

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias
v.1, n.único, p.109-114, out.-dez., 2006
Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br
Protocolo 29 - 08/12/2006

Daniele S. de Matos²

Adriana Guim³

Ângela M. V. Batista⁴

Odilon G. Pereira⁵

Evaristo J. de O. Souza⁶

Edson R. de F. Zumba⁷

Estabilidade aeróbica e degradabilidade da silagem de maniçoba (*Manihot* sp.) emurchecida¹

RESUMO

O trabalho objetivou avaliar a estabilidade aeróbica e degradação ruminal da silagem de maniçoba. A estabilidade aeróbica foi determinada através da produção de gás carbônico (CO₂), dosado a um, três, seis e doze dias de exposição ao ar, sendo realizada a análise química na silagem remanescente desses períodos. Observou-se que a produção de CO₂ aumentou gradativamente com a exposição ao ar devido, possivelmente, à utilização dos carboidratos solúveis e da fibra em detergente neutro (FDN). A degradabilidade ruminal foi avaliada com as silagens expostas ao ar por zero, seis e doze dias, e nos resíduos foram determinado a matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e FDN, para determinação da Degradabilidade Potencial (DP) e Efetiva (DE). A exposição ao ar influenciou apenas a DE da MS, com menores valores para silagem exposta por seis dias, e a DE da FDN, sendo que a silagem que não foi exposta ao ar apresentou melhores valores, confirmando a utilização da FDN na produção de CO₂. A silagem de maniçoba apresenta baixa velocidade de deterioração aeróbica, com baixa produção de gás carbônico até doze dias de exposição ao ar.

Palavras-chave: degradabilidade potencial, degradabilidade efetiva, gás carbônico, pH

Aerobic stability and degradability of maniçoba (*Manihot* sp.) silage

ABSTRACT

The work aimed to evaluate aerobic stability and ruminal degradation of maniçoba silage. The aerobic stability was determined through the production of carbonic gas (CO₂), dosed to one, three, six, nine and twelve days of exposition to the air, being accomplished the chemical analysis in the remaining silage of these periods. It was observed that CO₂ production increased with exposition to air, possibly due the use of soluble carbohydrate and neutral detergent fiber (NDF). Ruminal degradability was accomplished with the exposed silage to air for zero, six and twelve days, and in the residues, the dry matter (DM), crude protein (CP) and NDF were determined for the exposition of potential (PD) and effective (ED) degradability. The exposition to air influenced the ED of DM, with smaller values for exposed silage for six days, and the ED of NDF, and not exposed silage presented better values, confirming the use of NDF in the CO₂ production. The maniçoba silage presents low speed of aerobic deterioration, with low carbonic gas production up to twelve days of exposition to the air.

Key words: potential degradability, effective degradability, carbonic gas, pH

² Doutoranda em Nutrição Animal, UFRPE, dannye@click21.com.br

³ Professora Adjunta, Dept^o de Zootecnia, UFRPE, Bolsista PET

⁴ Professora Adjunta, UFRPE, Bolsista CNPq

⁵ Professor Adjunto, Dept^o de Zootecnia, UFRPE

⁶ Mestrando em Nutrição Animal, Dept^o de Zootecnia, UFRPE

⁷ Zootecnista, EMATER, RN

¹Trabalho realizado pelo acordo IPA/UFRPE, parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor

INTRODUÇÃO

A vegetação típica do semi-árido, caatinga, caracteriza-se por ser uma comunidade com plantas arbustivas arbóreas, caducifólias e espinhosas, que crescem rapidamente durante o período chuvoso e em cujo término, como parte do mecanismo de preservação, as folhas caem diminuindo, assim, a disponibilidade de forragem. Esta estacionalidade na produção de forragens, especialmente a baixa disponibilidade de forragens na caatinga durante o período seco, tem sido a principal causa de perdas de peso e até mesmo da mortalidade de animais no semi-árido brasileiro (Salviano & Soares, 2003).

Dentre as plantas da caatinga, algumas apresentam características forrageiras importantes, a exemplo da maniçoba que, quando cultivada, permite um a dois cortes no curto período chuvoso, com produtividade de quatro a cinco toneladas de matéria seca por hectare. Salviano & Soares (2003) informaram que esta planta rebrota rapidamente após as primeiras chuvas, florando, frutificando e perdendo as folhas logo em seguida, o que preconiza sua conservação na forma de feno ou silagem.

