

# Estudo comparativo de diferentes tipos de silos sobre a composição bromatológica e perfil fermentativo da silagem de milho

Paulo Henrique Mazza Rodrigues\*, Silvia Ban de Gouvêa Pedroso, Laércio Melotti, Stefano Juliano Tavares de Andrade e Felix Ribeiro de Lima

Departamento de Nutrição e Produção Animal - FMVZ/Universidade de São Paulo, Av. Duque de Caxias Norte, 225, 13.630-000, Pirassununga, São Paulo. \*Autor para correspondência. e-mail: pmazza@usp.br

**RESUMO.** Três diferentes tipos de silos de laboratório, confeccionados a partir de baldes plásticos, sacos plásticos e manilhas de concreto com revestimento plástico, em dois diferentes graus de compactação (400 ou 600 kg de silagem/m<sup>3</sup>), foram comparados com o silo comercial tipo trincheira amostrado a 0, 50 e 100 cm da sua superfície. A planta de milho (27,3% de MS e 8,4% de PB) foi picada, homogeneizada e utilizada para encher quatro silos por tratamento. Depois de abertos, estes foram amostrados para análise da composição bromatológica e perfil fermentativo. Os teores de MS e PB variaram entre os diferentes extratos do silo comercial e foram intermediários nos silos laboratoriais, indicando maior translocação de água e nutrientes naquele do que nestes. Os silos laboratoriais representaram bem os comerciais, quanto aos componentes da parede celular, amido, carboidratos solúveis e DIVMS. O pH foi menor na silagem obtida no extrato médio, intermediário no profundo e maior na superfície do silo comercial. Silagens obtidas no extrato médio também apresentaram maiores teores de nitrogênio amoniacal e ácido láctico, enquanto que as obtidas no extrato profundo apresentaram as concentrações mais elevadas de ácido acético. De forma geral, os silos laboratoriais representaram bem o perfil de fermentação dos silos comerciais (pH, concentração de etanol, acético, propiônico, butírico, láctico e N amoniacal), já que a maior variabilidade de resposta foi observada entre os extratos do silo comercial.

**Palavras-chave:** composição química, ensilagem, fermentação, silo experimental, *Zea mays*.

**ABSTRACT. Comparative studies on chemical composition and fermentation characteristics of corn silage.** A commercial bunker silo and three types of experimental silos were used for determination of chemical composition and fermentation characteristics of corn silage (27.3% DM and 8.4% CP) ensiled in two different densities (400 or 600kg of silage/m<sup>3</sup>): 1) commercial bunker silo sampled at 0, 50 and 100 cm from the top; 2) plastic silo with bulsen valve; 3) plastic bag; and 4) concrete pipe. Dry matter and CP concentration showed larger variation among different levels in the commercial silos and were intermediate in the experimental ones. This indicated that water and nutrients translocation were greater in the commercial than in the experimental silos. Experimental silos well represented the commercial ones concerning cell wall, starch, water-soluble carbohydrates and IVDDM. In commercial bunker silo, pH value was low in the middle extract and higher on the top. Silage obtained from the middle extract presented greater values of NH<sub>3</sub>-N and lactic acid concentrations, while silage obtained from deep extract had higher acetic acid concentrations. Fermentation (pH, concentration of ethanol, acetic, propionic, butyric, lactic and ammoniacal N) in the experimental silos was similar to the commercial silos. Variation in fermentation in different extracts of commercial silos was greater than in different types of experimental silos.

**Key words:** chemical composition, ensiling, fermentation, experimental silo, *Zea mays*.

## Introdução

A literatura apresenta uma grande diversidade de silos utilizados para pesquisa. Embora aceite-se que

tais unidades de experimentação reproduzam as condições anaeróbias básicas para avaliar a silagem, existem indicações de que, dependendo das condições experimentais, os resultados obtidos

podem não ser exatamente aqueles observados em silos a campo.

