

ADITIVOS NA ENSILAGEM DO CAPIM-ELEFANTE. II. QUALIDADE DAS SILAGENS AMOSTRADAS POR DOIS MÉTODOS¹

JOÃO BATISTA DE ANDRADE² e WAGNER LAVEZZO³

RESUMO - Avaliaram-se as silagens de *Pennisetum purpureum* Schum. cv. Guaçu, confeccionadas com a adição de 0, 8, 16 e 24% de matéria seca de rolão de milho, farelo de trigo e sacharina na forragem verde do capim picado. O delineamento usado foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas; nas parcelas estudaram-se os aditivos e os níveis, e nas subparcelas, os métodos de amostragem das silagens. A ensilagem foi efetuada em barricas de plástico, nas quais foram colocados canos de pvc de 3 polegadas, com as paredes todas perfuradas. Esses canos (um por barrica) possuíam comprimentos semelhantes às alturas das barricas, e foram preenchidos, sob compactação, concomitantemente ao enchimento do silo. O primeiro método de amostragem correspondeu à silagem do interior do cano de que foi retirado no momento da abertura do silo, e o segundo método, normalmente utilizado em testes de digestibilidade, constituiu-se de amostras compostas formadas a partir das subamostras retiradas diariamente. O método de amostragem no pvc foi mais eficiente porque retirou um perfil de toda a silagem. Todas as silagens mostraram altas porcentagens de ácido láctico e baixas porcentagens, ou ausência de ácido butírico, embora em todas tenham sido detectadas altas porcentagens de N amoniacal.

Termos para indexação: *Pennisetum purpureum*, nutrição animal.

ADDITIVES TO ELEPHANT GRASS ENSILAGE. II. SILAGE QUALITY AND SAMPLING

ABSTRACT - Silages of *Pennisetum purpureum* Schum. cv. Guaçu prepared with 0, 8, 16 and 24% of ground ear corn with husks, wheat bran and saccharin, dry weight of additive/wet weight of green chop basis. The experimental design was a randomized blocks one in split-plot; the plots were the additives and levels, and the sub-plots the sampling methods. The material was ensiled using plastic vessels in middle of which holed pvc pipes (3 inches diameter) were put. These pipes (one per vessel) had the same length as the height of the vessels, and were filled at the same time and compacted the same way as the vessels. The first method of sampling used the material ensiled inside the pvc pipe, which was lifted out from the vessel at the moment of the silo opening. The other sampling method, normally used in digestibility trials, consisted of samples composed by daily sub-samples collected in the vessels. The pvc sampling method was more efficient because it sampled a profile of the whole silage. All of the silages showed high percentages of lactic acid and low percentages or even absence of butyric acid, though in all silages high ammoniacal-N percentages were detected.

Index terms: *Pennisetum purpureum*, animal nutrition.

¹ Aceito para publicação em 7 de maio de 1998.
Extraído da Tese apresentada pelo primeiro autor à UNESP, Botucatu.

² Eng. Agr., Dr., Instituto de Zootecnia, Rua Heitor Pentead, 56, CEP 13460-000 Nova Odessa, SP.

³ Méd. Vet., Dr., Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Faz. Experimental do Lageado, Caixa Postal 237, CEP 18600-000 Botucatu, SP.

INTRODUÇÃO

Jackson & Forbes (1970), trabalhando com silagens de diferentes teores de matéria seca, concluíram que aquelas que apresentavam porcentagens próximas de 35% eram mais consumidas pelos animais. O capim-elefante, quando cortado com 60 dias de desenvolvimento, apresenta bom valor nutritivo, mas a baixa porcentagem de matéria seca o torna inadequado para o processo da ensilagem, segundo Gordon (1967), Tosi (1973), Lavezzo (1981) e Faria (1986). Sabe-se que a elevação da porcentagem de matéria seca do material a ser ensilado provoca elevação da pressão osmótica, que inibe o desenvolvimento das bactérias clostrídicas (Wieringa, 1958).

Para Arnould et al. (1977), a extensão da degradação dos aminoácidos nas silagens de pH baixo depende, principalmente, do grau de inibição imposto às bactérias clostrídicas, o qual se relaciona com a taxa de produção de ácido lático e com a rapidez na queda do pH do meio. Nas silagens com baixa porcentagem de matéria seca ocorrem perdas pela drenagem e pelo desenvolvimento de fermentações secundárias, que produzem ácido butírico pela transformação do ácido lático formado e da degradação de proteína bruta (Lavezzo, 1981; McDonald, 1981)

Para Macpherson (1952), a decomposição protéica, inicialmente muito rápida, é restringida quando o pH atinge 5,0, e cessa quando esse valor alcança 4,3. A degradação de proteína formando N amoniacal e a produção de ácido butírico têm um efeito depressivo no consumo dessas silagens, conforme Silveira et al. (1980) e McDonald (1981), que encontraram também uma correlação negativa entre o consumo de matéria seca e o conteúdo de ácido acético.

