

# Avaliações das silagens de bagaço de laranja e de milho com diferentes aditivos protéicos<sup>1</sup>

## Evaluation of orange peel and corn silages with different protein additives

Andréa Pereira Pinto<sup>2\*</sup>; Ivone Yurika Mizubuti<sup>3,1</sup>; Edson Luiz de Azambuja Ribeiro<sup>3,1</sup>; Elzânia Sales Pereira<sup>2,1</sup>; Valter Harry Bumbieris Junior<sup>3</sup>; Patricia Guimarães Pimentel<sup>2</sup>; Rafael Salmazo<sup>4</sup>; Maria Socorro de Sousa Carneiro<sup>2</sup>

### Resumo

Foram preparados minisilos experimentais, em delineamento experimental inteiramente casualizado, distribuídos em arranjo fatorial 2 x 5, sendo, 2 tipos de silagem (bagaço de laranja e milho) e 5 tratamentos (sem fonte protéica; com uréia; farelo de soja; farelo de algodão e farelo de girassol). Os aditivos protéicos foram adicionados para que cada silagem obtivesse um teor protéico ao redor de 10%. Os silos foram abertos 90 dias após o preparo das silagens. Foram determinados pH, ácido láctico (AL), capacidade tampão (CATP), matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nitrogênio amoniacal (NNH<sub>3</sub>), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), cálcio (Ca), carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e digestibilidade *in vitro* (DIV). Os aditivos protéicos aumentaram os teores de MS das silagens. O pH das silagens variou de 3,41 a 3,95, sendo a produção de ácido láctico e a digestibilidade *in vitro* maior para a silagem de bagaço de laranja quando comparada à silagem de milho. Conclui-se que a silagem de bagaço de laranja pode ser adequadamente preservada na forma de silagem com aditivos protéicos.

**Palavras-chave:** Ácido láctico, capacidade tampão, farelo de algodão, farelo de girassol, farelo de soja, uréia

### Abstract

Experimental mini-silos were prepared, in a completely randomized design distributed in a 2 x 5 factorial arrangement, with two silages (orange peel and corn) and five treatments (without protein source; with urea; soybean meal; cotton seed meal and sunflower meal). The protein additives were added to each silage to achieve about 10% protein. The silos were opened 90 days after the make silages. The following determinations were accomplished: pH, lactic acid (LA), buffering capacity (BC), dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), calcium (Ca), total carbohydrates (TC), non fibrous carbohydrates (NFC) and *in vitro* digestibility (IVD). The protein additives increased the DM averages of the silages. The pH of silages varied from 3.41 to 3.95, being the lactic acid and *in vitro* digestibility higher to the orange peel silage when compared to the corn silage. It can be concluded that the orange peel silage to be preserved in silage form with protein source.

**Key words:** Buffering capacity, cotton seed meal, lactic acid, soybean meal, sunflower meal, urea

<sup>1</sup> Parte da tese de Doutorado em Ciência Animal, do primeiro autor, Universidade Estadual de Londrina, UEL, Londrina, PR.

<sup>2</sup> Prof<sup>as</sup> Dr<sup>as</sup> do Dept<sup>o</sup> de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, UFC, Av. Mister Hull, 2977, Fortaleza, CE, Brasil, Tel. +55.85.33669416. E-mail: deiapp@hotmail.com; pggimentel@hotmail.com; msocorro@ufc.br

<sup>2,1</sup> Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> do Dept<sup>o</sup> de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, UFC. Pesquisadora do CNPq. E-mail: elzania@hotmail.com

<sup>3</sup> Profs. Drs. do Dept<sup>o</sup> de Zootecnia da Universidade Estadual de Londrina, UEL. <sup>3,1</sup> Pesquisadores do CNPq. E-mail: mizubuti@uel.br; elar@uel.br; jrbumbieris@uel.br

<sup>4</sup> Médico Veterinário. Mestre em Ciência Animal, UEL, Londrina, PR. E-mail: r\_salmazo@hotmail.com

\* Autor para correspondência

## Introdução

A ensilagem é o armazenamento de forragens verdes e de outros volumosos, por intermédio de um processo fermentativo cujo resultado depende de propriedades intrínsecas ao próprio alimento e das condições ambientais proporcionadas no interior do silo (PINTO et al., 2010). A conservação dos alimentos em forma de silagem está sujeito a grandes variações, uma vez que a conservação depende da fermentação natural dos açúcares a ácidos, sob condições anaeróbicas, pelas bactérias ácido lácticas, produzindo como produto final, principalmente o ácido láctico e o ácido acético (SANTOS et al., 2001), sendo as alterações ocorridas durante os primeiros dias após a ensilagem, críticas para o sucesso da fermentação (CASTRO et al., 2006).

