

PRINCIPAIS TIPOS DE SILOS E MICRORGANISMOS ENVOLVIDOS NO PROCESSO DE ENSILAGEM

*Silvia Ferreira dos Santos¹, Mayara Fabiane Gonçalves², Maísa Paschoal Rios³,
Renata Dias Rodrigues⁴, Lara Reis Gomes⁴, Guilherme Gomes Rodrigues⁵, Rafael
Rocha de Souza³, Isabel Cristina Ferreira⁶*

RESUMO

Objetivou-se abordar os principais fatores envolvidos na ensilagem, destacando os tipos de silos e os principais microrganismos envolvidos no processo. Diferentes tipos de armazenagem apresentam vantagens e desvantagens referentes, principalmente ao custo de construção, facilidade de carregamento e descarregamento e eficiência na conservação da silagem. A conservação inadequada visa a proliferação de microrganismos indesejáveis como, por exemplo, bactérias do gênero *Clostridium*, enterobactérias, fungos e leveduras, e neste sentido, pode influenciar na qualidade nutricional e sanitária aos animais.

Palavras-chave: Conservação. Microrganismos. Silagem.

INTRODUÇÃO

Sabe-se que a produção de forragem não é uniforme ao longo do ano, devido à concentração na distribuição de chuvas, variações de temperatura e fotoperíodo e características particulares das regiões tropicais. Isto pode levar ao déficit alimentar e, conseqüentemente, menor desempenho dos ruminantes. Portanto, uma maneira de aumentar o fornecimento de nutrientes atendendo as exigências destes animais seria a suplementação alimentar, o que proporcionaria melhores índices de

produtividade (PEREIRA et al., 2009). Nesse sentido, a produção de silagem é uma das técnicas mais viáveis e utilizadas pelos produtores na tentativa de suprir as necessidades dos animais no período crítico do ano (CARDOSO, 1995). O produtor, comumente, tem preferência pelo tipo de armazenagem, que apresenta vantagens e desvantagens referentes, principalmente, ao custo de construção, facilidade de carregamento e descarregamento e eficiência na conservação da silagem. Desse modo, objetivou-se revisar os principais fatores envolvidos na ensilagem, destacando os tipos de silos e as análises microbiológicas, o que são informações ainda incipientes, a julgar pelo baixo volume de informações disponibilizadas na literatura.

DESENVOLVIMENTO

Ensilagem

Ensilagem é um método de conservação de forragens em determinado grau de umidade, de forma a preservar o conteúdo de matéria seca (MS) e o seu valor nutricional. Esta pode favorecer o crescimento de vários tipos de microrganismos, sendo que a maioria pode degradar o valor nutricional do alimento, quando produzida de maneira errônea.

No entanto, a ensilagem geralmente controla a atividade microbiana pela combinação entre o ambiente anaeróbio com a fermentação natural dos açúcares

* Artigo recebido em: 30/08/2013

Aceito para publicação em: 24/02/2014

¹ Médica Veterinária, Mestre em Ciências Veterinárias, Médica Veterinária da Prefeitura Municipal de Araguari-MG. Email: silviaf_santos@hotmail.com

² Zootecnista, Mestre em Ciências Veterinárias.

³ Médico Veterinário, Residente no Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia

⁴ Médica Veterinária, Mestranda do Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias

⁵ Médico Veterinário

⁶ Médica Veterinária, Doutora, Professora adjunta FAMEV - UFU

por bactérias produtoras de ácido láctico (JOBIM et al., 2007).

De acordo com McDonald (1981), os carboidratos são os principais substratos da fermentação na ensilagem, que é dividido em quatro fases: 1) Fase aeróbia, 2) Fase de fermentação ativa, 3) Fase estável e 4) Fase de descarga (retirada da silagem). A primeira fase ocorre durante o enchimento do silo, estendendo-se até poucas horas após o fechamento do mesmo. Nesta fase, o oxigênio presente na forragem ensilada é reduzido devido à respiração de células da planta e de microrganismos aeróbicos. De acordo com McDonald (1981), a correta picagem e um rápido fechamento do silo contribuem para minimizar esta fase que terminará quando o oxigênio presente for exaurido. Com a exaustão do oxigênio, inicia-se a fase de fermentação ativa (segunda fase) a qual tem a duração de uma a quatro semanas (MUCK e PITT, 1993), dependendo das propriedades da forrageira ensilada e das condições de ensilagem. Inicialmente, ocorre a proliferação de bactérias anaeróbicas produtoras de ácido acético (enterobactérias) e de outras bactérias produtoras de ácido láctico (BAL) heterofermentativas. Estas bactérias produzem etanol, ácido acético, ácido láctico e CO₂, utilizando glicose, frutose, xilose e ribose como substratos. A produção desses ácidos reduz o pH e, quando este declinar abaixo de 5, essas bactérias decrescem e as BAL homofermentativas, ou seja, aquelas que produzem somente ácido láctico dominam a fermentação (MCALLISTER; HRISTOV, 2002 apud PEREIRA et al., 2004).

A conservação do silo acontece basicamente por dois motivos: fermentação láctica e anaerobiose. A fermentação do açúcar da forragem e a produção de ácido láctico são realizadas por bactérias presentes nas plantas ensiladas, e são responsáveis pela redução do pH impedindo a proliferação de microrganismos indesejáveis (coliformes e clostrídios) responsáveis pelo apodrecimento da silagem (SILVA, 2001).