Quanto à classificação de silagens, Nilsson & Nilsson (1956), Toth et al. (1956) e Wieringa (1966) mostram classificações bastante parecidas, podendo, através delas, segundo Silveira (1975), eleger-se como silagem de boa qualidade aquela que apresentasse pH igual ou inferior a 4,2, ácido butírico igual ou inferior a 0,2%, e N amoniacal como porcentagem do N total, igual ou inferior a 12,0%. Silveira et al. (1979) obtiveram silagens de capim-elefante cortado com 60 dias de crescimento, com as seguintes amplitudes de variações: ácido lático, de 4,80 a 6,86%; ácido acético, de 2,05 a 3,94%; ácido butírico, de 0,006 a 0,019%, e N amoniacal, de 9,97 a 13,17%.

A adição de rolão de milho à forragem de capim-elefante deve melhorar a qualidade das silagens, por meio do aumento da porcentagem de matéria seca, que restringe o desenvolvimento de fermentações secundárias pelo aumento da pressão osmótica (Wieringa, 1958). A adição de rolão de milho à primeira vista não favoreceria a fermentação pelo aumento do teor de carboidratos solúveis da forragem, uma vez que quase a totalidade dos extrativos não nitrogenados desse aditivo está na forma de amido, o qual, segundo Toth et al. (1956), não é utilizado como substrato pelas bactérias. Vilela et al. (1982) não obtiveram alterações nas características fermentativas das silagens de capim-elefante com a adição de 18 kg de fubá/t de forragem.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a qualidade das silagens de capim-elefante cortado com 62 dias de crescimento, picado e adicionado de 0, 8, 16 e 24% de matéria seca de rolão de milho, farelo de trigo ou sacarina, amostradas por dois métodos diferentes.

MATERIAL E MÉTODOS

O capim-elefante, cv. Guaçu, cortado após 62 dias de desenvolvimento, foi picado e ensilado com, 0, 8, 16 e 24% de matéria seca de rolão de milho, farelo de trigo e sacarina. Como silos experimentais foram utilizadas barricas de plástico de 200 litros de capacidade. Foram usados (um para cada silo) canos de pvc de 3 polegadas de diâmetro, com paredes perfuradas, e o comprimento, igual à altura da barrica. Esses canos foram enchidos e compactados concomitantemente à barrica. Mais detalhes do processo de ensilagem podem ser vistos em Andrade & Lavezzo (1998).

Após a abertura dos silos experimentais, foram coletadas amostras das silagens, por duas técnicas diferentes.

Na primeira técnica, retirou-se o cano de pvc do interior de cada silo, e após a homogeneização a amostra foi dividida em duas porções: uma, utilizada para extração de suco, foi mantida congelada para determinação do pH, teor de N amoniacal como porcentagem do N total, ácido lático, acético, propiônico e butírico; a outra, colocada em estufa de ar forçado, regulada para 60-65°C, para secagem, até atingir peso constante. Em seguida, ela foi moída em moinho com peneira de 1 mm e armazenada, para as determinações dos teores de matéria seca a 105°C (Association of Official Agricultural Chemists, 1975).

A segunda técnica, normalmente utilizada em testes de digestibilidade, constou de amostragens diárias das silagens, que foram armazenadas em freezer a -20°C. Após sete dias, foram misturadas amostras das silagens coletadas de cada tratamento e divididas em duas porções: uma para extração de suco, e outra, para ser secada e moída. De maneira

semelhante ao ocorrido na primeira técnica de coleta, efetuaram-se, nestes dois materiais, as análises de pH, N amoniacal como porcentagem do N total, ácidos láctico, acético, propiônico e butirico, e porcentagem de matéria seca a 105°C.

Os ácidos orgânicos avaliados no suco das silagens foram determinados de acordo com o método de Wilson (1971), modificado por Boin (1975), e o N amoniacal, como porcentagem do N total, segundo a metodologia utilizada por Tosi (1973).

Foi utilizado delineamento em blocos casualizados, com parcelas subdivididas, com três repetições; nas parcelas, estudaram-se os efeitos dos aditivos e níveis, e nas subparcelas, os métodos de amostragem. Foram adotados os ajustes através de variância complexa para cálculo das interações entre dois fatores, conforme Pimentel-Gomes (1970).