De acordo com Kung Junior (2001), os três fatores mais importantes para que se tenha uma boa silagem são a rápida remoção do ar, rápida produção de ácido láctico que resulta em declínio do pH e a continuação da exclusão do ar da massa ensilada durante o período de armazenagem e fornecimento. Segundo o pesquisador, a rápida redução do pH ajuda a limitar a degradação da proteína do material ensilado pela inativação das proteases da planta e também inibe o crescimento de microrganismos anaeróbicos indesejáveis como as enterobactérias e os clostrídeos.

O uso de aditivos na ensilagem possui duas finalidades principais: influenciar o curso da fermentação, favorecendo a preservação e alterar a composição, melhorando o valor nutritivo (VAN SOEST, 1983). Os aditivos estimulantes da fermentação, como os que elevam o conteúdo de matéria seca e carboidratos solúveis, aumentam a produção de ácido láctico, conseqüentemente, diminuindo o pH, além de minimizar as perdas de matéria seca (REIS; BERNARDES; SIQUEIRA, 2004). Uma série de mudanças na composição química ocorre durante o processo de fermentação no silo, principalmente na proteína bruta, devido a ação de proteases da planta ou degradação

pela atividade microbiana indesejável (REIS; BERNARDES; SIQUEIRA, 2004).

O uso de ingredientes secos na ensilagem absorve a umidade e eleva o teor de matéria seca da silagem, estabilizando a fermentação láctica. Segundo Van Soest (1983), o objetivo da preservação é conservar a digestibilidade dos nutrientes tão eficientes quanto possível, recuperando os nutrientes e resultando em um produto final de qualidade. Uma boa preservação por meio da fermentação depende da produção de ácido láctico para estabilizar a silagem em baixo pH e isto depende do adequado suprimento de açúcar para que haja produção adequada de ácido que se sobreponha à capacidade tampão da forragem (VAN SOEST, 1983).

A silagem de milho e de sorgo é frequentemente utilizada na produção animal (PINTO et al., 2007), entretanto, visando reduzir os custos de produção, o aproveitamento de resíduos da agroindústria tem sido amplamente pesquisada. De acordo com Carvalho (1995), os subprodutos cítricos possuem boas qualidades nutricionais e sua época de produção é extremamente favorável, pois coincide com a entressafra de grãos como o milho, e com o período de escassez de forragens tropicais. Portanto, por meio deste experimento objetivou-se avaliar o efeito de diferentes aditivos protéicos sobre as características químicas, parâmetros de fermentação e digestibilidade *in vitro* das silagens de bagaço de laranja e de milho.

## 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 e milho foram preparadas 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 o

preparo das silagens atingiu-se massa específica para a silagem de milho de 222,1; 229,1; 245,8; 276,8 e 264,2 kg/m<sup>3</sup> e para a silagem de bagaço de laranja, de 234,4; 241,2; 244,0; 246,6 e 255,4 kg/m<sup>3</sup> de matéria seca, respectivamente, para os tratamentos sem fonte protéica; com uréia; farelo de soja; farelo de algodão e farelo de girassol. Para a ensilagem, utilizou-se o milho (cultivar BRS 4157) adaptado a solos de baixa fertilidade natural e com as seguintes características: florescimento com 65 dias, maturação com 130 dias, altura da planta e espiga de 220 cm e 120 cm, respectivamente, e com índice de espigas de 0,99 e 18 % de sabugo. Foi colhido no estágio de grão farináceo, entre 10 a 15 cm do solo. O bagaço de laranja foi fornecido pela Cooperativa agropecuária de Rolândia – COROL.

Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado, distribuído em arranjo fatorial 2 x 5, sendo, dois tipos de silagens (bagaço de laranja e milho) e cinco tratamentos (sem fonte protéica; com uréia; farelo de soja; farelo de algodão e farelo de girassol), totalizando 10 tratamentos,

com três repetições (minissilos) de cada tratamento, totalizando 30 minissilos. Os aditivos protéicos foram adicionados para que cada silagem obtivesse teor protéico ao redor de 10%. Este teor foi escolhido, como forma de aumentar o conteúdo protéico das silagens, melhorando a eficiência de sua utilização. Para o cálculo, determinaram-se os teores de proteína dos alimentos (Tabela 1) e a quantidade a ser adicionada em cada silagem foi calculada utilizando-se o quadrado de Pearson, sendo 11,26% e 6,54% na MS de farelo de algodão; 8,59% e 4,92% na MS de farelo de soja; 19,65% e 6,54% na MS de farelo de girassol e 1,34% e 1,34% na MS de uréia, respectivamente, para as silagens de milho e de bagaço de laranja.