Já a anaerobiose, impede a multiplicação de fungos, leveduras e mofos, também prejudiciais à silagem. Portanto, a silagem se conserva pela ausência de oxigênio e é mais ácida que a forragem fresca. As silagens de boa qualidade devem ser produzidas com forrageiras que apresentem entre 30 e 35% de matéria seca (PAIVA, 1976), o pH deve ser inferior a 4,2 e a análise de ácidos orgânicos produzidos durante o processo de fermentação deve indicar valores de 6 a 8% de ácido láctico na MS, ácido acético menor que 2% e butírico inferiores a 0,1% da MS. Além disso, o nível de nitrogênio amoniacal de uma silagem adequada deve ser inferior a 11% do nitrogênio total (FERREIRA, 2001; SILVA, 2001). É importante lembrar também que é necessário um teor mínimo de carboidratos solúveis em água para que a silagem seja de boa qualidade. McDONALD (1981) afirma que os teores mínimos de carboidratos solúveis em água que a planta deve apresentar para que se consiga produzir silagens de boa qualidade é de 12% da matéria seca (MS). E ainda que os níveis de carboidratos sejam adequados para garantir uma fermentação láctica, silagens úmidas podem ser nutricionalmente indesejáveis porque o consumo voluntário de MS nesses caso é reduzido devido a presença de N amoniacal, ácido acético e butírico (McDONALD et al., 1991).

Porém, existe uma relação inversa entre necessidade de carboidratos solúveis e teor de matéria seca do material para que se tenha uma fermentação adequada (HAIGH, 1990). O baixo teor de matéria seca tem sido apontado como uma das principais limitações e deve-se considerar que a elevada umidade da forragem ensilada resulta na produção excessiva de efluentes, que não apenas dificultam o manejo, mas também carregam nutrientes altamente digestíveis e diminuindo o valor nutritivo das silagens, tal como o aumento da proteólise e o estabelecimento de bactérias clostrídicas (ELFERINK et al., 2000).

Deste modo, pode-se considerar que o ideal para ensilagem é que a forragem apresente teores de MS entre 35

e 45%, sendo que para os teores entre 40 a 45% é recomendável que a forragem seja picada em partículas menores, a fim de se conseguir uma melhor compactação. Silagens, geralmente com elevados teores de MS, estão sujeitas a elevação de temperatura na massa ensilada. As condições de umidade e temperatura acima de 55°C são favoráveis à ocorrência de reações não enzimáticas entre os carboidratos solúveis e grupos aminos dos aminoácidos, resultando em compostos denominados produtos da reação de Maillard que promovem diminuição da digestibilidade de proteína e aumentos nos teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (VAN SOEST, 1994).

E conforme Muck (1988), a quantidade de substrato necessária para uma boa fermentação láctica aumenta com a capacidade tamponante da forragem; enquanto a disponibilidade deste substrato depende do grau de laceração da forragem e da liberação da seiva, sendo esta fermentação estimulada em silagens melhor fragmentadas (McDONALD et al., 1991).

Durante a ensilagem o total de ácido produzido pode ser superior a quantidade produzida somente pela fermentação de carboidratos solúveis. Nestes casos os carboidratos solúveis podem ser provenientes da hidrólise de carboidratos estruturais como a celulose, hemicelulose e pectina (McDONALD et al., 1991). Embora alguma celulose possa ser hidrolisada durante a fermentação, a hemicelulose é a principal fonte de carboidratos solúveis. E isso, pode ocorrer devido a hidrólise alcalina solubilizando a hemicelulose (fração B3 apresenta taxa de degradação muito lenta, pois está associada à parede celular) para atender a demanda de substrato para a produção de ácidos na fase de fermentação da silagem (IGARASI, 2002).

Para produzir silagem de boa qualidade, o silo deve ser compactado para retirada de ar da silagem e vedado no menor espaço de tempo possível, para excluir o oxigênio e garantir condições anaeróbias para preservação dos nutrientes (SENGER et al., 2005). A vedação de forma correta é fator primordial para o sucesso da conservação

do resíduo e a inexistência de oxigênio (ar) dentro do silo promove a conservação do material por maior período em boas condições de uso (GERON; ZEOULA, 2008). Desse modo, o filme plástico assume papel importante no conjunto de estratégias associadas à vedação e na manutenção da anaerobiose. Além, da importância da qualidade do filme plástico, a proteção deste com outros materiais (terra; cascalho; pneus) traz benefícios, diminuindo a incidência de raios solares e as trocas gasosas com o ambiente. Ainda, o emprego de materiais na parte superior do silo provoca adesão entre a lona e a massa ensilada, o que dificulta o caminho do oxigênio na massa (BERNARDES; AMARAL, 2008).

Em silos do tipo superfície, a presença da lona também se torna relevante, devido à falta de paredes laterais para proteção (SAVOIE e JOFRIET, 2003), e a demanda por filmes mais espessos (0,18 a 0,2 mm) acaba sendo superior, segundo o modelo proposto por SAVOIE (1988).