Foram realizadas análises de regressão referentes a níveis, as quais foram desdobradas para níveis dentro de tipo de material e níveis dentro de aditivos, dependendo da presença, ou não, da interação. Quando houve necessidade, os valores de porcentagem foram transformados em arco seno $\sqrt{p/100}$ onde p = porcentagem da característica, ou em $\arcsin \sqrt{p/100}$ onde p = porcentagem da característica. As médias das características analisadas foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As porcentagens de matéria seca das silagens são mostradas na Tabela 1. Os resultados da análise estatística mostraram que houve diferença significativa entre os aditivos (P < 0,01), níveis (P < 0,01) e métodos (P < 0,01). Houve também interação entre aditivos e níveis (P < 0,01). Os coeficientes de variação da análise foram 4,68 e 3,39%.

TABELA 1. Porcentagens de matéria seca das silagens de capim-elefante com 0, 8, 16 e 24% de matéria seca de sacharina, farelo de trigo e rolão de milho, amostradas pelos métodos PVC e DIÁRIA¹.

Nível de aditivo	Aditivo			Média
	Sacharina	Farelo	Rolão	
	Método PVC			
0	13,70	13,50	13,55	13,58
8	18,18	19,14	21,64	19,65
16	22,93	24,21	26,41	24,52
24	27,10	30,46	33,65	30,40
Média	20,47	21,83	23,81	22,04A
	Método DIÁRIA			
0	13,04	12,51	12,43	12,66
8	17,75	18,58	19,41	18,58
16	22,48	24,21	26,00	24,43
24	26,36	29,17	33,59	29,71
Média	19,91	21,27	22,86	21,34B
Média geral	20,19c	21,55b	23,33a	

¹ PVC: método de amostragem que utiliza barra de pvc cheia de silagem do silo; DIÁRIA: método normalmente utilizado em testes de digestibilidade; médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A aplicação dos aditivos elevou a porcentagem de matéria seca das silagens. Essa elevação foi de forma linear para os três aditivos, mas a aplicação de rolão de milho mostrou-se mais eficiente, elevando a porcentagem de matéria seca de acordo com a equação $y = 13,1983 + 0,8444 x$, com P < 0,01 e $R^2 = 0,9972$. O farelo de trigo elevou a porcentagem de matéria seca de forma intermediária em relação ao rolão de milho e a sacharina, assumindo a equação $y = 13,1357 + 0,7010 x$, com P < 0,01 e $R^2 = 0,9995$. A sacharina foi a menos eficiente na elevação do teor de matéria seca, podendo essa elevação ser descrita pela equação $y = 13,4693 + 0,5602 x$, com P < 0,01 e $R^2 = 0,9988$. Esses resultados relativos à sacharina, principalmente, podem ser explicados pelas perdas de componentes solúveis da matéria seca através do efluente produzido e pela maior utilização de substratos durante a fermentação.

Comparando-se os aditivos dentro de cada nível de aplicação, e usando-se as médias de métodos de amostragem, verificou-se que nos níveis de 8 e 16%, respectivamente, as porcentagens de matéria seca das silagens preparadas com farelo de trigo (18,86 e 24,21%) não diferiram das porcentagens das silagens com aplicação de sacharina (17,96 e 22,70%) ou rolão de milho (20,52 e 26,20%), sendo, no entanto, estas últimas,

mais elevadas ($P < 0,05$) que as das silagens com sacharina. Dentro do nível de 24% de aplicação dos aditivos, as porcentagens de matéria seca das silagens confeccionadas com rolão de milho (33,62%) foram mais elevadas ($P < 0,01$) que aquelas das silagens preparadas com farelo de trigo (29,81%), e estas, superiores às das silagens com sacharina (26,73%). Esses resultados mostraram que a aplicação de 8% de farelo de trigo ou rolão de milho elevou a porcentagem de matéria seca próximo ao mínimo recomendado para produção de silagens de capim-elefante (Boin, 1975). O preparo das silagens com 16% de farelo de trigo ou rolão de milho permitiu alcançar teores de matéria seca nas silagens semelhantes aos recomendados por Lavezzo (1981) e Faria (1986) referentes à ensilagem do capim-elefante. Já a aplicação de 24% desses aditivos aumentaram os teores de matéria seca das silagens aos níveis recomendados por Gordon (1967), Tosi (1973) e Jackson & Forbes (1970), como adequado para o processo da ensilagem. A aplicação de sacharina na ensilagem do capim-elefante foi menos efetiva na elevação dos teores de matéria seca; porém, como esse aditivo é extremamente rico em carboidratos solúveis, conseguiu-se, nesses menores níveis de matéria seca promover bom padrão de fermentação, comprovado pelas concentrações dos ácidos orgânicos.

