

EFEITO DA ADIÇÃO DE URÉIA E DO TEMPO DE FERMENTAÇÃO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DA SILAGEM DE SORGO (*Sorghum vulgare*)*

J.A. Gomide
F.N. Assis
D. Nascimento Jr.**

1. INTRODUÇÃO

As silagens de milho e sorgo podem se constituírem, durante a época seca e fria do ano, em importantes fontes de energia para a alimentação de vacas leiteiras ou novilhos em confinamento. Todavia, a prática da ensilagem não é muito difundida no meio ciratório brasileiro, não só por causa da resistência oferecida pelos pecuaristas, mas também em razão do inadequado conhecimento da técnica por parte daqueles responsáveis pela sua implantação no meio rural.

O presente trabalho teve por objetivo estudar e discutir as transformações ocorridas com a massa ensilada durante os primeiros dias após o carregamento do silo. Procurou-se, também, verificar o efeito da adição da uréia à massa ensilada sobre as características da silagem de sorgo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido em área do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Estudaram-se os efeitos da adição de uréia e do período de fermentação sobre as características da silagem de sorgo (*Sorghum vulgare*, var. 'Santa Eliza'). O delineamento experimental foi o de casualização completa com duas repetições, e os tratamentos constituíram um arranjo fatorial 2×7 ; dois níveis de uréia (0 e 0,5% do material ensilado) e sete tempos de fermentação (0, 1, 3, 7, 14, 28 e 63 dias).

O sorgo foi colhido quando bem granado, pela manhã, e passado em picadeira de forragem. Após a picagem, todo o material foi misturado com garfos e pás. A seguir, separaram-se 28 porções de 50 kg, para as quais foram sorteadas as 14 combinações de tratamentos.

Cada porção, exceto as 4 referentes ao tempo de 0 dias, foi

* Aceito para publicação em 8-7-1974.

** O primeiro e o terceiro autores são professores da U.F.V. e, o segundo, Engenheiro-Agrônomo do Ministério de Agricultura.

ensilada imediatamente em manilhas de 1,10 m x 0,40 m, em cuja base se colocou uma camada de terra compactada, sobre a qual se colocou um disco perfurado de plástico. Toda a forragem, colocada dentro do silo, foi devidamente compactada durante a operação de carga. Para o fechamento de cada silo, colocou-se um disco de plástico imediatamente sobre a massa ensilada e uma camada de terra que, por sua vez, foi coberta com plástico. Os silos experimentais foram alinhados ao longo de uma parede, com telhado de 1 m de beiral. Cada silo foi aberto após o respectivo tempo de fermentação, isto é, 1, 3, 7, 14, 28 ou 63 dias após o fechamento, procedendo-se à retirada de todo o material e sua separação em silagem boa e material estragado; pesando-se, separadamente, cada porção.

A silagem de cada silo, depois de homogeneizada, foi amostrada para as seguintes determinações: pH, ácido láctico, matéria seca, proteína bruta, carboidratos solúveis e desaparecimento "in vitro" da matéria seca.

Para a determinação do pH, foram tomadas nove gramas de silagem fresca, em um copo de 250 ml e adicionados 60 ml de água destilada. A leitura foi feita, após permanecer a preparação silagem-água em repouso, durante 30 minutos, em potenciômetro aferido com solução de pH 7,0 e outra de pH 4,0.

A determinação de matéria seca foi feita pelo método de LENKEIT e BECKER (11), após a pré-secagem do material a 65°C, em estufa com circulação de ar.

Os teores de proteína bruta foram calculados multiplicando-se por 6,25 os teores de nitrogênio determinados pelo método kjeldahl, conforme A.O.A.C. (1).

Na determinação dos carboidratos solúveis, foi usado o método da antrona, conforme DERIAZ (5). O desaparecimento "in vitro" da matéria seca foi determinado pelo método de BAUMGARDT *et alii* (2), ligeiramente modificado, observando-se um período de fermentação de 24 h em líquido de rúmen coado em pano e obtido de novilho rúmen-fistulado, e mantido em jejum durante 18 horas. Foram feitas 3 corridas, incluindo-se todas as amostras em cada corrida, assim como tubos controles.

