

# Avaliação da silagem de bagaço de laranja e silagem de milho em diferentes períodos de armazenamento

Andréa Pereira Pinto<sup>1\*</sup>, Ivone Yurika Mizubuti<sup>2</sup>, Édson Luiz de Azambuja Ribeiro<sup>2</sup>, Rubens Fey<sup>3</sup>, Guilherme Roberto Palumbo<sup>4</sup> e Teresa Cristina Alves<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Instituto Agrônomo do Paraná, Estação Experimental de Paranavaí, Cx. Postal 564, 87701-970, Paranavaí, Paraná, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Londrina, Campus Universitário, Cx. Postal 6001, 86051-990, Londrina, Paraná, Brasil. <sup>3</sup>Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, Brasil. <sup>4</sup>Programa de Pós-graduação em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. <sup>5</sup>Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: deiapp@hotmail.com

**RESUMO.** Objetivou-se avaliar alguns parâmetros de qualidade da silagem de bagaço de laranja e silagem de milho em diferentes períodos de armazenamento dos silos. Foram preparados minisilos, com capacidade para 3,6 kg, em delineamento experimental inteiramente casualizado, distribuídos em arranjo fatorial 2 x 6, sendo dois tipos de silagem (bagaço de laranja ou milho) e seis períodos de armazenamento (10, 30, 50, 70, 90 e 110 dias), com três repetições. Determinaram-se as características químicas, parâmetros de fermentação e digestibilidade *in vitro* (DIV). O teor médio de matéria seca (MS) da silagem de bagaço de laranja (SBL) foi de 26,5%. Apesar de a SBL apresentar maior capacidade tampão do que a silagem de milho (SM), houve maior produção de ácido láctico nas SBL. A SBL e SM apresentaram pH de 3,5 e 3,9, respectivamente, com dez dias de ensilagem. A SBL apresentou maior DIV, quando comparado à silagem de milho. Conclui-se que a silagem de bagaço de laranja apresentou bom padrão de fermentação, quando os teores de MS estavam ao redor de 26%, podendo ser utilizada a partir de dez dias de ensilagem. A SBL possui elevada DIV, sendo boa alternativa nos períodos de escassez de alimentos.

**Palavras-chave:** ácido láctico, capacidade tampão, composição química, digestibilidade *in vitro*, nitrogênio amoniacal, parâmetros de fermentação.

**ABSTRACT. Ensilage evaluation of orange peel and corn silages in different storage times.** This study evaluated quality parameters of orange peel and corn silages in different silo storage times. Experimental mini-silos, with capacity for 3.6 kg were prepared in a completely randomized design, distributed in a 2 x 6 factorial arrangement, consisting of two silages (orange peel or corn) and six opening times (10, 30, 50, 70, 90 and 110 days), with three replications. The chemical characteristics, fermentation parameters and *in vitro* digestibility (IVD) were determined. The dry matter (DM) average of orange peel silage (OPS) was 26.5%. Even though OPS presented higher buffering capacity than corn silage (CS), there was greater lactic acid production in OPS. Orange peel silage and corn silage presented pH after ten days of ensilage of 3.5 and 3.9, respectively. OPS presented greater IVD when compared to corn silage. It can be concluded that orange peel silage achieved a good fermentation pattern when ensiled with DM around 26%, being ready to be opened after ten days of ensilage. The orange peel silage has high IVD, becoming a good alternative for periods of food shortage.

**Key words:** lactic acid, buffering capacity, chemical composition, *in vitro* digestibility, ammonia-N, fermentation parameters.

## Introdução

A silagem é uma boa forma de conservação de alimentos, podendo ser composta por gramíneas, leguminosas, grãos, cereais integrais, batatas, resíduos da indústria de alimentos e qualquer material que possua um componente de açúcar livre necessário para que ocorra a fermentação (Woolford, 1999).

Freqüentemente, utiliza-se silagem de milho e de sorgo na produção animal, entretanto, há necessidade de estudar a utilização de novos produtos na alimentação, com vistas à redução nos custos de produção. O aproveitamento de resíduos da agroindústria para alimentação animal tem sido alvo de pesquisas (Ítavo *et al.*, 2000; Rodrigues Neto *et al.*, 2001; Souza *et al.*, 2001; Zeoula *et al.*, 2002;

Abrahão *et al.*, 2006; Correia *et al.*, 2006), entretanto, seu uso depende de vários fatores, tais como: a localização da fonte geradora; o volume de resíduo produzido e o custo de transporte; as características químico-bromatológicas; as características microbiológicas; a facilidade e o tempo de armazenamento; o processamento do resíduo; a palatabilidade; degradabilidade e digestibilidade do resíduo; entre outros.

