

Composição Bromatológica e Perfil Fermentativo da Silagem de Capim-Elefante Obtida em Diferentes Tipos de Silos Experimentais e no Silo Tipo Trincheira¹

Paulo Henrique Mazza Rodrigues², Silvia Ban de Gouvêa Pedroso³, Laércio Melotti², Stefano Juliano Tavares de Andrade², Felix Ribeiro de Lima²

RESUMO - Três diferentes tipos de silos experimentais, confeccionados a partir de baldes plásticos, sacos plásticos e manilhas de concreto não impermeabilizadas, foram comparados com o silo comercial tipo trincheira, amostrado a 30 e 60 cm da sua superfície, para a ensilagem do capim-elefante (cv. Napier). Utilizaram-se, ainda, dois diferentes graus de compactação, correspondentes a 400 ou 600 kg de silagem/m³. O capim (33,0% de MS e 4,2% de PB) foi homogeneizado e utilizado para encher quatro silos por tratamento, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado. Depois de abertos, estes foram amostrados, para análise da composição bromatológica e do perfil fermentativo. Silagens produzidas em manilhas de concreto não impermeabilizadas apresentaram altos valores de pH, NIDA e lignina, baixas concentrações de ácido láctico e nitrogênio amoniacal, baixo poder tampão e baixa digestibilidade *in vitro*. Silagens produzidas em silos experimentais apresentaram qualidade superior, quanto aos parâmetros amido, carboidratos solúveis, concentração de nitrogênio amoniacal, poder tampão, ácidos acético, propiônico, butírico e láctico, do que aquelas produzidas no silo comercial. Silagens obtidas dos diferentes extratos do silo comercial apresentaram maior variabilidade para os parâmetros de fermentação do que aquelas obtidas entre diferentes tipos de silos experimentais.

Palavras-chave: fermentação, *Pennisetum purpureum*

Chemical Composition and Fermentation Characteristics of Elephantgrass Silage Obtained in Different Experimental and Bunker Silos

ABSTRACT - One type of commercial silo and three types of experimental silos were used for determination of chemical composition and fermentation characteristics of elephant grass (*Pennisetum purpureum*) (33.0% DM and 4.2% CP) ensiled in two different densities (400 or 600 kg of silage/m³): 1) commercial bunker silo sampled at 30 (top) and 60 (deep) cm from the top; 2) plastic silo with bulsen valve; 3) plastic bag; and 4) concrete pipe. A completely randomized design was used. The concrete pipe silo produced silage with higher pH, ADIN and lignin values, as well as lower *in vitro* digestibility, buffering capacity, and lactic acid and NH₃-N concentrations. Experimental silos had superior quality than commercial silos to starch, soluble carbohydrates, buffering capacity, NH₃-N, acetic, propionic, butyric, and lactic acids concentrations. Variation in fermentation in different levels of commercial silos was greater than in different types of experimental ones.

Key Words: fermentation, *Pennisetum purpureum*

Introdução

Apesar da elevada produção de massa por unidade de área (Vilela, 1990), o capim-elefante apresenta algumas características limitantes para o processo de ensilagem. Uma delas é o baixo teor de matéria seca, favorecendo a ocorrência de fermentações secundárias, na qual a baixa pressão osmótica no silo permite o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, que desdobram açúcares, ácido láctico, proteínas e aminoácidos em ácido butírico, acético, amônia, gás carbônico e aminas, com conseqüentes perdas quali e quantitativamente significativas

(Lavezzo, 1985), inclusive com diminuição da palatabilidade (Whittenburry et al., 1967). Outra limitação é o baixo teor de carboidratos solúveis, uma vez que estes constituem o substrato preferencial, prontamente disponível para a ação das bactérias lácticas, no processo fermentativo. Estas bactérias são responsáveis pela produção de ácido láctico, o qual, em níveis adequados, provoca uma rápida redução no pH da silagem, o que inibe a atividade proteolítica das enzimas vegetais e o desenvolvimento das bactérias do gênero *Clostridium* (Muck, 1988).