Wilsons e Wilkins (1972) mostraram que silagens produzidas em tubos de ensaio, com 100g, ou sacos de PVC, com uma tonelada de matéria fresca, apresentaram características muito próximas, apesar de algumas vezes a fermentação em silos de laboratório ser atípica, provavelmente pela diferença na contagem inicial de bactérias lácticas. Entretanto, Voelker *et al.* (1989), ao compararem silos pilotos com capacidade entre 49 e 145 kg e silos comerciais do tipo trincheira para acondicionar silagem de grãos úmidos de milho (73,5% de MS), observaram que a perda de MS foi 13% maior no silo trincheira que naqueles. Anderson e Jackson (1970) encontraram perdas dezenove vezes maiores em bolsas de polietileno com capacidade de 4.000 kg que em silos cilíndricos com capacidade de 500 kg de matéria ensilada.

Lisete e Ramirez (1989), ao compararem silos laboratoriais com capacidade para 200 g com silos piloto com capacidade para 80 kg, concluíram que as silagens de laboratório apresentaram qualidade de fermentação superior às dos silos piloto, com base no pH, na concentração de ácidos e de nitrogênio amoniacal, sendo que somente quanto aos níveis de ácido láctico houve favorecimento dos silos piloto. Andrade (1994) apontou que a alta compactação conseguida em silos experimentais promoveria a lise das células e o extravasamento do conteúdo celular, que estaria então mais precocemente disponível para as bactérias homoláticas, proporcionando um crescimento acelerado das mesmas, com uma rápida diminuição do pH pela produção de ácido láctico e, conseqüentemente, as silagens aí produzidas seriam de melhor qualidade.

Ainda em relação aos níveis de compactação, Hargreaves *et al.* (1986), comparando bolsas de polietileno com capacidade de 15-20 kg de material fresco com tubos de PVC de 5 kg de capacidade, submetidos a três níveis de pressão (0, 40 e 80 g/cm<sup>2</sup>), observaram diferenças nas perdas frente às pressões utilizadas. Neste trabalho, observaram que a maior pressão de compactação, associada ao maior teor de MS, levou ao efeito inibidor das perdas de matéria seca do silo. Tal fato pode ser devido a fermentação mais controlada, bem como a melhor exaustão de oxigênio. Estes autores também postularam que nos silos de laboratório o grau de estabilização é obtido com maior rapidez que nos silos comerciais. Isto poderia implicar em maiores dificuldades na coleta e interpretação de respostas a diferentes tratamentos nestes silos.

Foram os objetivos do presente trabalho comparar diferentes tipos de silos experimentais comumente utilizados em laboratórios frente ao silo comercial tipo trincheira, quanto à composição bromatológica e perfil fermentativo da silagem de milho.

### Material e métodos

O trabalho foi conduzido nas dependências do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Campus de Pirassununga, Estado de São Paulo.

A cultura de milho (Cargil 333B), *Zea mays* L. (Poaceae), foi plantada em outubro de 1998 e cortada quando em estágio de 50% da linha do leite. Após colhido e picado em fragmentos de tamanho teórico médio de partícula, de 1,0 cm, segundo metodologia proposta por Heinrichs (1996), o material original foi homogeneizado e colocado em vinte e quatro silos de laboratório, sendo oito deles confeccionados a partir de baldes plásticos com 25,2 cm de altura e 24,5 cm de diâmetro (aproximadamente doze litros de capacidade), com tampa superior portando válvulas do tipo "bunsen" para o livre escape dos gases; oito confeccionados a partir de sacos plásticos de capacidade de 40 litros na cor preta envolvidos com sacos de ráfia e oito deles confeccionados a partir de manilhas de concreto com 40 cm de diâmetro por 1,0 m de altura (aproximadamente 630 litros de capacidade), revestidas internamente com plástico transparente, que possuía a finalidade de evitar a penetração de oxigênio. Os silos ainda foram divididos em dois grupos, possuindo quatro deles compactação de 400 e 4 com compactação de 600 kg de silagem/m<sup>3</sup>. O mesmo material foi utilizado para encher dois silos de tamanho comercial, tipo trincheira, escavados na terra e não revestidos. Estes possuíam dimensões de 3,5 m de base menor, 4,5 m de base maior, 5,0 m de altura e 30,0 m de comprimento. As compactações dos silos comerciais foram avaliadas somente no momento de suas aberturas, obtendo-se um valor médio aproximado de 700 kg de silagem/m<sup>3</sup>. Enquanto que os silos experimentais foram compactados manualmente, os comerciais o foram mecanicamente, através de um trator. No momento de suas aberturas, duas amostras de cada silo comercial foram coletadas a zero (extrato superior), 50 (extrato médio) e 100 cm (extrato profundo) a partir de sua superfície.