As amostras para análises foram retiradas antes da ensilagem e 90 dias após o fechamento dos silos, e armazenadas a -20°C para posterior análise. Determinaram-se a composição química, pH e capacidade tampão do bagaço de laranja (BL) e milho (M) nos diferentes tratamentos antes da ensilagem (Tabela 2).

**Tabela 1.** Teor de matéria seca e proteína bruta do bagaço de laranja (BL), milho (MI), farelo de soja (FS), farelo de algodão (FA), farelo de girassol (FG) e uréia (UR).

| Ítem                     | Alimentos |      |      |      |      |       |
|--------------------------|-----------|------|------|------|------|-------|
|                          | BL        | MI   | FS   | FA   | FG   | UR    |
| Matéria seca (%)         | 26,6      | 30,7 | 88,2 | 88,8 | 91,7 | 95,3  |
| Proteína bruta (% na MS) | 7,0       | 7,2  | 51,5 | 40,7 | 25,9 | 297,8 |

**Fonte:** Elaboração dos autores.

**Tabela 2.** Composição química, pH e capacidade tampão do bagaço de laranja (BL) e milho (M) nos diferentes tratamentos antes da ensilagem.

| Ítem                                 |    | Tratamentos |       |       |       |       |
|--------------------------------------|----|-------------|-------|-------|-------|-------|
|                                      |    | SFP         | URE   | FSO   | FAL   | FGI   |
| Matéria seca (%)                     | BL | 26,61       | 27,46 | 28,35 | 28,87 | 29,60 |
|                                      | M  | 30,74       | 31,66 | 33,23 | 33,87 | 35,22 |
| Matéria orgânica (% na MS)           | BL | 93,13       | 92,91 | 92,60 | 92,71 | 93,42 |
|                                      | M  | 93,73       | 93,52 | 93,37 | 92,46 | 93,77 |
| Proteína bruta (% na MS)             | BL | 7,05        | 10,46 | 9,90  | 10,00 | 10,26 |
|                                      | M  | 6,49        | 9,39  | 10,22 | 11,15 | 10,70 |
| Extrato etéreo (% na MS)             | BL | 1,25        | 1,37  | 1,28  | 1,39  | 1,25  |
|                                      | M  | 1,89        | 1,14  | 1,05  | 1,33  | 1,52  |
| Cálcio (% na MS)                     | BL | 2,05        | 1,96  | 2,04  | 2,06  | 1,98  |
|                                      | M  | 0,23        | 0,21  | 0,24  | 0,23  | 0,24  |
| Fibra em detergente neutro (% na MS) | BL | 32,36       | 30,83 | 29,15 | 32,70 | 33,50 |
|                                      | M  | 63,52       | 55,50 | 62,14 | 52,04 | 61,39 |
| Carboidratos totais (% na MS)        | BL | 84,83       | 81,09 | 81,42 | 81,32 | 81,91 |
|                                      | M  | 85,36       | 82,98 | 82,10 | 79,99 | 81,55 |
| Carboidratos não fibrosos (% na MS)  | BL | 52,47       | 50,25 | 52,27 | 48,62 | 48,41 |
|                                      | M  | 21,83       | 27,49 | 19,96 | 27,94 | 20,16 |
| pH                                   | BL | 4,14        | 4,16  | 4,15  | 4,16  | 4,15  |
|                                      | M  | 4,56        | 4,93  | 4,45  | 4,48  | 4,58  |
| Capacidade tampão (n.e.mg/100g MS)   | BL | 30,44       | 29,74 | 40,92 | 39,25 | 34,49 |
|                                      | M  | 33,51       | 41,27 | 28,49 | 27,16 | 37,29 |

SFP = sem fonte proteica; URE = uréia; FSO = farelo de soja; FAL = farelo de algodão e FGI = farelo de girassol.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

Para execução das análises no material pré-seco, as amostras frescas foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar a  $55 \pm 5^\circ\text{C}$  por 48 horas. Em seguida, todas as amostras experimentais pré-secas foram moídas em moinho de faca tipo “Willye”, de modo que o tamanho das partículas fosse de aproximadamente 1 mm.