A literatura apresenta grande diversidade de silos utilizados em experimentos. Embora aceite-se que

¹ Projeto financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

² Professor do Departamento de Nutrição e Produção Animal – FMVZ/USP, Av. Duque de Caxias Norte, 225 - CEP. 13630-000, Pirassununga-SP. E-mail: pmazza@usp.br

³ Bolsista de Iniciação Científica (FAPESP).

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 a campo. Hargreaves et al. (1986) demonstraram que o grau de estabilização é obtido com maior rapidez nos silos experimentais do que nos silos comerciais, já que as condições anaeróbias são obtidas mais rapidamente. Desta forma, as forrageiras que apresentam limitações para ensilagem, como é o caso do capim-elefante, poderiam ser favorecidas, mascarando os resultados encontrados. Andrade (1994) obteve dados que reforçam essa hipótese.

Objetivou-se, com o presente trabalho, a comparação dos diferentes tipos de silos experimentais, comumente utilizados em laboratórios, com o silo comercial do tipo trincheira, quanto à composição bromatológica e o perfil fermentativo da silagem de capim-elefante (cultivar Napier), confeccionada a partir da cultura com baixo valor nutritivo.

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-SP).

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, cultivar Napier), colhido aos 155 dias de crescimento, foi picado em fragmentos de tamanho médio de 2,5 cm e, após homogeneização, foi colocado em 24 silos experimentais e em dois silos comerciais do tipo trincheira. Dos silos experimentais, oito eram confeccionados a partir de baldes plásticos, com 25,2 cm de altura e 24,5 cm de diâmetro, com tampa superior portando válvulas do tipo “bunsen”, para o livre escape dos gases; oito confeccionados a partir de sacos plásticos, com capacidade de 40 litros, na cor preta, envolvidos com sacos de rafia, e, oito confeccionados a partir de manilhas de concreto não impermeabilizadas, com 40,0 cm de diâmetro por 1,0 m de altura. Os silos comerciais eram construídos em madeira, ao nível do solo, e possuíam dimensões de 4,0 m de largura, 1,0 m de altura e 6,5 m de comprimento. Todos os silos, ainda, foram divididos em dois grupos, com compactações de 400 e 600 kg de silagem/m³. Duas amostras de cada silo comercial foram obtidas a 30 cm (extrato superior) e 60 cm (extrato profundo), a partir de sua superfície.

Os silos experimentais foram mantidos, por 110 dias, em local abrigado. Uma vez abertos, as massas retiradas de cada silo foram homogeneizadas, sendo uma parcela separada para a determinação da matéria seca em estufa de ventilação forçada, proteína bruta (AOAC, 1980), componentes da parede celular (FDN, FDA e lignina, segundo Van Soest, 1967), carboidratos solúveis (Johnson et al., 1966), amido (Pereira & Rossi, 1995), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (Van Soest & Robertson, 1985), poder tampão (Tosi, 1973) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (Tilley & Terry, 1963). Outra fração 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 e congelada, para posterior determinação dos ácidos orgânicos, por cromatografia gasosa (Erwin et al., 1961).

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com um arranjo fatorial de tratamentos 5 x 2, correspondendo a cinco tipos de silos e dois graus de compactação, com quatro repetições para cada tratamento. As diversas variáveis foram submetidas à análise de variância, pelo procedimento GLM, do Statistical Analysis System (SAS Institute Inc., 1985), que separou como causas de variação: efeito de silo, efeito de densidade e efeito de interação silo*densidade. As médias entre os silos foram comparadas pelo teste Tukey, sendo que, na presença de interação, a separação entre os silos foi feita dentro de cada densidade. Para todas as análises realizadas foi utilizado um nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

Os dados de composição bromatológica do material utilizado para a confecção das silagens, e das silagens submetidas aos diferentes tratamentos, encontram-se nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. Com base nos dados da Tabela 1, observa-se os altos teores de matéria seca e fibra, bem como os baixos teores de proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da matéria seca do capim-elefante, indicativos de sua baixa qualidade nutricional no momento do corte, em virtude de seu adiantado estágio de desenvolvimento.