Na Tabela 2 estão apresentados os valores do pH determinados nas silagens. Foram observadas diferenças significativas apenas entre os aditivos ($P < 0,05$) e entre métodos de amostragem das silagens ($P < 0,05$). Foram determinados, na análise de variância, os coeficientes de variação de 4,11 e 2,49%.

TABELA 2. Valores de pH das silagens de capim-elefante com 0, 8, 16 e 24% de matéria seca de sacharina, farelo de trigo e rolão de milho, amostrados pelo método PVC e DIÁRIA¹.

Nível de aditivo	Aditivo			Média
	Sacharina	Farelo	Rolão	
	Método PVC			
0	3,70	3,87	3,70	3,76
8	3,67	3,77	3,70	3,71
16	3,50	3,67	3,73	3,63
24	3,53	3,80	3,73	3,69
Média	3,60	3,77	3,72	3,70B
	Método DIÁRIA			
0	3,77	4,07	3,67	3,83
8	3,77	3,87	3,83	3,82
16	3,53	3,77	3,70	3,67
24	3,47	3,77	3,77	3,67
Média	3,63	3,87	3,74	3,75A
Média geral	3,62c	3,82a	3,73b	

¹ PVC: método de amostragem que utiliza barra de pvc cheia de silagem do silo; DIÁRIA: método normalmente utilizado em testes de digestibilidade; médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pelos resultados, verificou-se que as silagens confeccionadas com sacharina apresentaram pH menor (3,62) que o das silagens com rolão de milho (3,73), e o pH deste, menor que o das silagens preparadas com farelo de trigo, o qual foi de 3,82. Apesar dessas diferenças significativas, pode-se afirmar que todas as silagens apresentaram pH baixo, o que as caracteriza como de boa qualidade (Nilsson & Nilsson, 1956; Toth et al., 1956; Wieringa, 1966; Silveira, 1975).

Nas Tabelas 3, 4 e 5 são mostradas, respectivamente, as porcentagens de ácido láctico, acético e propiônico das silagens. Mediante esses valores, pode-se verificar que em todas as silagens provavelmente ocorreram fermentações homoláticas, uma vez que as porcentagens de ácido láctico são elevadas, e as de ácido acético, pequenas (McDonald, 1981).

Os resultados da análise de variância das porcentagens de ácido láctico mostraram que houve efeito significativo em relação a aditivos ($P < 0,05$), níveis ($P < 0,01$) e métodos ($P < 0,01$). Foi verificada interação entre aditivos e níveis ($P < 0,01$), com coeficientes de variação de 8,29 e 7,84%. Já para as porcentagens de ácido acético, foi encontrada significância referente a níveis ($P < 0,01$) e métodos ($P < 0,01$). Verificou-se interação entre aditivos e níveis ($P < 0,01$) e entre métodos e aditivos ($P < 0,05$). Na análise foram determinados os coeficientes de variação de 13,44 e 20,04%.

As porcentagens de ácido láctico e acético das silagens preparadas com sacharina reduziram-se de maneira linear à medida que foi aumentado o nível de aplicação do aditivo, podendo essas variações ser representadas, respectivamente, pelas equações: $y = 20,5366 - 0,1523 x$, com $P < 0,01$ e $R^2 = 0,9948$ e $y = 4,1859 - 0,0659 x$,

com $P < 0,01$ e $R^2 = 0,9274$. No que diz respeito às silagens confeccionadas com rolão de milho, essas quedas assumiram equações quadráticas, ou seja, respectivamente, $y = 22,7687 - 0,7926 x + 0,0184 x^2$, com $P < 0,05$ e $R^2 = 0,9958$ e $y = 4,6216 - 0,2094 x + 0,0050 x^2$, com $P < 0,05$ e $R^2 = 0,9988$. Quanto às silagens preparadas com farelo de trigo, não foram determinadas tendências definidas pelas equações utilizadas. Essas tendências de queda na produção de ácido com o aumento dos níveis de aplicação dos aditivos provavelmente estão rela-cionadas com o aumento do teor de matéria seca das silagens (Lavezzo, 1981).

TABELA 3. Porcentagens de ácido láctico na matéria seca das silagens de capim-elefante com 0, 8, 16 e 24% de matéria seca de sacharina, farelo de trigo e rolão de milho, amostradas pelos métodos PVC e DIÁRIA¹.