No Estado do Paraná, o incentivo à citricultura resultou no estabelecimento de indústrias de suco nos municípios de Rolândia, Campo Mourão e Paranaíba, absorvendo as produções das microrregiões adjacentes. O bagaço de laranja com alto teor de umidade não é um material adequado para se conservar na forma de silagem, entretanto, as empresas têm utilizado hidróxido ou óxido de cálcio para facilitar o desprendimento da água, gerando com isso, bagaço de laranja com maior teor de matéria seca, o que provavelmente deve facilitar a sua conservação na forma de silagem.

A ensilagem tem como objetivo final preservar o valor nutritivo da forragem com o mínimo de perdas possível. Para que isto ocorra, há necessidade de ambiente adequado para proliferação de microrganismos que criam condições adequadas à conservação do material, convertendo carboidratos solúveis em ácidos orgânicos (Pereira e Reis, 2001).

Para obtenção de um produto final de qualidade, devem-se observar todas as etapas do processo de ensilagem, como época ideal de colheita, tamanho adequado da partícula para correta compactação, tempo de enchimento do silo, boa compactação e vedação do silo para evitar infiltração de ar e água. É fundamental durante o processo de conservação que as condições de preservação favoreçam grupos de microrganismos benéficos em detrimento dos demais que alteram as características nutricionais, podendo produzir metabólitos tóxicos (Arcuri *et al.*, 2004). Além disso, o silo deve permanecer fechado o tempo necessário para que ocorra o processo de fermentação, com abaixamento do pH a níveis que impeçam o crescimento de microrganismos indesejáveis.

Tendo em vista que as informações sobre a conservação do bagaço de laranja são escassas na literatura, este trabalho teve como objetivo avaliar alguns parâmetros de qualidade das silagens de bagaço de laranja em comparação à silagem de milho em diferentes períodos de armazenamento dos silos.

Utilizou-se a silagem de milho como comparativo por ser um volumoso considerado padrão em virtude das suas características

nutricionais, palatabilidade e boa digestibilidade dos nutrientes (Mora *et al.*, 1996) e por ser um alimento relativamente caro, visando-se a obtenção de alimentos comparáveis em qualidade, que possam baratear os custos da produção animal.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal e Laboratório de Metabolismo Animal dos Departamentos de Zootecnia da Universidade Estadual de Londrina e da Universidade Estadual de Maringá.

As silagens de bagaço de laranja (SBL) e de milho (SM) foram confeccionadas em baldes de polietileno de 16,5 cm de diâmetro x 19 cm de altura, com capacidade para 3,6 kg, que foram imediatamente lacrados. Para ensilagem, o milho (cultivar BRS 4157) foi cortado no estádio de grão farináceo. O bagaço de laranja foi fornecido pela Cooperativa Agropecuária de Rolândia – Corol.

Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente ao acaso, distribuídos em arranjo fatorial 2 x 6, sendo, dois tipos de silagem (bagaço de laranja ou milho) e seis períodos de armazenamento dos silos (10, 30, 50, 70, 90 e 110 dias), com três repetições.

As amostras para análises foram retiradas antes da ensilagem e na abertura dos silos. A composição química do bagaço de laranja e do milho antes da ensilagem encontra-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Valores de matéria seca (MS), pH, nitrogênio amoniacal (NNH<sub>3</sub>) (% do N total), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cálcio (Ca), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos totais (CHOT) e capacidade tampão (CATP) (n.e.mg 100 g<sup>-1</sup> MS) do bagaço de laranja (BL) e milho (M) antes da ensilagem.

**Table 1.** Dry matter (DM), pH, ammonia-N (NH<sub>3</sub>-N) (% of total N), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), calcium (Ca), neutral detergent fiber (NDF), total carbohydrates (TC) and buffering capacity (BC) (meq HCl 100 g<sup>-1</sup> of DM) of orange peel (OP) and corn (C) before ensilage.

	MS	pH	NNH <sub>3</sub>	MO*	PB*	EE*	Ca*	FDN*	CHOT*	CATP
	DM	pH	NH <sub>3</sub> -N	OM	CP	EE	Ca	NDF	TC	BC
BL	26,6	4,1	8,2	93,1	7,0	1,3	2,1	32,9	84,8	30,4
M	30,7	4,6	4,5	93,6	7,3	1,9	0,2	62,8	84,5	33,3

\*% na MS

\*\*% of DM

Para execução das análises no material pré-seco, as amostras frescas foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar a 55 ± 5°C por 48 horas, para que fosse realizada a pré-secagem. Em seguida, todas as amostras experimentais pré-secas foram moídas em moinho de faca tipo “Wiley”, de modo que o tamanho das partículas fosse de aproximadamente 1 mm.