A silagem de capim-elefante, produzida em manilhas de concreto não impermeabilizadas, apresentou teores médios de matéria seca mais baixos, em relação àquelas produzidas em baldes, sacos ou no extrato superior (30 cm) do silo comercial (Tabela 2). A

Tabela 1 - Composição bromatológica do capim-elefante usado para ensilagem¹

Table 1 - Chemical composition of elephantgrass used for ensiling

MS	PB	NIDA	FDN	FDA	Lig	Amido	CHOs	DIVMS	PT
DM	CP	ADIN	NDF	ADF	Lig	Starch	WSC	IVDDM	BC
32,95	4,19	29,87	80,89	52,59	11,07	6,22	5,20	42,29	14,33

¹MS: 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) e PT: poder tampão (meq/100 g MS de forragem).

¹DM: dry matter (%); CP: crude protein (% DM); ADIN: acid detergent insoluble nitrogen (% of total N); NDF: neutral detergent fiber (% DM); ADF: acid detergent fiber (% DM); Lig: lignin (% DM); Starch (% DM); WSC: water-soluble carbohydrate (% DM); IVDDM: *in vitro* digestibility of the dry matter (% DM); BC: buffering capacity (meq./100 g of DM).

silagem produzida neste último apresentou maior teor de proteína bruta do que aquelas produzidas em sacos, baldes e no extrato profundo do silo comercial. As silagens produzidas em baldes apresentaram menor teor de FDN do que aquelas produzidas em sacos e manilhas e aquelas produzidas em baldes e manilhas apresentaram maiores teores de carboidratos solúveis do que aquelas produzidas em sacos e nos extratos superior e inferior do silo comercial. Tipo de silo e densidade da massa ensilada interagiram para os valores de NIDA, lignina, amido e digestibilidade *in vitro* da matéria seca. De forma geral, silagens produzidas no extrato superior do silo comercial e em manilhas apresentaram os maiores teores de NIDA e lignina e os menores valores de DIVMS que as demais, quando a densidade foi de 400 kg/m³. Na densidade de 600 kg/m³, a silagem produzida em manilha apresentou os piores valores destes parâmetros, quando comparada às demais. Para a variável amido, as silagens produzidas em ambos os extratos do silo comercial apresentaram os piores valores, enquanto as produzidas em manilhas apresentaram os valores intermediários, quando comparadas a baldes e sacos, independentemente da densidade.

Os dados de avaliação do perfil fermentativo das silagens encontram-se na Tabela 3. Silagens produzidas em manilhas de concreto não impermeabilizadas apresentaram os menores valores de poder tampão, e as produzidas em baldes, os maiores. Silagens produzidas no extrato profundo do silo comercial apresentaram os maiores valores de etanol, ácidos acético, propiônico e butírico, sendo tais valores dificilmente iguais pelos silos experimentais. Tipo de silo e densidade da massa ensilada interagiram para os valores de pH, concentração de nitrogênio amoniacal, concentração de ácido lático e relação ácido lático:ácido acético. A silagem da manilha não impermeabilizada apresentou pH excessivamente alto, independentemente da densidade estudada, enquanto

que, na densidade de 600 kg/m³, também a silagem no extrato superior do silo comercial, apresentou valor tão alto quanto o da silagem da manilha. Manilhas também apresentaram as menores concentrações de nitrogênio amoniacal e ausência total de ácido lático, qualquer que fosse a densidade estudada. Baldes apresentaram as maiores concentrações desse ácido, quando a densidade de compactação foi de 600 kg/m³.

A silagem produzida em manilhas de concreto não impermeabilizadas apresentou-se completamente alterada, no momento da sua abertura, com coloração enegrecida e sem odor ácido característico. A ausência de fermentação, nesta silagem, evidenciada pelas baixas concentrações de N-NH₃, etanol, ácidos lático e acético, parece ser resultado da ação de álcalis liberados pelo concreto da manilha. Ao analisar o pH deste material (concreto da manilha), observou-se valores próximos a 12,0, fato que justifica o pH do material ensilado próximo de 8,0. A contaminação do concreto também elevou a concentração de lignina, provavelmente por ligação do nitrogênio à hemicelulose, processo esse chamado de reação de Maillard, resultando no aumento da concentração de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (Van Soest, 1967). Também a digestibilidade *in vitro* da silagem foi consideravelmente diminuída. Os elevados teores de carboidratos solúveis residuais, encontrados nessa silagem, indicam completa inibição da fermentação, ao invés de uma fermentação homolática, que seria eficiente em preservá-los. Não somente a entrada de ar (McDonald et al., 1991), mas também a ação do concreto sobre a massa ensilada, justificaria a recomendação de se revestir ou acidificar as paredes dos silos.

