

QUALIDADE DA SILAGEM DO RESÍDUO INDUSTRIAL DE TOMATE SUBMETIDA A DIVERSOS TRATAMENTOS

Warley Efrem Campos¹
Helton Mattana Saturnino²
Ana Luiza Costa Cruz Borges²
Ricardo Reis e Silva²
Mariana Magalhães Campos²
Breno Mourão de Sousa²
Marcos Cláudio Pinheiro Rogério²
Lucas da Silva Rabelo²

RESUMO

Utilizaram-se 32 silos de laboratório para armazenamento do resíduo industrial de tomate (RIT) ensilado de oito formas diferentes: com e sem compactação, duas e quatro horas de pré-secagem, com adição de 1 e 2% de melaço e com adição de 2 e 5% de polpa cítrica. Realizou-se a abertura aos 56 dias após a ensilagem, e o experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado. Verificou-se que o material ensilado apresentou bom aspecto, não tendo sido constatado efeito dos tratamentos sobre a matéria seca (MS) (19,8%), perda de MS (1,6%), densidade dos silos (901,6 kg/m³) e as concentrações (g/100 g MS) de acetato (1,07), propionato (0,14), butirato (0,01) e ácidos totais (1,68). A adição de 2% de melaço resultou em menor pH (3,87), menor concentração de nitrogênio amoniacal (0,7% da proteína bruta) e em maior concentração de lactato (3,17 g/100 gMS). Concluiu-se que o resíduo industrial de tomate ensilado apresentou boa preservação com ou sem a utilização de aditivos.

Palavras chave: ensilagem, polpa cítrica, fermentação, subprodutos

ABSTRACT

EVALUATION OF QUALITY OF TOMATO BY-PRODUCT SILAGE PROCESSED BY DIFFERENT METHODS

Thirty two laboratory silos were used to store tomato by-product (TBP) ensiled in eight different forms: with or without compactation, two or four hours pre-drying, with 1% or 2% of molasses, and with 2% or 5% of citrus pulp. The silos were opened 56d after closing and the experiment was arranged in a randomized design. Ensiled material showed good preservation aspects and the treatments did not affect dry matter (DM) content (19.8%), DM loss (1.6%), density (901.6kg/m³) and concentrations (g/100 g DM) of acetate (1.07), propionate (0.14), butyrate (0.01) and of total acids (1.68). Addition of 2% molasses resulted in lower pH (3.87), non-protein nitrogen (0.7% of crude protein) and elevated lactic acid concentration (3.17 g/100 gDM). It was concluded that TBP ensiled showed median preservation with or without additives.

Keywords: by-products, ensiling process, citrus pulp, fermentation

¹Av. Contagem, 1840, Santa Inês. 31080-000 - Belo Horizonte, MG. E-mail: wecampos2@yahoo.com.br

²Av. Antônio Carlos, 6627, Campus Pampulha, Escola de Veterinária da UFMG. 31123-970 - Belo Horizonte, MG. E-mail: helton@vet.ufmg.br; analuiza@vet.ufmg.br; ricreis1@hotmail.com; marimc@terra.com.br; brenoms@hotmail.com; marcosclaudio@gmail.com; israbelo@terra.com.br

INTRODUÇÃO

De modo geral, a produção de leite e de carne no Brasil apresenta oscilações durante o ano em consequência da variação das disponibilidades qualitativa e quantitativa das pastagens. A estacionalidade da produção de forragens para o pastejo e a necessidade de se obter maior uniformidade da produção animal durante o ano levam os pecuaristas a adotarem práticas de utilização de resíduos agroindustriais e à conservação de forragens, principalmente na forma de silagem. Entre os resíduos agroindustriais, tem-se observado, principalmente na região centro oeste do País, aumento da utilização do resíduo industrial de tomate (RIT) na alimentação de bovinos.

O uso do RIT na alimentação animal vem sendo praticado a muitos anos (Ammerman *et al.*, 1963; Machado *et al.*, 1994). Entretanto, a necessidade de fornecimento do material fresco limita sua utilização em períodos restritos do ano na safra do tomate. No caso do RIT, o elevado conteúdo de água limita o tempo de estocagem e aumenta o custo do transporte, e o processo de secagem tem alto custo (Weiss *et al.*, 1997). Portanto, pesquisas que viabilizem a preservação e utilização do RIT devem ser estimuladas, pois o tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. é a segunda hortaliça mais cultivada no mundo, sendo sua quantidade produzida superada apenas pela batata (Cançado *et al.*, 2003).