Foram determinados, na amostra fresca: pH, ácido láctico (AL), nitrogênio amoniacal ( $\text{NNH}_3$ ) e capacidade tampão (CATP), e na amostra pré-seca: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinzas (CIN), matéria orgânica (MO) e fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com Mizubuti et al. (2009). Os teores de carboidratos totais (CHOT) foram calculados de acordo com Sniffen et al. (1992), os de carboidratos não fibrosos ( $\text{CNF} = 100 - \text{PB} - \text{EE} - \text{CIN} - \text{FDN}$ ) segundo Weiss (1999) e os teores de cálcio foram determinados de acordo

com Silva (1999) utilizando-se espectrofotômetro de absorção atômica. A digestibilidade *in vitro* (DIV) foi determinada conforme técnica de Tilley e Terry (1963), adaptada ao Rúmen Artificial, desenvolvido pela ANKOM<sup>a</sup>, conforme descrito por Holden (1999).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando-se o programa SAS (2001) e as diferenças entre médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

Houve interação entre silagem e tratamento para o teor de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, nitrogênio amoniacal, cálcio, fibra em detergente neutro, carboidratos totais, carboidrato não fibroso, pH e capacidade tampão (Tabela 3).

As silagens de bagaço de laranja (SBL) com farelo de girassol e a de milho (SM) com farelo de algodão apresentaram os maiores teores de MS (28,38% e 42,59%, respectivamente). Os teores de MS da SBL e SM foram superiores aos observados por Ítavo et al. (2000) para SBL com diferentes inoculantes (12,98 a 15,63%) e por Higginbotham et al. (1998) e Gimenes et al. (2006) para SM com diferentes aditivos bacterianos e/ou enzimáticos (19,5 a 22,4% e 30,60 a 30,90%, respectivamente). A elevação no teor de matéria seca das silagens de milho em todos os tratamentos, quando comparados com o teor antes da ensilagem (Tabela 2), pode ser devido a perdas que ocorrem durante a fermentação e/ou por efluentes (VAN SOEST, 1994).

Osteores de MS da SBL foram de 26,04%, 26,80%, 27,03%, 27,40% e 28,38%, respectivamente, para os tratamentos sem fonte proteica, uréia, farelo de soja, farelo de algodão e farelo de girassol. Arcuri, Carneiro e Lopes (2004) preconizaram valores mínimos de 30% como o segundo fator que opera na supressão do crescimento de clostrídeos, sendo o primeiro fator, a redução do pH, pois este gênero não tolera condições ácidas. Como nesse trabalho o objetivo da inserção dos aditivos foi com base no teor proteico aproximado de 10% e não no teor de matéria seca, essa variável (%MS), mostrou-se abaixo do desejado para uma ótima silagem, no entanto, os aspectos fermentativos apresentaram-se satisfatórios, permitindo inferir que a silagens foram bem conservadas.

Embora as silagens tenham sido preparadas para conterem ao redor de 10% de PB, observou-se menor teor para a silagem de milho (6,90%) seguida da de bagaço de laranja (7,17%), as quais não diferiram entre si, sendo o teor de PB do bagaço de laranja, semelhante ao obtido por Macedo et al. (2007) para o bagaço de laranja *in natura* (8,03%).

Os teores de proteína das silagens com aditivos variaram de 9,61 a 10,94 para as silagens de bagaço de laranja e de 9,44 a 11,45 para as silagens de milho, indicando adequado processo de fermentação, uma vez que não houve elevada degradação da proteína em virtude dos teores não terem sido muito diferentes dos tratamentos *in natura* (Tabela 2), além do teor de nitrogênio amoniacal ter sido baixo, variando de 3,01 a 4,28%, com exceção da silagem de milho com uréia (15,31%). De acordo com Reis, Bernardes e Siqueira (2004), as alterações na composição da proteína que ocorrem durante o processo de fermentação no silo, são devido à ação de proteases da planta ou degradação pela atividade microbiana indesejável. No entanto, para as silagens tratadas com ureia, já era esperado maiores teores de nitrogênio amoniacal, em função das características químicas desse aditivo, ainda assim, mantendo teores aceitáveis para silagens de qualidade satisfatória.

O nitrogênio amoniacal presente na silagem é um indicador da extensão da atividade dos clostrídeos, uma vez que é produzido em pequenas quantidades por outros microrganismos da silagem e enzimas da planta (TOSI; JOBIM, 2001), sendo o teor de 5 a 7% aceitável para silagem de milho (KUNG JUNIOR, 2001; KUNG JUNIOR; STOKES, 2003). Altas concentrações indicam extensas degradações de proteína que pode ocorrer com silagens muito úmidas (menos de 30% de MS), ou devido à fermentação por microrganismos indesejáveis (clostrídeos) ou degradação por enzimas da planta (KUNG JUNIOR; STOKES, 2003). Em classificação proposta por McDonald, Henderson e Heron (1991) quanto ao teor de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total, silagens com valores inferiores a 10% são consideradas muito boas; entre 10 e 15%, aceitáveis e acima de 20%, insatisfatórias.

