



ARTIGO 299 DETERIORAÇÃO AERÓBIA DE SILAGENS

Aerobic deterioration of silages

Eduardo Moura de Lima^{1*}, Diogo Gonzaga Jayme², Flávia Cristina de Oliveira e Silva³, Pedro Henrique Fulgêncio Michel¹, Isabella Hoske Gruppioni Côrtes³, Gustavo Vinícius de Souza dos Anjos³, Naiara Taís Alves da Silva¹, Daniel Ottoni¹

RESUMO: Em muitas fazendas as silagens passam por vários graus de perdas aeróbias, antes e durante o fornecimento aos animais, principalmente pela ação de fungos, leveduras e bactérias. A ação destes microrganismos durante o processo de deterioração aeróbia geralmente é manifestada por aumento de temperatura e pH. Os principais fatores que contribuem para as perdas aeróbias em silagens são a temperatura ambiente, o tempo de exposição ao ar e as concentrações de carboidratos solúveis e ácidos orgânicos em interação com o pH. As temperaturas entre 20 – 30°C geralmente favorecem o crescimento de microrganismos aeróbios em silagens, sendo que a ação destes pode ser mais intensa quanto maior for o tempo de exposição ao ar. As silagens de melhor valor nutritivo são as mais propensas a perdas aeróbias, principalmente pela ação das leveduras. Estas consomem os nutrientes presentes nas silagens e provocam aumento do pH, que ao chegar a valores próximos a 5 possibilita o crescimento de fungos e bactérias que vão intensificar ainda mais o processo de deterioração. Em silagens com baixa concentração substratos fermentáveis e pH próximo a 4,5, as perdas aeróbias são menores e causadas principalmente por ação de bactérias aeróbias.

Palavras-chave: Temperatura ambiente. Exposição aeróbia. Substratos fermentáveis

ABSTRACT: In many farm the silage can undergo varying degrees of aerobic losses before and during the supply to animals, primarily through the action of fungi, yeasts and bacteria. The action of these microorganisms during aerobic deterioration is usually manifested by an increase in temperature and pH. The main factors contributing to the aerobic losses in silages are room temperature, time of exposure air and concentrations of soluble carbohydrates and organic acids in interaction with the pH. Temperatures between 20 – 30°C, generally, favor the growth of aerobic microorganisms in silages, and their action may be more severe as longer the exposure time to air. Silages with higher nutritive value are the most prone to aerobic losses, mainly by the action of yeast. These consume the nutrients present in the silage and cause an increase in pH, witch can reaching 5 enables the growth of fungi and bacteria which will further aggravate the deterioration process. In silages with low concentrations fermentable nutrients and pH around 4,5, aerobic losses are small and mainly caused by action of aerobic bacteria.

Keywords: Room temperature. Exposure aerobic. Fermentable substrates

¹Mestrando em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Campus Pampulha, Belo Horizonte/MG. *e-mail: edumouralima@hotmail.com

²Professor Adjunto do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária – UFMG, Campus Pampulha, Belo Horizonte/MG

³Graduando em Medicina Veterinária da Escola de Veterinária – UFMG, Campus Pampulha, Belo Horizonte/MG



INTRODUÇÃO

A ensilagem compreende a conservação de alimentos úmidos ou parcialmente secos em ambiente anaeróbio, destacando-se como uma das principais técnicas de conservação de forrageiras utilizadas no Brasil. Neste processo, um grupo específico de bactérias fermentativas produzem o ácido láctico, que reduz o pH da massa ensilada e inibe o crescimento de microrganismos indesejáveis. Esta técnica tem como objetivo conservar o valor nutritivo e as características do alimento.

Manter o ambiente em anaerobiose durante a fase de fermentação e armazenamento, bem como a estabilidade aeróbia durante a fase de fornecimento no cocho, são fatores importantes para a preservação do valor nutritivo do material ensilado (Gimenes et al., 2006). A presença do oxigênio antes da abertura do silo e durante o seu desabastecimento favorece o crescimento de microrganismos que estavam em dormência, consumindo nutrientes e produzindo CO₂, água e aumentando a temperatura do material ensilado. Os diferentes resultados de pesquisas encontrados na literatura indicam que em muitas fazendas as silagens passam por vários graus de deterioração aeróbia antes e durante o fornecimento no cocho demonstrando assim a necessidade de mais estudos (Gimenes et al., 2006).

