

Instabilidade Aeróbia de Silagens: Efeitos e Possibilidades de Prevenção

Gustavo Rezende Siqueira¹, Thiago Fernandes Bernardes²,
Ricardo Andrade Reis³

¹Pesquisador do Polo Regional da Alta Mogiana – Apta e Doutorando da UNESP/Iaboticabal, Bolsista do CNPq;

²Doutorando pela Università Degli Studi di Torino, Itália e UNESP/Iaboticabal, Bolsista CAPES/CNPq;

³ Prof. Adjunto do Departamento de Zootecnia da UNESP/Iaboticabal, Pesquisador do CNPq

1 - Introdução

A primeira vista, muitos podem estar perguntando o motivo da abordagem desse tema “Instabilidade aeróbia”, em um país onde os índices produtivos na pecuária de corte e/ou leite são muito aquém daqueles possíveis de serem alcançados. E, principalmente na produção de silagens têm-se observado índices agronômicos e nutritivos extremamente baixos. Então pode-se questionar que esse assunto é uma inferência estritamente acadêmica e só tem utilidade no meio científico. Porém no decorrer do texto procuraremos desfazer essa possível impressão, e mostrar que a atenção com os efeitos da instabilidade aeróbia deve ser considerada e esses podem afetar de forma indireta os resultados zootécnicos dos animais alimentados com silagens.

Além da avaliação pontual de um determinado assunto, deve-se avaliá-lo de forma macro, isto é, dentro do contexto de cadeia, na qual ele estará inserido. Nesta contextualização, toda e qualquer informação a cerca da redução de pequenas porcentagens no custo de produção do leite ou da carne, pode ser definidor da passagem do estádio de prejuízo para o lucro. Esse fato pode se dar pelo controle dos efeitos da instabilidade aeróbia que pode propiciar incrementos nos índices zootécnicos, aumento de produtividade por animal e pela redução das perdas, sendo esse último talvez o mais afetado pela instabilidade aeróbia. Jobim & Gonçalves (2003) em revisão sobre microbiologia de silagens alertam para o efeito da entrada de oxigênio na massa ensilada, pois essa propicia atuação de microrganismos deterioradores, reduzindo açúcares solúveis e ácidos orgânicos, resultando em aumento de pH, redução na digestibilidade e no conteúdo de energia. Conseqüentemente, as silagens deterioradas podem conduzir a perdas econômicas elevadas e baixo desempenho animal.

No Brasil, vem crescendo o número de animais que são alimentados com volumosos conservados durante pelo menos um período de sua vida produtiva. Não abordaremos, o tema de utilização de volumosos conservados por bovinos de leite ou corte, pois esses serão discutidos por outros autores nesse livro. Apenas será colocado um levantamento feito pela equipe do site Beefpoint e do Agripoint sobre os cinquenta maiores confinamentos do Brasil, para elucidar a importância da manutenção da qualidade da silagem produzida. Esse estudo indica que em 2004 foram confinados 666.065 animais nos 50 maiores confinamentos do país, representando um crescimento de 26,95% sobre os dados de 2003.

E uma previsão de 838 ml animais em 2005, mostrando que existe a perspectiva de aumento no número de animais.

Em relação aos volumosos utilizados foi constatado pelo estudo que a silagem de milho é empregada em 58% dos confinamentos, a de sorgo é utilizada em 44%, a silagem de capim em 36% e a cana-de-açúcar é utilizada em 24%. Além desses, foram citados: silagem de cana-de-açúcar (8%), feno (6%), bagaço de cana (6%), resíduo de milho (4%), silagem de soja (4%), resíduo de polpa de tomate (4%). Nesse contexto, pode ser observado que em praticamente todos os confinamentos há utilização de algum tipo de silagem, mostrando a importância do estudo sobre a ensilagem no sistema de produção.

Ainda com respeito à pecuária de corte, tem-se um estrangulamento da lucratividade, pois a exigência em termos de "qualidade de carne" vem aumento pelos frigoríficos e, no entanto a reposição monetária ao produtor cada vez é menor. Nesse contexto é que se faz necessária à inclusão da observação de detalhes no sistema de produção, como a constatação e o controle dos efeitos da instabilidade, que poderão ser definidores da lucratividade dos sistemas de produção.

