

## **ENSILAGEM DO BAGAÇO DE LARANJA COM POLPA CÍTRICA PELETIZADA**

### **Regina Kitagawa Grizotto**

Eng. Alimentos, Dra., Pesquisadora Científica do Polo Regional da Alta Mogiana/APTA

[reginagrizotto@apta.sp.gov.br](mailto:reginagrizotto@apta.sp.gov.br)

### **Gustavo Rezende Siqueira**

Zootecnista, Dr., Pesquisador Científico do Polo Regional da Alta Mogiana/APTA

[siqueiragr@apta.sp.gov.br](mailto:siqueiragr@apta.sp.gov.br)

### **Flávio Dutra de Resende**

Zootecnista, Dr., Pesquisador Científico do Polo Regional da Alta Mogiana/APTA

[flavio@apta.sp.gov.br](mailto:flavio@apta.sp.gov.br)

A região Norte do estado de São Paulo concentra a maioria das indústrias produtoras de suco de laranja do Brasil. Juntas, essas indústrias geram diariamente mais de 6000 toneladas diárias de bagaço de laranja (Ferreira, 2015), cujo valor nutricional se assemelha aos cereais como milho e sorgo (Ashbell et al., 1987). Esse rico subproduto tem sido utilizado na forma fresca na dieta de ruminantes, porém apresenta algumas restrições, como a elevada perecibilidade e a grande quantidade de efluente produzido (chorume). Além disso, na época das chuvas, que no Brasil vai de outubro a março, o interesse dos criadores de gado pelo bagaço fresco diminui, pois melhora a qualidade dos pastos. Sem alternativa para o descarte do bagaço, os pequenos e médios produtores de suco de laranja podem fazê-lo em aterros sanitários, trazendo prejuízo ao meio ambiente.

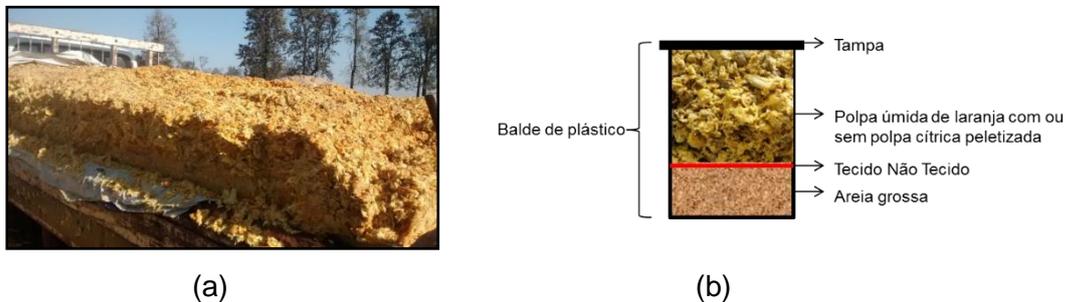
Sendo assim, a ensilagem pode ser uma técnica viável para conservação do bagaço de laranja e contornar o problema da perecibilidade. Porém, ainda resta resolver as questões relacionadas ao baixo teor de matéria seca no bagaço de laranja e a fermentação por leveduras durante a ensilagem que resultam em elevadas perdas de matéria seca devido a produção de gases, apontados por Ashbell et al. (1987).

Na tentativa de contornar esses problemas, foi estudado níveis de inclusão de polpa cítrica peletizada (PCP): 0 (controle), 10%, 20% e 30% com o objetivo de encontrar o melhor nível de PCP, considerando a fermentação e a estabilidade aeróbia.

Os experimentos foram conduzidos no Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana – PRDTA–Alta Mogiana/APTA - localizado em Colina-SP.

O bagaço de laranja foi coletado na unidade de processamento Delta Citrus, localizada na cidade de Bebedouro/SP, transportado a granel (Figura 1a) e ensilado no mesmo dia.

O estudo foi baseado na avaliação dos parâmetros de qualidade das silagens de bagaço de laranja na forma úmida (sem PCP) ou adicionado de 10%, 20% e 30% (p/p) de PCP. Para tal, foram confeccionados 20 silos experimentais utilizando baldes plásticos de 30 L contendo no fundo uma camada de aproximadamente 10 kg de areia grossa previamente lavada e seca (55°C/72h), para captar o efluente produzido durante o armazenamento, conforme mostrado na Figura 1b (Grizotto et al., 2017). Os tratamentos corresponderam aos níveis de inclusão de PCP (0, 10%, 20%, 30%) com cinco silos experimentais por tratamento.