Nível de aditivo	Aditivo			Média
	Sacharina	Farelo	Rolão	
	Método PVC			
0	12,09	11,19	15,79	12,96
8	13,28	12,39	8,77	11,40
16	10,52	11,49	7,49	9,77
24	9,99	10,00	6,43	8,41
Média	11,17Aa	11,25 Aa	9,35Ab	10,57A
	Método DIÁRIA			
0	12,31	10,75	14,42	12,45
8	8,97	10,16	8,94	9,35
16	9,04	9,76	6,08	8,22
24	7,69	9,36	5,66	7,50
Média	9,44 Bab	10,00Aa	8,49Ab	9,30B
Média geral	10,29	10,62	8,91	

¹ PVC: método de amostragem que utiliza barra de pvc cheia de silagem do silo; DIÁRIA: método normalmente utilizado em testes de digestibilidade; médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 4. Porcentagens de ácido acético na matéria seca das silagens de capim-elefante com 0, 8, 16 e 24% de matéria seca de sacharina, farelo de trigo e rolão de milho, amostradas pelos métodos PVC e DIÁRIA¹.

Nível de aditivo	Aditivo			Média
	Sacharina	Farelo	Rolão	
	Método PVC			
0	0,63	0,51	0,87	0,66A
8	0,48	0,50	0,46	0,48A
16	0,30	0,32	0,31	0,31A
24	0,40	0,24	0,29	0,31A
Média	0,45Aa	0,38Aa	0,46Aa	0,43
	Método DIÁRIA			
0	0,50	0,29	0,47	0,41B
8	0,32	0,30	0,28	0,27B
16	0,21	0,37	0,12	0,22A
24	0,12	0,67	0,10	0,24A
Média	0,27Bab	0,39Aa	0,20Bb	0,28
Média geral	0,35	0,39	0,32	

¹ PVC: método de amostragem que utiliza barra de pvc cheia de silagem do silo; DIÁRIA: método normalmente utilizado em testes de digestibilidade; médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 5. Porcentagens de ácido propiônico na matéria seca das silagens de capim-elefante com 0, 8, 16 e 24% de matéria seca de sacharina, farelo de trigo e rolão de milho, amostradas pelos métodos PVC e DIÁRIA¹.

Nível de aditivo	Aditivo			Média
	Sacharina	Farelo	Rolão	
	Método PVC			
0	0,01	0,07	0,17	0,08
8	0,06	0,10	0,08	0,08
16	0,05	0,12	0,10	0,09
24	0,05	0,17	0,10	0,11
Média	0,04	0,11	0,11	0,08
	Método DIÁRIA			
0	0,07	0,09	0,06	0,07
8	0,05	0,08	0,11	0,08
16	0,04	0,13	0,07	0,08
24	0,04	0,23	0,10	0,12
Média	0,05	0,13	0,08	0,08
Média geral	0,04	0,12	0,10	

¹ PVC: método de amostragem que utiliza barra de pvc cheia de silagem do silo; DIÁRIA: método normalmente utilizado em testes de digestibilidade.

No que respeita às concentrações de ácido propiônico, a análise estatística revelou significância com relação a aditivos ($P < 0,01$) e níveis ($P < 0,05$), ocorrendo, ainda, interação entre aditivos e níveis ($P < 0,05$). Os coeficientes de variação referentes a essa característica foram de 16,27 e 27,28%.

A porcentagem de ácido propiônico foi aumentada nas silagens com a aplicação crescente de farelo de trigo na ensilagem. Essa variação pode ser representada pela equação linear $y = 1,5123 + 0,0394 x$, com $P < 0,01$ e $R^2 = 0,9087$. Nas adições de sacharina ou rolão de milho, não foram determinadas tendências que pudessem ser descritas pelas equações utilizadas.

Deve-se ressaltar que as porcentagens de ácido acético e propiônico, determinadas neste trabalho, foram bastante inferiores às obtidas por Silveira et al. (1979) e Lavezzo (1981). Assim, pode-se crer que as concentrações de ácido acético não se constituiriam em fatores limitantes ao consumo das silagens.

O efeito dos aditivos sobre a produção de ácido láctico, dentro de cada nível, foi diferente. Houve, sempre, independentemente dos métodos de amostragem, uma forte tendência para maiores produções nas silagens preparadas com farelo de trigo. Assim, no nível de 8% de aplicação dos aditivos, foram determinadas porcentagens semelhantes ($P > 0,05$) de ácido láctico nas silagens confeccionadas com farelo de trigo (11,27%), sacharina (11,12%) e rolão de milho (8,85%). No nível de 16%, as porcentagens de ácido láctico das silagens preparadas com farelo de trigo (10,62%) ou sacharina (9,78%) foram maiores ($P < 0,05$) que as determinadas nas silagens com rolão de milho (6,77%). E por último, quando foram aplicados 24% dos aditivos na ensilagem do capim-elefante, as porcentagens de ácido láctico das silagens com farelo de trigo (9,68%) foram maiores ($P < 0,05$) que as das silagens de rolão de milho (6,04%), sendo ambas semelhantes às porcentagens determinadas nas silagens preparadas com sacharina (8,84%).