A determinação do ácido láctico se fez por colorimetria, pelo método do cloreto férrico, conforme marcha adaptada por FARIAS e GOMIDE (6).

As perdas foram expressas em porcentagem da matéria seca ensilada, considerando-se três tipos delas:

- a) perdas invisíveis (respiração + fermentação + percolação);
- b) perdas por decomposição (material estragado) e
- c) perdas totais.

As perdas totais foram determinadas multiplicando-se por 100 o quociente: (peso seco do material ensilado menos peso seco da silagem boa)/(peso seco do material ensilado).

A relação peso seco do material estragado e o peso seco do material ensilado, multiplicada por 100, expressou a porcentagem de perdas de material estragado. A porcentagem de perdas invisíveis foi calculada pela diferença entre as duas primeiras.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de matéria seca das silagens não foram afectados

pela adição de uréia, nem pelo tempo de fermentação. Assim, o teor de matéria seca da massa ensilada, 29,9%, compara-se com um valor médio de 28,6% para as silagens obtidas. Esta diferença, além de não significativa, pode, em parte, ser atribuída à perda de substâncias voláteis, ácidos graxos e amônia, na determinação da matéria seca em estufa.

O pH das silagens, que foi elevado ($P < 0,05$) pela adição de uréia (4,33 x 3,91), diminuiu ($P < 0,05$) com o tempo de fermentação até o sétimo dia. Os valores médios encontrados foram 5,08; 4,35; 4,10; 3,80; 3,75; 3,80 e 3,95, respectivamente, após 0, 1, 3, 7, 14, 28 e 63 dias de fermentação. O valor 3,95 observado após 63 dias não diferiu ($P > 0,05$) do valor 4,10 observado após 3 dias de fermentação, o que indicaria que a massa não estivesse estabilizada.

O teor de ácido lático cresceu acentuadamente com o tempo de armazenamento ($P / 0,05$) até o terceiro dia, estabilizando em torno de 3% no 14º dia, mostrando novo aumento depois de 28 dias de fermentação, cujo valor então observado não diferiu ($P > 0,05$) daquele observado aos 63 dias (quadro 1). De conformidade com a literatura (7, 9, 13 e 15), a adição de uréia estimulou ($P / 0,05$) a produção de ácido lático, efeito que pode ser interpretado como decorrência da disponibilidade de nitrogênio para atender ao metabolismo do "Lactobacillus" ou como um efeito tamponante dos íons NH_4^+ . Esta hipótese de aumento do poder tampão ganha suporte com a verificação de maior coeficiente de correlação linear entre os valores de pH e teores de ácido lático em silagens sem adição de uréia ($r = -0,82^*$), que em silagens com adição de uréia ($r = -0,69$ NS). Aparentemente, ocorre a formação de sais de amônia (lactato, acetato), o que resulta em elevação de pH e conseqüente estímulo à formação de novas quantidades de ácido lático. Apesar de seu pH mais elevado, as silagens com adição de uréia apresentam maior acidez titulável (4 e 13); todavia, COLEN-BRANDER *et alii* (3) relatam diminuição da acidez titulável e do teor de ácido lático em silagens de palhada de milho com adição de uréia.

Conquanto o teor de ácido lático tenha alcançado valores máximos no 28º dia de fermentação, o teor de carboidratos solúveis (quadro 1) apresentou valor mínimo já no 3º dia de fermentação, principalmente, em silagens com adição de uréia. Esta observação só pode ser compreendida se além dos carboidratos solúveis da forrageira, outros compostos, tais como a hemicelulose e ácidos orgânicos são também usados na fermentação láctica, conforme sugerem alguns autores (10, 12 e 16).