A técnica de ensilagem é um importante método de conservação de forragem e a deterioração aeróbica constitui seu principal problema (Guim, 2002). A presença de oxigênio no período de estocagem ou na abertura do silo favorece o desenvolvimento de microrganismos aeróbicos que utilizam vários substratos derivados diretamente das forragens, ou indiretamente da fermentação, cujo resultado é a perda de nutrientes e, conseqüentemente, a redução no valor nutritivo da silagem (Honing & Woolford, 1979).

A deterioração aeróbica resulta na mineralização dos componentes facilmente oxidáveis a gás carbônico (CO_2) e água (H_2O) pela ação do oxigênio atmosférico (Honing & Woolford, 1979); portanto, a dosagem da produção de CO_2 de silagens expostas ao ar pode auxiliar a caracterização da velocidade de sua deterioração (Moura et al., 2001). Vale lembrar que se a silagem for de baixa qualidade, por exemplo, de elevado pH, alto conteúdo de ácido butírico e amônia, baixo conteúdo de ácidos láctico e acético, a mesma será muito estável ao ar. Ácido butírico e ácidos graxos superiores, junto com amônia agem como eficientes conservantes (Woolford, 1990).

Os principais substratos utilizados pelos microrganismos são os açúcares solúveis, os ácidos orgânicos e compostos nitrogenados solúveis, resultando no aumento dos conteúdos de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e cinzas, e perda de nutrientes digestíveis e energia. Essas alterações são acompanhadas pelo aumento do pH, temperatura e nitrogênio amoniacal (McDonald et al., 1991).

Fujita et al. (1980) apud McDonald et al. (1991) compararam o valor nutritivo de silagens de gramínea aerobicamente deteriorada por 3 a 7 dias com silagens não deterioradas e observaram reduções significativas na digestibilidade dos constituintes orgânicos das silagens deterioradas. As vacas alimentadas com esta silagem apresentaram maior perda de nitrogênio nas fezes e urina além de valores significativamente menores de retenção de nitrogênio.

Sendo assim, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a estabilidade aeróbica da silagem de maniçoba emurchecida

e a cinética de degradação ruminal da silagem emurchecida e exposta ao ar durante seis e doze dias.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Caprino-Ovinocultura do Departamento de Zootecnia (DZ) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), com o objetivo de se avaliar a estabilidade aeróbica e a degradabilidade da silagem de maniçoba expostas ao ar. A maniçoba foi proveniente da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) de Serra Talhada, PE, colhida da caatinga em fevereiro de 2003, quando estava no estágio de vegetação plena, retirando-se-lhes as partes mais externas da copa. Após o corte, a forragem foi picada em partículas de 4 cm em média, exposta ao sol por aproximadamente 1 hora para pré-emurchecimento e compactada em tambores de metal com capacidade de 200 L. Os silos foram transportados para o Setor de Caprino-Ovinocultura/DZ/UFRPE, onde permaneceram 12 meses.

Na abertura dos silos a silagem (Tempo 0) foi amostrada, processada e submetida à análise de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO) e carboidratos solúveis (CHOS), segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), celulose (CEL) e lignina (LIG) conforme Van Soest et al. (1991); carboidratos não-fibrosos ($\text{CNF} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{FDN} + \% \text{EE} + \% \text{MM})$) (adaptado de Hall, 2001), nitrogênio amoniacal (N-NH_3) (Preston, 1986) e pH (potenciômetro digital).

A silagem foi exposta ao ar em um sistema adaptado ao descrito por Ashbell et al. (1990), usado para determinação de gás carbônico (CO_2) que foi dosado a 1, 3, 6, 9 e 12 dias de exposição, com 5 repetições por tempo de exposição.