Objetivou-se com esta revisão descrever os principais parâmetros que estão associados à deterioração aeróbia das silagens de forrageiras durante a sua utilização.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Estabilidade aeróbia

A estabilidade aeróbia da silagem pode ser conceituada como a resistência da massa de forragem à deterioração após

a abertura do silo, ou seja, a velocidade com que a massa deteriora após exposta ao ar (Jobim et al., 2007). A perda de estabilidade aeróbia das silagens geralmente é manifestada por aumento de temperatura e alteração do pH. O acúmulo de temperatura após a abertura do silo é reflexo da intensidade de reações promovidas por fungos filamentosos, leveduras e bactérias aeróbias (Amaral et al., 2008). Segundo Guim et al. (2002), a respiração dos microrganismos aeróbios pode ser considerada como um dos principais agentes que influenciam a qualidade das silagens.

A quantidade de microrganismos aeróbios presentes na silagem é determinada pela presença deles na planta antes do corte, assim como do grau de desenvolvimento durante a fase aeróbia inicial (Vilela et al., 2003).

O fato de poderem se multiplicar em uma ampla faixa de pH (3 a 8) faz com que as leveduras sejam o primeiro grupo de microrganismos a se desenvolver quando o oxigênio entra em contato com a silagem (McDonald, 2001). A presença das leveduras é indesejável devido ao consumo de açúcares e liberação de CO₂, resultando em perda de matéria seca, além da liberação de calor que provoca aumento de produtos da reação de “Maillard” (Jobim et al., 1997).

A atividade metabólica das leveduras também implica em aumento do pH, que ao chegar a valores próximos de 5 a 6 permite o desenvolvimento dos principais fungos (*Aspergillus* spp, *Fusarium* spp e *Pencillium* spp) e bactérias encontrados nas silagens expostas a deterioração aeróbia. A população de fungos não apresenta grande impacto nas perdas totais da qualidade das silagens, podendo ser



justificada pelo seu ciclo longo de multiplicação, que pode variar de 3 a 14 dias, dependendo da espécie. O maior problema proveniente do crescimento destes é a produção de substâncias tóxicas, as micotoxinas, as quais são prejudiciais aos animais (McDonald, 2001).

As bactérias produtoras de ácido acético podem ser iniciadoras do processo de deterioração aeróbia, metabolizando etanol e produzindo ácido acético, em situações de baixa quantidade de etanol elas podem metabolizar ácido acético e produzir CO_2 (Muck, 2010). Estas bactérias ao consumir estes substratos provocam aumento do pH, possibilitando assim, o desenvolvimento de outros microrganismos deteriorantes, como os *Bacillus* spp, os quais apresentam maior importância em silagens com pH superior a 4,5.

Parâmetros associados à deterioração das silagens após a abertura dos silos

As pesquisas sobre deterioração das silagens durante a sua utilização evidenciam que a temperatura ambiente, o tempo de exposição ao ar e as condições de meio (concentrações de carboidratos solúveis e ácidos orgânicos em interação com o pH), são os parâmetros que mais afetam a estabilidade das silagens durante a fase de utilização (Jobim et al., 2007).

Os cuidados com a estabilidade aeróbia da silagem são especialmente importantes no período do verão devido à ação da temperatura ambiente sobre a estabilidade do material (Gimenes et al., 2006). Neste sentido, temperaturas entre 25 – 40°C geralmente favorecem o crescimento de microrganismos aeróbios em silagens.

Ashbeil et al. (2002) estudaram os efeitos da temperatura ambiente sobre a

estabilidade aeróbia das silagens de trigo e milho, submetidas as temperaturas de 10, 20, 30 e 40°C, durante 3 e 6 dias de exposição aeróbia. Nas silagens de milho o pH foi maior na temperatura de 30 °C em relação as demais temperaturas, tanto no terceiro quanto no sexto dia ($p<0,05$), sendo que nas silagens de trigo os valores de pH nas diferentes temperaturas eram mais estáveis e não alteraram muito, exceto para um aumento do pH na primeira silagem a temperatura de 30°C ($p<0,05$). Ambas as silagens apresentaram maior produção de CO_2 na temperatura de 30°C e menor nas temperaturas de 10 e 40°C, tanto no terceiro quanto no sexto dia, e com um aumento da produção de CO_2 em função dos tempos avaliados ($p<0,05$). No sexto dia de avaliação os teores de ácido láctico e ácido acético reduziram nas temperaturas de 20 e 30°C em relação aos demais tratamentos ($p<0,05$). As maiores perdas nas silagens de milho e trigo foram observadas nas temperaturas de 20 e 30°C. Também foi observado que a variável tempo de exposição ao ar foi responsável pelo aumento da produção de CO_2 , aumento dos valores de pH e crescimento de fungos.