Os teores de proteína bruta das silagens (quadro 1) variaram erraticamente com o tempo de fermentação, principalmente nas silagens sem adição de uréia. A adição de uréia resultou em grande elevação ($P / 0,05$) do teor de proteína bruta das silagens, conforme registra a literatura (7, 8 e 14). Este efeito decorre da formação de sais orgânicos de amônia, além da presença de amônia e uréia residual. Não foi constatada ($P > 0,05$) correlação linear ($r = 0,30$) entre incrementos dos teores de ácido lático e de proteína bruta das silagens com adição de uréia, em parte em razão da flutuação nos teores de proteína bruta das silagens sem uréia ou flutuação na relação entre sais de amônia e uréia residual e amônia livre. Consideradas as 14 silagens, também se observou baixo coeficiente de correlação ($r = 0,39$) entre os teores de ácido lático e de

proteína bruta. Desde que um elevado coeficiente de correlação indicaria relevância na formação de lactato de amônia, os resultados observados estariam a sugerir que uma significativa porção do incremento protéico decorrente da adição de uréia se deveira antes à uréia residual ou à amônia livre.

A eficiência com que a adição de uréia elevou o teor protéico das silagens foi de apenas 55%.

As silagens, principalmente aquelas com adição de ureia, tiveram menor percentagem de desaparecimento "in vitro" de sua matéria seca do que a forragem não ensilada (quadro 1). Este resultado não corresponde às observações de que a adição de uréia resulta em silagem com menores teores de linina e fibra detergente ácido (7), o que antes estaria relacionado com silagens mais digestíveis, conforme relatam HUBER e THOMAS (8), em ensaios "in vivo". É provável que a diminuição observada na percentagem de desaparecimento "in vitro" da matéria seca decorra, em grande parte, de perdas durante o processo fermentativo.

A adição de uréia aumentou ($P \leq 0,05$) as perdas de matéria seca, principalmente sob forma de material estragado (perdas visíveis), que se tornaram evidentes a partir do 14º dia, e atingiram valor máximo no 63º dia de armazenamento (quadro 2). Esta observação, associada àquela de que o pH da silagem ao 63º dia não diferiu ($P > 0,05$) daquele observado após 3 dias de fermentação, assim como a constatação de elevação do teor de ácido lático aos 28º e 63º dias, parece indicar que a massa ensilada não atingira estabilização do processo fermentativo. Aliás, é curioso observar-se que as perdas invisíveis, decorrentes da fermentação e lixiviação, se acentuaram nos últimos dias de armazenamento.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho discute os efeitos da adição de uréia (0,5%) sobre algumas transformações da silagem de sorgo ocorridas nos primeiros dias após o enchimento do silo. Foram analisadas amostras de sorgo, assim como das silagens, após 1, 3, 7, 14, 28 e 63 dias de fermentação em silos experimentais (manilhas) de 1,10 m x 0,40 m.

Os resultados obtidos demonstram que a adição de uréia resultou em elevação das perdas de matéria seca, redução da percentagem de desaparecimento "in vitro" da matéria seca, elevação dos teores de proteína bruta, de ácido lático e do pH e em diminuição do teor de carboidratos solúveis das silagens.

Já ao 7º dia de fermentação, a massa ensilada apresentava o valor mais baixo de pH (3,80). O teor de ácido lático, que se elevou rapidamente nos primeiros 14 dias, apresentou valores máximos após 28 dias de fechamento dos silos. A queda observada no teor de carboidratos solúveis acompanhou a elevação dos teores de ácido lático apenas até o 7º dia, sugerindo que, a partir daí, outros compostos participaram como substratos da fermentação láctica. Os teores de proteína bruta e o desaparecimento "in vitro" da matéria seca das silagens variaram erratically com o tempo de fermentação.

Enquanto as perdas por fermentação e respiração foram constatadas já no primeiro dia de fermentação e se acentuaram com o tempo de fermentação, as perdas visíveis de material estragado só se tornaram evidentes a partir do 14º dia, acentuando-

QUADRO 1 - Efeito do tempo de fermentação e da adição de uréia sobre os teores de ácido láctico, carboidratos solúveis, proteína bruta e da percentagem de desaparecimento "in vitro" da matéria seca (D.I.V.M.S.)