Os silos foram mantidos fechados por 70 dias, sendo os do tipo laboratorial mantidos em local abrigado. Uma vez abertos, todo o material retirado

de cada silo experimental foi homogeneizado, sendo uma parcela separada para determinação da matéria seca em estufa de circulação de ar forçado e proteína bruta (AOAC, 1980), componentes da parede celular (FDN, FDA e lignina), segundo Van Soest (1967), carboidratos solúveis (Johnson *et al.*, 1966), amido (Pereira e Rossi, 1995), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (Van Soest e Robertson, 1985), poder tampão (Tosi, 1973) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (Tilley e Terry, 1963). Outra parcela foi colocada em prensa manual para extração dos sucos e imediata determinação do pH (medição em potenciômetro) e do nitrogênio amoniacal (Foldager, 1977). Parte do suco foi fixada (0,2 mL de ácido fórmico para cada 1,0 mL de suco de silagem) e congelada para posterior determinação dos ácidos orgânicos por cromatografia gasosa (Erwin *et al.*, 1961). As perdas de matéria seca foram estimadas através do uso da concentração de matéria mineral, como indicador interno, na planta do milho antes e após a ensilagem. O cálculo das perdas foram realizados através da fórmula  $P = [1 - (MM_{antes}/MM_{após})] \times 100$ , onde P = perda de matéria seca,  $MM_{antes}$  = concentração de matéria mineral antes da ensilagem e  $MM_{após}$  = concentração de matéria mineral após a ensilagem.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. As diversas variáveis foram submetidas à análise de variância pelo procedimento GLM do Statistical Analysis System (SAS Institute, 1985), sendo as médias comparadas pelo teste Tukey. Para todas as análises realizadas foi utilizado um nível de significância de 5%.

## Resultados e discussão

Os dados de composição química-bromatológica do milho antes da ensilagem encontram-se na Tabela 1. Excetuando os valores de NIDA, os dados de composição bromatológica (MS, PB, FDN e FDA) e poder tampão são compatíveis aos esperados para essa forrageira, segundo NRC (1989) e McDonald *et al.* (1991), respectivamente. O teor de NIDA encontra-se relativamente superior ao nível de referência de 8% do N total comumente registrado na literatura como limite para indicar superaquecimento dos alimentos. É possível que a complexação do nitrogênio à fibra tenha ocorrido durante a secagem da cultura na estufa, ou ainda que esta alta concentração seja inerente a forrageiras cultivadas em clima tropical.

Os dados de composição química-bromatológica das silagens submetidas aos tratamentos encontram-se na Tabela 2. A composição das silagens obtidas à

diferentes profundidades no silo comercial tipo trincheira diferiram para a porcentagem de matéria seca, proteína bruta, nitrogênio insolúvel em detergente ácido, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, mas não com relação à lignina, amido, carboidratos solúveis e digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Silagens obtidas a 100 cm da superfície (extrato profundo) possuíram menor teor de MS e maior de PB que aquelas obtidas a zero (superfície) e 50 cm (médio), provavelmente por acúmulo de material celular extravasado das camadas superiores para as inferiores. A evaporação da umidade e amônia contida nas camadas superiores também poderia explicar tal fenômeno. Bolsen *et al.* (1993) também demonstraram maiores perdas de umidade, bem como de matéria orgânica, à profundidade de 50 cm, quando silagem de alfafa, milho ou sorgo não foram vedadas com lona plástica, em relação àquelas vedadas. Silagens vedadas imediatamente após o carregamento do silo também apresentaram maiores recuperações de matéria seca e matéria orgânica, quando comparadas com aquelas cuja vedação foi atrasada em 7 dias.