Foram determinados, na amostra fresca: pH e ácido láctico (AL), conforme Silva e Queiroz (2002),

nitrogênio amoniacal (NNH<sub>3</sub>), de acordo com Tosi *et al.* (1973), capacidade tampão (CATP), conforme Playne e Mc Donald (1966) e matéria pré-seca (ASA), de acordo com metodologia descrita por AOAC (1990), e na amostra pré-seca: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas (CIN) para cálculo da matéria orgânica (MO), segundo as metodologias descritas por AOAC (1990); fibra em detergente neutro (FDN), de acordo com Goering e Van Soest (1970), carboidratos totais (CHOT), de acordo com Sniffen *et al.* (1992), cálcio de acordo com Silva (1999), e digestibilidade *in vitro* (DIV), conforme técnica de Tilley e Terry (1963), adaptada ao Rúmen Artificial, desenvolvido pela Ankom<sup>®</sup>, conforme descrito por Holden (1999).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (Anova), utilizando-se o programa SAS (2001). As diferenças entre médias foram comparadas pelo teste T a 5% de probabilidade e as variáveis dependentes, segundo os períodos de armazenamento dos silos, analisadas por meio de análise de regressão.

## Resultados e discussão

### Características químicas das silagens

Na Tabela 2, observa-se a composição química das silagens de bagaço de laranja e de milho, abertos em diferentes tempos após o fechamento do silo. Houve interação entre tipo de silagem e períodos de armazenamento dos silos para todas as variáveis analisadas, exceto para a proteína bruta, que só foi significativa quando se comparou a média entre as silagens.

A silagem de bagaço de laranja apresentou teores de MS (24,7 a 27,3%) superiores aos observados por Ítavo *et al.* (2000), para SBL com diferentes aditivos (13,15 a 14,65%), fato explicado pela adição de hidróxido de cálcio durante o processo de extração de água na empresa. Entretanto, o teor médio de MS da silagem de bagaço de laranja (26,5%) indica que ele, ainda, está abaixo do recomendado por Rocha *et al.* (2006) para ensilagem, devendo ser entre 30 e 35%.

Pelo fato da indústria adicionar hidróxido de cálcio no bagaço de laranja, a silagem apresenta altas porcentagens de cálcio (média de 2,2%), quando comparada à silagem de milho (média de 0,2%). Portanto, embora a SBL apresente um bom teor de matéria orgânica, deve-se, na formulação da ração, analisar com cuidado a relação cálcio e fósforo da dieta.

Os teores de proteína bruta não diferiram

( $p > 0,05$ ) entre as silagens em todos os períodos de armazenamento do silo (Tabela 2). Observou-se que não houve proteólise intensa durante o processo de fermentação, pois a porcentagem de proteína do material antes da ensilagem (Tabela 1) foi pouco alterada, após o processo de ensilagem (Tabela 2), indicando perdas fermentativas reduzidas de matéria seca durante o processo de conservação. De acordo com Pereira e Reis (2001), a extensão da proteólise diminui com o aumento do teor de MS do material ensilado e o rápido abaixamento do pH.

**Tabela 2.** Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cálcio (Ca), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos totais (CHOT) das silagens de bagaço de laranja (SBL) e milho (SM) em diferentes períodos de armazenamento dos silos.

**Table 2.** Dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), calcium (Ca), neutral detergent fiber (NDF) and total carbohydrates (TC) of orange peel silage (OPS) and corn silage (CS) in the different storage times of the silos.

		Períodos de armazenamento (dias)					Média	CV (%)	
		Storage times (days)							
		10	30	50	70	110			
MS (%)	SBL	27,1b	27,0b	27,3b	24,7b	26,8b	26,3b	26,5	3,3
	OPS								
DM (%)	SM	31,6a	30,0a	30,2a	28,8a	33,6a	34,2a	31,4	
	CS								
MO <sup>1</sup>	SBL	92,5	92,2	92,3b	92,6a	92,4b	92,3a	92,4	2,3
	OPS								
OM <sup>1</sup>	SM	92,7	92,4	92,6a	91,6b	92,8a	91,8b	92,3	
	CS								
PB <sup>1</sup>	SBL	7,0	7,0	7,1	7,3	7,1	7,3	7,1b	5,8
	OPS								
CP <sup>1</sup>	SM	7,0	7,3	7,3	7,6	7,4	7,5	7,3a	
	CS								
EE <sup>1</sup>	SBL	1,7	1,3	1,3b	1,1b	1,6	1,4a	1,4	18,3
	OPS								
EE <sup>1</sup>	SM	1,8	1,3	1,5a	1,6a	1,5	1,2b	1,5	
	CS								
Ca <sup>1</sup>	SBL	2,2a	2,1a	2,2a	2,3a	2,3a	2,3a	2,2	8,2
	OPS								
Ca <sup>1</sup>	SM	0,2b	0,2b	0,2b	0,3b	0,2b	0,2b	0,2	
	CS								
FDN <sup>1</sup>	SBL	27,1b	30,6b	31,7b	33,2b	30,4b	30,1b	30,5	8,9
	OPS								
NDF <sup>1</sup>	SM	56,3a	56,5a	50,6a	51,8a	56,6a	50,8a	53,8	
	CS								
CHOT <sup>1</sup>	SBL	83,9	83,9	83,9	84,2a	83,7	83,6	83,8	1,7
	OPS								
TC <sup>1</sup>	SM	83,8	83,8	83,8	82,5b	83,9	83,2	83,5	
	CS								