A produção brasileira de tomate cresceu, entre os anos de 1992 e 2001, cerca de 42%, destacando-se o Estado de Goiás que passou a ser o maior produtor nacional (721 mil t/ano em 2001). Tal fato foi influenciado positivamente com a instalação de indústrias de processamento naquele estado (Cançado *et al.*, 2003).

Em razão da estacionalidade de produção do RIT de julho a novembro e do seu baixo custo de obtenção, a ensilagem desse produto pode ser uma alternativa para a sua inclusão na dieta dos ruminantes durante todo o ano, pois esse resíduo apresenta boas concentrações de proteína bruta e de extrato etéreo.

Este estudo objetivou avaliar a possibilidade de ensilagem do RIT e o efeito de diversos tratamentos sobre a qualidade final do material ensilado.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 32 silos de laboratório (PVC) com diâmetro interno de 9,7 cm e 40 cm de comprimento, peso conhecido e capacidade para aproximadamente 2,4 kg

de RIT. Este foi ensilado de oito formas diferentes, havendo quatro repetições por tratamento, sendo os silos fechados com tampas de “PVC”, dotadas de válvulas tipo “Bunsen”, pesados e lacrados com fita adesiva.

Os tratamentos utilizados foram (em base da matéria natural):

1. Ensilagem do RIT sem compactação.
2. Ensilagem do RIT com compactação.
3. Pré-secagem do RIT por duas horas, espalhando o material (camada de 2 a 4cm) sobre uma lona, permitindo a ação direta do sol.
4. Pré-secagem do RIT por quatro horas, como realizado no tratamento 3.
5. Adição de 1% de melaço (sacarose) ao RIT.
6. Adição de 2% de melaço (sacarose) ao RIT.
7. Adição de 2% de polpa cítrica ao RIT.
8. Adição de 5% de polpa cítrica ao RIT.

Com exceção do tratamento 1, todos os outros foram compactados com a mesma intensidade por um soquete de madeira até a quase completa expulsão do ar de dentro dos silos.

Cinquenta e seis dias após a ensilagem, os silos foram novamente pesados e abertos, sendo o conteúdo retirado, homogeneizado e amostrado para análises de matéria seca, proteína bruta, cinzas (AOAC, 1980), fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido (Van Soest *et al.*, 1991). Parte do conteúdo foi prensado (prensa hidráulica “carver”) para a obtenção do suco no qual foi aferido o pH, e o teor de nitrogênio amoniacal, este último dosado, utilizando-se óxido de magnésio e cloreto de cálcio.

Em parte desse suco foi adicionado ácido metafosfórico, sendo a amostra congelada para posterior análise de ácidos graxos voláteis e ácido láctico por meio de cromatografia gasosa.

Foi determinada a concentração de carboidratos solúveis em álcool no material original (Smith, 1973).

Pela diferença de peso entre o dia da ensilagem e o da abertura dos silos, estimou-se a perda de MS devido aos processos fermentativos. Calculou-se a densidade da silagem, utilizando-se a relação entre o peso do material ensilado e o volume ocupado nos silos.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com oito tratamentos e quatro repetições por tratamento, sendo a análise estatística feita mediante análise de

variância e comparações de médias pelo teste SNK (Student Newman Keuls). Para tal, utilizou-se o programa SAEG versão 8,0.

RESULTADOS

A análise bromatológica e os parâmetros fermentativos das silagens estudadas encontram-se na Tabela 1. Verificou-se que a adição de melaço ou polpa cítrica praticamente não alterou a composição do material original.

Durante o processo de abertura dos silos, constatou-se que o material ensilado apresentava bom aspecto de preservação e sem crescimento de fungos ou sinal de putrefação. O odor do material ensilado apresentou-se diferente daquele do material original e do comumente exalado por gramíneas ensiladas, o que pode reduzir o consumo do RIT ensilado. Tal odor pode ser decorrente da pequena fermentação da silagem, visto que a produção de ácidos foi baixa (Tabela 2).

A Tabela 2 apresenta os parâmetros que foram afetados pelos tratamentos, não tendo as demais mensurações diferido entre tratamentos ($p > 0,05$) e mostrando as seguintes médias: perda de matéria seca, 1,6%; concentrações de acetato, 1,07 g/100 g MS, propionato, 0,14 g/100 g MS e butirato, 0,01 g/100 g MS; ácidos totais, 1,68 g/100 g MS; proporção de butirato, 0,38%; e proporção de acetato em relação aos demais AGVs, 9,22%.