**Tabela 3.** Matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), nitrogênio amoniacal (NNH<sub>3</sub>), extrato etéreo (EE), cálcio (Ca), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF), pH e capacidade tampão (CATP) das silagens de bagaço de laranja (SBL) e milho (SM) nos diferentes tratamentos.

| Ítem                            |     | Tratamentos |         |          |           |          | CV (%) |
|---------------------------------|-----|-------------|---------|----------|-----------|----------|--------|
|                                 |     | SFP         | URE     | FSO      | FAL       | FGI      |        |
| MS (%)                          | SBL | 26,04Be     | 26,80Bd | 27,03Bc  | 27,40Bb   | 28,38Ba  | 2,10   |
|                                 | SM  | 34,17Ae     | 35,24Ad | 37,82Ac  | 42,59Aa   | 40,64Ab  |        |
| MO (% na MS)                    | SBL | 93,05Ab     | 92,82Ab | 93,78Aa  | 93,02Ab   | 93,12Ab  | 3,09   |
|                                 | SM  | 91,89Bc     | 93,24Aa | 92,84Bab | 92,80Aa   | 92,48Bb  |        |
| PB (% na MS)                    | SBL | 7,17Ad      | 10,94Aa | 9,61Bc   | 9,66Bbc   | 10,01Bb  | 2,26   |
|                                 | SM  | 6,90Ad      | 9,44Bc  | 10,98Ab  | 10,67Ab   | 11,45Aa  |        |
| NNH <sub>3</sub> (% do N total) | SBL | 4,23Aa      | 4,02Ba  | 3,01Aa   | 3,11Aa    | 3,22Aa   | 20,59  |
|                                 | SM  | 4,28Ab      | 15,31Aa | 3,96Ab   | 3,21Ab    | 3,74Ab   |        |
| Ca (% na MS)                    | SBL | 2,33Aa      | 2,08Ab  | 1,90Ac   | 1,60Ad    | 2,02Abc  | 8,00   |
|                                 | SM  | 0,21Bab     | 0,16Bab | 0,17Bab  | 0,14Bb    | 0,30Ba   |        |
| FDN (% na MS)                   | SBL | 32,28Ba     | 32,11Ba | 29,11Ba  | 31,46Ba   | 32,66Ba  | 5,18   |
|                                 | SM  | 52,14Ab     | 44,72Ac | 46,51Ac  | 46,66Ac   | 57,19Aa  |        |
| CHOT (% na MS)                  | SBL | 84,64Aa     | 80,61Bd | 83,08Ab  | 82,12Ac   | 81,81Ac  | 4,23   |
|                                 | SM  | 83,54Ba     | 82,20Ab | 80,36Bc  | 80,82Bc   | 79,44Bd  |        |
| CNF (% na MS)                   | SBL | 52,36Aab    | 48,51Ac | 53,96Aa  | 50,66Aabc | 49,15Abc | 5,00   |
|                                 | SM  | 31,39Bb     | 37,47Ba | 33,85Bb  | 34,16Bab  | 22,26Bc  |        |
| pH                              | SBL | 3,49Ba      | 3,43Bb  | 3,41Bb   | 3,42Bb    | 3,41Bb   | 4,93   |
|                                 | SM  | 3,74Ab      | 3,95Aa  | 3,70Ac   | 3,67Ac    | 3,68Ac   |        |
| CATP (n.e. mg/100g MS)          | SBL | 80,26Aa     | 70,90Ab | 67,63Ab  | 80,30Aa   | 82,10Aa  | 3,05   |
|                                 | SM  | 42,43Bc     | 66,87Ba | 49,36Bb  | 44,69Bc   | 49,13Bb  |        |

SFP = sem fonte protéica; URE = uréia; FSO = farelo de soja; FAL = farelo de algodão e FGI = farelo de girassol. Médias seguidas de letras diferentes, minúscula na linha e maiúscula na coluna, dentro de componente analisado, diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo Teste Tukey.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

Dentro dessa classificação, todas as silagens, com exceção da silagem de milho com uréia seriam classificadas como muito boa, indicando uma menor intensidade de proteólise durante o processo de fermentação, em decorrência de menor atuação de bactérias do gênero *Clostridium* e, conseqüentemente, menor produção de ácido butírico (MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991). Entretanto, o maior teor de nitrogênio amoniacal observado na silagem de milho com uréia pode ser explicado devido à adição de fonte de amônia, portanto, a elevação nos teores de nitrogênio amoniacal nessas silagens não será indicativo para classificá-las como aceitáveis ou insatisfatórios, podendo ser oriunda da ureólise parcial da uréia, havendo necessidade de se avaliar os demais parâmetros fermentativos, como o pH

(3,95) que indica uma adequada fermentação da silagem (Tabela 3).