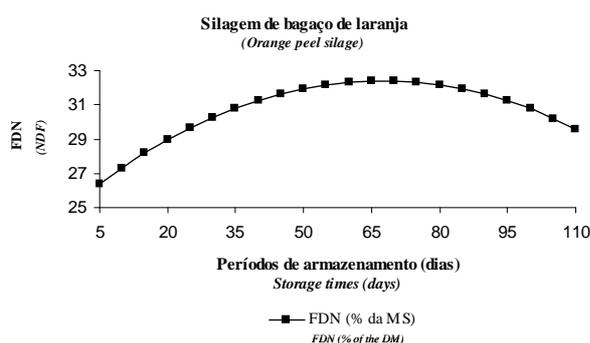
<sup>1</sup>% na MS. Médias seguidas de letras diferentes na coluna, dentro de componente analisado, diferem entre si ( $p < 0,05$ ), pelo teste T.

<sup>2</sup>% of DM. Means followed by different letters within a column, in the same component, differ by T test ( $p < 0,05$ ).

Em revisão realizada por Carvalho (1995), sobre a polpa cítrica seca ou peletizada, alguns autores concluíram que o material carregava propriedades de volumoso e poderia ser utilizado como parcial substituto de volumosos ou simplesmente para fornecer fibra de qualidade quando o volumoso disponível fosse de má qualidade. O autor também verificou que a polpa cítrica seca apresenta maior estímulo à ruminação do que a alfafa moída e peletizada. Entretanto, por causa da escassez de estudos sobre a silagem de bagaço de laranja, aconselha-se que a mesma não seja utilizada de

modo irrestrito em substituição ao volumoso na dieta, pelo baixo teor de fibra (Tabela 2). Apesar da polpa de citrus fornecer fibra de alta qualidade, o ruminante necessita de uma fonte de fibra efetiva para a manutenção da motilidade ruminal e estímulo à ruminção (Van Soest, 1994).

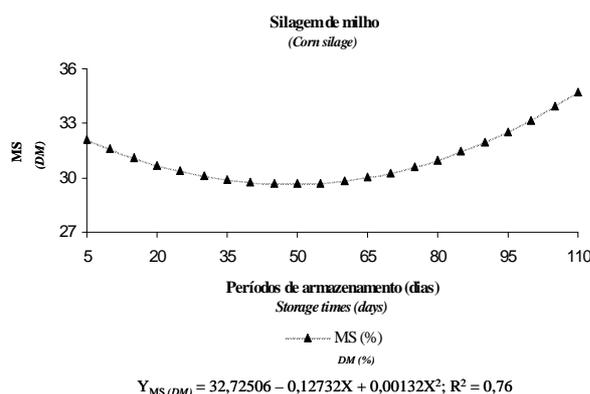
Na silagem de bagaço de laranja, houve efeito do período de armazenamento dos silos somente sobre o teor de FDN, representado na Figura 1, indicando ter havido boa conservação dos nutrientes, logo na fase inicial do processo.



**Figura 1.** Efeito dos períodos de armazenamento do silo sobre a fibra em detergente neutro (FDN) da silagem de bagaço de laranja.

**Figure 1.** Effect of the storage times of the silos on the neutral detergent fiber (NDF) of the orange peel silage.

Na silagem de milho, houve efeito dos períodos de armazenamento dos silos somente sobre a matéria seca representado na Figura 2.



**Figura 2.** Efeito dos períodos de armazenamento do silo sobre a matéria seca (MS) da silagem de milho.

**Figure 2.** Effect of the storage times of the silos on the dry matter (DM) of the corn silage.

Entretanto, ao avaliar o teor de MS, em função do tempo de abertura dos silos da silagem de milho, observa-se que essas variações foram pequenas, podendo ser decorrentes de respiração residual durante o enchimento e imediatamente após a

vedação do silo, tipo de fermentação no interior do silo, produção de efluente ou fermentações secundárias por bactérias heterofermentativas, enterobactérias e leveduras durante o período de armazenagem que levam a perdas de matéria seca por gases (Evangelista et al., 2004).

### Parâmetros de fermentação das silagens

Na Tabela 3, estão os valores de pH, nitrogênio amoniacal, capacidade tampão e ácido lático das silagens de bagaço de laranja e milho, abertos em diferentes tempos após o fechamento do silo. Houve interação entre tipo de silagem e períodos de armazenagem dos silos para todos os componentes analisados.