O sistema para a mensuração da deterioração aeróbica foi elaborado com garrafas de polietileno (PET), sendo que para o preparo de uma unidade foram necessárias duas garrafas. A parte superior de uma garrafa corresponde ao volume de um litro e foi seccionada, sendo usada como parte superior do sistema enquanto a base original da garrafa, como tampa do sistema. Para permitir a circulação de ar, foram feitos dois orifícios de 1 cm de diâmetro, um na tampa e outro no fundo, protegido por uma tela, para evitar a entrada de insetos; nessa parte foram colocados, levemente compactados, em média 300g de silagem (peso úmido), devidamente registrados. A parte inferior da unidade foi feita com outra garrafa de material mais resistente (frasco plástico), recebendo 100 mL de hidróxido de potássio (KOH) a 20%. As partes superior e inferior foram então encaixadas e fixadas com fita adesiva, formando o sistema.

Em cada tempo de exposição anteriormente citado, amostras da silagem remanescente nos sistemas foram divididas em duas porções, sendo que de uma parte se retirou o suco da silagem, com o auxílio de uma prensa mecânica, que era filtrado em gaze, onde se mensurava o pH, retirava-se uma amostra, devidamente identificada, e a congelava para posterior determinação do nitrogênio amoniacal (N-NH_3), segundo

metodologia descrita por Preston (1986). A outra porção da silagem era acondicionada em sacos plásticos devidamente identificados e congelada para análises bromatológicas posteriores. O volume total do KOH de cada sistema era acondicionado em frascos de vidro com tampa, devidamente identificados, para determinação do CO₂ produzido no processo; e para quantificar o CO₂, 10 mL da solução de KOH do sistema, foi titulada com solução de ácido clorídrico (HCl) 1N; nesta titulação, a indicação de que o CO₂ havia sido expelido foi a própria alteração no valor do pH entre 8,1 e 3,6, sendo anotado o volume (mL) de HCl gasto neste intervalo de pH. Para facilitar a visualização dessas alterações de pH utilizaram-se os indicadores fenolftaleína, que tem seu ponto de viragem próximo a 8,1 e alaranjado de metila, cujo ponto de viragem é próximo a 3,6. O eletrodo do potenciômetro permaneceu todo o tempo da titulação em contato com a solução de KOH.

A quantidade de CO₂ (g kg⁻¹ de MS) foi calculada de acordo com a fórmula: $CO_2 = (0,044 * T * V) / (A * S * MS)$, onde: T = Volume de HCl gasto na titulação (mL); V = Volume total de KOH 20% (100 mL); A = Volume de KOH 20% usado na determinação (10 mL); S = Quantidade de silagem fresca (kg) colocada nas garrafas; MS = Matéria Seca da silagem do sistema.

As amostras das silagens expostas ao ar foram conduzidas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, para descongelamento, pesagem e colocadas estufa com circulação forçada, a uma temperatura de 55 °C durante 72 h e novamente pesadas.

Após a secagem, parte dos resíduos foi triturada em moinho com peneira de 1 mm e submetida às análises de MS, PB, EE, MM, MO, FDN, FDA, CNF, HEM, CEL, LIG e CHOS.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão a 5% de probabilidade, utilizando-se o pacote computacional SAEG (UFV, 2000).

Para o estudo da degradabilidade ruminal da silagem de maniçoba utilizaram-se silagens oriundas do estudo de estabilidade aeróbica dos tempos 0, 6 e 12 dias de exposição ao ar, moídas em peneira de 4 mm.

Foram utilizados três caprinos com fístula permanente no rúmen, alojados em baia coletiva, onde receberam uma refeição diária no período da manhã (8 h), composta de feno de tifton, silagem de maniçoba, água e mistura mineral à vontade.

O período experimental foi de 15 dias, dos quais 10 para adaptação alimentar e cinco para incubação das amostras no rúmen; para isto, foi pesada cerca de 1,0 g de amostra, previamente moída em peneira de 4 mm, depositada em sacos de náilon, devidamente pesado e identificado, medindo 5 x 8 cm, com porosidade de 36 micras, obedecendo-se à relação de 25 mg de amostra cm⁻². Os tempos de incubação, foram: 0; 6; 12; 24, 48, 72 e 96 h, colocando-se duas repetições por tempo e por amostra em cada animal.

Os sacos, após sua retirada do interior do rúmen, foram imediatamente imersos em baldes contendo água e gelo visando à paralisação da atividade microbiana; posteriormente, foram lavados em água corrente para retirada do excesso de material do rúmen, sendo então congelados. Encerrado o pe-

ríodo de incubação e retirada das amostras, os sacos foram descongelados e lavados em máquina com baixa rotação, durante 1 min, processo repetido até que a água de lavagem se mostrasse limpa.