As porcentagens de ácido butírico e de N amoniacal em relação ao N total são mostradas nas Tabelas 6 e 7, respectivamente. Os resultados da análise de variância mostraram que nas concentrações de ácido butírico houve efeito apenas de métodos de amostragem ($P < 0,5$), havendo ainda interação entre métodos e níveis ($P < 0,05$). Nessa análise foram determinados os coeficientes de variação de 13,53 e 5,87%.

Já para as porcentagens de N amoniacal, foram apenas encontradas diferenças significativas entre aditivos ($P < 0,01$), e ocorreu interação entre métodos e níveis ($P < 0,05$). Os coeficientes de variação foram de 12,00 e 10,66%.

Note-se que todas as silagens apresentaram baixas concentrações de ácido butírico, porém altas porcentagens de N amoniacal. Esses resultados são conflitantes, uma vez que altas concentrações de amônia estariam relacionadas com altas taxas de proteólise (Arnould et al., 1977; McDonald, 1981). Além disso, os valores de pH observados neste trabalho são baixos o suficiente para limitar a degradação de proteína, segundo MacPherson (1952). Todavia, os resultados sobre ocorrência de altas porcentagens de N podem não ser consistentes, pois em silagens de capim-elefante há relatos tanto de altas porcentagens de N amoniacal (Boin, 1975), como de baixas porcentagens (Silveira et al., 1979), mesmo quando as porcentagens de ácido butírico eram baixas.

TABELA 6. Porcentagens de ácido butírico na matéria seca das silagens de capim-elefante com 0, 8, 16 e 24% de matéria seca de sacharina, farelo de trigo e rolão de milho, amostradas pelos métodos PVC e DIÁRIA¹.

Nível de aditivo	Aditivo			Média
	Sacharina	Farelo	Rolão	
	Método PVC			
0	0,03	0,55	0,01	0,20B
8	0,01	0,01	0,01	0,01A
16	0,02	0,01	0,01	0,01A
24	0,02	0,01	0,00	0,01A
Média	0,02	0,13	0,01	0,05
	Método DIÁRIA			
0	0,25	0,00	0,39	0,48A
8	0,00	0,01	0,12	0,04A
16	0,04	0,00	0,00	0,01A
24	0,05	0,01	0,00	0,02A
Média	0,08	0,10	0,12	0,13
Média geral	0,05	0,16	0,06	

¹ PVC: método de amostragem que utiliza barra de pvc cheia de silagem do silo; DIÁRIA: método normalmente utilizado em testes de digestibilidade; médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 7. Porcentagens de N amoniacal das silagens de capim-elefante com 0, 8, 16 e 24% de matéria seca de sacharina, farelo de trigo e rolão de milho, amostradas pelos métodos PVC e DIÁRIA¹.

Nível de aditivo	Aditivo			Média
	Sacharina	Farelo	Rolão	
	Método PVC			
0	24,51	27,74	22,89	25,02B
8	39,67	35,78	21,60	32,07A
16	32,77	37,08	23,05	30,80A
24	30,52	38,58	24,77	31,15A
Média	31,74	34,73	23,07	29,72
	Método DIÁRIA			
0	28,02	44,59	26,43	32,78A
8	35,65	36,16	29,62	33,78A
16	30,12	32,81	19,88	27,41A
24	29,55	37,69	20,79	29,10A
Média	30,80	37,77	24,07	30,74
Média geral	31,27b	36,24a	23,56c	

¹ PVC: método de amostragem que utiliza barra de pvc cheia de silagem do silo; DIÁRIA: método normalmente utilizado em testes de digestibilidade; médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A comparação das médias (Tabela 7) mostrou que nas silagens preparadas com rolão de milho as porcentagens de N amoniacal foram menores (23,56%) que as das silagens confeccionadas com sacharina (31,27%) e com farelo de trigo (36,24%). Esses resultados mostraram que nas silagens onde as porcentagens de proteína bruta eram maiores houve aumento na produção de amônia. Quanto às silagens preparadas com sacharina, esses resultados já eram esperados, uma vez que este aditivo é produzido com uréia e portanto há formação de amônia. Contudo, nas silagens com farelo de trigo, tal elevação não deveria ter ocorrido, uma vez que não houve grande desenvolvimento de fermentações secundárias (baixa produção de ácido butírico). O fato sugere que a proteólise pode ser causada pela alta concentração de enzimas que promoveram essa reação.