O RIT apresentou 4,5% de carboidratos solúveis (CHOs) na matéria seca, o que representou 0,9% na matéria natural.

DISCUSSÃO

A ausência de sinais de crescimento de fungos e de putrefação indica que houve adequada preservação do material ensilado, podendo tal fato se dever ao baixo pH do RIT *in natura* (4,6) como descrito por Ralo & Antunes (1964) (pH= 3,8) e Weiss *et al.* (1997) (pH= 4,08).

Tabela 1 - Análise bromatológica da silagem de resíduo industrial de tomate (RIT) compactado ou não, pré-seco, ou adicionada de melaço ou polpa cítrica

Tratamentos aplicados ao RIT	MS	PB	FDN	FDA	Cinzas
Compactado	18,4	24,7	64,1	44,7	4,3
Sem compactação	18,8	23,8	64,2	44,8	4,5
2h pré-secagem	19,1	23,3	65,3	44,6	4,3
4h pré-secagem	20,1	23,5	64,2	44,5	4,3
1% melaço	20,9	23,0	65,4	44,1	4,2
2% melaço	19,9	23,3	63,9	42,9	4,0
2% polpa cítrica	20,0	23,6	65,2	45,7	4,3
5% polpa cítrica	21,6	22,9	61,4	41,5	4,8

Tabela 2 - Parâmetros fermentativos da silagem do resíduo industrial de tomate (RIT) compactado ou não, pré-seco, ou adicionada de melaço ou polpa cítrica

Tratamentos aplicados ao RIT	N-NH ₃ (%PB)	pH	Lactato (g/100 g MS)	Acetato (%)	Lactato (%)
Compactado	1,3 ^{abc}	4,45 ^a	0,0 ^b	85,7 ^a	0,0 ^b
Sem compactação	1,2 ^{abc}	4,45 ^a	0,0 ^b	91,2 ^a	0,0 ^b
2h pré-secagem	1,8 ^a	4,44 ^a	0,0 ^b	92,5 ^a	0,0 ^b
4h pré-secagem	1,5 ^{ab}	4,42 ^a	0,0 ^b	91,3 ^a	0,0 ^b
1% melaço	1,2 ^{abc}	4,34 ^b	0,0 ^b	84,3 ^a	0,0 ^b
2% melaço	0,7 ^c	3,87 ^c	3,17 ^a	10,5 ^b	86,2 ^a
2% polpa cítrica	1,0 ^{bc}	4,44 ^a	0,13 ^b	80,7 ^a	10,2 ^b
5% polpa cítrica	0,9 ^{bc}	4,35 ^b	0,09 ^b	84,9 ^a	5,8 ^b

Os carboidratos solúveis são os mais importantes substratos na fermentação da silagem, sendo a glicose, sacarose e a frutose os principais componentes desse grupo, estando o amido indisponível para a maior parte das bactérias presentes na silagem (Fisher & Burns, 1987; Henderson, 1993; Peterson & Lindgren, 1990). O teor de carboidratos solúveis verificado no RIT, 0,9% na matéria natural, foi muito inferior aos 2,5 a 3,0% sugeridos por Muck (1988) e McDonald *et al.* (1991) para que se obtenha boa preservação, mostrando que o RTI não possui quantidade suficiente de nutrientes para os microrganismos que promovem adequada fermentação. Esse fato é reafirmado pela elevação da concentração de lactato no tratamento 6, quando foram adicionados 2% de melaço ao material ensilado, aumentando, dessa forma, a quantidade de substratos disponíveis para a fermentação.

O tomate integral apresenta aproximadamente 23,2% de CHOs na MS (Cerdeira *et al.*, 1994), mostrando que a retirada da polpa pela indústria também remove a maior parte deles, pois no RIT tem-se verificado concentrações de 2,9 (Tsatsaronis & Boskou, 1975) a 7,8% (Machado *et al.*, 1996) de carboidratos solúveis na MS. Ao ensilarem o tomate integral, Cerdeira *et al.* (1994) verificaram que o pH inicial que era de 6,63, baixou para 4,6 aos cinco dias de ensilagem e subiu para 4,8 aos 30 dias. Os autores entenderam que esse fato deveu-se ao elevado teor de cinzas presente no tomate, sendo tais minerais responsáveis por um efeito tampão. Com o avançar do tempo de ensilagem para 30 dias e devido ao elevado pH, houve redução da concentração de ácido láctico no material e aumento da concentração de NH_3 , indicando o efeito da microbiota butirogênica sobre o ácido láctico.