Após a lavagem os sacos foram colocados em estufa com ventilação forçada a uma temperatura de 55 °C, por 72 h. As amostras retiradas da estufa foram postas em dessecador uma hora, e pesadas. Após a secagem e pesagem os resíduos foram submetidos a análise química para determinação da MS, PB (Silva & Queiroz, 2002) e FDN (Van Soest et al., 1991).

O desaparecimento da MS, PB e FDN foi calculado pela diferença de pesagens dos sacos antes e após a incubação, com base na matéria seca.

Os dados do desaparecimento foram ajustados pelo modelo proposto por Orskov & McDonald (1979) para expressar a degradabilidade dos alimentos:

$$p = a + b (1 - e^{-ct})$$

em que p é a degradabilidade potencial, a é a fração rapidamente solúvel, b é a fração potencialmente degradável e expressa a fração que será degradada no tempo, e c a taxa de degradação na qual a fração descrita por b era degradada por hora. Os parâmetros do modelo de regressão não-linear foram obtidos pelo procedimento computacional de Chen (1997).

As constantes a, b e c da equação exponencial, foram utilizadas para calcular a degradabilidade potencial (a + b), representado pela quantidade de alimento que se pode solubilizar ou degradar dentro do rúmen se o tempo não for fator limitante, e a degradabilidade efetiva (DE), a qual representa a quantidade de alimento realmente degradado. A DE foi calculada por meio da equação desenvolvida por Orskov & McDonald (1979) e posteriormente modificada por McDonald (1981):

$$DE = a + [(b*c)/(c + k)] * \exp [-(c+k)t_0]$$

onde k representa a taxa de passagem do conteúdo ruminal por hora e t₀ refere-se lag time, assumindo-se os valores de 2, 5, e 8% h⁻¹, sugeridos pelo ARC (1984).

Para a análise dos parâmetros de degradação ruminal, empregou-se o delineamento em blocos ao acaso, em que os animais foram considerados bloco. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas através do teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o pacote computacional SAEG (UFV, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química e a produção de gás carbônico (CO₂) das silagens ao longo dos tempos de exposição ao ar se encontram na Tabela 1. Os tempos de exposição ao ar não influenciaram (P>0,05) os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), hemicelulose (HEM) e ni-

Tabela 1. Valores médios, equações de regressão (ER), coeficientes de determinação (R^2) e de variação (CV) de matéria seca (MS); proteína bruta (PB); extrato etéreo (EE); matéria mineral (MM); matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN); fibra em detergente ácido (FDA); carboidratos não fibrosos (CNF); hemicelulose (HEM); celulose (CEL); lignina (LIG); carboidratos solúveis (CHOS); pH; nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e gás carbônico (CO₂) da silagem de maniçoba exposta ao ar por diferentes dias

Table 1. Mean values, regression equation (RE), coefficient of determination (R^2) and variation coefficient (VC) of the dry matter (DM); crude protein (CPB); ether extract (EE); mineral matter (MM); organic matter (OM); neutral detergent fiber (NDF); acid detergent fiber (ADF); non fibrous carbohydrates (NFC); hemicellulose (HEM); cellulose (CEL); lignin (LIG); soluble carbohydrates (SC); pH; ammonia-N as percentage of total nitrogen (N-NH₃) and carbonic gas (CO₂) of the maniçoba silage exposed to air for different days