Lopes e Evangelista (2010), trabalhando com silagens de cana de açúcar acrescidas de uréia ou aditivos absorventes de umidade, observaram maior pH (6,48) e nitrogênio amoniacal (36,68 %) em silagem acrescida de 1,5% de uréia, relatando em sua discussão, que a uréia pode ser transformada em hidróxido de amônio, uma substância alcalinizante, que atua como tamponante. Portanto, a elevação na concentração de amônia com a adição de uréia, verificada por meio do maior teor de nitrogênio amoniacal, pode provocar maior pH final da silagem, dessa forma, silagens acrescidas de uréia devem ser avaliadas com mais critério, pois poderão apresentar teores de nitrogênio amoniacal acima

do sugerido para silagens com bom padrão de fermentação como verificado nesse trabalho para a silagem de milho.

O bagaço de laranja possui alto teor de cálcio devido ao tipo de processamento utilizado pela COROL, com adição de hidróxido de cálcio para obtenção de um resíduo mais seco, contribuindo também com a elevação da capacidade tampão devido à sua natureza alcalina.

As silagens de bagaço de laranja apresentaram menores teores de fibra em detergente neutro (29,11 a 32,66%) e maiores teores de carboidratos não fibrosos (48,51 a 53,96%), comparados com as silagens de milho.

O pH das silagens variou de 3,41 a 3,95. Comparando os tratamentos da silagem de bagaço de laranja, o maior valor de pH observado foi para a silagem de bagaço de laranja sem aditivo (3,49) diferindo dos demais tratamentos e entre os tratamentos da silagem de milho foi para a silagem de milho com uréia (3,95), diferindo dos demais tratamentos.

A SBL apresentou menor pH do que a SM em todos os tratamentos, entretanto, todos os tratamentos que antes da ensilagem apresentavam pH acima do ideal (Tabela 2), atingiram níveis satisfatórios para garantir boa preservação do material ensilado e prevenir fermentações indesejáveis (Tabela 3). De acordo com Kung Junior (2001) e Kung Junior e Stokes (2003), o pH ideal para boa preservação da silagem de milho está em torno de 3,7 a 4,2.

A capacidade tampão da cultura ensilada é um importante fator no processo de acidificação da massa ensilada, estando diretamente relacionada com o abaixamento do pH (TOSI; JOBIM, 2001). Pinto et al. (2007), analisando os parâmetros de fermentação de silagens de milho e de bagaço de laranja em diferentes períodos de armazenamento, observaram, na silagem de bagaço de laranja, que

houve um aumento até os 70 dias de ensilagem na produção de ácido láctico, porém, a redução no pH ocorreu somente até os 40 dias de ensilagem, uma vez que os ácidos formados pela fermentação, elevaram a capacidade tampão da silagem, que apresentou aumento linear em função dos tempos de abertura dos silos. Assim, após estabilização do processo de fermentação, mesmo com maior produção de ácido láctico, não ocorre abaixamento do pH.

Portanto, a elevada capacidade tampão das silagens de bagaço de laranja (Tabela 3), associadas com o baixo pH das silagens e a baixa capacidade tampão antes da ensilagem (Tabela 2) indicam que o aumento da capacidade tampão se deve ao próprio processo de fermentação da silagem associada à presença do hidróxido de cálcio no bagaço de laranja, devido à sua natureza alcalina.

Na silagem de milho observou-se que o maior valor de capacidade tampão foi para a SM com uréia (66,87 n.e.mg HCl/100g MS), sendo os demais valores semelhantes aos obtidos por Rodrigues et al. (2004) (41,36 a 47,72 n.e.mg HCl/100g MS). Para a SBL, de modo geral, os valores médios de todos os tratamentos foram maiores do que os relatados por Ítavo et al. (2000) para SBL aberto com 64d (39,09 a 63,39 n.e.mg HCl/100g MS).

Não houve interação entre silagem e tratamento para o teor de extrato etéreo e de ácido láctico, sendo que o extrato etéreo diferiu apenas entre as silagens (Tabela 4) e o ácido láctico diferiu entre as silagens (Tabela 4) e entre os tratamentos (Tabela 5). O teor de ácido láctico foi superior ( $P < 0,05$ ) para a silagem de bagaço de laranja (4,58%) comparado com a silagem de milho (2,34%), explicado pelo maior teor de carboidratos não estruturais (Tabela 3) das silagens de bagaço de laranja, potencializando dessa forma a produção de ácido láctico no processo fermentativo.