Os filmes de polietileno utilizados na cobertura apresentam permeabilidade ao oxigênio, a qual tende a aumentar notavelmente com a elevação da temperatura ambiental (DEGANO, 1999). Isto significa que durante o período do verão as silagens podem se tornar mais propensas à deterioração aeróbia, devido ao aumento da permeabilidade das lonas, com o conseqüente movimento gasoso devido à diferença de temperatura e pressão.

Na silagem quando exposta ao ar, certos microrganismos oportunistas se tornam metabolicamente ativos, produzem calor e consomem nutrientes da silagem. A degradação aeróbia da silagem pode ser causada por fungos e bactérias acetogênicas que utilizam açúcares residuais e produtos da fermentação, como o ácido láctico, como substratos, elevando a temperatura em até 45°C (VELHO et al., 2006).

Assim, é de extrema importância que o processo de ensilagem seja realizado de forma correta, minimizando as perdas energéticas inevitáveis (calor e CO₂) do sistema, durante a fermentação dos carboidratos solúveis em ácido láctico (VELHO et al., 2006). Este processo não

melhora a qualidade do alimento, mas visa manter a qualidade do material original (VAN SOEST, 1994).

Segundo Rotz e Muck (1994), o objetivo primário da conservação de forragens é manter a matéria seca (MS) colhida com perdas mínimas dos nutrientes. Estes autores, com base em vários trabalhos, afirmam que as perdas médias na produção de silagem variam de 14 a 24%, de modo que aproximadamente a metade das perdas ocorre durante a estocagem e que, geralmente, a soma das perdas físicas ou a exaustão de nutrientes como os carboidratos solúveis ocasionam aumentos de 3 a 12 pontos percentuais no teor de fibra em detergente neutro (FDN) na MS de silagens produzidas e pequena variação, para menos ou para mais, na concentração de proteína.

As perdas de matéria seca decorrentes da infiltração de ar durante o enchimento do silo variam de 1 a 2%, enquanto as decorrentes da aeração na “desensilagem” variam de 2 a 19%. Já as perdas totais não perceptíveis podem variar de 10 a 25%. Em muitas propriedades, a silagem é frequentemente submetida a diversas magnitudes de deterioração aeróbia, antes e durante seu fornecimento aos animais, pela incapacidade de se remover apenas a quantidade necessária para alimentação, resultando em prolongada exposição ao ar da silagem excedente retirada. Outra forma comum de deterioração da silagem, por exposição ao ar é o mau fechamento do silo entre as retiradas (VELHO et al., 2006).

Tipos de Silos

Segundo Allen et al. (2011) silo é o recipiente usado na preservação da forragem como silagem. Cada tipo de armazenagem apresenta vantagens e desvantagens referentes, principalmente, ao custo de construção, facilidade de carregamento e descarregamento e eficiência na conservação da silagem (OLIVEIRA; MARTINS, 2012).

A maioria dos pecuaristas prefere os silos horizontais, principalmente o tipo superfície, devido ao baixo custo inicial de investimento e elevadas quantidades de

forragem que podem ser depositadas no abastecimento e retiradas durante o desabastecimento (etapa de fornecimento de silagem aos animais). Contudo, silos horizontais permitem a exposição de grande parte da massa de silagem ao oxigênio atmosférico, seja durante a estocagem ou no desabastecimento (BERNARDES; AMARAL, 2011).

O silo superfície (Figura 1) é o mais barato de se construir, pois não exige estruturas de alvenaria ou de revestimentos e tem uma seção bem definida que se assemelha à forma trapezoidal. Para fazer esse silo, o material deve ser amontoado e compactado sobre o solo e coberto por lona plástica segura por terra. Pode apresentar maiores perdas quando comparado ao silo trincheira, apresenta maior dependência do filme plástico (ataque de animais; intempéries climáticas) e também grande exposição da massa de silagem ao oxigênio atmosférico (OLIVEIRA; MARTINS, 2012).

O silo superfície é o mais barato de se construir, pois não exige estruturas de alvenaria ou de revestimentos e tem uma seção bem definida que se assemelha à forma trapezoidal. Para fazer esse silo, o material deve ser amontoado e compactado sobre o solo e coberto por lona plástica segura por terra. Pode apresentar maiores perdas quando comparado ao silo trincheira, apresenta maior dependência do filme plástico (ataque de animais; intempéries climáticas) e também grande exposição da massa de silagem ao oxigênio atmosférico, para evitar ou minimizar, deve-se cercar a área do silo e preencher a superfície com lona ou outro material que proteja a lona de furos provocados por pisoteio de animais (OLIVEIRA; MARTINS, 2012).

No silo trincheira (Figura 2) elevadas quantidades de forragem podem ser depositadas no abastecimento e retiradas durante o desabastecimento (característica que se encaixa muito bem a propriedades de médio a grande porte). O uso de paredes laterais promove maior compactação da massa e apresenta menores perdas quando comparado ao tipo superfície. Porém têm alto custo

inicial caso seja de alvenaria, contudo pode ser construído diretamente na terra. E por estar fixo ao local de origem, pode dificultar a alimentação dos animais, caso haja necessidade de mudança. Uma vez confeccionado, não permite a estocagem de silagem acima da sua capacidade. Do mesmo modo, que o silo superfície possui grande exposição da massa de silagem ao oxigênio atmosférico (área que está em contato com a lona) (BERNARDES; AMARAL, 2011).