Nutrientes	Tempos de exposição ao ar (dias)						ER	R ²	CV
	0	1	3	6	9	12			
MS (%)	25,78	25,92	25,79	25,97	25,63	25,31	Y=25,73	-	1,39
PB (% na MS)	14,58	15,34	16,06	14,68	15,56	15,37	Y=15,27	-	5,55
EE (% na MS)	3,96	4,04	4,25	3,79	4,24	3,93	Y=4,04	-	7,03
MM (% na MS)	9,39	10,26	10,33	10,41	10,28	9,82	Y=9,672+0,270*X -0,022*X ²	0,27	5,19
MO (% na MS)	90,61	89,74	89,67	89,59	89,72	90,18	Y=90,328-0,270*X +0,022*X ²	0,27	0,58
FDN (% na MS)	47,15	48,53	44,67	47,42	44,87	45,66	Y=47,273-0,172*X	0,11	3,63
FDA (% na MS)	38,10	33,66	32,18	35,19	33,61	35,62	Y=36,198-0,978*X +0,079*X ²	0,21	5,00
CNF (% na MS)	24,92	21,83	24,69	23,71	25,05	25,22	Y=23,540+0,134*X	0,10	6,17
HEM (% na MS)	9,05	14,88	12,49	12,22	11,26	10,04	Y=10,15	-	19,52
CEL (% na MS)	30,47	25,75	24,89	26,45	24,11	26,37	Y=28,725-0,012*X +0,082*X ²	0,42	4,11
LIG (% na MS)	5,85	5,34	5,12	6,87	5,87	6,21	Y=5,546+0,064*X	0,13	9,34
CHOs (% na MS)	4,63	4,51	4,38	4,37	4,36	4,20	Y=4,554-0,028*X	0,25	5,57
pH	3,87	3,90	3,86	3,84	3,89	3,89	Y=3,886-0,010*X +0,001*X ²	0,14	0,77
N-NH ₃ (% Nt)	1,60	1,54	1,37	1,54	1,52	1,40	Y=1,50	-	7,94
CO ₂ (g/kg MS)	0,00	1,10	1,10	1,20	2,20	2,30	Y=0,498+0,161*X	0,72	22,11

*significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F

**significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F

trogênio amoniacal (N-NH₃) das silagens, o que refletiu na baixa produção de CO₂, que ficou muito próxima a zero.

Destaca-se que para as demais variáveis, exceto CO₂, embora as análises de regressão tenham indicado efeitos, seja linear crescente (carboidratos não-fibrosos e lignina); decrescente (fibra em detergente neutro e carboidratos solúveis) ou quadrático (matéria mineral, matéria orgânica, fibra em detergente ácido, celulose e pH), obtiveram-se baixos coeficientes de determinação (Tabela 1); desta forma, a curva estimada pode não representar bem as alterações desses nutrientes durante o processo, ficando distante dos pontos realmente observados.

O máximo valor encontrado para a MM (8,84%) em 6,14 dias refletiu na diminuição da MO até este período, quando se registrou, para a mesma, um valor mínimo de 89,5%. Os valores mínimos encontrados para FDA, celulose e pH foram de 33,17% em 6,2 dias; 28,72% em 0,07 dias; e 3,86 em 5 dias, respectivamente, mas com pequena variação nas médias dos tratamentos.

Ressalta-se que o valor de pH não deve ser considerado isoladamente, uma vez que, usualmente, ele acompanha mudanças que podem ocorrer no conteúdo de N-NH₃ e ácidos orgânicos (Guim, 2002); porém, McDonald et al. (1991), afirmam que as alterações no nitrogênio amoniacal são inconsistentes em virtude das variáveis perdas por volatilização.

A produção de CO₂ aumentou gradativamente (P<0,05) e muito lentamente com a exposição ao ar, fato que pode ser atribuído à baixa velocidade de utilização dos CHOs e da FDN, uma vez que o modelo de regressão estimado mostrou que decréscimo de 0,028% e 0,172% no teor de CHOs e FDN, respectivamente, para cada unidade de tempo (dia). McDonald et al. (1991) afirmam que os componentes solúveis são os

primeiros a serem utilizados quando a silagem é exposta ao ar, resultando em correspondente aumento nos conteúdos de FDN, FDA e MM; entretanto, comentam que o substrato para a respiração depende do tipo de microrganismo e do tempo de exposição ao ar; por exemplo, as leveduras consomem apenas compostos solúveis (açúcares e produtos fermentáveis), enquanto microrganismos miceliares (bolores) degradam ampla variedade de nutrientes, inclusive carboidratos estruturais e lignina.

Ressalta-se que os valores da produção de CO₂ foram bem inferiores aos encontrados por Guim et al. (2002), de 20,63 e 11,62 g de CO₂.kg⁻¹ de MS, para silagens de capim elefante emurcheda e tratada com inoculante microbiano, respectivamente, após 8 dias de exposição ao ar. Marques et al. (2002) encontraram valores elevados para produção de CO₂ (g.kg⁻¹ de MS), de 46,54 e 43,65, e pH (após 6 dias de exposição), de 8,84 e 8,89, para silagens de girassol emurchedas e tratadas com inoculante microbiano, respectivamente.