**Tabela 1.** Composição química-bromatológica da planta de milho usada para ensilagem<sup>1</sup>

MS	PB	NIDA	FDN	FDA	LIG	Amido	CHOs	DIVMS	PT
27,29	8,42	21,02	65,37	36,44	8,76	27,65	13,80	67,52	20,38

<sup>1</sup>MS: matéria seca (%), PB: proteína bruta (% MS), NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido (% do N total), FDN: fibra em detergente neutro (% MS), FDA: fibra em detergente ácido (% MS), Lig.: lignina (% MS), Amido (% MS), CHOs: carboidratos solúveis (% MS), DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca (% MS) e PT: poder tampão (meq/100 g MS de forragem)

No presente experimento, silagens obtidas no extrato profundo apresentaram maiores teores de FDN que aquelas obtidas a média profundidade e maiores teores de FDA que as silagens superficiais, enquanto que silagens obtidas na superfície tiveram menor teor de NIDA que aquelas obtidas a média profundidade. Ao estudarem a temperatura da silagem obtida na superfície e a 2,2 m de profundidade, Carlsson *et al.* (1993) demonstraram que as silagens obtidas a maiores profundidades possuíam temperaturas, em média, 9,4°C maiores que as obtidas na superfície (34,3 vs. 25,0°C), possivelmente por manutenção do calor nas camadas mais profundas. Demonstraram também, os autores, alta associação entre a temperatura e a formação de NIDA entre as camadas.

Quanto aos silos laboratoriais, silagens produzidas em sacos com 400 kg/m<sup>3</sup> tiveram maior teor de MS que a comercial profunda, enquanto que as produzidas em manilha com 600 kg/m<sup>3</sup> apresentaram menor teor de MS que as comerciais superficiais e médias. Para a PB, silagens produzidas

em baldes e sacos se assemelharam mais àquelas obtidas em silos comerciais profundos, enquanto que as produzidas em manilhas se assemelharam mais às obtidas na superfície. Pode-se observar também maior variação nos teores de MS e PB entre os extratos do silo comercial e valores intermediários destes compostos nos silos laboratoriais, excetuando as silagens produzidas em sacos com 400kg/m<sup>3</sup> e em manilhas com 600kg/m<sup>3</sup>. De forma geral, é possível que essas diferenças sejam devidas às diferentes formas pelas quais os diferentes silos foram amostrados. Enquanto que nos silos laboratoriais todo o material nele contido foi homogeneizado antes de ser amostrado, nos silos comerciais, isso não foi possível, em virtude da grande quantidade aí presente. Desta maneira, os silos laboratoriais foram mais representativos de toda a massa nele contida, enquanto que os comerciais permitiram maior variação, ocorrida, provavelmente, em função da translocação de efluentes das camadas superiores para as inferiores.

Para os teores de NIDA, FDN, FDA e amido, bem como perdas de MS, os silos laboratoriais tendem a representar os comerciais, embora seja difícil a associação, já que mesmo a composição das silagens obtidas no silo comercial variam bastante dependendo do extrato estudado. Para a composição em lignina, carboidratos solúveis e DIVMS, as silagens produzidas em silos laboratoriais sob diferentes densidades representaram bem aquelas obtidas em silos comerciais, qualquer que fosse a profundidade estudada. Mais uma vez, é possível que essas variáveis sejam menos influenciadas pela translocação de efluentes. Ao estudarem a composição de MS, PB, FDA e FDN em diferentes sítios de coleta em silagem de gramínea e leguminosa, armazenada em fardos revestidos com película plástica, Nonaka e Nakui (1997) também

observaram grande variação de composição entre os sítios de coleta. Entre os vinte e um pontos estudados, aquele coletado a 30 cm de profundidade a partir do topo foi o que mais representou a qualidade da silagem de todo o fardo.