A resistência à queda de pH durante o processo de fermentação é intrínseca de cada alimento (Moisio & Heikonen, 1994), sendo o poder de tamponamento exercido principalmente por potássio, cálcio, proteína, aminoácidos livres (principalmente os básicos), aminas e por sua capacidade de produzir amônia (McKersie, 1985, Van Soest, 1994). Os últimos fatores podem ser importantes no caso do resíduo de tomate, uma vez que Weiss *et al.* (1997) verificaram a existência de 3,8% de aminoácidos e pequenos peptídeos livres no RIT ensilado.

A pré-secagem, a compactação e a adição de 2% de polpa cítrica não alteraram o padrão fermentativo das silagens. A adição de 5% de polpa cítrica ou de 1% de melaço resultou em menor pH relativo aos demais tratamentos, com exceção da adição de 2% de melaço, que

ocasionou a redução do nitrogênio amoniacal, da proporção de acetato e do pH. Também aumentou a concentração e proporção de lactato em relação aos demais tratamentos.

A pré-secagem, como realizada nos tratamentos três e quatro, tem como objetivo reduzir a atividade das bactérias do gênero *Clostridium*, as quais têm o crescimento controlado pelo abaixamento do pH e pelo aumento da pressão osmótica do meio. Quando essa pressão é reduzida, como no caso do RIT, devido ao baixo teor de MS, faz-se necessário um baixo valor de pH para inibir a multiplicação desses microrganismos. À medida que a pressão aumenta, menos ácidos são necessários para prevenir o desenvolvimento destes (Wieringa, 1958). Entretanto, devido ao alto grau de aglomeração das partículas do material *in natura* e à desidratação apenas superficial do material, a pré-secagem do RIT não resultou em aumento do teor de matéria seca, que apresentou média de 19,8%.

Avaliando o padrão fermentativo do RIT em silos de laboratório, Weiss *et al.* (1997) encontraram os seguintes parâmetros: pH (3,92), lactato (1,04 g/100 gMS), acetato (0,92 g/100 gMS), butirato (0,13 g/100 gMS) e N-NH_3 do N total (3,11%). No presente experimento, as silagens de RIT apresentaram menores concentrações de lactato e maiores valores de pH, o que pode ser devido à menor concentração de carboidratos solúveis, uma vez que a proporção de polpa no RIT é variável (Gasa *et al.*, 1988; Ojeda & Torrealba, 2001).

Verifica-se, na Tabela 2, que a compactação não influenciou no processo fermentativo, provavelmente pelo fato de a densidade do material ter sido similar entre os tratamentos (901,6 kg MN/m³). Esse resultado demonstra que o RIT pode ser ensilado em grandes volumes, mesmo sem compactação, pois, devido ao baixo teor de matéria seca e à estrutura física do material, a compactação pelos métodos convencionais seria impossível, uma vez que as máquinas afundariam no material a ser ensilado. Como alternativa a esse problema, Weiss *et al.* (1997) sugeriram que o RIT fosse ensilado consorciado com a silagem de milho. Estes autores trabalharam com 0; 6; e 12% de adição de RIT à silagem de milho para dietas de vacas de leite e avaliaram o perfil de fermentação desse material e da silagem de RIT pura e verificaram que a adição de RIT à silagem de milho reduziu a produção de ácido láctico e de N-NNP e porcentagem da proteína bruta. A partir desses dados sugeriram que a maior parte desse efeito pode ser devido ao rápido declínio do pH da silagem ou a diferenças na composi-

ção do nitrogênio. No presente experimento, a concentração de N-NNP/%PB também apresentou reduzidos valores, podendo ser tal efeito em razão do baixo valor de pH do material original ou ao fato de a maior parte da proteína do RIT estar presente nas sementes, as quais se mantêm intactas, o que reduz o acesso dos microrganismos a elas. Entre os tratamentos, a adição de 2% de melaço resultou em menor degradação da proteína bruta. Ao avaliarem o consumo das silagens de milho adicionadas de 0; 6; e 12% de RIT, Weiss *et al.* (1997) não verificaram diferenças.