A possível predominância de microrganismos que consomem carboidratos estruturais nas silagens expostas ao ar, pode justificar sua lenta velocidade de deterioração, pois esses microrganismos apresentam taxa metabólica mais lenta (Ruiz, 1992). Além disso, é necessário levar em consideração que, em geral, os bolores exigem pH ótimo para crescimento entre 5-6 e, para que o fungo produza seus órgãos de frutificação, pode levar de 3 a 14 dias, variando em função da espécie (Ruiz, 1992). O registro da baixíssima alteração nos valores de pH das silagens ao longo dos 12 dias de armazenamento aeróbio pode ter contribuído para tal comportamento.

Este fato pode estar associado à discreta redução nos teores de amônia, principalmente aos 12 dias de exposição que, segundo Guim et al. (2002), não pode ser atribuído à volatili-

zação, uma vez que, mesmo as silagens expostas 12 dias ao ar, não apresentaram valores de pH superiores a 3,9, sugerindo que houve imobilização de nitrogênio (N) pelos fungos miceliares (em sua hifas), como N orgânico, após abertura do silo, sustentando a hipótese sugerida pelos autores.

Os parâmetros de degradação ruminal da MS, PB e FDN das silagens de mandioca logo após a abertura dos silos e expostas ao ar por 6 e 12 dias, são apresentados na Tabela 2. Para todas as variáveis avaliadas (MS, PB e FDN) não se registraram diferenças significativas para degradabilidade potencial e para as frações solúvel (a), potencialmente degradável (b) e taxa de degradação da fração b (c) entre as silagens no momento da abertura dos silos e aquelas expostas 6 e 12 dias ao ar.

Por outro lado, a degradabilidade efetiva da matéria seca (MS) nas taxas de passagem estimadas de 2, 5 e 8% h⁻¹, apresentou diferença significativa (P<0,05) sendo que as silagens expostas ao ar durante 6 dias apresentaram os menores valores, o que pode ser atribuído ao menor valor da fração solúvel (a).

Os valores encontrados para a fração a foram semelhantes ao encontrado por Lima et al. (2004), de 21,19%, que estudaram a composição química e frações de nutrientes do feno e silagem de mandioca mas para os valores das frações b e não-degradável, de 43,88 e 34,93%, respectivamente, os resultados obtidos no presente estudo foram melhores.

Para a proteína bruta (PB), não houve diferença estatística (P>0,05); entretanto se observa que, sempre que as silagens permanecem mais tempo em contato com o oxigênio, a fração solúvel, a degradabilidade efetiva e o lag time aumentaram, pois as silagens expostas ao ar por 12 dias mostraram valores numericamente superiores que as silagens expostas 6 dias e, estas por sua vez, superiores às silagens avaliadas no momento da abertura dos silos; tal aumento pode estar associ-

ado ao teor de proteína que também aumentou com a exposição ao ar e ainda pode ser devido à multiplicação dos microrganismos aeróbicos comuns no processo de deterioração.

Lima et al. (2004) encontraram valores mais altos para a fração solúvel da proteína em silagem de mandioca, de 50,86% mas a degradabilidade potencial foi de 88,49%, semelhante à da silagem em estudo. Segundo Martins et al. (1999), é provável que o elevado valor da fração a seja atribuído à ocorrência de hidrólise das frações de proteína durante o processo de ensilagem, causando aumento na fração do nitrogênio não protéico proveniente da proteína verdadeira, justificando a alta fração solúvel em silagens não expostas ao ar.

Para a FDN ocorreu diferença significativa (P<0,05) somente na degradabilidade efetiva, com maiores valores encontrados para a silagem que não foi exposta ao ar (S-0) que fato confirma a utilização da parede celular (FDN) para a produção de CO₂ encontrado na Tabela 1 afetando, assim, a disponibilidade de material degradável no rúmen para silagens expostas ao ar. As demais frações também mostraram valores maiores para esta silagem indicando que, mesmo não havendo diferença significativa (P>0,05), a exposição ao ar pode afetar a degradabilidade da FDN.