Tempo de fermentação (dias)	Ácido láctico (% M.S.)		Carboidratos solúveis (% M.S.)		Proteína bruta (% M.S.)		D.I.V.M.S. (%)	
	s/ uréia	c/ uréia	s/ uréia	c/ uréia	s/ uréia	c/ uréia	s/ uréia	c/ uréia
0	0,40 Aa	0,75 Aa	12,10 Aa	10,90 Ab	4,87 ABCa	7,40 ABb	29,8 Aa	28,1 Ab
1	1,60 ABA	2,85 Bb	5,90 Bb	2,60 Bb	4,73 ABA	7,56 ABb	25,6 Ba	25,1 Ba
3	2,55 BCa	4,80 Cb	3,95 Ca	2,40 Bb	5,47 Ca	7,17 Ab	26,0 Ba	22,5 BCb
7	3,00 Ca	4,35 Cb	3,30 Ca	2,20 Bb	4,40 Aa	7,61 ABb	24,9 Ba	22,8 BCb
14	3,50 Ca	4,55 Cb	3,20 Ca	2,15 Bb	5,03 BCa	7,22 ABb	24,9 Ba	22,9 BCb
28	4,80 Ca	8,75 Db	4,15 Ca	2,00 Bb	4,81 ABA	7,82 Bb	26,2 Ba	25,1 Ba
63	5,60 Da	8,00 Db	3,10 Ca	1,50 Bb	4,94 ABCa	7,22 ABb	25,5 Ba	20,5 Cb

Para um mesmo parâmetro, as letras minúsculas comparam os efeitos da adição de uréia, dentro de um mesmo tempo de fermentação, enquanto as maiúsculas comparam os efeitos do tempo de fermentação na ausência ou presença de uréia ($P \leq 0,05$).

QUADRO 2 - Efeito da adição de uréia e do tempo de fermentação sobre as perdas de matéria seca das silagens de sorgo

Tempo de fermen- tação (dias)	Perdas invisíveis		Perdas por decomposição		Perdas totais	
	s/uréia %	c/uréia %	s/uréia %	c/uréia %	s/uréia %	c/uréia %
0	0,00 A	0,00 A	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa
1	2,75 Ba	5,05 Ba	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	5,05 Aa
3	7,50 Ca	3,80 ABb	0,00 Aa	0,00 Aa	7,50 Ba	3,80 Aa
7	7,45 Ca	4,85 Bb	0,00 Aa	0,00 Aa	7,45 Ba	4,85 Aa
14	8,05 Ca	7,50 Ba	5,75 Ba	8,25 Bb	13,80 Ba	15,75 Ba
28	6,95 Ca	8,05 BCa	7,00 Ba	10,90 Bb	13,95 Ba	18,95 Bb
63	10,40 Ca	11,25 Ca	14,25 Ca	18,30 Cb	24,65 Ca	29,55 Cb

Para cada parâmetro, as letras minúsculas comparam os efeitos da adição de uréia dentro de um mesmo tempo de fermentação, enquanto as maiúsculas comparam os efeitos do tempo de fermentação na ausência ou presença de uréia ($P \leq 0,05$).

se posteriormente.

5. SUMMARY

This experiment dealt with the effects of urea addition (0.5%) on some changes taking place in sorghum silages during its early stages of fermentation. Samples of the sorghum plant as well as its silage after 1, 3, 7, 14, 28 and 63 days of storage in concrete experimental silos (1,0 x 0,40 m) were analysed.

Urea addition brought about increased drymatter losses, lower "in vitro" drymatter disappearance and soluble carbohydrate figures while increasing silage pH and crude protein and lactic acid contents.

Lowest pH values were observed on the 7th day of fermentation. Lactic acid figures increased rapidly during the first 14 days, but were highest after 28 days. The observed decrease in soluble carbohydrate contents of the silage paralleled the increase in lactic acid content only until the 7th day; apparently, other compounds became an important substract for lactic acid fermentation from that time on.

An erratic variation over the fermentation periods was observed for the crude protein and "in vitro" drymatter disappearance figures.