Um método alternativo de armazenamento é o silo bolsa, também conhecido como *Bag* (Figura 3), que ao usar este, elimina os custos de uma estrutura permanente, e ainda oferece a flexibilidade de realocar os silos onde são necessários. E os custos anuais estão associados com o aluguel da ensacadora, a compra de bolsas e a eliminação do plástico após o uso (SCHROEDER et al., 2010).

A silagem estocada em *bag* (silos bolsa) é produzida com auxílio de máquinas ensacadoras, em tubos plásticos horizontais. Os silos *bag* possuem certa variedade de tamanhos (30, 60 e 90m de comprimento) e diâmetros (1,8 a 3,6m), sendo que a dimensão 1,8 por 60m é a mais comum no Brasil. Os *bags* com dimensões de 30 a 60 metros podem estocar de 2 a 6 toneladas de silagem por metro linear. Esse intervalo de densidade é em função tamanho de partícula e da cultura que está sendo estocada (AMARAL; BERNARDES, 2009).

Em revisão, Newmann et al. (2005) constataram que grande parte dos trabalhos de pesquisa, que avaliaram qualidade e valor nutritivo das silagens, foram realizados em silos experimentais de PVC (tipo laboratorial), que podem em

muitos casos não refletir a realidade do processo de armazenamento da silagem que ocorrem nas propriedades, já que a maioria dos produtores utilizam outros tipos de silo trincheira e de superfície e operam com quantidades maiores.

Embora se aceite que tais unidades de experimentação reproduzam as condições anaeróbias básicas, para avaliar a silagem, existem indicações de que, dependendo das condições experimentais, os resultados obtidos podem não ser exatamente aqueles observados a campo (NEWMANN et al., 2007).

Muck et al. (2009) realizaram estudo com silagem de alfafa estocada nas três estruturas mais comuns nos Estados Unidos para se conservar forragem: o silo torre, o trincheira e o *bag* (bolsa). Quanto às características das silagens, os resultados demonstraram que houve efeito na digestibilidade da fibra (FDN) e no pH. O silo tipo torre apresentou os maiores valores de digestibilidade e os menores valores de pH quando comparado aos demais, nos dois anos de estudo. As perdas também foram menores quando a alfafa foi armazenada na torre e maiores quando estocadas em silos trincheira, o que colocou o silo *bag* numa situação intermediária.

Conforme a necessidade de sua propriedade, o produtor avalia vários aspectos antes de tomar a decisão da escolha pelo tipo de armazenagem mais adequado. Dentre estes fatores, é possível destacar o custo de construção, a quantidade a ser produzida, capital disponível, facilidade de carga e descarga, presença de mão-de-obra e maquinário para a produção e também matéria-prima a ser utilizada.



Figura 1 – Exemplo de silo do tipo superfície.

Fonte: Dermachi, 2002.



Figura 2 – Exemplo de silo do tipo trincheira.

Fonte: Santos, 2011.



Figura 3 – Exemplo de silo do tipo bolsa (*bag*).

Fonte: <http://wp.cicrbs.com.br/supersafra/files/2013/04/aTVI9305-1024x681.jpg>

Microbiologia em silagens

No Brasil, as análises microbiológicas em silagens e fenos ainda são incipientes, a julgar pelo baixo volume de informações disponibilizadas na literatura. A partir dos anos 90 surgiram trabalhos na área e atualmente a frequência de avaliações tem sido maior (JOBIM et al., 2007). A literatura reporta trabalhos com diferentes materiais ensilados como: cana de açúcar in natura e queimada, inoculadas ou não com *Lactobacillus buchneri* (VITTORI, 2009), em resíduos do pescado (BOSCOLO et al., 2010), silagens de aveia branca com e sem uso de inoculantes microbianos (CASTAGNARA et al., 2011), com capim Tifton 85 com e sem pré secagem ao sol (ALFONZO et al., 2011), com aditivos em forragens tropicais (Sá Neto, 2012) e em silagens de milho sob distintos espaçamentos entre linhas e diferentes manejos de plantas daninhas (LOPES et al., 2012).

Para o sucesso da ensilagem, é necessário garantir rápida acidificação da massa ensilada, além do substrato adequado e população de bactérias satisfatória, principalmente de lactobacilos, pois além destes microrganismos desejáveis, também poderá haver a proliferação de microrganismos prejudiciais à qualidade da silagem, como, por exemplo, bactérias do gênero *Clostridium*, enterobactérias, fungos e leveduras (MUCK, 1988).

O controle do desenvolvimento de clostrídios depende da redução do pH e do aumento da pressão osmótica (maior teor de MS) (COAN et al., 2007). Em geral, os bolores são aeróbios, exigem pH ótimo para crescimento entre 5-6 (POZZA et al., 2011). As leveduras consomem somente compostos solúveis, tais como açúcares e produtos da fermentação, enquanto os fungos degradam uma ampla variedade de nutrientes, incluído carboidratos estruturais e lignina (McDONALD, 1981; ROTZ; MUCK, 1988).

De acordo com Evangelista (2004) o pH e a umidade do alimento os principais fatores do crescimento de clostrídios. Se a redução do valor do pH é muito lenta pode ocorrer o desenvolvimento dos mesmos, dominando a fermentação decorrente e causando perdas de matéria seca e energia e produção de ácido butírico, aminas e amônia, que determinarão menores taxas de consumo na silagem.