A fração a da FDN foi bastante elevada nas silagens estudadas. Fatores como o tamanho da partícula e a porosidade do saco podem facilitar o escape de material aumentando, por conseguinte, este valor. Vasconcelos (1999), estudando o feno de mandioca, encontrou valor maior para esta fração, ou seja, de 20,30%.

Através dos dados obtidos se nota que o teor de cada nutriente influencia no tempo de colonização. Bom exemplo é o teor de proteína de 14,58; 14,68 e 15,37% (Tabela 1) para as silagens S-0, S-6 e S-12, respectivamente, que mostraram tempo de colonização maior com o aumento no nível deste nutriente (Tabela 2), de 1,7 a 4,47. O mesmo fato é observado para

Tabela 2. Médias e coeficientes de variação (CV) para o lag time (LT); frações solúvel (a); potencialmente degradada (b); taxa de degradação (c); degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) a 2, 5, e 8% h⁻¹ da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) das silagens de mandioca expostas ao ar por diferentes dias

Table 2. Mean values and variation coefficients for the lag time (LT); soluble (a), potentially degraded (b) fractions; degradation rate (c); potential degradability (DP) and effective degradability (ED) to 2, 5, and 8% h⁻¹ of the dry matter (DM), crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) of the manihot silages of exposed to air for different days

Silagem de Mandioca	LT (h)	a (%)	b (%)	c (% h ⁻¹)	DP (%)	DE (% h ⁻¹)		
						2	5	8
MS								
S - 0	3,43a	21,88a	53,59a	6,33a	75,47a	62,73a	52,87a	47,40a
S - 6	4,27a	18,94a	54,24a	6,35a	73,18a	60,50b	50,53b	45,10b
S - 12	3,97a	22,78a	52,62a	6,43a	75,40a	63,27a	53,40a	47,87a
CV (%)	26,82	20,73	6,50	19,67	2,12	0,83	1,52	1,52
PB								
S - 0	1,70a	26,03a	62,19a	5,92a	88,22a	74,00a	63,67a	58,17a
S - 6	4,20a	29,14a	57,56a	8,26a	86,70a	75,70a	66,27a	60,83a
S - 12	4,47a	31,11a	57,28a	7,41a	88,39a	76,83a	66,83a	61,10a
CV (%)	113,01	53,62	26,10	34,47	1,04	1,38	2,93	4,33
FDN								
S - 0	5,03a	17,05a	51,48a	4,58a	68,53a	47,60a	38,70a	34,63a
S - 6	5,37a	7,11a	47,55a	4,39a	54,67a	40,40b	31,07b	26,27b
S - 12	4,63a	10,81a	47,74a	4,05a	58,55a	42,33b	32,77b	28,27b
CV (%)	21,08	30,34	23,69	34,62	19,14	4,02	4,94	5,72

S-0-no momento da abertura dos silos

S-6-6 dias de exposição ao ar

S-12-12 dias de exposição ao ar

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

a MS e FDN, nas quais à medida que se aumenta o teor do nutriente, maior o tempo exigido para a colonização e início da degradação pelos microrganismos.

É válido comentar que os elevados valores dos coeficientes de variação (CV) encontrados para as constantes a, b e c, são considerados normais dentro de ensaios dessa natureza. Apesar de se empregar repetições por tempo de incubação e por amostra, as quantidades de amostra são muito pequenas; além do mais, existe a variação inerente aos próprios animais e esses fatores associados podem gerar CV alto.

Cabe comentar, ainda, que o alto CV registrado para o tempo de colonização da proteína bruta (113,01%) se deve à própria atividade microbiana, uma vez que o aumento desse nutriente na silagem exposta ao oxigênio é reflexo da multiplicação dos microrganismos aeróbios, a qual é bastante variável em função, dentre outros fatores, da presença de oxigênio, pH, temperatura e umidade.

CONCLUSÕES

Silagens de maniçoba podem ser expostas ao ar por até 12 dias sem apresentar deterioração, entretanto há diminuição da degradabilidade efetiva da matéria seca e da fibra em detergente neutro.