Invisible drymatter losses could be measured after the first day and progressed with the fermentation period while the visible loss of spoiled material only became apparent on the 14th day and increased thereafter.

6. LITERATURA CITADA

1. A.O.A.C. Association of Official Agricultural Chemists. *Official methods of analysis*, 11. ed., Washington, D.C., 1970. 1.015 p.
2. BAUMGARDT, B.B.; TAYLOR, M.W.; CASON, J.L. Evaluation of forages in laboratory; II. Simplified artificial rumen procedure for obtaining repeatable estimates of forage nutritive value. *J. Dairy Sci.*, Illinois, 45:62-8.1962.
3. COLENBRANDER, V.F.; MULLER, L.D.; WASSON, J.A.; CUNINGHAM, M.D. Effects of added urea and ammonium polyphosphate to corn stover silages on animal performance. *J. An. Sci.*, New York, 33(5):1091-6. 1971.
4. CULLISON, A.E. The use of urea in making silage from sweet sorghum. *J. An. Sci.*, New York, 3(1):59-62. 1944.
5. DERIAZ, R.E. Routine analyses of carbohydrate and lignin in herbage. *J. Sci. Food. Agric.*, London, 12:152-60. 1961.
6. FARIAS, I. & GOMIDE, J.A. Efeito do emurchecimento e da adição de raspa de mandioca sobre as características da silagem de capim-elefante cortado com diferentes teores de matéria seca. *Experientiae*, Viçosa, 16(7):131-49. 1973.

7. HUBBER, J.T.; THOMAS, J.W.; EMERY, R.S. Response of lactating cows fed urea-treated corn silage harvested at varying stages of maturity. *J. Dairy Sci.*, Illinois, 51(11):1806-10. 1968.
8. HUBER, J.T. & THOMAS, J.W. Urea-treated corn silage in low protein rations for lactating cows. *J. Dairy Sci.*, Illinois, 54(2):224-30. 1971.
9. JOHNSON, R.R.; McCLURE, K.E.; KLOSTERMAN, E.W.; JOHNSON, L.J. Corn plant maturity III. Distribution of nitrogen in corn silage treated with limestone, urea and diammonium phosphate. *J. An. Sci.*, New York, 26(2):394-9. 1967.
10. LANGSTON, C.W.; WISEMAN, H.G.; GORDON, C.H.; JACOBSON, W. C.; MELIN, C.G.; MOORE, L.A.; McCALMONT, J.R. Chemical and bacteriological change in grass silage during the early stages of fermentation, I. Chemical Changes. *J. Dairy Sci.*, Illinois, 45(3):396-402. 1962.
11. LENKEIT, W. & BECKER, N. *Inspecção e apreciação de forrageiras*. Lisboa, Ministério da Economia de Portugal, 1956. 152 p. (Bol. Pecuário, 2).
12. McDONALD, A.R., HENDERSON, A.R.; MacGREGOR, A.W. Chemical changes and losses during the ensilage of wilted grass. *J. Sci. Food. Agric.*, London, 19:125-32. 1968.
13. OWENS, F.N.; MEISKE, J.C.; GOODRICH, R.D. Corn silage fermentation; I. Effects of crude proteins sources and sodium metabisulfite on energy constituents. *J. An. Sci.*, New York, 30(3):455-61. 1970.
14. _____. Corn silage fermentation; II. Effects of crude protein sources and sodium bisulfite on nitrogenous constituents. *J. An. Sci.*, New York, 30(3):462-66. 1970.
15. SHIRLEY, J.E.; BROWN, L.D.; TORNAN, F.R.; STROUBE, W.H. Influence of varying amounts of urea on the fermentation pattern and nutritive value of corn silage. *J. Dairy Sci.*, Illinois, 55(6):805-10. 1972.
16. WHITTENBURY, R.; McDONALD, P.; BRYAN-JONES, D.G. A short review of some biochemical and microbiological aspects of ensilage. *J. Sci. Food. Agric.*, London, 18:441-4. 1967.