(a) (b)  
**Figura 1:** Bagaço de laranja úmido (a) e estrutura do silo experimental (b)

Os parâmetros de qualidade avaliados foram:

1) composição química: proteína e matéria seca (AOAC, 1996);

2) perfil fermentativo: ácido láctico (Pryce, 1969), ácidos graxos de cadeia curta (acético, propiônico, butírico, valérico e isovalérico) em cromatógrafo gasoso (GC-2014, Shimadzu®, Kyoto, Japão), com injetor automático (AOC-20i, Shimadzu®, Kyoto, Japão) equipado com coluna de capilaridade (30 m comprimento x 0,32 mm ID x 0,5 µm) modelo HP INNOWax e pH em extrato aquoso preparado conforme Kung Jr. et al. (1984);

- 3) análises microbiológicas: bactérias ácido láctica (BAL) e leveduras (Jobim et al., 1999);
- 4) perdas da matéria seca: gás, efluente e recuperação da MS (RMS) foram calculadas conforme Siqueira et al. (2007);
- 5) Estabilidade aeróbia (EA): número de horas para a temperatura da silagem ultrapassar 2°C da temperatura ambiente (Cherney e Cherney, 2003) registradas por datalogger modelo Escort MI-NI-D-2-1 (Cryopac, New Jersey, EUA).

Os resultados apresentados na Tabela 1 foram analisados como delineamento inteiramente casualizado utilizando o procedimento MIXED do SAS.

É possível ensilar o bagaço de laranja úmido (sem PCP), porém essa silagem apresentou pontos negativos, como elevadas perdas por gás (354 g/kg) e efluentes (114 kg/t), que resultou na baixa recuperação de MS (642 g/kg). As silagens controle apresentaram qualidade inferior às silagens com inclusão de PCP, pois apresentaram maior perda de N na forma de NH<sub>3</sub> e menor proporção de ácido láctico em relação ao ácido acético (0,58). A consequência da baixa qualidade das silagens controle foi a longa estabilidade aeróbia, mantendo-se fria mais tempo (115 h). As explicações para essa silagem ter demorado mais tempo para aquecer são: as leveduras não encontraram quantidade suficiente de nutrientes para se desenvolverem em ambiente aeróbio e/ou elas tiveram seu crescimento controlado pelo ácido propiônico, conhecido inibidor de leveduras em pH baixo (Pahlow et al., 2003).

As silagens com 20% de PCP foram as que apresentaram melhor qualidade. O aumento do teor de MS da massa ensilada para 302 g/kg, com a inclusão de 20% PCP, favoreceu a fermentação láctica, sendo observado o maior número de BAL (6,3 ufc/g) e a maior quantidade de ácido láctico (62,8 g/kg) produzido. Ademais, o aumento no teor de MS, até 302 g/kg proporcionou significativas reduções nas perdas por gás (67%) e efluentes (81%) em comparação à silagem controle. A quebra da estabilidade aeróbia dessa silagem foi rápida e ocorreu após 42 h da abertura dos silos, o que era esperado, pois silagens bem conservadas são mais susceptíveis à degradação aeróbia, conforme descrito por Kung Jr. (2010).

A inclusão de 30% de PCP aumentou excessivamente a MS sem benefícios à fermentação láctica, pois as BAL não se desenvolveram tão bem como nas silagens com 20% de PCP. Já a inclusão de 10% de PCP trouxe benefícios à fermentação láctica, porém as perdas por gás e efluentes foram elevadas comparáveis às silagens controle.

Não foram observados sinais de fermentação por clostrídios nas silagens de bagaço de laranja com ou sem PCP tendo por base a baixa perda de N na forma de NH<sub>3</sub>, pH entre 3,48 e 3,77, baixo teor de ácido butírico (0,76 a 1,52 g/kg) e elevada concentração de ácido láctico (38,3 a 62,8 g/kg).