Os resultados das análises estatísticas referentes à porcentagem de matéria seca, pH e porcentagem de ácido láctico mostraram diferenças significativas somente em relação a métodos de amostragem, enquanto em relação à porcentagem de ácido propiônico não houve diferenças significativas e nem interação entre os fatores da análise. Quanto à porcentagem de ácido acético, houve interação entre métodos e aditivos, e no que tange à porcentagem de ácido butírico e N amoniacal houve interação entre métodos e níveis.

Verificou-se que nas silagens amostradas pelo método PVC as porcentagens de matéria seca das silagens foram maiores (22,04%) que nas silagens amostradas pelo método DIÁRIA (21,34%). Quanto ao pH, foram

registrados pH mais elevados (3,75) nas silagens amostradas pelo método DIÁRIA do que nas amostradas pelo método PVC (3,70). As porcentagens de ácido láctico foram menores (9,30%) nas silagens amostradas pelo método DIÁRIA do que nas silagens amostradas pelo método PVC (10,57%). Esses resultados podem estar relacionados com a posição da silagem no silo, pois quando foram retiradas as amostras por este método, já havia sido utilizada mais da metade da silagem do silo experimental (barricas de plástico), restando somente o terço final onde havia um acúmulo de umidade. Outro fato que pode explicar o menor teor de matéria seca das silagens amostradas pelo método DIÁRIA é a ocorrência, nessa porção da silagem, de uma maior fermentação secundária, visto que nestas foram determinadas maiores porcentagens de ácido butírico, maior pH e menor porcentagem de ácido láctico, o que mostra que houve maior desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, que, segundo Lavezzo (1981) e McDonald (1981), reduz a matéria seca, pela produção de CO₂ e H₂O. O maior desenvolvimento de fermentação secundária, mesmo em meio tão ácido (pH = 3,75), está de acordo com as observações de Wieringa (1958), que verificou maior tolerância a pH baixo das bactérias do gênero *Clostridium* quando em meio úmido.

Quanto ao ácido acético, verificaram-se, através do desdobramento de métodos dentro de nível, que as porcentagens nas silagens preparadas com sacarina e rolão de milho foram maiores (0,45 e 0,46%) nas silagens amostradas pelo método PVC do que no método DIÁRIA (0,27 e 0,20%, respectivamente). Quanto às silagens confeccionadas com farelo de trigo, as porcentagens de ácido acético foram semelhantes nas silagens amostradas pelo método PVC e DIÁRIA, ou seja, 0,38 e 0,39%, respectivamente. Embora as porcentagens de ácido acético tenham sido extremamente baixas em todas as silagens, essa elevação de cerca de 48% nas silagens, amostrada por um método em relação ao outro nas silagens preparadas com sacarina e rolão de milho, não pode ser explicada pelo padrão de fermentação.

Verificou-se que não houve efeito do método de amostragem sobre as porcentagens de ácido propiônico, embora as concentrações desse ácido em todas as silagens fossem extremamente baixas (Tabela 5).

Através do desdobramento níveis dentro de método, verificou-se que as porcentagens de ácido butírico das silagens amostradas pelo método DIÁRIA, decresceram à medida que os níveis de aplicação dos aditivos aumentaram na ensilagem. Essa variação pode ser descrita pela equação linear $y = 1,1557 - 0,0078 x$, com $P < 0,05$ e $R^2 = 0,6433$. Esse resultado está de acordo com as observações de Wieringa (1958), que verificou que o aumento da pressão osmótica limita o desenvolvimento das bactérias do gênero *Clostridium*, pois no caso, à medida que houve o aumento dos níveis de aplicação dos aditivos no preparo das silagens, ocorreu aumento da pressão osmótica pela elevação da porcentagem de matéria seca das silagens (Tabela 1). Nas silagens amostradas pelo método PVC, não foi detectada tendência definida na porcentagem de ácido butírico à medida que aumentou o nível de aplicação dos aditivos.

O estudo de métodos dentro de nível mostrou que apenas para no nível 0 (zero) as porcentagens de ácido butírico das silagens amostradas pelo método DIÁRIA (0,48%) foram maiores ($P < 0,01$) que as das silagens amostradas pelo método PVC (0,20%). Houve aumento de cerca de 140% na porcentagem de ácido butírico, o que levou a uma mudança na classificação das silagens, de boas para média, segundo Nilsson & Nilsson (1956), Toth et al. (1956), Wieringa (1966) e Silveira (1975). Esse resultado pode ser explicado, provavelmente, pela maior fermentação secundária ocorrida nas silagens amostradas pelo método DIÁRIA em decorrência do excesso de umidade. Motivado pela maior fermentação secundária ocorrida nas silagens amostradas pelo método DIÁRIA, as porcentagens de N amoniacal das silagens amostradas por este método (32,78%) foram maiores ($P < 0,01$) que as determinadas nas silagens amostradas pelo método PVC (25,02%), o que está de acordo com as observações de MacPherson (1952) e McDonald (1981).