**Tabela 3.** Valores de pH, nitrogênio amoniacal ( $\text{NNH}_3$ ), capacidade tampão (CATP) e ácido lático (AL) das silagens de bagaço de laranja (SBL) e milho (SM) em diferentes períodos de armazenagem dos silos.

**Table 3.** pH, ammonia-N ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ), buffering capacity (BC) and lactic acid (LA) of orange peel silage (OPS) and corn silage (CS) in the different storage times of the silos.

		Períodos de armazenagem (dias)					Média	CV (%)	
		Storage times (days)							
		10	30	50	70	90	110	Mean	CV (%)
pH	SBL	3,5b	3,3b	3,3b	3,5b	3,5	3,6b	3,4	2,7
	OPS								
pH	SM	3,9a	3,8a	3,7a	4,0a	3,5	4,1a	3,8	
	CS								
$\text{NNH}_3^1$	SBL	5,8b	5,8	5,7	6,1	5,6a	5,7	5,8	13,4
	OPS								
$\text{NH}_3\text{-N}^1$	SM	7,2a	6,4	5,7	6,6	4,0b	6,5	6,1	
	CS								
CATP <sup>2</sup>	SBL	57,9a	71,2a	70,6a	71,3a	81,6a	82,5a	72,5	3,9
	OPS								
BC <sup>2</sup>	SM	40,8b	44,4b	53,0b	56,1b	45,7b	46,6b	47,8	
	CS								
AL <sup>3</sup>	SBL	3,6a	4,4a	4,0a	5,7a	4,5a	4,2a	4,4	18,5
	OPS								
LA <sup>3</sup>	SM	3,2b	3,9b	2,7b	3,5b	2,1b	2,3b	2,9	
	CS								

<sup>1</sup>% do N total, <sup>2</sup>n.e.mg 100 g<sup>-1</sup> MS, <sup>3</sup>% na MS. Médias seguidas de letras diferentes na coluna, dentro de componente analisado, diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste T.

<sup>1</sup>% of total N, <sup>2</sup>meq HCl 100 g<sup>-1</sup> of DM, <sup>3</sup>% of DM. Means followed by different letters within a column, in the same component, differ by T test ( $p < 0,05$ ).

Com exceção da silagem de milho aberta com 90 dias, a qual atingiu o menor pH, todas as outras silagens, nos diferentes períodos de armazenagem dos silos apresentaram pH superior ( $p < 0,05$ ) ao da SBL (Tabela 3). De acordo com Leibensperger e Pitt (1987), existe interação entre pH e teor de MS para inibição do desenvolvimento clostridiano, portanto, para silagens com menor teor de MS são necessários valores mais baixos de pH para inibir o crescimento clostridiano, fato que pode explicar o menor teor de pH para a silagem de bagaço de laranja, quando comparado com a silagem de milho.

De acordo com Kung Júnior e Stokes (2003), o teor de amônia na silagem de milho, normalmente está entre 5 a 7%, e de acordo com Ítavo et al. (2000), para uma silagem bem conservada, se aceita conteúdo de nitrogênio amoniacal menor que 8% do

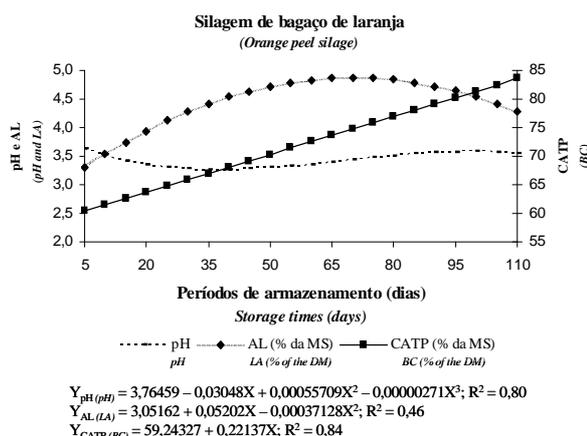
nitrogênio total. Portanto, ambas as silagens em todos os tempos de fermentação apresentaram boa conservação da fração protéica (Tabela 3). Segundo Evangelista *et al.* (2004), caso não se obtenha silagens estáveis com baixo pH, tem-se aumento da atividade clostridiana, responsável pela degradação da fração protéica. Assim, a boa conservação da fração protéica, observada para todas as silagens, pode estar relacionada com o baixo pH obtido e conseqüentemente, com uma redução ou ausência de fermentação clostridiana.