**Tabela 1.** Características das silagens de bagaço de laranja com 0, 10%, 20%, 30% de polpa cítrica peletizada (PCP)

Item ‡	Nível inclusão de PCP				EPM	Contraste	
	0	10%	20%	30%		Linear	Quadrático
Matéria seca (g/kg MN)	145	198	233	299	0,03	<0,01	<0,01
Proteína bruta (g/kg MS)	104	97,8	92,6	86,5	0,09	<0,01	0,92
pH	3,48	3,59	3,65	3,77	0,02	<0,01	0,99
Ácido láctico (g/kg MS)	62,6	59,5	62,8	38,3	6,46	0,03	0,12
Ácido acético (g/kg MS)	49,1	53,3	50,0	61,2	8,36	0,34	0,69
Ácido propiônico (g/kg MS)	3,32	3,28	2,59	2,10	0,31	<0,01	0,50
Ácido butírico (g/kg MS)	1,09	1,52	1,08	0,72	0,23	0,12	0,12
Ácido valérico (g/kg MS)	12,6	9,38	4,06	12,3	3,61	0,67	0,15
Ácido isovalérico (g/kg MS)	1,09	1,05	0,94	0,87	0,34	0,58	0,96
Ácido láctico/Ácido acético	1,5	1,2	1,4	0,58	0,26	0,03	0,37
NH <sub>3</sub> (g/kg de N total)	10,9	9,01	7,47	7,48	0,12	0,04	0,44
BAL, log (ufc/g)	5,39	6,11	6,30	5,89	0,12	<0,01	<0,01
Levedura, log (ufc/g)	2,56	2,00	3,24	3,56	0,41	<0,01	0,14
Efluente (kg/t MN)	114	102	22,3	7,48	1,85	<0,01	0,52
Gás (g/kg MS)	354	195	115	116	18,0	<0,01	<0,01
RMS (g/kg MS)	642	748	736	890	6,70	<0,01	<0,01
Estabilidade aeróbia (h)	115	62,6	42,0	48,9	13,7	<0,01	0,05

‡0 (controle), 10% PCP, 10 kg PCP/100 kg bagaço laranja; 20% PCP, 20 kg PCP/100 kg bagaço laranja; 30% PCP, 30 kg PCP/100 kg bagaço laranja; MN, matéria natural, BAL, bactérias ácido lácticas; RMS, recuperação da matéria seca; EPM: erro padrão da média.

Conclui-se que a inclusão de 20% de polpa cítrica peletizada ao bagaço de laranja resulta em silagens de boa qualidade por atingir o teor de MS adequado (302 g/kg MS) e favorecer a fermentação láctica. A intensa degradação aeróbia dessa silagem, no entanto, indica a necessidade de investigar aditivos químicos ou microbiológicos que mantenham o padrão

fermentativo dentro dos silos e, ao mesmo tempo, contornem o problema de estabilidade aeróbia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC International. *Official Methods of Analysis*, 17th. Ed. AOAC Int., Arlington, VA. 1996.

Ashbell G.; Pahlow G.; Dinter B.; Weinberg Z.C. Dynamics of orange peel fermentation during ensilage. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 63, p. 275-279, 1987.

Cherney J.H.; Cherney D.J.R. Assessing Silage Quality. In: Buxton, D.R., Muck R.E., Harrison J.H. (Co-ed.), **Silage Science and Technology**, p. 141-198. American Society of Agronomy, Madison, EUA, 2003.

Ferreira, J.O. Raizen, Piracicaba, SP, Brasil. Comunicação Pessoal, 2015.

Jobim, C.C.; Reis, R.A.; Schocken-Iturrino, R.P.; Rosa B. Desenvolvimento de microrganismos durante a utilização de silagens de grãos úmidos de milho e de espigas de milho sem brácteas. **Acta Scientiarum**, v 21, n.3, p.671-676, 1999.

Grizotto R.K.; Bueno A.P.; Campos A.F.; Siqueira G.R.; Modesto R.T. Citrus pulp pellets as an additive for orange bagasse silage. **Boletim de Indústria Animal**, v. 74, p. 17-26, 2017.

Kung Jr L.; Grieve D.B.; Thomas J.W.; Huber J.T. Added ammonia or microbial inoculant for fermentation and nitrogenous compounds of alfalfa ensiled at various percent of dry matter. **Journal of Dairy Science**, v. 67, p. 299-306, 1984.

Kung Jr, L. Aerobic stability of silage. In: **Proceedings, 2010 California Alfalfa & Forage Symposium and Corn/Cereal Silage Conference**, Visalia, CA, 1-2 December, 2010. 14 p. 2010.

Pahlow G.; Muck R.E.; Driehuis F., Oude Elferink S.J.W.H.; Spoelstra S.F. Microbiology of ensiling. In: Buxton, DR, Muck RE, Harrison JH. (Co-ed.), **Silage Science and Technology**, Cap. 3, p. 31-93. American Society of Agronomy, Madison, EUA, 2003.

Pryce, J.D. A modification of the Barker-Summeson method for the determination of lactic acid. **Analyst**, v. 94, p. 1151-1152, 1969.

Siqueira G.R., Reis R.A., Schocken-Iturruno R.P. Losses evaluation of the sugar cane silage treated with chemical and microbial additives. **Revista Brasileira Zootecnica**, v. 36, p. 2000-2009, 2007 Supl.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processos FAPESP #2013/24555-1 e #2014/04472-7) pelo apoio financeiro e à empresa Delta Citrus, Bebedouro, SP, Brasil, na pessoa do Sr. Wagner Palharini pelo fornecimento do bagaço de laranja.