E dentre os fatores, que causam alterações na composição das silagens, destacam-se o aumento do pH e temperatura. Logo, o monitoramento dessas características é importante para avaliar as perdas da respiração das partículas, a atuação de microrganismos aeróbios e os processos de decomposição e/ou perdas por efluentes (McDONALD, 1991). É importante ressaltar que as perdas ocorridas durante a deterioração aeróbica são provocadas pela atividade microbiana, mas essa atividade é limitada, normalmente, por fatores químicos e físicos, como fornecimento de oxigênio e alterações da temperatura (WILLIANS et al., 1994).

É visto que, quanto maior a capacidade tampão, maior quantidade de ácido láctico que terá que ser produzida para que o pH atinja níveis inibitórios à ação dos clostrídios. O poder tampão de uma forragem consiste em sua capacidade de resistir às variações de pH. Grande maior parte das propriedades tamponantes das forragens pode ser atribuída aos ânions (sais ácidos orgânicos, ortofosfatos, sulfatos, nitratos e cloretos), com somente 10 a 20% resultantes da ação de proteínas vegetais. Quantitativamente, os ácidos mais importantes que ocorrem em gramíneas são o málico, o cítrico e o quinico, destacando-se o ácido oxálico como o mais importante para as gramíneas tropicais (MCDONALD, 1981). E segundo Santos et al (2008) o tamponamento dos ácidos produzidos pela fermentação serve de estímulo para a maior intensidade de açúcares solúveis em ácido láctico, aumentando a concentração desse produto final.

Jaster (1994) cita que para que o processo fermentativo ocorra com sucesso são necessárias condições de anaerobiose, substrato adequado (carboidratos solúveis) e uma população

suficiente de lactobacilos. As bactérias lácticas da microflora epífita são essenciais para fermentação das silagens. Entretanto, nenhum grupo varia tanto em número quanto este indo do limite de 10^{-1} a 10^5 Unidades Formadoras de Colônia (UFC) g^{-1} forragens de alfafa, 10^6 em gramíneas perenes e 10^7 em milho e sorgo (PAHLOW et al., 2003).

Jobim et al. (1997) avaliaram a presença de microrganismos nas silagens de grãos úmidos de milho em que os tratamentos consistiram em cinco percentagens de sabugo de milho (0, 5, 10, 15 e 20% na matéria verde) e quatro períodos de abertura de silos (0, 2, 4 e 6 dias) obtendo valores maiores de lactobacilos na silagem exclusiva com grãos. Foi observado ainda que a presença de lactobacilos foi satisfatória para a boa fermentação e a presença de sabugo favoreceu o desenvolvimento de clostrídios, enterobactérias, leveduras após a abertura dos silos.

Ranjit e Kung Jr. (2000) estudaram a deterioração aeróbia em silagem de milho e observavam, até o terceiro dia de exposição ao ar, perdas de 5,3% da MS e 60% dos carboidratos solúveis (3,4% vs 1,4% na MS) existentes no dia da abertura do silo. No mesmo período, o pH aumentou de 3,9 para 5,0 e os teores de ácido láctico e acético foram reduzidos de 7,52% para 1,35% e de 1,88% para 0,08% na MS, respectivamente. Estes pesquisadores notaram, ainda, que o número de leveduras aumentou de, aproximadamente, 10^6 para mais de 10^8 UFC/g de silagem dentro de um dia e meio de exposição ao ar.

No estudo de Arcuri et al. (2003) observou-se que a presença de fungos filamentosos tem pronunciado efeito no valor nutritivo do material ensilado, pois degradam o mesmo e podem produzir toxinas que afetam o metabolismo animal. E Woolford (1990) observou que silagens que apresentaram contagem de leveduras superior a 5,0 log/g de silagem são mais susceptíveis à deterioração.

Coan et al. (2007) ao avaliarem as silagens nos tempos 1, 4, 7, 14, 21, 28 e 56 dias de capins tropicais, tanzânia e marandu acrescidos de polpa cítrica em silos experimentais de PVC, observaram que população de enterobactérias foi detectada somente no primeiro dia de

fermentação nas silagens do capim tanzânia e até o 18º dia nas do capim-marandu. A população de lactobacilos nas silagens dos capins tanzânia e marandu aumentou um dia após ensilagem e se estendeu até o 7º dia após a ensilagem. Após essa fase, a população de lactobacilos permaneceu quase constante até o 56º dia da ensilagem, embora a amplitude de variação da população tenha sido perceptível no decorrer dos tempos de abertura dos silos para ambas as silagens, e os autores sugeriram que esse fato pode estar relacionado à menor disponibilidade de oxigênio, condição que favorece o desenvolvimento de bactérias lácticas, principalmente do gênero *Lactobacillus*.