Para alguns parâmetros, como MS, PB, NIDA, FDN, FDA, lignina, DIVMS e pH, as silagens produzidas em silos experimentais, como baldes e sacos, representaram bem aquelas produzidas em silos comerciais. Já para os parâmetros amido, carboidratos

Tabela 2 - Composição bromatológica das silagens submetidas aos diferentes tratamentos¹

Table 2 - Chemical composition of silages submitted to different treatments

Dens.	Silo	MS	PB	NIDA	FDN	FDA	Lig	Amido	CHOs	DIVMS
<i>Dens.</i>	<i>Silo</i>	<i>DM</i>	<i>CP</i>	<i>ADI</i>	<i>NNDF</i>	<i>ADF</i>	<i>Lig</i>	<i>Starch</i>	<i>WSC</i>	<i>IVDDM</i>
400	Com. sup.	26,5	5,5	61,7 ^a	81,4	58,5	21,4 ^a	2,7 ^c	1,00	16,3 ^c
	<i>Comm. top</i>									
	Com. pro.	25,9	4,4	36,1 ^c	81,9	56,5	15,0 ^b	2,3 ^c	0,80	38,8 ^a
	<i>Comm. deep</i>									
	Balde	30,2	4,5	31,4 ^c	80,9	55,9	13,3 ^b	3,6 ^{ab}	1,65	38,3 ^a
	<i>Plastic silo</i>									
	Saco	30,2	4,7	29,9 ^c	82,9	58,2	13,8 ^b	4,5 ^a	0,95	39,3 ^a
600	<i>Plastic bag</i>									
	Manilha	21,6	5,4	48,1 ^b	81,3	57,1	18,9 ^a	2,7 ^{bc}	1,48	21,0 ^b
	<i>Concr. pipe</i>									
	Média	26,9	4,9	40,4	81,7	57,3	16,2	3,1	1,18	31,5
	<i>Mean</i>									
	Com. sup.	29,2	5,0	30,3 ^{ab}	80,0	55,2	13,9 ^b	2,8 ^c	0,95	39,0 ^b
	<i>Comm. top</i>									
Com. pro.	28,3	4,8	26,3 ^b	81,2	54,1	14,4 ^{ab}	2,7 ^c	0,78	42,0 ^a	
<i>Comm. deep</i>										
Balde	29,5	4,8	33,0 ^{ab}	79,1	54,1	13,4 ^b	4,0 ^a	1,80	39,9 ^{ab}	
<i>Plastic silo</i>										
Saco	30,4	4,5	32,1 ^{ab}	81,5	56,1	14,0 ^b	3,8 ^{ab}	0,98	39,6 ^{ab}	
<i>Plastic bag</i>										
Manilha	26,3	4,9	41,0 ^a	82,9	56,5	16,2 ^a	3,3 ^{bc}	1,58	24,8 ^c	
<i>Concr. pipe</i>										
Média	28,8	4,8	32,9	80,8	55,3	14,4	3,3	1,24	37,5	
<i>Mean</i>										
Média	Com. sup.	27,8 ^a	5,3 ^a	43,8	80,7 ^{ab}	56,8	17,1	2,7	0,98 ^b	29,3
	<i>Comm. top</i>									
	Com. pro.	26,9 ^{ab}	4,6 ^b	31,9	81,6 ^{ab}	55,5	14,7	2,5	0,79 ^b	40,1
	<i>Comm. deep</i>									
	Balde	29,8 ^a	4,6 ^b	32,2	80,0 ^b	55,0	13,6	3,8	1,73 ^a	39,1
	<i>Plastic silo</i>									
	Saco	30,3 ^a	4,6 ^b	31,0	82,2 ^a	57,1	13,9	4,1	0,96 ^b	39,4
<i>Plastic bag</i>										
Manilha	23,9 ^b	5,1 ^{ab}	44,6	82,0 ^a	56,8	17,5	3,0	1,53 ^a	22,7	
<i>Concr. pipe</i>										
Média	27,8	4,8	36,6	81,3	56,3	15,3	3,2	1,21	34,4	
<i>Mean</i>										
CV	12,1	10,0	28,9	1,9	3,8	17,3	23,3	36,7	25,4	
Análise de variância <i>Analysis of variance</i>										
Prob.	Silo	0,001	0,001	0,001	0,004	NS	0,001	0,001	0,001	0,001
	<i>Silo</i>									
	Densidade	0,015	NS	0,001	NS	0,002	0,001	NS	NS	0,001
<i>Prob.</i>	<i>Density</i>									
	Interação	NS	NS	0,001	NS	NS	0,001	0,012	NS	0,001
	<i>Interaction</i>									