O estudo de níveis dentro de método mostrou que as variações nas porcentagens de N amoniacal observadas nas silagens amostradas pelo método PVC ou DIÁRIA não revelaram tendências definidas que pudessem ser descritas pelas equações estudadas.

CONCLUSÕES

1. O método de amostragem via cano de pvc se mostra melhor para avaliação de silagem, uma vez que abrange todo o perfil do silo.
2. O rolão de milho é mais eficiente na elevação da matéria seca das silagens, vindo em posição intermediária o farelo de trigo e por último a sacarina.
3. As silagens de rolão de milho apresentaram, de uma forma geral, melhor qualidade que as outras.

REFERÊNCIAS

- ANDADRE, J.B. de; LAVEZZO, W. Aditivos na ensilagem do capim-elefante. I. Composição bromatológica das forragens e das respectivas silagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.11, p.1859-1872, nov. 1998.
- ARNOULD, R.; JOASSART, J.M.; VANBELLE, M.; MOREELS, A. La valeur d'un nouveau conservant pour ensilage à base de nitrite de soude et d'hexaméthylène tétramine. **Revue de L'Agriculture**, Bruxelas, v.30, n.7, p.1017-1030, 1977.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. (Washington, DC). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 12.ed. Washington, 1975. 1015p.
- BOIN, C. **Elephant (Napier) grass silage production: effect of addition on chemical composition, nutritive value and animal performance**. Ithaca: Cornell Univ., 1975. 215p. Ph.D. Thesis.
- FARIA, V.P. Técnicas de produção de silagens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, 1., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1986. p.119-144.
- GORDON, C.H. Storage losses in silage as affected by moisture content and structure. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.50, n.3, p.397-403, 1967.
- JACKSON, N.; FORBES, T.T. The voluntary intake by cattle of four silages differing in dry matter content. **Animal Production**, Edinburg, v.12, n.4, p.591-599, 1970.
- LAVEZZO, W. **Efeito de diferentes métodos de tratamento, sobre a composição química e valor nutritivo das silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)**. Botucatu: UNESP, 1981. 304p. Tese de Livre Docência.
- MACPHERSON, H.T. Changes in nitrogen distribution in crop conservation. I. The rate and extent of protein breakdown in ensilage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.3, n.1, p.362-365, 1952.
- MCDONALD, P. **The biochemistry of silage**. Chichester: John Wiley, 1981. 128p.
- NILSSON, G.; NILSSON, P.E. The microflora on the surface of some fodder plants at different stages of maturity. **Archiv für Mikrobiologie**, Heidelberg, v.24, n.4, p.412-422, 1956.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 4.ed. São Paulo: Nobel, 1970. 368p.
- SILVEIRA, A.C. Técnicas para produção de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 2., 1975, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1975. p.156-180.
- SILVEIRA, A.C.; LAVEZZO, W.; SILVEIRA FILHO, S.; PEZZATO, A.C.; TOSI, H. Consumo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) submetidas a diferentes tratamentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.9, n.2, p.306-320, 1980.
- SILVEIRA, A.C.; LAVEZZO, W.; TOSI, H.; GONÇALVES, D.A. Avaliação química de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) submetidas a diferentes tratamentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.8, n.2, p.287-300, 1979.
- TOSI, H. Conservação de forragem como consequência do manejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 1., 1973, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1973. p.117-140.
- TOTH, I.; RYDIN, C.; NILSSON, R. Studies on fermentation processes in silage: comparison of different types of forage crops. **Archiv für Mikrobiologie**, Heidelberg, v.25, n.2, p.208-218, 1956.
- VILELA, D.; CRUZ, G.M.; CARVALHO, J.L.H. de. **Efeito de alguns aditivos sobre a qualidade e valor nutritivo da silagem de capim-elefante**. Coronel Pacheco: Embrapa, 1982. 15p. Embrapa (Circular técnica, 15).
- WIERINGA, G.W. The effect of wilting on butyric acid fermentation in silage. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.6, n.3, p.204-210, 1958.
- WIERINGA, G.W. The influence of nitrate on silage fermentation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 10., 1966, Helsinki. **Proceedings...** Helsinki: [s.n.], 1966. p.537-540.