A capacidade tampão do material ensilado é um importante fator no processo de acidificação da massa ensilada, estando diretamente relacionada com o abaixamento do pH (Tosi e Jobim, 2001). A capacidade tampão do bagaço de laranja e do milho antes da ensilagem (30,4 e 33,3 n.e.mg 100 g<sup>-1</sup> MS) favoreceram o rápido abaixamento do pH de 4,1 e 4,6 (Tabela 1) para 3,5 e 3,9, respectivamente, para SBL e SM, com dez dias de ensilagem (Tabela 3), fato que pode ter contribuído para boa conservação do valor nutritivo das silagens. Segundo Kung Júnior e Stokes (2003), para que haja boa preservação da silagem de milho, o ideal é que o pH esteja entre 3,7 e 4,2.

Somente o baixo pH final, não garante que a atividade dos microrganismos indesejáveis, como os clostrídios e as enterobactérias sejam prevenidos durante o processo de fermentação. Para que isso ocorra, é necessário que a redução do pH seja rapidamente atingida. Quando se trabalha com forragens com altos teores de açúcares e baixos de proteína, ocorre normalmente a estabilidade do pH antes do décimo dia de ensilagem (Mc Donald *et al.*, 1991). Não houve efeito do tempo de abertura dos silos sobre o pH da silagem de milho.

Durante a ensilagem, a capacidade tampão aumenta, podendo ocorrer de forma rápida e dobrar após três dias de ensilagem, sendo o aumento atribuído à produção de ácido láctico e acético (Playne e Mc Donald, 1966). Portanto, a alta capacidade tampão da SBL que praticamente dobrou com dez dias de ensilagem (Tabela 3) pode estar relacionada com o processo de fermentação e com a adição de hidróxido de cálcio ao bagaço de laranja, uma vez que segundo Van Soest (1994), a capacidade tampão é determinada por bases inorgânicas (potássio e cálcio), proteína e a capacidade para produção de amônia.

Na Figura 3, observa-se o efeito dos períodos de armazenamento dos silos sobre o pH, ácido láctico e capacidade tampão da silagem de bagaço de laranja.



**Figura 3.** Efeito dos períodos de armazenamento do silo sobre o pH, ácido láctico (AL) e capacidade tampão (CATP) da silagem de bagaço de laranja

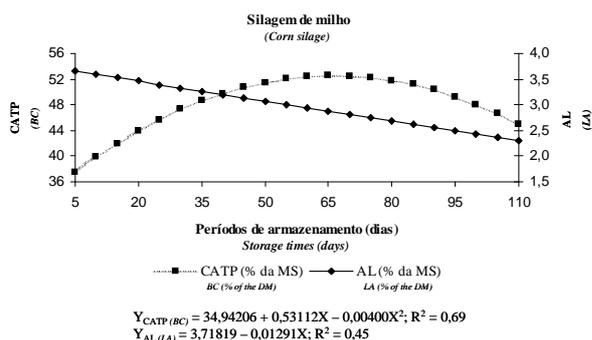
**Figure 3.** Effect of the storage times of the silos on the pH, lactic acid (LA) and buffering capacity (BC) of the orange peel silage.

A produção de ácido láctico, responsável pela redução do pH, aumentou até 70 dias após o fechamento do silo. O pH da silagem de bagaço de laranja reduziu apenas até os 40 dias de ensilagem porque os ácidos formados pela fermentação elevaram a capacidade tampão da silagem (Woolford, 1999; Knický, 2005), que apresentou aumento linear (Figura 3). Assim, após estabilização do processo de fermentação, mesmo com maior produção de ácido láctico, não ocorre abaixamento do pH.

O tempo de fermentação, de acordo com Van Soest (1994), depende principalmente do teor de carboidratos solúveis, da capacidade tamponante e do conteúdo de umidade, ficando normalmente entre dez e 14 dias. De acordo com as características observadas para o bagaço de laranja, os silos podem ser abertos a partir dos dez dias de ensilagem, sendo bem conservados durante os 110 dias avaliados.

Na Figura 4, observa-se o efeito dos períodos de armazenamento dos silos sobre a capacidade tampão e o ácido láctico da silagem de milho.

As equações de regressão para a silagem de milho mostram redução linear na produção de ácido láctico e aumento da capacidade tampão, que após os 66 dias de ensilagem passou a diminuir (Figura 4). A redução, na produção de ácido láctico, pode indicar que a silagem de milho não teve fermentação adequada, podendo ter ocorrido fermentações secundárias com produção de outros ácidos, mudança no perfil fermentativo, redução relativa pela produção de outros componentes, uso do ácido láctico no metabolismo de outros microrganismos (leveduras).



**Figura 4.** Efeito dos períodos de armazenamento do silo sobre a capacidade tampão (CATP) e ácido láctico (AL) da silagem de milho.

**Figure 4.** Effect of the storage times of the silos on the buffering capacity (BC) and lact acid (LA) of the corn silage.