¹ Dens.: densidade (kg/m³); Com. sup.: extrato superior do silo comercial do tipo trincheira, Com. pro.: extrato profundo do silo comercial do tipo trincheira; 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); CV: coeficientes de variação (%); Prob.: probabilidades estatísticas para efeito de silo, densidade e interação; NS: não significativo.

Colunas com letras sobscritas diferentes dentro de cada densidade diferem pelo teste Tukey (5%).

¹ Dens.: density (kg/m³); *Comm. top*: top level of a commercial bunker silo; *Comm. deep*: deep level of a commercial bunker silo; *DM*: dry matter (%); *CP*: crude protein (% DM); *ADIN*: acid detergent insoluble nitrogen (% of total N); *NDF*: neutral detergent fiber (% DM); *ADF*: acid detergent fiber (% DM); *Lig*: lignin (% DM); *Starch* (% DM); *WSC*: water-soluble carbohydrate (% DM); *IVDDM*: in vitro digestibility of the dry matter (% DM); *CV*: coefficient of variation (%); *Prob*: statistical probability for effect of silo, density, and interaction; *NS*: not significant.

Column with different letters inside density differ by Tukey test (5%).

Tabela 3 - Fermentação das silagens submetidas aos diferentes tratamentos¹

Table 3 - Fermentation pattern of silages submitted to different treatments

Dens. Dens.	Silo Silo	pH pH	N-NH ₃ NH ₃ -N	PT BC	Etanol Ethanol	Acético Acetic	Prop. Prop.	Butír. Butyric	Lático Lactic	Rel Ratio
400	Com. sup. Comm. top	4,4 ^{bc}	2,5 ^{bc}	22,9	0,04	0,08	0,018	1,46	0,37 ^{ab}	10,6 ^a
	Com. pro. Comm. deep	4,7 ^b	15,5 ^a	24,6	0,28	0,67	0,112	6,04	0,45 ^{ab}	0,6 ^b
	Balde	3,9 ^c	8,0 ^b	26,3	0,23	0,18	0,020	4,11	1,33 ^a	8,2 ^a
	Plastic silo									
	Saco	4,4 ^{bc}	7,5 ^b	23,8	0,06	0,35	0,026	3,25	0,58 ^{ab}	1,7 ^b
	Plastic bag									
	Manilha	8,5 ^a	0,5 ^c	19,0	0,00	0,06	0,000	0,01	0,00 ^b	0,0 ^b
	Concr. pipe									
Média Mean		5,2	6,8	23,3	0,12	0,27	0,035	2,97	0,54	3,9
600	Com. sup. Comm. top	8,4 ^a	6,5 ^{ab}	21,7	0,38	0,41	0,029	2,19	1,36 ^b	4,0 ^{bc}
	Com. pro. Comm. deep	4,5 ^b	9,7 ^a	24,0	0,39	0,48	0,057	6,37	0,40 ^{bc}	2,1 ^{bc}
	Balde	3,7 ^b	7,3 ^{ab}	32,9	0,24	0,29	0,012	1,52	5,86 ^a	18,5 ^a
	Plastic silo									
	Saco	4,0 ^b	7,6 ^{ab}	25,2	0,10	0,20	0,016	2,71	1,02 ^{bc}	5,1 ^b
	Plastic bag									
	Manilha	8,0 ^a	2,6 ^b	19,1	0,01	0,23	0,029	1,45	0,00 ^c	0,0 ^c
	Concr. pipe									
Média Mean		5,5	6,6	24,6	0,22	0,31	0,027	2,66	1,57	5,5
Média Mean	Com. sup. Comm. top	6,1	4,5	22,3 ^{bc}	0,21 ^{ab}	0,24 ^b	0,023 ^b	1,82 ^b	0,86	6,8
	Com. pro. Comm. deep	4,6	13,0	24,3 ^b	0,33 ^a	0,59 ^a	0,089 ^a	6,18 ^a	0,43	1,3
	Balde	3,8	7,6	29,6 ^a	0,24 ^{ab}	0,23 ^b	0,016 ^b	2,81 ^b	3,27	12,6
	Plastic silo									
	Saco	4,2	7,5	24,5 ^b	0,08 ^b	0,28 ^{ab}	0,021 ^b	2,98 ^b	0,80	3,4
	Plastic bag									
	Manilha	8,3	1,5	19,1 ^c	0,01 ^b	0,15 ^b	0,015 ^b	0,73 ^b	0,00	0,0
	Concr. pipe									
Média Mean		5,3	6,7	23,9	0,17	0,29	0,031	2,82	1,03	4,7
	CV	35,5	71,4	19,1	121,3	92,1	131,0	88,2	152,0	121,1
Análise de variância Analysis of variance										
	Silo Silo	0,001	0,001	0,001	0,005	0,013	0,001	0,001	0,001	0,001
Prob. Prob.	Densidade Density	0,001	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0,001	0,021
	Interação Interaction	0,001	0,022	NS	NS	NS	NS	NS	0,001	0,001