Os dados de avaliação do perfil fermentativo das silagens encontram-se na Tabela 3. Os valores de pH, nitrogênio amoniacal, poder tampão, ácido acético, propiônico e láctico apresentaram valores diferentes nos diferentes extratos no silo comercial. O pH foi menor na silagem obtida no extrato médio, intermediário no profundo e maior na superfície do silo comercial trincheira. Silagens obtidas no extrato médio também apresentaram maiores teores de nitrogênio amoniacal, provavelmente devido à proteólise causada pelo baixo pH. A literatura cita que a taxa de queda no pH é um importante fator para inibir a proteólise, seja ela causada pelas enzimas vegetais, seja ela causada pelo crescimento microbiano indesejável. Entretanto, em pH abaixo de 4,0, como o observado no presente experimento, é possível que tenha ocorrido, principalmente no extrato médio, hidrólise ácida direta das proteínas vegetais, mesmo que enzimas vegetais e o crescimento microbiano indesejável estivessem consideravelmente inibidos (McDonald *et al.*, 1991).

Enquanto que as silagens obtidas no extrato médio apresentaram as maiores concentrações de ácido láctico e as obtidas no extrato profundo apresentaram as concentrações mais elevadas de ácido acético, as obtidas no extrato superior tenderam a apresentar as maiores concentrações de ácido butírico e propiônico. Esse fato ajuda a explicar o menor poder tampão apresentado nessas silagens, uma vez que láctico e acético são os principais ácidos responsáveis pelo alto poder tampão da silagem resultante do processo fermentativo (McDonald *et al.*, 1991).

**Tabela 2.** Composição química-bromatológica das silagens de milho<sup>1</sup>

	Silo	MS	PB	NIDA	FDN	FDA	LIG	Amido	CHOs	DIVMS	Perdas
Comer.	Superfíc.	27,3 <sup>ab</sup>	8,5 <sup>cd</sup>	15,5 <sup>bc</sup>	60,3 <sup>abc</sup>	34,3 <sup>bc</sup>	9,0 <sup>ab</sup>	18,6 <sup>bcd</sup>	7,8 <sup>ab</sup>	66,8 <sup>ab</sup>	20,6 <sup>abc</sup>
	Médio	27,7 <sup>ab</sup>	8,2 <sup>d</sup>	18,9 <sup>a</sup>	58,3 <sup>cde</sup>	35,2 <sup>ab</sup>	8,4 <sup>ab</sup>	17,0 <sup>cd</sup>	10,0 <sup>a</sup>	65,2 <sup>ab</sup>	20,6 <sup>abc</sup>
	Profundo	24,8 <sup>c</sup>	9,2 <sup>ab</sup>	16,4 <sup>ab</sup>	61,6 <sup>ab</sup>	36,8 <sup>c</sup>	8,7 <sup>ab</sup>	15,7 <sup>d</sup>	8,8 <sup>ab</sup>	67,1 <sup>ab</sup>	30,2 <sup>a</sup>
400	Balde	25,8 <sup>bc</sup>	9,2 <sup>ab</sup>	14,8 <sup>bc</sup>	58,0 <sup>cde</sup>	34,1 <sup>bc</sup>	7,9 <sup>ab</sup>	23,2 <sup>a</sup>	7,7 <sup>ab</sup>	64,4 <sup>b</sup>	21,3 <sup>abc</sup>
	Saco	28,1 <sup>a</sup>	9,4 <sup>a</sup>	15,2 <sup>bc</sup>	63,3 <sup>a</sup>	35,0 <sup>ab</sup>	9,3 <sup>a</sup>	20,4 <sup>bc</sup>	7,5 <sup>ab</sup>	65,8 <sup>ab</sup>	27,3 <sup>ab</sup>
	Manilha	25,6 <sup>bc</sup>	9,0 <sup>bc</sup>	16,8 <sup>ab</sup>	55,9 <sup>e</sup>	30,9 <sup>d</sup>	8,0 <sup>ab</sup>	20,7 <sup>abc</sup>	7,6 <sup>ab</sup>	69,0 <sup>a</sup>	14,0 <sup>bc</sup>
600	Balde	25,7 <sup>bc</sup>	9,0 <sup>bc</sup>	16,9 <sup>ab</sup>	57,3 <sup>de</sup>	33,8 <sup>bc</sup>	8,3 <sup>ab</sup>	23,1 <sup>a</sup>	6,8 <sup>b</sup>	65,1 <sup>ab</sup>	11,1 <sup>c</sup>
	Saco	25,8 <sup>bc</sup>	9,4 <sup>a</sup>	13,6 <sup>c</sup>	59,0 <sup>bcd</sup>	34,6 <sup>ab</sup>	8,9 <sup>ab</sup>	19,6 <sup>abcd</sup>	8,0 <sup>ab</sup>	65,8 <sup>ab</sup>	21,9 <sup>abc</sup>
	Manilha	24,3 <sup>c</sup>	8,7 <sup>bcd</sup>	15,3 <sup>bc</sup>	58,4 <sup>cde</sup>	32,0 <sup>cd</sup>	7,7 <sup>b</sup>	22,5 <sup>ab</sup>	7,2 <sup>ab</sup>	67,3 <sup>ab</sup>	14,1 <sup>bc</sup>
	Média	26,0	9,0	15,9	59,0	34,1	8,5	20,1	7,9	66,3	20,4
	CV	5,3	5,2	10,8	3,8	5,5	9,0	14,9	18,5	3,3	40,4
	Probabilidades	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,017	0,001	0,075	0,053	0,009