Considerando-se os valores de pH e as concentrações de ácido láctico e de ácido butírico propostos por Paiva (1976), as silagens avaliadas apresentaram qualidade mediana, com exceção da silagem adicionada de 2% de melaço, que foi de boa qualidade. Apesar dessa classificação, deve-se evidenciar que, devido ao baixo pH inicial e à conseqüente baixa fermentação, a silagem de RIT apresenta características que não se enquadram no padrão normal da maioria das forrageiras. Isso pode ser evidenciado pela baixa degradação da proteína bruta, que foi verificada em todos os tratamentos.

CONCLUSÃO

O resíduo industrial de tomate ensilado apresentou mediana preservação com ou sem a utilização de aditivos.

REFERÊNCIAS

- Ammerman, CB, Arrington, LR & Emcoggins, P (1963) Nutritive value of dried tomato pulp for ruminants. *Agricultural And Food Chemistry*, 11:347-49.
- AOAC (1980) Association Official Analytical Chemists Official methods of analysis, 13ed. Washington, DC: AOAC. 1015p.
- Cançado, FL, Camargo, WP & Estanislau, MLL (2003) Aspectos econômicos da produção e comercialização do tomate para mesa Informe Agropecuario, 24:7-18.
- Cerda, D, Manterola, H & Mira, J (1994) Estudios de residuos agroindustriales en alimentación animal VIII Estudio del potencial de ensilaje de residuos de cinco especies hortícolas. *Archivos de Producción Animal*, 19:105:114.
- Fisher, DS & Burns, JC (1987) Quality analysis of summer annual forages II Effects of carbohydrate constituents on silage fermentation. *Agronomy Journal*, 79:242:48.
- Gasa, J, Castrillo, C & Guada, JA (1988) Valor nutritivo para los rumiantes de los subproductos de la industria conservera de hortalizas y frutas - tomate y pimiento. *Investigación Agropecuaria: Producción y Sanidad Animal*, 3:57-73.
- Henderson, N (1993) Silages additives. *Animal Feed Science and Technology*, 45:35-56.
- Machado, CP, Manterola, HB & Porte, EF (1994) Estudios del uso de residuos agroindustriales en alimentación animal VI. Comportamiento productivo de novillos alimentados com niveles altos de pomasa de tomate *Avances en Producción Animal*, 19:87-96.
- Machado, C, Manterola, H & Porte, E (1996) Efecto del nivel de inclusión de pomasa de tomate sobre la degradabilidad de la materia seca, proteína y FDN de los componentes dietarios. *Avances en Producción Animal*, 21:115-24.
- McDonald, P, Henderson, AR & Heron, S (1991) *The biochemistry of silage*. 2nd ed. Marlow, Chalcombe Publications. 340p.
- Mckersie, BD (1985) Effect of pH on proteolysis in ensiled legume forage. *Agronomy Journal* 77:81-86.
- Moiso, T & Heikonen, M (1994) Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid *Animal Feed Science and Technology*, 47:107-124.
- Muck, RE (1988) Factors affecting silage quality and their implications for management. *Journal of Dairy Science*, 71:2992-3002.
- Ojeda, A & Torrealba, N (2001) Chemical characterization and digestibility of tomato processing residues in sheep Cuban. *Journal Agriculture Science*, 35:309-312.
- Paiva, JAJ (1976) Qualidade da silagem da região metalúrgica de Belo Horizonte, Minas Gerais. Dissertação de mestrado. Belo Horizonte, Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. 86p.
- Peterson, KL & Lindgren, S (1990) The influence of the carbohydrate fraction and additives on silage quality. *Grass Forage Science*, 45:223-233
- Ralo, JAC & Antunes, VS (1964) O retraço de tomate na engorda de novilhos. *Boletim Pecuário*, 32:149-168.
- Smith, D (1973) The nonstructural carbohydrates. In: Butler, GW & Bailey, RW *Chemistry and Biochemistry of Herbage* London, Academic Press. p105-155.
- Tsatsaronis, GC & Boskou, DG (1975) Amino acid and mineral salt content of tomato seed and skin waste. *Journal of Science Food Agriculture*, 26:421-423.
- Van Soest PJ (1994) *Nutritional ecology of the ruminant*. 2nd Ed. Ithaca, New York, Cornell University Press. 476p.
- Van Soest, PJ, Robertson, JB & Lewis, BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74:3583-97.
- Weiss, WP, Frobose, DL & Koch, ME (1997) Wet tomato pomace ensiled with corn plants for dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 80:2896-2900.
- Wieringa, GW (1958) The effect of wilting on butyric acid fermentation in silage. *Journal Agricultural Science*, 6:204-210.