¹ Dens.: densidade (kg/m³); Com. sup.: extrato superior do silo comercial do tipo trincheira, Com. pro.: extrato profundo do silo comercial do tipo trincheira; N-NH₃: nitrogênio amoniacal (% do N total); PT: poder tampão (meq/100 g MS de forragem); Etanol (% MS); Acético (% MS); Prop.: propiônico (% MS); Butír.: butírico (% MS); Lático (% MS); Rel.: relação Lático:Acético; CV: coeficiente de variação (%); Prob.: probabilidades estatísticas para efeito de silo, densidade e interação; NS: não-significativo.

Colunas com letras sobrescritas diferentes dentro de cada densidade diferem pelo teste Tukey (5%).

¹ Dens.: density (kg/m³); Comm. top: top level of a commercial bunker silo; Comm. deep: deep level of a commercial bunker silo; NH₃-N: ammoniacal nitrogen (% of total N); BC: buffering capacity (meq./100 g of DM); Ethanol (% DM); Acetic (% DM); Prop.: propionic (% DM); Butyric (% DM); Lactic (% DM); Ratio: Lactic/Acetic ratio; CV: coefficient of variation (%); Prob: statistical probability for effect of silo, density, and interaction; NS: not significant. Column with different letters inside density differ by Tukey test (5%).

solúveis, concentração de nitrogênio amoniacal, poder tampão, ácidos acético, propiônico, butírico e láctico, as silagens experimentais tenderam a apresentar qualidade superior, principalmente para a silagem produzida em baldes plásticos. Tal fato pode ser explicado pela maior facilidade de compactação promovida pelas rígidas paredes do balde, quando comparado aos sacos plásticos. Tais dados concordam com o apresentado por Lissete & Ramirez (1989), ao afirmarem que silagens produzidas em silos experimentais apresentaram qualidade superior àquela produzida no silo comercial, quanto aos valores de pH, ácido acético, ácido butírico e nitrogênio amoniacal, embora os silos comerciais do experimento citado tivessem tido um certo favorecimento com relação aos níveis de ácido láctico, fato que não foi observado no presente estudo.

Hargreaves et al. (1986) e Andrade (1994) afirmam que o grau de estabilização é obtido com maior rapidez nos silos experimentais que nos comerciais, fato que implicaria em maiores dificuldades na coleta e interpretação de respostas a diferentes tratamentos nos silos experimentais. Desta forma, as forrageiras que apresentam limitações para ensilagem, como é o caso do capim-elefante, poderiam ser favorecidas nestas condições, mascarando os resultados encontrados.