LITERATURA CITADA

- ARC. The nutrient requirements of ruminant livestock, Supplement N°1. Report of the Protein. Group of the ARC Working Party, Commonwealth Agricultural Bureau, Farnham Royal, UK, 1984.
- Ashbell, Z. G.; Weinberg, A.; Azrieli, Y. H.; Horev, B. A simple system to study the aerobic determination of silages. Technical Notes, Canadian Agricultural Engineering, Winnipeg, p.391-393, 1990.
- Chen, X. B. XBC Laboratory - NEWAY EXCEL - A utility for processing data of feed degradability and in vitro gas production; Rowett Research Institute, Aberdeen AB2 95B, UK; Verson 5.0, 1997.
- Guim, A. Produção e avaliação de silagem. In: Simpósio Paraibano de Forrageiras Nativas, 3, 2002, Areia-PB. Anais... Areia-PB: SPFN, 2002. CD Rom.
- Guim, A., Andrade, P. A., Iturrino-Scocken, R. P., Franco, G. L., Ruggieri, A. C., Malheiros, E. B. Estabilidade aeróbica de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) emurcheado e tratado com inoculante microbiano. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.31, n.6, p.2176-2185, 2002.
- Hall, M. B. Recentes avanços em carboidratos não-fibrosos na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMLEITE, 2, 2001, Lavras. Anais... Lavras, 2001, p.149-159.
- Honing, H.; Woolford, M. K. Changes in silage exposure to air. In: Forage Conservation in the 80's. Brighton, European Grassland Society. Proceeding...Oxford, British Grassland, 1979.
- Lima, F. H. S.; Dornelas, C. S. M.; Medeiros, A. N.; Silva, D. S.; Sousa, J. E. L.; Silva, A. M. A.; Pimenta Filho, E. C.; Figueiredo, M. V. Composição química e frações de nutrientes do feno e silagem de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax & Hoffmann) em caprinos. In Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41, 2004, Campo Grande. Resumos... Campo Grande: SBZ, 2004. CD Rom.
- Marques, D. H. M., Lucas, R. C., Jatobá, R. B., Guim, A. Composição química e estabilidade aeróbica de silagens de girassol (*Helianthus annuus* L.) emurcheado tratado com inoculante microbiano. In: Jornada de Iniciação Científica da FACEPE, 6, Recife-PE. Resumos... Recife-PE, 2002. CD Rom.
- Martins, A. S.; Zeoula, L. M.; Prado, I. N.; Martins, E. N.; Loyola, V. R. Degradação ruminal in situ da matéria seca e proteína bruta das silagens de milho e sorgo e de alguns alimentos concentrados. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.28, n.5, p. 1109-1117, 1999.
- McDonald, P. A revised model for the estimation of protein degradability in rumen. Journal of Agricultural Science, Cambridge, v.96, p.251-252, 1981.
- McDonald, P.; Henderson, A. R.; Heron, S. J. E. The biochemistry of silage. New York: Chalcombe Publications, 1991, 339p.
- Moura, M. S. C., Carvalho, F. F. R., Guim, A., Marques, D. H. M., Ferreira, R. C. Efeito de aditivos sobre a velocidade de deterioração de silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, Piracicaba, SP, 2001. Anais... Piracicaba: SBZ, 2001. CD Rom.
- Orskov, E. R.; McDonald, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate passage. Journal of Agricultural Science, Cambridge, v.92, p.449-453, 1979.
- Preston, T. R. Better utilization of crop residues and by products in animal feeding: research guidelines. In: A practical manual for research workers. Rome: FAO, 1986. 154p.
- Ruiz, R. L. Microbiologia zootécnica. São Paulo: ROCA, 1992. 314p.
- Salviano, L.; Soares, J. Feno de maniçoba. www.caprinet.com.br. 25 ago. 2003.
- Silva, D. J.; Queiroz, A. C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- UFV/SAEG - Sistema de análise estatística e genética. Versão 7.1, Viçosa:UFV/Imprensa Universitária 2000, sp.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- Vasconcelos, M. A. Composição química e degradabilidade do feno da maniçoba (*Manihot epruinosa* Pax & Hoffmann) em ovinos. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1999. 70p. Dissertação de Mestrado.
- Woolford, M. K. The detrimental effects of air on silage- A review. Journal of Applied Bacteriology, v.68, p.101-116, 1990.