### Digestibilidade *in vitro* das silagens

Houve interação entre tipo de silagem e períodos de armazenamento dos silos para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), fibra em detergente neutro (DIVFDN) e proteína bruta (DIVPB) das silagens de bagaço de laranja e milho (Tabela 4).

A silagem de bagaço de laranja apresentou maior DIVMS, DIVPB e DIVFDN quando comparado à silagem de milho (Tabela 4). Isto se explica pelo fato da polpa cítrica apresentar parede celular altamente digestível, baixo teor de lignina, em torno de 1%, e possuir carboidrato estrutural (pectina) de alta e rápida degradação (Van Soest, 1994).

**Tabela 4.** Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), fibra em detergente neutro (DIVFDN) e proteína bruta (DIVPB) das silagens de bagaço de laranja (SBL) e milho (SM) em diferentes períodos de armazenamento dos silos.

**Table 4.** *In vitro* digestibility of the dry matter (DMIVD), neutral detergent fiber (NDFIVD) and crude protein (CPIVD) of orange peel silage (OPS) and corn silage (CS) in the different storage times of the silos.

		Períodos de armazenamento (dias)						CV (%)
		Storage times(days)						
		10	30	50	70	90	110	
DIVMS (%)	SBL	97,3a	97,6a	93,9a	94,8a	97,0a	97,6a	2,1
	OPS							
DMIVD (%)	SM	72,2b	66,1b	72,6b	67,9b	67,1b	69,8b	
	CS							
DIVFDN (%)	SBL	98,0a	97,8a	98,0a	97,8a	97,3a	97,7a	1,5
	OPS							
NDFIVD (%)	SM	76,4b	74,8b	77,8b	76,9b	75,3b	79,0b	
	CS							
DIVPB (%)	SBL	97,4a	97,2a	95,8a	96,7a	97,1a	97,1a	4,3
	OPS							
CPIVD (%)	SM	65,9b	61,9b	66,1b	57,9b	59,4b	63,2b	
	CS							

Médias seguidas de letras diferentes na coluna, dentro de componente analisado, diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste T.

Means followed by different letters within a column, in the same component, differ by T test ( $p < 0.05$ ).

A digestibilidade *in vitro* da SBL foi maior do que os observados por Ítavo et al. (2000) para MS e parede celular e por Santos et al. (1999) para parede celular (91,8 a 96,6%).

Os valores de DIVMS da silagem de milho foram próximos aos observados por Campos et al.

(2000) para silagem de milho com alto e baixo teor de matéria seca com e sem inoculante (65,0 a 68,2%) e por Silva et al. (2005) para silagem de milho com e sem inoculante abertas com diferentes tempos de ensilagem (66,43 a 71,57%).

A pectina, presente no bagaço de laranja, é considerada uma fibra solúvel, apesar de fazer parte da parede celular. Constitui-se em carboidrato prontamente disponível para que haja máxima produção microbiana no rúmen, o que é fundamental uma vez que na maior parte das dietas, a proteína microbiana corresponde a 60-80% da proteína que chega ao intestino delgado do ruminante (Carvalho, 1995).

Segundo Van Soest (1994), a substituição de produtos com alto teor de amido, por alimentos com alto teor de pectina, gera efeito positivo na dieta de ruminantes, basicamente pela redução na queda do pH ruminal dada a fermentação acética em substituição à fermentação láctica e pela capacidade de tamponamento ruminal por causa da pectina. Sendo o ácido acético precursor da gordura do leite, Carvalho (1995) verificou elevação do teor de gordura do leite, quando a polpa cítrica foi introduzida na dieta de vacas em lactação.

### Conclusão

O bagaço de laranja pode ser bem conservado na forma de silagem quando apresenta teores de matéria seca ao redor de 26%.

A silagem de bagaço de laranja, quando comparada com a silagem de milho, apresentou bom padrão de fermentação com pouca alteração nos valores nutricionais, podendo ser utilizada a partir de dez dias após a ensilagem.

A silagem de bagaço de laranja apresenta elevada digestibilidade *in vitro* da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, sendo uma boa alternativa a ser utilizada na alimentação de ruminantes durante os períodos de escassez de alimentos.

Pelas qualidades nutricionais do bagaço de laranja e as qualidades fermentativas observadas, a utilização do bagaço, na forma de silagem, deve ser considerada em regiões próximas às indústrias esmagadoras, como alternativa na alimentação de ruminantes.

### Referências

- ABRAHÃO, J.J.S. et al. Avaliação da substituição do milho pelo resíduo seco da extração da fécula de mandioca sobre o desempenho de novilhas mestiças em confinamento. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 512-518, 2006.
- AOAC-Association of Official Analytical Chemists.