**Tabela 4.** Extrato etéreo (EE), ácido láctico (AL) e 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).

| Silagem | EE<br>(% na MS) | AL<br>(% na MS) | DIVMS<br>(%) | DIVFDN<br>(%) | DIVPB<br>(%) |
|---------|-----------------|-----------------|--------------|---------------|--------------|
| SBL     | 1,22B           | 4,58A           | 93,65A       | 96,25A        | 92,92A       |
| SM      | 1,49A           | 2,34B           | 67,24B       | 76,60B        | 74,91B       |
| CV (%)  | 11,40           | 6,65            | 3,83         | 1,56          | 2,92         |

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si (P<0,05) pelo Teste Tukey.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

**Tabela 5.** Ácido láctico (AL) e digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro (DIVFDN) nos diferentes tratamentos.

| Item         | Tratamentos |         |        |         |        | CV (%) |
|--------------|-------------|---------|--------|---------|--------|--------|
|              | SFP         | URE     | FSO    | FAL     | FGI    |        |
| AL (% na MS) | 3,14c       | 4,43a   | 3,72b  | 3,11c   | 2,91c  | 6,65   |
| DIVFDN (%)   | 86,36b      | 87,55ab | 88,01a | 87,38ab | 82,84c | 1,56   |

SFP = sem fonte proteica; URE = uréia; FSO = farelo de soja; FAL = farelo de algodão e FGI = farelo de girassol. Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si (P<0,05) pelo Teste Tukey.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

Não houve interação entre silagem e tratamento para todas as digestibilidades *in vitro* avaliadas, sendo que as digestibilidades *in vitro* da matéria seca, fibra em detergente neutro e proteína bruta diferiram entre as silagens (Tabela 4), sendo maiores para as silagens de bagaço de laranja, provavelmente devido aos baixos valores de lignina no bagaço de laranja (1 a 3%) e à presença de pectina que é um carboidrato estrutural de alta e rápida degradação ruminal (VAN SOEST, 1983).

Também foi observada diferença entre tratamentos para a digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro, sendo que as menores digestibilidades foram obtidas para as silagens com farelo de girassol (Tabela 5). Segundo Rezende et al. (2002) a redução da digestibilidade *in vitro* de silagem de capim elefante com girassol pode ser atribuída à menor digestibilidade dos carboidratos estruturais da silagem, provavelmente em função de maior concentração de extrato etéreo na silagem, pois os lipídios na dieta animal promovem o envolvimento físico da fibra, além de impedirem o ataque microbiano.

## Conclusões

O bagaço de laranja pode ser adequadamente preservado na forma de silagem com aditivos protéicos que além de aumentarem os teores de proteína bruta, aumentam os teores de matéria seca das silagens, permitindo adequado processo fermentativo, com valores satisfatórios de pH (média de 3,42) para garantir uma boa preservação do material ensilado e prevenir fermentações indesejáveis.

As silagens de bagaço de laranja apresentam elevada digestibilidade *in vitro*, sendo, portanto, boa fonte de alimento em substituição às silagens tradicionais, havendo necessidade de se determinar os níveis adequados de inclusão na dieta de ruminantes.