Velho et al. (2006), avaliaram as alterações bromatológicas nas silagens de milho submetidas a crescentes tempos (12, 24 e 36 horas) de exposição ao ar após a “desensilagem” com temperatura constante de 22°C, e observaram que a “desensilagem” diminuiu o valor nutricional das silagens por meio de significativos aumentos nos teores de fibra em detergente neutro (51,47 e 53,33% para os tempos de 0 e 12 horas respectivamente ($P<0,05$)) e de lignina (2,72 e 2,91%, para os tempos de 24 e 36 horas, respectivamente ($P<0,05$)) e com diminuição dos teores de carboidratos não estruturais (42,35 e 40,53% para os



tempos de 24 e 36 horas, respectivamente ($P<0,05$)) e teores de hemiceluloses (24,83 e 22,86% para os tempos de 12 e 24 horas, respectivamente ($P<0,05$)). Já Amaral et al. (2008) avaliaram a estabilidade aeróbia das silagens de capim-marandu submetidas a diferentes pressões de compactação na ensilagem (100, 120, 140 e 160 kg MS/m³), e verificaram aumentos dos valores de pH (5,8, 6,9 e 7,8, para os tempos de 0, 3 e 6 dias, respectivamente), teores de fibra em detergente neutro (78,1 e 80%, para os tempos de 0 e 3 dias, respectivamente), teores de fibra em detergente ácido (40,4 e 41,7 para os tempos de 0 e 3 dias, respectivamente) e de lignina (6,3 e 7,4%, para os tempos de 0 e 3 dias, respectivamente) em função dos tempos de exposição aeróbia ($P<0,05$). As observações feitas por estes autores estão correlacionadas com o consumo de componentes solúveis, que provocaram aumento relativo na proporção de frações fibrosas e redução do valor nutritivo das silagens durante o processo de deterioração.

Além das condições de temperatura ambiente e tempo de exposição ao ar, as condições químicas do meio, como maior concentração de substratos fermentáveis e os valores mais altos de pH, são fatores importantes para predisposição das silagens a deterioração aeróbia. As condições de meio também irão influenciar qual tipo de microrganismo estará presente no processo de deterioração, bem como no seu crescimento.

Barbosa et al. (2011) estudaram as características das silagens de milho e soja exclusivas ou associadas expostas a aerobiose. O estudo envolvia cinco tratamentos (100% de silagem de milho - SM; 95% SM + 5% de silagem de soja - SS; 90% SM + 10% SS; 85% SM + 15%

SS; 100% SS). Os autores observaram menor temperatura média (23,69°C) e pH médio (5,39) para a silagem de milho exclusiva, e temperaturas médias mais elevadas nas massas com 10 e 15% de silagem de soja (25,36 e 25,29°C, respectivamente) ($P<0,05$). As silagens de milho e soja exclusivas apresentaram menores taxas de aquecimento (0,082 e 0,072°C/hora, respectivamente ($P<0,05$)) em relação às outras silagens (95% SM + 5% SS, 90% SM + 10% SS e 85% SM + 15% SS, com taxas de 0,167 e 0,177 e 0,211, respectivamente) que não deferiram entre si ($P>0,05$). As massas que levaram maior tempo para apresentar sinais de instabilidade aeróbia foram aquelas compostas por 100% de silagem de milho e 100% de silagem de soja (56 horas). Segundo os autores, estas observações podem ser justificadas pelas menores quantidades de substratos fermentáveis na silagem de milho e alto teor de óleo presente na silagem de soja, que são fatores que inibem ou dificultam o desenvolvimento de microrganismos aeróbios deterioradores.

Bernardes et al. (2009) analisaram as alterações químicas e microbiológicas das silagens de capim-marandu após a abertura dos silos. A forragem foi colhida e submetida aos seguintes tratamentos: silagem de capim-marandu; silagem de capim-marandu + 5% polpa cítrica peletizada (PCP) e silagem do capim-marandu + 10% de PCP com base na matéria natural, antes de sua ensilagem. As alterações químicas e microbiológicas foram realizadas ao 0, 2, 4 e 6 dias após a abertura dos silos. Somente a silagem sem o acréscimo de polpa cítrica apresentou crescimento de *Bacillus* spp nos dias 0 (2,0 log₁₀ ufc/g), 2 (2,1 log₁₀ ufc/g), 4 (2,8 log₁₀ ufc/g), e 6 (3,2 log₁₀ ufc/g) de exposição aeróbia ($P<0,05$). Nas silagens com 100 gramas de aditivo