Coan et al. (2007) ao avaliarem as silagens nos tempos 1, 4, 7, 14, 21, 28 e 56 dias de capins tropicais, tanzânia e marandu acrescidos de polpa cítrica em silos experimentais de PVC, observaram que população de enterobactérias foi detectada somente no primeiro dia de fermentação nas silagens do capim tanzânia e até o 18º dia nas do capim-marandu. A população de lactobacilos nas silagens dos capins tanzânia e marandu aumentou um dia após ensilagem e se estendeu até o 7º dia após a ensilagem. Após essa fase, a população de lactobacilos permaneceu quase constante até o 56º dia da ensilagem, embora a amplitude de variação da população tenha sido perceptível no decorrer dos tempos de abertura dos silos para ambas as silagens, e os autores sugeriram que esse fato pode estar relacionado à menor disponibilidade de oxigênio, condição que favorece o desenvolvimento de bactérias lácticas, principalmente do gênero *Lactobacillus*.

Logo, as condições favoráveis como o acréscimo de matéria seca com a inclusão de polpa cítrica e menor disponibilidade de oxigênio no estudo de Coan et al. (2007) contribuíram para que a quantidade de ácido láctico fosse eficiente nos primeiros dias e com domínio das bactérias lácticas, evitou-se a proliferação de microrganismos indesejáveis, como as enterobactérias, no processo fermentativo.

Toxinas contaminantes de silagens

Um aspecto importante a ser considerado é a presença de patógenos e de toxinas nas silagens, resultando em risco de contaminação dos animais e humanos. A *Listeria monocytogenes* é um patógeno para ambos, animal e humano, podendo causar meningite, encefalite, septicemia, endocardite, aborto, abscessos e lesões purulentas. Esta bactéria está presente no solo e na planta a ser ensilada. Geralmente a listéria não é um problema em silagens bem fermentadas. O pH abaixo de 4,5 a 5,0 normalmente inibe esta bactéria, e da mesma forma baixos níveis de ácidos não dissociados (MUCK; SHINNES, 2001). Contudo, tem sido observado aumento na incidência de listéria em silagens conservadas em fardos envoltos em filme plástico. A maior área de superfície por volume nos fardos envoltos em filmes plásticos e fermentação deficiente, provavelmente contribuem para a maior proporção de silagem exposta ao oxigênio e tem pH elevado.

A literatura sobre o assunto mostra que a contaminação com listéria ocorre principalmente nas regiões periféricas do silo onde há alterações na conservação da silagem. Portanto, a eliminação dessa silagem mal conservada, no momento de fornecer aos animais, pode evitar problemas de contaminação não só com a listéria mas também com outros microrganismos, como por exemplo fungos (toxinas) e esporos de clostrídeos (MUCK; SHINNES, 2001).

Os fungos mais comuns encontrados em silagens são os do gênero *Fusarium*, *Penicillium* e *Aspergillus*. Estes fungos necessitam de temperatura acima de zero, umidade acima de 20% e de oxigênio para se desenvolverem (MUCK; SHINNES, 2001). Todavia, a produção de toxinas geralmente não ocorre nas mesmas condições observadas para crescimento dos fungos. Por exemplo, para a produção de aflatoxina, os fungos do gênero *Aspergillus* requerem temperatura acima de 30°C e alta umidade. Por outro lado,

Fusarium produzem toxinas em temperaturas mais amenas (7 a 24°C).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de produção da silagem exige cuidados tanto na escolha do tipo de silo quanto na correta armazenagem do material, pois falhas podem comprometer a qualidade nutricional da silagem pela fermentação desencadeada por microrganismos indesejáveis, tornando-se então de baixa qualidade e inadequado para o consumo para os animais.

THE MAIN KINDS OF SILOS AND MICROORGANISMS INVOLVED IN THE PROCESS OF ENSILAGE

ABSTRACT

In this article it was aimed to discuss about the main factors involved in the ensilage process, emphasizing the main kinds of silos and the main microbiological involved in the process. Different kind of storage have its advantages and disadvantages related primarily to the construction cost, ease of charging and discharging efficiency and conservation of silage. Also, an incorrect silage conservation tends to undesirable microorganisms proliferation such as bacteria of the genus *Clostridium*, *Enterobacteriaceae*, fungi and yeasts and, in this direction, it could influence both nutritional and sanitary qualities to the animals.

Keywords: Conservation. Microorganisms. Silage.

REFERÊNCIAS

ALFONZO, E. P. M.; FERNANDES, T.; CASTAGNARA, D. D.; NERES, N. A.; ZAMBOM, M. A.; OLIVEIRA, P. S. R.; AMES, J. P. RADIS, A. C. Qualidade microbiológica do capim Tifton 85 com e sem pré-secagem ao sol. In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 21., 2011. **Anais...** Maceió, AL- UFal, SBSP, 2011.

ALLEN, V. G.; BATELLO, C.; BERRETTA, E. J.; HODGSON, J.; KOTHMANN, M.; LI, X.; McIVOR, J.; MILNE, J.; MORRIS, C.; PEETERS, A.; SANDERSON, M. An international terminology for grazing lands and grazing animals. **Grass and Forage Science**, v. 66, p. 2-28, 2011.

AMARAL, R. C.; BERNARDES, T. F. **Silo bag: uma interessante alternativa no armazenamento da silagem**, 2009. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/conservacao-deforragens/silobagumainteressantealternativanoarmazenamento-da-silagem-57144n.aspx>. Acesso em 01 nov. 2012.