## Referências

ARCURI, P. B.; CARNEIRO, J. C.; LOPES, F. C. F. 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.
- CARVALHO, M. P. Citros. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6., 1995, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fealq, 1995. p. 171-214.
- CASTRO, F. G. F.; NUSSIO, L. G.; HADDAD, C. M.; CAMPOS, F. P.; COELHO, R. M.; MARI, L. J.; TOLEDO, P. A. Perfil microbiológico, parâmetros físicos e estabilidade aeróbia de silagens de capim-tifton 85 (*Cynodon* sp.) confeccionadas com distintas concentrações de matéria seca e aplicação de aditivos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 35, n. 2, p. 358-371, 2006.
- GIMENES, A. L. G.; MIZUBUTI, I. Y.; MOREIRA, F. B.; PEREIRA, E. S.; RIBEIRO, E. L. A.; MORI, R. M. Composição química e estabilidade aeróbia em silagens de milho preparadas com inoculantes bacteriano e/ou enzimático. *Acta Scientiarum. Animal Science*, Maringá, v. 28, n. 2, p. 153-158, 2006.
- HIGGINBOTHAM, G. E.; MUELLER, S. C.; BOLSEN, K. K.; DePETERS, E. J. Effects of inoculants containing propionic acid bacteria on fermentation and aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 81, n. 8, p. 2185-2192, 1998.
- HOLDEN, L. A. Comparison of methods of in vitro matter digestibility for ten feeds. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 25, n. 8, p. 1791-1794, 1999.
- ÍTAVO, L. C. V.; SANTOS, G. T. dos; JOBIM, C. C.; VOLTOLINI, T. V.; BORTOLASSI, J. R.; FERREIRA, C. C. B. Aditivos na conservação do bagaço de laranja "in natura" na forma de silagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 29, n. 5, p. 1474-1484, 2000.
- KUNG JUNIOR, L. Silage fermentation and additives. Science and technology in the feed industry. In: PROCEEDING OF ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 17., 2001, Nottingham. *Proceeding...* Nottingham: Nottingham University Press, 2001. p. 145-159.
- KUNG JUNIOR, L.; STOKES, M. R. *Analyzing silages for fermentation end products*. 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. 2003.
- LOPES, J.; EVANGELISTA, A. R. Características bromatológicas, fermentativas e população de leveduras de silagens de cana-de-açúcar acrescidas de ureia e aditivos absorventes de umidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 39, n. 5, p. 984-991, 2010.
- MACEDO, C. A. B.; MIZUBUTI, I. Y.; MOREIRA, F. B.; PEREIRA, E. S.; RIBEIRO, E. L. A.; ROCHA, M. A.; RAMOS, B. M. O.; MORI, R. S.; PINTO, A. P.; ALVES, T. C.; CASIMIRO, T. R. Comportamento ingestivo de ovinos recebendo dietas com diferentes níveis de bagaço de laranja em substituição à silagem de sorgo na ração. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 36, n. 6, p. 1910-1916, 2007.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. *The biochemistry of silage*. 2. ed. Marlow: Chalcomb Publication, 1991. 340 p.
- MIZUBUTI, I. Y.; PINTO, A. P.; PEREIRA, E. S.; RAMOS, B. M. O. *Métodos laboratoriais de avaliação de alimentos para animais*. Londrina: EDUEL, 2009. 228 p.
- PINTO, A. P.; LANÇANOVA, J. A. C.; LUGÃO, S. M. B.; ROQUE, A. P.; ABRAHÃO, J. J. S.; OLIVEIRA, J. S.; LEME, M. C. J.; MIZUBUTI, I. Y. Avaliação de doze cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem. *Semina: Ciências Agrárias*. Londrina, v. 31, n. 4, p. 1071-1078, 2010.
- PINTO, A. P.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; FEY, R.; PALUMBO, G. R.; ALVES, T. C. Avaliação da silagem de bagaço de laranja e silagem de milho em diferentes períodos de armazenamento. *Acta Scientiarum. Animal Science*, Maringá, v. 29, n. 4, p. 371-377, 2007.
- REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de capins tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004, Maringá. Anais... Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2004. p. 35-74.
- REZENDE, A. V.; EVANGELISTA, A. R.; BARCELOS, A. F.; SIQUEIRA, G. R.; SANTOS, R. V.; MAZO, M. S. Efeito da mistura da planta de girassol (*Helianthus annuus* L.), durante a ensilagem do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) no valor nutritivo da silagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p. 1938-1943, 2002.
- RODRIGUES, P. H. M.; RUZANTE, J. M.; SENATORE, A. L.; LIMA, F. R.; MELOTTI, L.; MEYER, P. M.. Avaliação do uso de inoculantes microbianos sobre a qualidade fermentativa e nutricional da silagem de milho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 33, n. 3, p. 538-545, 2004.
- SANTOS, G. T.; ÍTAVO, L. C. V.; MODESTO, E. C.; JOBIM, C. C.; DAMASCENO, J. C. Silagens alternativas de resíduos agro-industriais. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. Anais... Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. p. 262-285.

- SILVA, F. C. da. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília: EMBRAPA, 1999. 370 p.
- SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.
- STATÍSTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. *User's guide: statistics*. Cary: SAS Institute, 2001.
- TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society*, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.
- TOSI, H.; JOBIM, C. C. Conservação de forragens: silagem. In: BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL – BIOTECNOLOGIA NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS, 2001, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, v. 4, 2001. p. 491-505.
- VAN SOEST, P. *Nutritional ecology of the ruminant – ruminant metabolism, nutritional strategies, the cellulolytic fermentation and the chemistry of forages and plant fibers*. Corvallis, Oregon: O e B Books, Inc., 1983. 374 p.
- VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2<sup>nd</sup> ed. Ithaca: Cornell University Press, Ithaca, NY, 1994, 476 p.
- WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. *Journal of Animal Science*, Madison, v. 77, p. 1-10, 1999.