<sup>1</sup>MS: matéria seca total (%), PB: proteína bruta (% MS), NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido (% do N total), FDN: fibra em detergente neutro (% MS), FDA: fibra em detergente ácido (% MS), Lig.: lignina (% MS), Amido (% MS), CHOs: carboidratos solúveis (% MS), DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca (% MS), Perdas: perdas de matéria seca (% MS), CV: coeficientes de variação (%). As médias nas colunas com letras sobrescritas diferentes, diferem pelo teste Tukey (5%)

Tabela 3. Perfil fermentativo das silagens de milho<sup>1</sup>

Silo		pH	N-NH <sub>3</sub>	PT	Etanol	Acético	Prop.	Butírico	Lático	Rel.
Comer.	Superfície	3,65 <sup>c</sup>	4,43 <sup>d</sup>	37,9 <sup>c</sup>	1,37 <sup>ab</sup>	0,95 <sup>d</sup>	0,047 <sup>a</sup>	0,020 <sup>ab</sup>	8,6 <sup>cd</sup>	9,3 <sup>ab</sup>
	Médio	3,46 <sup>c</sup>	7,34 <sup>a</sup>	42,9 <sup>abc</sup>	0,23 <sup>b</sup>	1,51 <sup>c</sup>	0,023 <sup>ab</sup>	0,017 <sup>ab</sup>	14,8 <sup>a</sup>	9,9 <sup>a</sup>
	Profundo	3,55 <sup>b</sup>	5,97 <sup>b</sup>	49,3 <sup>a</sup>	0,38 <sup>b</sup>	5,73 <sup>a</sup>	0,000 <sup>b</sup>	0,007 <sup>b</sup>	9,1 <sup>bcd</sup>	1,6 <sup>f</sup>
400	Balde	3,55 <sup>b</sup>	5,07 <sup>cd</sup>	46,0 <sup>ab</sup>	1,09 <sup>ab</sup>	1,97 <sup>bc</sup>	0,025 <sup>ab</sup>	0,016 <sup>ab</sup>	14,6 <sup>a</sup>	7,5 <sup>abc</sup>
	Saco	3,61 <sup>ab</sup>	3,52 <sup>c</sup>	45,0 <sup>bc</sup>	0,69 <sup>ab</sup>	1,66 <sup>c</sup>	0,000 <sup>b</sup>	0,016 <sup>ab</sup>	7,1 <sup>cd</sup>	4,3 <sup>def</sup>
	Manilha	3,60 <sup>ab</sup>	5,26 <sup>bc</sup>	42,4 <sup>abc</sup>	1,00 <sup>ab</sup>	2,33 <sup>b</sup>	0,009 <sup>b</sup>	0,003 <sup>b</sup>	6,5 <sup>d</sup>	2,8 <sup>ef</sup>
600	Balde	3,57 <sup>b</sup>	4,66 <sup>cd</sup>	45,1 <sup>abc</sup>	1,97 <sup>a</sup>	1,56 <sup>c</sup>	0,019 <sup>ab</sup>	0,030 <sup>a</sup>	10,3 <sup>bc</sup>	6,6 <sup>bcd</sup>
	Saco	3,58 <sup>b</sup>	4,69 <sup>cd</sup>	44,4 <sup>abc</sup>	1,03 <sup>ab</sup>	2,02 <sup>bc</sup>	0,003 <sup>b</sup>	0,015 <sup>ab</sup>	7,3 <sup>bcd</sup>	3,6 <sup>ef</sup>
	Manilha	3,60 <sup>ab</sup>	5,24 <sup>bc</sup>	48,6 <sup>b</sup>	1,33 <sup>ab</sup>	1,99 <sup>bc</sup>	0,019 <sup>ab</sup>	0,007 <sup>b</sup>	10,7 <sup>b</sup>	5,5 <sup>dik</sup>
Média	3,58	5,13	44,2	1,01	2,19	0,016	0,014	9,9	5,7	
CV	1,57	20,9	10,1	71,3	61,2	115,5	78,9	32,4	51,8	
Probabilidades		0,001	0,001	0,001	0,008	0,001	0,001	0,011	0,001	0,001