Pode-se observar que o capim-elefante utilizado no presente experimento apresentava fortes limitações ao processo de ensilagem, claramente demonstrado pelo baixo teor de carboidratos solúveis, igual a 1,7% com base na matéria original, que está bem abaixo do nível mínimo recomendado de 3,0% (Lavezzo, 1985). Mesmo assim, a silagem produzida em baldes apresentou pH e relação láctico/acético bastante satisfatórios, independentemente do grau de compactação, e indicativos de uma boa fermentação, quando comparada àquela produzida nos sacos e, principalmente, àquela produzida no silo comercial trincheira. Esse último tratamento resultou em silagens bem inferiores, provavelmente em função das dificuldades de compactação e vedação, mesmo que a forrageira utilizada em todos os tratamentos possuísse as mesmas características químicas.

Um fato novo, encontrado no presente experimento, 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, tornando difícil estabelecer o potencial uso de cada tipo de silo experimental em representar os processos fermentativos em um silo comercial.

Conclusões

Silagens produzidas em manilhas de concreto não impermeabilizadas proporcionam silagens com fermentação inadequada e de baixa digestibilidade.

Silagens produzidas em silos experimentais, excetuando as manilhas não impermeabilizadas, apresentam qualidade fermentativa superior que as silagens produzidas em silos comerciais, quando a forrageira apresenta difícil fermentação.

Silagens obtidas de diferentes extratos de um silo comercial apresenta maiores diferenças que aquelas produzidas entre diferentes tipos de silos experimentais e comerciais.

Agradecimento

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.

Literatura Citada

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 10.ed. Washington, D.C.: 1980. 1015p.
- ANDRADE, S.J.T. **Efeito de alguns tratamentos sobre a qualidade da silagem de capim-elefante**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1994. 73p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1994.
- ERWIN, E.S.; MARCO, G.J.; EMERY, E.M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. **Journal of Dairy Science**, v.44, n.9, p.1768-1771, 1961.
- FOLDAGER, J. **Protein requirement and non protein nitrogen for high producing cow in early lactation**. East Lansing: Michigan State University, 1977. 167p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Michigan State University, 1977.
- HARGREAVES, A.B; BUTTERDIACK, N.B; HIRIART, M.L. Comparacion de dos silos experimentales para la investigacion de ensilages. **Agricultura Técnica**, v.46, n.2, p.185-192, 1986.
- JOHNSON, R.R.; BALWANI, T.L.; JOHNSON, L.J. et al. Corn plant maturity. II. Effect on *in vitro* cellulose digestibility and soluble carbohydrate content. **Journal of Animal Science**, v.25, n.3, p.617-623, 1966.
- LAVEZZO, W. Silagem de capim-elefante. **Informe Agropecuário**, v.11, n.132, p.50-57, 1985.
- LISSETE, L.O.; RAMIREZ, M. Analisis de los cambios ocurridos en ensilages de King Grass a nível de laboratorio y silos pilotos. **Pastos e Forrages**, v.12, n.1, p.83-88, 1989.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 1.ed. Marlow, UK: Chalcombe Publications, 1991. 219p.
- MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and their

- implications for management. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.10, p.2992-3002, 1988.
- PEREIRA, J.R.A., ROSSI Jr., P. **Manual prático de avaliação nutricional de alimentos**. 1.ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1995. 25p.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistics**. 5.ed. Cary: 1985.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal of British Grassland Society**, 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: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1973. p.117-140.
- Van SOEST, P.J. Development of a comprehensive system for analysis and its application to forage. **Journal of Animal Science**, v.26, n.1, p.119-128, 1967.
- Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. 1.ed. Ithaca: Cornell University, 1985. 202p.
- VILELA, D. Utilização do capim-elefante na forma de forragem conservada. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM-ELEFANTE, 1., 1990, Coronel Pacheco. **Anais...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1990. p.89-131.
- WHITTENBURRY, R.; McDONALD, P.; BRYAN JONES, D.G. A short review of some biochemical and microbiological aspects of ensilage. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v.18, n.2, p.441-444, 1967.

Recebido em: 21/01/02

Aceito em: 01/07/02