ARCURI, P. B., CARNEIRO, J. C., LOPES, F. C. F. Microrganismos indesejáveis em forragens conservadas: efeito sobre o metabolismo de ruminantes. In: *Volumosos na Produção de Ruminantes: Valor Alimentício de Forragens*. Reis, R. A., Bernardes, T.F., Siqueira, G.R. Moreira, A.L. (Ed.). 2003. Jaboticabal. **Anais...**, FUNEP. p. 51-70. 2003.

BERNARDES, T. F.; AMARAL, R. C. **Aspectos positivos e negativos dos diferentes tipos de silo: Faça a sua escolha**, 2011. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/conservacao-deforragens/aspectos-positivos-e-negativos-dos-diferentes-tipos-de-silo-faca-a-sua-escolha-71350n.aspx>. Acesso 26 out. 2012.

BERNARDES, T. F.; AMARAL, R. C. **Vedação da silagem: efeito da presença de terra sobre a lona**, 2008. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/conservacao-deforragens/vedacao-da-silagem-efeito-da-presenca-de-terra-sobre-a-lona-43555n.aspx>. Acesso em: 26 dez. 2013.

BOSCOLO, W. R.; SANTOS, A. M.; MARTINS, C.V.B.; FEIDEN, A.; BITTENCOURT, F.; SIGNOR, A. A. Avaliação Microbiológica e bromatológica da silagem ácida obtida de resíduos da indústria de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31 n. 2 p.515-522, 2010.

CARDOSO, E. G.; SILVA, J. M. Silos, silagem e ensilagem. **Embrapa Gado de Corte**, Campo Grande, MS, 1995. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD02.html>>. Acesso em: 24 abr. 2012.

CASTAGNARA, D. D.; FERNANDES, T.; AMES, J. P.; NERES, M. A.; ZAMBOM, M. A.; HEINZEN, E. Z. Perfil microbiológico da silagem de aveia branca com e sem uso do inoculante microbiano. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2011. **Anais...** Belém-Pará, SBZ, 2011.

COAN, R. M.; REIS, R. A.; GARGIA, G. R.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P. FERREIRA, D. S.; GURGEL, F. A. Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins tanzânia e marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1502-1511, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982007000700007. Acesso em: 24 abr. 2012.

DEGANO, L. Improvement of silage quality by innovative covering system. In: THE INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 12th, 1999, Uppsala. **Proceedings...** Uppsala, 1999, p. 296-297.

ELFERINK, S. J. W. H. O.; DRIRHUIS, F.; GOTTSCHL.J. C. et al. **Silage fermentation process and their manipulation**. In: SILAGE MAKING IN THE TROPICS WITH PARTICULAR EMPHASIS ON SMALLHOLDERS, 1999, Roma. **Proceedings...**Roma: FAO, 2000. p.17-31.

EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; PEREIRA, R. C. Perdas na conservação de forragens. In: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, 2., 2004, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2004. p. 75-112.

FERREIRA, J.J. Estágio de maturação ideal para ensilagem do milho e do sorgo. In: CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.S. et al. (Ed.) **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p.405-428.

GERON, L. J. V.; ZEOULA, L. M. Silagem do resíduo úmido de cervejaria: uma alternativa na alimentação de vacas leiteiras. **Pubvet**, Londrina, v. 2, n. 38, 2008. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/artigosdet.asp?artigo=310>>. Acesso em: 21 de agost. 2012.

HAIGH, P. M. Effect of herbage water-soluble carbohydrate content and water conditions at ensilage on the fermentation of grass silages made on commercial farms. **Grass and Forage Science**, v. 45, n. 3, p. 263-271, 1990.

IGARASI, M.S. **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença de inoculante microbiano**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2002. 152p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2002.

JASTER, E. Fermentation principles of legume, grass forage examined. **Feedstuffs**, n. 12, p. 14-16. Dec. 1994.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p.101-119, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v36s0/13.pdf>>. Acesso em: 12 agos. 2012.

LOPES, F. C.; TRANCHES, T. A.; SILVA, A. V.; CARVALHO, A. R.; CARDOSO, P. F.; FIGUEIREDO, F. C. Características químico-bromatológicas e microbiológicas

da silagem de milho sob distintos espaçamentos entre linhas e diferentes manejos de plantas daninhas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012. **Anais....** Águas de Lindóia, SP, 2012.

McDONALD, P.; HERDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **Biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publication, 1991, 340 p.

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Wiley, 1981. 207p.

MUCK, R. E., BRODERICK, G. A., BRINK, G. E. **Effects of silo type on silage quality and losses**. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 15, 2009, Madison. Proceedings. Madison: U.S. Dairy Forage Research Center, 2009, p.275-276.

MUCK, R. E.; SCHINNES, K.J. **Conserved forages (silage and hay): Progress and priorities**. In: International Grassland Congress. XIX. 2001. São Pedro. Proceedings...Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry. p.753.-762, 2001.

MUCK, R. E.; PITT, R. E. **Ensiling and its effect on crop quality silage**. In: SILAGE PRODUCTION FROM SEED TO ANIMAL, 67, 1993. New York. Proceedings... New York: NRAES, 1993, p.57-66.

MUCK, R. E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 11, p. 2992-3002, 1988. Disponível: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030288798975>>Acesso: 20 set. 2012.

