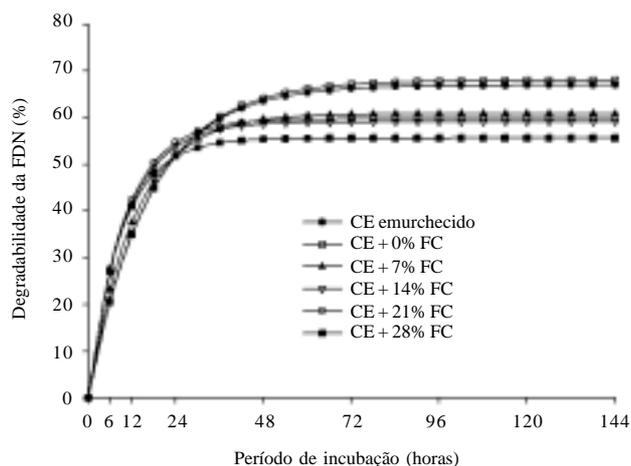


Figura 3 - Degradabilidade da fibra em detergente neutro (FDN) de silagens de capim-elefante (CE) emurchecido com farelo de cacau (FC). Estimada pela equação: $R_t = B \times e^{-ct} + I$.

Os valores observados nas silagens de capim-elefante emurchecido e não emurchecido com 0, 7, 14, 21 e 28% de farelo de cacau no tempo de incubação de 96 horas (66,8; 67,8; 60,9; 59,1; 59,8 e 55,7%, respectivamente) foram próximos aos obtidos por Molina et al. (2003), de 67,5; 66,0; 60,5 e 58,8%, respectivamente, em silagens de sorgo BR 303, AG 2006, BR 700 e BR 701 no mesmo tempo de incubação.

A degradabilidade efetiva da FDN não diferiu entre as silagens e apresentou amplitude máxima de menos de três unidades percentuais na taxa de passagem de 5%/hora. Esse resultado foi inferior ao descrito por Lopes & Aroeira (1999), que avaliaram a degradabilidade do capim-elefante e verificaram degradabilidade efetiva de 34% da FDN. Valores de degradabilidade efetiva do capim-elefante são relatados por vários autores, no entanto, nesses trabalhos a idade do capim-elefante geralmente não é caracterizada.

Conclusões

Silagens de capim-elefante emurchecido e não emurchecido sem farelo de cacau apresentam mesmo potencial de degradação. A adição de farelo de cacau ao capim-elefante no momento da ensilagem resulta em silagens com menores valores de degradabilidade potencial. Os valores de fração indigestível aumentam com a inclusão de farelo de cacau, portanto, devem ser observados e considerados no balanceamento de dietas para ruminantes.

Literatura Citada

- ANDRADE, S.J.T.; MELOTTI, L. Inoculantes bacterianos na silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.40, n.3, p.219-223, 2003.
- ANDRADE, S.J.T.; MELOTTI, L. Efeito de alguns tratamentos sobre a qualidade da silagem de capim-elefante cultivar Napier (*Pennisetum purpureum*, Schum.). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.41, n.6, p.409-415, 2004.
- BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; ROCHA, F.C. et al. Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2185-2291, 2005.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Degradabilidade *in situ* da matéria seca, da proteína bruta e da fibra de alguns alimentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.8, p.777-781, 2005.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I. et al. Casca de algodão em substituição parcial à silagem de capim-elefante para novilhos. 1. Consumo, degradabilidade e digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2093-2102, 2005.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: 1999. 412p.
- FERRARI JR., E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) emurchecido ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1424-1431, 2001.
- FERREIRA, A.C.H.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Valor nutritivo das silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de caju. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1380-1385, 2004.
- GARLEB, K.A.; BOURQUIN, L.D.; HSU, J.T. et al. Isolation and chemical analyses of nonfermented fiber fractions of oat hulls and cottonseed hulls. **Journal of Animal Science**, v.69, p.1255-1271, 1991.
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FIHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Consumo, degradabilidade ruminal e digestibilidade aparente de fenos de gramíneas do gênero *Cynodon* e rações concentradas utilizando indicadores internos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.1024-1032, 2002 (supl.).
- LOPES, F.C.F.; AROEIRA, L.J.M. Degradabilidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) e da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) mais uréia no rúmen de vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.51, n.4, p.383-386, 1999.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- 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.
- MERTENS, D.R. Rate and extent of digestion. In: FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Eds.). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Cambridge: Commonwealth Agricultural Bureaux, Cambridge University Press, 1993. p.13-51.
- MERTENS, D.R. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGE INDUSTRIES, 1996, Wisconsin, 1996. **Proceedings...** Wisconsin: [s.ed.], 1996. p.81-92.
- MOLINA, L.R.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Parâmetros de degradabilidade potencial dos componentes da parede celular das silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum*

- bicolor* (L.) Moench), na presença ou ausência de tanino no grão, avaliados pela técnica *in situ*. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.5, p.1138-1143, 2003.
- NOCEK, J.E. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.5, p.2051-2069, 1988.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Ruminant nitrogen usage**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985. 138p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 450p.
- ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal Agricultural Science**, v.92, n.1, p.449-453, 1979.
- RESTLE, J.; NEUMANN, M.; BRONDANI, I.L. et al. Avaliação da silagem de capim papuã (*Brachiaria plantaginea*) por meio do desempenho de bezerros de corte confinados. **Ciência Rural**, v.33, n.4, p.749-756, 2003.
- RIBEIRO JR., J.I. **Análises estatísticas no SAEG (Sistema para análises estatísticas)**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2001. 301p.
- RODRIGUES, A.L.P.; SAMPAIO, I.B.M.; CARNEIRO, J.C. et al. Degradabilidade *in situ* da matéria seca de forrageiras tropicais obtidas em diferentes épocas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.5, p.658-664, 2004.
- RODRIGUES, P.H.M.; BORGATTI, L.M.O.; GOMES, R.W. et al. Efeito da adição de níveis crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1138-1145, 2005.
- SARTI, L.L.; JOBIM, C.C.; BRANCO, A.F. et al. Degradação ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fração fibra de silagens de milho e de capim-elefante. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, n.1, p.1-10, 2005.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- SOUZA, A.L.; BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R. et al. Valor nutritivo da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) com diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.828-833, 2003.
- SOUZA, N.H.; FRANZOLIN, R.; RODRIGUES, P.H.M. et al. Efeito de níveis crescente de fibra em detergente neutro na dieta sobre a digestão ruminal em bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1565-1577, 2000.
- TEIXEIRA, J.C. Introdução aos métodos de determinação de digestibilidade em ruminantes. In: TEIXEIRA, J.C. (Ed). **Digestibilidade em ruminantes**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1997. p.7-27.
- VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. et al. Degradabilidade *in situ* da proteína bruta e da matéria seca de alguns alimentos em vacas gestantes e lactantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.1, p.111-122, 1991.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VELOSO, C.M.; NORBERTO, M.M.; CARVALHO, G.G.P. et al. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da proteína bruta de folhas e folíolos de forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.613-617, 2006.
- VILELA, D. Utilização do capim-elefante na forma de forragem conservada. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM-ELEFANTE, 1990, Coronel Pacheco. **Anais...** Coronel Pacheco: EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, 1990. p.89-131.
- VILELA, D.; WILKINSON, J. M. Efeito do emurchecimento e da adição de uréia sobre a fermentação e digestibilidade *in vitro* do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) ensilado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.16, n.6, p.550-562, 1987.
- WALDO, D.R.; SMITH, L.W.; COX, E.L. Model of cellulose disappearance from the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.55, p.125-129, 1972.