(PCP) foi detectado um aumento na população de leveduras, que foi de 2,4 $\log_{10}$ ufc/g no início das avaliações e de 2,8 $\log_{10}$ ufc/g no sexto dia de aeração ($P < 0,05$). Com a abertura dos silos, as silagens apresentaram-se instáveis, seja pelo desenvolvimento de bactérias ou pelo desenvolvimento de leveduras. O desenvolvimento de *Bacillus* spp pode ter ocorrido devido à utilização de gramíneas tropicais para a ensilagem. Segundo Andrade et al. (2012), as silagens de gramíneas tropicais apresentaram deterioração caracterizada principalmente por bactérias aeróbias, devido as suas particularidades como estabilidade de fermentação em pH acima de 4,5 e ausência de substrato para o crescimento de leveduras. O crescimento de *Bacillus* spp também pode estar associado à deterioração de silagens com altas concentrações de açúcares solúveis e pH inferiores a 4,5. Mas para que tal processo ocorra, primeiramente tem que haver elevação do pH para valores próximos a 4,5. O crescimento de microrganismos observado no trabalho de Bernardes et al. (2009) devido a adição de 100 gramas de PCP, pode esta relacionado com a maior presença de nutrientes (ácido láctico e/ou pectina) que são consumidos principalmente por leveduras, provocando assim um aumento na temperatura e redução do valor nutritivo da silagem.

Os principais substratos utilizados pelos microrganismos são os açúcares solúveis, os ácidos orgânicos e compostos nitrogenados solúveis (Matos et al., 2006). Neste sentido, Castro et al. (2006) acrescentam que as silagens mais susceptíveis a deterioração aeróbia são as de milho, que além de ser rica em carboidratos solúveis, contém também alto teor de amido. Gerlach et al. (2013) avaliaram as mudanças em produtos da

fermentação das silagens de milho durante a deterioração aeróbica. O estudo foi conduzido em delineamento $2 \times 2 \times 2$, utilizando-se os tratamentos teor de matéria seca (MS) (33 e 40%), tamanho de partícula (10 e 21 mm) e densidade de empacotamento (pressão de compactação de 0,1 e 0,2 Mega Pascal). Ao analisar as características químicas e microbiológicas médias das silagens, os autores observaram que na abertura dos silos todas as silagens apresentaram baixas concentrações de leveduras, fungos e bactérias aeróbias, com contagem de 4,6, 2,4 e 4,4 $\log_{10}$ ufc/g, respectivamente. No entanto, houve um rápido crescimento de leveduras até o dia 8, sendo mais acentuado a partir do dia 4 (7,2 $\log_{10}$ ufc/g) ($P < 0,05$). O crescimento de fungos foi significativo a partir do dia 4 (2,8 $\log_{10}$ ufc/g) e aumentou até o dia 8 (4,2 $\log_{10}$ ufc/g) ($P < 0,05$). Já o crescimento de bactérias aeróbias aumentou ao longo das avaliações (4,7 5,7 e 6,7 $\log_{10}$ ufc/g, para os dias 0, 4 e 8, respectivamente ($P < 0,05$)). A partir do dia 4 foram observadas reduções nas concentrações de ácido láctico (5,8, 6,1, 4,9, 1,5 e 0,8%, para os dias 0, 2, 4, 6 e 8, respectivamente) e carboidratos solúveis (1,7, 1,8, 1,5, 0,9 e 1,1%, para os dias 0, 2, 4, 6 e 8, respectivamente) ($P < 0,05$). Já os valores de pH aumentaram em funções dos tempos de avaliações (3,9, 4,0, 4,2, 5,4 e 5,8, para os dias 0, 2, 4, 6 e 8, respectivamente ($P < 0,05$)). Ao observar o crescimento dos microrganismos, as alterações de pH e as concentrações de ácido láctico e carboidratos solúveis, é possível afirmar que as leveduras assumiram maior importância na deterioração destas silagens. Primeiro por apresentar alta taxa de multiplicação, o que provocou maior consumo de constituintes solúveis, verificado por sua redução ($P < 0,05$) no momento em que as



leveduras apresentaram maior crescimento, e segundo por provocarem aumento do pH até valores que proporcionaram ambiente favorável para o crescimento de fungos. A maior taxa de crescimento de microrganismos observada por pelos autores está de acordo com McDonald (1991), que ao correlacionar o crescimento de microrganismos com a temperatura das silagens expostas a deterioração aeróbia, descreveu que em algumas silagens dois picos de temperatura são detectados, sendo que o primeiro ocorre cerca de dois ou três dias após a exposição aeróbica e refere-se ao desenvolvimento de leveduras e o segundo ocorre cerca de três ou quatro dias mais tarde, devido ao desenvolvimento dos fungos.