<sup>1</sup>N-NH<sub>3</sub>: nitrogênio amoniacal (% do N total), PT: poder tampão (meq/100 g MS de forragem), Etanol (% MS), Acético (% MS), Prop.: propiônico (% MS), Butírico (% MS), Lático (% MS), Rel.: relação Lático:Acético, CV: coeficientes de variação (%). As médias nas colunas com letras sobrescritas diferentes, diferem pelo teste Tukey (5%)

Quanto aos silos laboratoriais, de forma geral, estes representaram bem o pH e as concentrações de nitrogênio amoniacal dos silos comerciais, embora nenhum deles tenha alcançado valores de pH tão baixos e concentrações de N-NH<sub>3</sub> tão altas quanto aqueles obtidos no extrato médio do silo comercial ou alcançado concentrações de ácido acético tão altas quanto aquelas obtidas no comercial profundo. Para as variáveis poder tampão, concentração de etanol, ácido propiônico e ácido butírico, também os silos laboratoriais representaram bem o comercial, inclusive com maior variabilidade entre os diferentes extratos do silo comercial do que entre os diferentes tipos de silo.

Para o ácido lático, somente o balde a 400 kg/m<sup>3</sup> apresentou valores tão altos quanto os obtidos no extrato médio do silo comercial, sendo que os demais silos laboratoriais não diferiram estatisticamente do extrato profundo ou superficial do silo comercial para esta variável.

Diferentemente do apresentado por Lissete e Ramirez (1989), as silagens produzidas em silos laboratoriais não apresentaram qualidade superior que aquela produzida no silo comercial quanto aos valores de pH, ácido acético, ácido butírico e nitrogênio amoniacal. Tão pouco os dados aqui encontrados concordam com os encontrados por aqueles autores, ao afirmarem que silagens produzidas em silos comerciais possuíam um certo favorecimento com relação aos níveis de ácido lático.

Nas condições de compactação controlada e material de fácil fermentação, como é o caso do milho, utilizados no presente experimento, não foi possível confirmar os dados obtidos por Hargreaves *et al.* (1986) e Andrade (1994), os quais postularam que o grau de estabilização é obtido com maior rapidez nos silos laboratoriais que nos comerciais, resultando, portanto, em silagens de melhor qualidade fermentativa naqueles do que nestes silos. Entretanto, aqueles autores alertaram que tais

dificuldades ocorreriam, principalmente, para forrageiras que apresentam limitações para ensilagem. Em materiais de fácil fermentação, a utilização de silos laboratoriais se mostra adequada à coleta e interpretação de respostas à diferentes tratamentos.

Um fato que substancia tal afirmação é que a variabilidade encontrada entre os diferentes extratos a partir da superfície do silo comercial apresenta maior variabilidade que a própria variação entre diferentes tipos de silos e graus de compactação.

Resultados obtidos em nosso laboratório com o capim-elefante (dados não publicados) tem demonstrado que as silagens obtidas em silos confeccionados em sacos plásticos produziram menores concentrações de ácido lático e de etanol, bem como maior pH, que aquelas produzidas em baldes plásticos devido à dificuldade de compactação, e conseqüente menor expulsão do oxigênio, naqueles silos. Os dados não tão notórios encontrados no presente experimento parecem decorrer da maior disponibilidade de carboidratos solúveis, menor teor de umidade e igual poder tampão, e, portanto, mais fácil fermentação, do milho que do capim-elefante.