NEUMANN, M., MÜHLBACH, P.R.F., NÖRNBERG, J.L., OST, P.R.; Lustosa, S.B.C. Características da fermentação da silagem obtida em diferentes tipos de silos sob o tamanho da partícula e da altura de colheita das plantas de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 847-854, 2007.

NEWMANN, M.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; NÖRNBERG, J. L.; MELLO, R. O.;

SOUZA, A. N. M. PELLEGRINI, N. M. S. Efeito do tamanho da partícula e do tipo de silo sobre o valor nutritivo da silagem de sorgo (*sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 2, p. 224-242, 2005.

OLIVEIRA, J. S.; MARTINS, C. E. **Agência de Informação Embrapa: Tipos de Silos**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_308_217200392413.html#topoPagina> Acesso em: 28 Out. 2012.

PAIVA, J.A.J. **Qualidade da silagem da silagem da região metalúrgica de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1976. 83f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.

PAHLOW, G.; MUCK, R. E.; DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S. J. W. H.; SPOELSTRA, S. F. Microbiology of ensiling. In **Silage Science and Technology**. D. R. Buxton, R. E. Muck, and J. H. Harrison (eds). ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, v. 42, p. 31-93, 2003.

PEREIRA, L. G. R.; AZEVEDO, J. A. G.; PINA, D. S.; BRANDÃO, L. G. N.; ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V. Aproveitamento dos coprodutos da agroindústria processadora de suco e polpa de frutas para alimentação de ruminantes. **Embrapa Semi-Árido**, Petrolina, PE, 30 p., 2009. Disponível: <http://www.cpsa.embrapa.br:8080/public_eletronica/downloads/SDC220.pdf> Acesso: 20 agos. 2012.

PEREIRA, O.G.; RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, D.H. Produção e utilização de forragens conservadas. In: Semana de Zootecnia, 2, Diamantina. Anais... Diamantina. MG. 2004. p. 75-118.

POZZA, M. S. Dos S.; POZZA, P. C.; TSUTSUMI, C. Y.; ALMEIDA, R. Z.; NUNES R. V.; SABEDOT, M. A.; ZAMBOM, M. A. Populações microbianas e composição química de silagem de

milho. **Scientia Agraria Paranaensis**, Cascavel, v. 10, n. 1, p. 91- 99, 2011.

ROTZ, C. A.; MUCK, R. E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FAHEY Jr., G.C.; MOSER, L.E.; MERTENS, D.R. et al. (Eds.) **National conference on forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: University of Nebraska, p. 828- 868, 1994.

RANJIT, N. K.; KUNG Jr., L. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, n. 3, p. 526-535, 2000. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10750111>>. Acesso em: 15 dez. 2012.

SÁ NETO, A. **Caracterização microbiológica, parâmetros fermentativos e estabilidade aeróbica em silagens de forragens tropicais com aditivos microbianos**. 2012 114f. Dissertação - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

SANTOS, M. C. ; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B.; SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; RIBEIRO, J.L. Influência da utilização de aditivos químicos no perfil da fermentação, no valor nutritivo e nas perdas de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p.1555-1563, 2008.

SAVOIE, P. Optimization of plastic covers for stack silos. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 41, p. 65-73, 1988.

SAVOIE, P.; JOFRIET, J.C. Silage Storage. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H (Eds). **Silage Science and Technology**. 1 ed. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p. 405-468.

SCHROEDER, J. W. **Corn gluten feed: composition, storage, handling, feeding**

and value. North Dakota State University, 2010. Disponível em: <<http://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/dairy/as1127.pdf>> Acesso em: 21 de dezembro de 2013.

SENGER, C. C. D.; MÜHLBACH, P. R. F.; SÁNCHEZ, L. M. B.; NETTO, D. P.; LIMA, L. D. Composição e digestibilidade 'in vitro' de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1393-1399, 2005. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/22188/000520143.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 21 de dezembro de 2013.

SILVA, J. M. Silagem de forrageiras tropicais. **Embrapa Gado de Corte**. Campo Grande, MS, 2001. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD51.html>>. Acesso em: 26 abr. 2012.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VELHO, J. P.; MÜHLBACH, P. R. F.; GENRO, T. C. M.; SANCHEZ, L. M. B.; NORBERG, J. L.; ORQIS, M. G.; FALKENBERG, J. R. Alterações bromatológicas nas silagens de milho submetidas a crescentes tempos de exposição ao ar após "desensilagem". **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 916-923, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s010384782006000300029&script=sci_arttext> . Acesso em: 19 set. 2012.

VITTORI, J. **Alterações microbiológicas e químicas na silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) in natura e queimada, inoculadas ou não, com *Lactobacillus buchneri***. 2009. 55f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista 'Julio de Mesquita Filho', Jaboticabal, SP.

WILLIAMS, A. G.; LOWE, J. F.; REES, D.V. The effect of oxygen concentration on

ISSN: 1983-0777

changes in microbial population, temperature and dry-matter content grass silage. **Grass and Forage Science**, v. 49, n. 2, p. 183-191, 1994.

WOOLFORD, M.K. The detrimental effects of air on silage. **Journal Applied**

Bacteriology, v. 68, n. 2, p. 101-116, 1990. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2672.1990.tb02554.x/pdf>>. Acesso em: 20 de dezembro de 2013.