- Official methods of analysis*. 15<sup>th</sup> ed. Arlington: AOAC, 1990.
- ARCURI, P.B. *et al.* Microrganismos indesejáveis em forragens conservadas: efeito sobre o metabolismo de ruminantes. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004. Maringá. *Anais...* Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2004. p. 172-197.
- CAMPOS, F.P. *et al.* Comparação do sistema de monitoramento computadorizado de digestão *in vitro* com os métodos *in vivo* e *in situ*. 2. Uso do resíduo da matéria seca de forragens. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 531-536, 2000.
- CARVALHO, M.P. Citros. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6., 1995, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. p. 171-214.
- CORREIA, M.X.C. *et al.* Utilização de resíduo agroindustrial de abacaxi desidratado em dietas para caprinos em crescimento: digestibilidade e desempenho. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 35, n. 4 (supl.), p. 1822-1828, 2006.
- EVANGELISTA, A.R. *et al.* Perdas na conservação de forragens. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004, Maringá. *Anais...* Maringá: UEM, 2004. p. 75-112.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. *Forage fiber analyses: apparatus, reagents, procedures and some applications*. Washington, D.C.: USDA, 1970.
- HOLDEN, L.A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 25, n. 8, p. 1791-1794, 1999.
- ITAVO, L.C.V. *et al.* Aditivos na conservação do bagaço de laranja *in natura* na forma de silagem. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1474-1484, 2000.
- KNICKÝ, M. *Possibilities to improve silage conservation: effects of crop, ensiling technology and additives*. 2005. Tese (Doutorado)–Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 2005.
- KUNG JÚNIOR, L.; STOKES, M.R. Analyzing silages for fermentation end products. [S.l.: s.n.], 2003 Disponível em: <[http://ag.udel.edu/departments/anfs/faculty/kung/articles/analyzing\\_silages\\_for\\_ferme](http://ag.udel.edu/departments/anfs/faculty/kung/articles/analyzing_silages_for_ferme)>. Acesso em: 22 abr. 2004.
- LEIBENSPERGER, P.Y.; PITT, R.E. A model of clostridial dominance in ensilage. *Grass Forage Sci.*, Malden, v. 42, n. 3, p. 297-317, 1987.
- MC DONALD, P. *et al.* *The biochemistry of silage*. 2<sup>nd</sup> ed. Marlow: Chalcomb Publication, 1991.
- MORA, P.J.G. *et al.* Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia líquida da silagem de milho (*Zea mays* L.) para vacas lactantes. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 357-368, 1996.
- PEREIRA, J.R.A.; REIS, R.A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001. Maringá. *Anais...* Maringá: UEM, 2001, p. 64-86.
- PLAYNE, M.J.; MC DONALD, P. The buffering constituents of herbage and silage. *J. Sci. Food Agric.*, London, v. 17, n. 2, p. 262-268, 1966.
- ROCHA, K.D. *et al.* Valor nutritivo de silagens de milho (*Zea mays* L.) produzidas com inoculantes enzimo-bacterianos. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 389-395, 2006.
- RODRIGUES NETO, A.J. *et al.* Efeito de aditivos no valor nutritivo de silagens feitas com subproduto da extração do palmito de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.). *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1367-1375, 2001.
- SANTOS, G.T. *et al.* Digestibilidade *in vitro* da silagem de bagaço de laranja pelo método da ANKOM® – avaliação da quantidade de material utilizado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: SBZ, 1999. n. NUR131.
- SAS-Statistical Analysis System. *User's guide: statistics*. Cary: SAS Institute, 2001.
- SILVA, A.V. *et al.* Composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de silagens de milho e sorgo tratadas com inoculantes microbianos. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1881-1890, 2005.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa: UFV, 2002.
- SILVA, F.C. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília: Embrapa, 1999.
- SNIFFEN, C.J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Animal Sci.*, Savoy, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.
- SOUZA, A.L. *et al.* Composição químico-bromatológica da casca de café tratada com amônia anidra e sulfeto de sódio. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 30, n. 3 (supl. 1), p. 983-991, 2001.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Brit. Grassl. Soc.*, Oxford, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.
- TOSI, H. *et al.* Determinação de bases voláteis em silagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FORRAGENS, 1., 1973, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: SBZ, 1973. p. 58-59.
- TOSI, H.; JOBIM, C.C. Conservação de forragens: silagem. In: AQUARONE, E. (Ed.). *Biotecnologia industrial*. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 4, p. 491-505.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2<sup>nd</sup> ed. Cornell: Ithaca, 1994.
- WOOLFORD, M. *Ciência e tecnologia na produção de silagem*. Kentucky: Alltech Biotechnology Center, 1999.
- ZEOULA, L.M. *et al.* Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: pH, concentração de N-NH<sub>3</sub> e eficiência microbiana. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 31, n. 3 (supl.), p. 1582-1593, 2002.

Received on April 03, 2007.

Accepted on October 28, 2007.