Com base nas informações obtidas no presente experimento, é possível inferir que silagens produzidas em silos laboratoriais proporcionam fermentação semelhante àquelas obtidas em silos comerciais, quando a forrageira apresenta fácil fermentação. Adicionalmente, silagens obtidas de diferentes extratos de um silo comercial apresentam maiores diferenças que aquelas produzidas entre diferentes tipos de silos laboratoriais e comerciais.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) pelo

financiamento do projeto, aos funcionários Everson Lázaro e Gilmar Botteon pelo cuidado com a cultura e aos técnicos Ari de Castro, Gilson de Godoy e Simi Robassini pela ajuda com as análises laboratoriais.

### Referências

- ANDERSON, B.K.; JACKSON, N. The conservation of grass in sealed metal and plastic containers, with and without ground barley meal. *J. Br. Grassl. Soc.*, Reading, v. 25, n. 1, p. 136-142, 1970.
- ANDRADE, S.J.T. *Efeito de alguns tratamentos sobre a qualidade da silagem de capim elefante*. 1994. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1994.
- AOAC-ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. Washington: AOAC, 1980.
- BOLSEN, K.K. et al. Rate and extent of top spoilage losses in horizontal silos. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 76, n. 10, p. 2940-2962, 1993.
- CARLSSON, J. et al. The development of heat in towers silos and its relation to chemical and microbiological parameters of the silage. *Swedish J. Agric. Res.*, Skara, v. 23, n. 4, p. 181-189, 1994.
- ERWIN, E.S. et al. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 44, n. 9, p. 1768-1771, 1961.
- FOLDAGER, J. *Protein requirement and non protein nitrogen for high producing cow in early lactation*. 1977. Tese (Doutorado) - Michigan State University, East Lansing, 1977.
- HARGREAVES, A.B. et al. Comparacion de dos silos experimentales para la investigacion de ensilages. *Agricultura Técnica*, Santiago del Chile, v. 46, n. 2, p. 185-192, 1986.
- HEINRICH, J. *Evaluating particle size of forages and TMRs using the Penn State Particle Size Separator*. Philadelphia: The Pennsylvania State University, 1996.
- JOHNSON, R.R. et al. Corn plant maturity. II. Effect on *in vitro* cellulose digestibility and soluble carbohydrate content. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 25, n. 3, p. 617-623, 1966.
- LISSETE, L.O.; RAMIREZ, M. Analisis de los cambios ocurridos en ensilages de King Grass a nível de laboratorio y silos pilotos. *Pastos y Forrajes*, Turrialba, v. 12, n. 1, p. 83-88, 1989.
- McDONALD, P. et al. *The Biochemistry of silage*. Marlow, UK: Chalcombe Publications, 1991.
- NONAKA, K.; NAKUI, T. Suitable indices and sampling sites for evaluating quality of low moisture wrapped bound bale silage. *J. Jap. Soc. Grassl. Sci.*, Sapporo, v. 42, n. 4, p. 364-368, 1997.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 6 ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1989.
- PEREIRA, J.R.A.; ROSSI, P. *Manual prático de avaliação nutricional de alimentos*. Piracicaba: FEALQ, 1995.
- SAS-STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. *SAS user's guide: statistics*. 5.ed. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1985.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the "in vitro" digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.*, Reading, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.
- 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.
- VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system for analysis and its application to forage. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 26, n. 1, p. 119-128, 1967.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. *Analysis of forages and fibrous foods*. Ithaca: Cornell University, 1985.
- VOELKER, H.H. et al. High moisture corn preserved with esters of propionic acid for lactating cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 72, n. 1, p. 89-95, 1989.
- WILSONS, R.F.; WIKINS, R.J. An evaluation of laboratory ensiling techniques. *J. Sci. Food Agric.*, London, v. 23, n. 2, p. 377-382, 1972.

Received on January 21, 2002.

Accepted on June 07, 2002.