Segundo Matos et al. (2006), na prática a deterioração aeróbia é geralmente manifestada pelo aumento de temperatura e pelo aparecimento de fungos. Porém, esta deve ser interpretada como um processo que irá reduzir os conteúdos de ácidos orgânicos, açúcares

solúveis e compostos nitrogenados solúveis, resultando no aumento dos conteúdos de frações fibrosas e perda de nutrientes digestíveis e energia. Já os parâmetros discutidos neste estudo devem ser considerados durante a utilização das silagens, visando à redução destas perdas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tempo de exposição ao ar e à temperatura ambiente são fatores que determinam maiores perdas aeróbias durante a utilização das silagens.

As silagens de melhor valor nutritivo são as mais propensas a perdas aeróbias, principalmente pela ação das leveduras, que podem alterar as condições de meio, possibilitando assim o crescimento de fungos e bactérias, que vão intensificar ainda mais o processo de deterioração das silagens.

Em silagens de baixa concentração de carboidratos solúveis e maiores valores de pH, a deterioração aeróbia ocorre principalmente por ação das bactérias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R.C.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. Estabilidade aeróbia de silagens do capim-marandu submetidas a diferentes intensidades de compactação na ensilagem. *R. Bras. Zootec.*, v.37, n.6, p.977-983, 2008.

ANDRADE, P.A.; QUADROS, D.G.; BEZERRA, A.R.; et al. Aspectos qualitativos da silagem de capim-elefante com fubá de milho e casca de soja. *Sem. Ciên. Agr.*, Londrina, v. 33, n.3, p.1209-1218, 2012.

ASHBEIL, G.; WEINBERG, Z.G.; HEN, Y.; FILYA, I. The effects of temperature on the aerobic stability of wheat and corn silages. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.*, v.28, p.261-263, 2002.



BARBOSA, L.A.; REZENDE, A.V.; RABELO, C.H. et al. Estabilidade aeróbia de silagens de milho e soja exclusivas ou associadas. *ARS VETERINARIA*, Jaboticabal, SP, v.27, n.4, p.255-262, 2011.

BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; AMARAL, R.C. Chemical and microbiological changes and aerobic stability of marandu grass silages after silo opening. *R. Bras. Zootec.*, v.38, n.1, p.1-8, 2009.

CASTRO, F.G.F.; NUSSIO, L.G.; HADDAD, C.M. et al. 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. *R. Bras. Zootec.*, v.35, n.2, p.358-371, 2006.

GERLACH, K.; ROß, F.; WEIß, K. et al. Changes in maize silage fermentation products during aerobic deterioration and effects on dry matter intake by goats. *Agri. Food Sci.*, Berlin, Germany, v.22: p.168 – 181, 2013.

GIMENES, A.L.G.; MIZUBUTI, I.Y.; MOREIRA, F.B. et al. Composição química e estabilidade aeróbia em silagens de milho preparadas com inoculantes bacteriano e/ou enzimático. *Acta Sci. Anim. Sci.*, Maringá, v.28, n.2, p.153-158, 2006.

GUIM, A.; ANDRADE, P.; SCHOCKEN, R.P.I. et al. Estabilidade Aeróbica de Silagens de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) Emurchecido e Tratado com Inoculante Microbiano. *R. Bras. Zootec.*, v.31, n.6, p.2176-2185, 2002.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *R. Bras. Zootec.*, v.36, suplemento especial, p.101-119, 2007.

JOBIM, C.C.; REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P. Presença de microrganismos nas silagens de grãos úmidos de milho ensilados com diferentes proporções de sabugo. *Pesq. Agropec. Bras.* v.32, n.2, p.201-204, Fev. 1997.

MATOS, D.S.; GUIM, A.; BATISTA, A.M.V.; et al Estabilidade aeróbica e degradabilidade da silagem de maniçoba (*Manihot* sp.) emurchecida. *R. Bras. Ciên. Agrá.*, v.1, n.único, p.109-114, 2006.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. *The bioch. of sil.*, 2ª ed. Marlow:



Chalcombe Publications, 340p, 1991.

MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. *R. Bras. Zootec.*, v.39, p.183-191, 2010.

VELHO, J.P.; MUHLBACH, P.F.; GENRO, T.C.M. et al. Alterações bromatológicas das silagens de milho submetidas a crescentes tempos de exposição ao ar “desensilagem”. *Ciên. Rur. Sant.. Mar.*, v.36, n.3, p.916-923, 2006.

VILELA, D.; VEIGA, V.M.O. Silagem e seus riscos. *Com. téc.*; 33. Juiz de Fora, MG. Dezembro, 2003.