2 - Caracterização da instabilidade aeróbia

2.1 - Definição de instabilidade aeróbia e suas metodologias

A inobservância dos processos de oxidação de nutrientes pelos microrganismos aeróbios, e a consequente deterioração da silagem após a abertura do silo tem tido pouca importância na prática por se tratar na maioria das vezes de um problema assintomático (Bernardes & Siqueira, 2003). Pois, quando as silagens são expostas ao ar, microrganismos oportunistas iniciam atividade metabólica produzindo calor e consumindo nutrientes, alguns produtos da fermentação passam a ser substrato; microrganismos outora latentes podem começar a se desenvolver. Nesse sentido, o desabastecimento do silo e o fornecimento da silagem aos animais se revelam como um importante dreno de matéria seca e energia durante o processo de utilização das silagens.

Na academia, o termo estabilidade aeróbia é definido como o tempo necessário para se verificar mudanças mensuráveis da temperatura, sendo altamente variável de poucas horas a semanas. Normalmente, a quebra da estabilidade aeróbia é definida como o tempo necessário para que a silagem ultrapasse a temperatura ambiente em 1 a 2°C (Figura 01), de acordo com a filosofia do autor da pesquisa que definiu a metodologia utilizada, e principalmente da precisão dos equipamentos empregados na monitoração da temperatura.

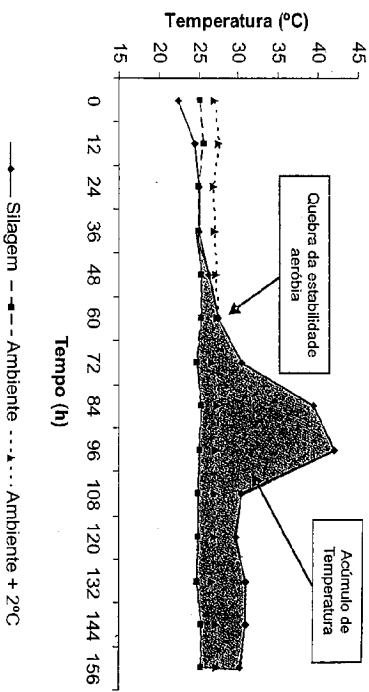


Figura 01 - Quebra da estabilidade aeróbia, em função da temperatura ambiente e acúmulo da temperatura ao longo do período avaliado.

Nesse sentido alguns autores sugerem a utilização de 1°C (Drineus et al., 2001) e outros a de 2°C (Kung Jr. et al., 2003).

Ainda em relação à temperatura, outra variável a ser avaliada é o acúmulo da temperatura da silagem em relação à temperatura ambiente (Figura 01). Quando se trata de avaliações no pós-abertura, nem sempre pode-se considerar que a primeira silagem a quebrar a estabilidade aeróbia (exemplo, 2°C acima da temperatura de referência), possa ser considerada a mais instável, deve-se também considerar a temperatura acumulada, a máxima temperatura observada, o tempo para alcançar a máxima temperatura, a taxa de elevação da temperatura, essa sendo determinada através da variação dos °C, em relação ao tempo necessário para alcançar a máxima temperatura.

A interpretação dos resultados de estabilidade aeróbia em função das variáveis referentes à temperatura deve ser realizada com cautela. Segundo o modelo de deterioração aeróbia de propósito por Muck et al. (1991) vários são os fatores que afetam a estabilidade da silagem, entre eles: pH, teores de etanol, ácido acético, lático, carboidratos solúveis residuais, população inicial de leveduras e de fungos filamentosos.

Nesse sentido, alguns autores como Ashbell et al. (1991) utilizaram a produção de CO₂ como indicativo de instabilidade das silagens, pois durante o metabolismo dos microrganismos em condições de aeróbiose ocorre a produção de CO₂ desse modo este composto funcionaria como uma medida indireta da intensidade de deterioração da massa, indica-se que quanto maior a produção de CO₂ maior a atividade de microrganismo na massa.

Outra variável que deve ser avaliada no decorrer da exposição aeróbia é a alteração do pH. Porém, o pH deve ser avaliado não apenas de forma direta, isto é, o valor absoluto do pH, mas também pela taxa de elevação do pH, pH máximo, tempo para atingir o pH máximo e variação do pH. Tanto a avaliação da produção de CO₂, quanto à variação do pH, podem ser classificadas como variáveis respostas (ou, consequência), devido à ação dos microrganismos oportunistas. O ideal é que sejam realizadas quantificações dos possíveis

microorganismos atuantes durante essa fase, sendo no mínimo interessante quantificar a população de leveduras e fungos.

Todas as variáveis sugeridas acima são avaliadas em uma amostra de silagem que é retirada do silo e levada normalmente a um local com temperatura controlada, em geral utiliza-se à temperatura de 25°C. Esse fato também é de grande importância, pois avaliações feitas em locais com temperaturas ambiente diferentes não devem ser comparadas diretamente, pois o desenvolvimento microbiano é afetado pela temperatura, nesse sentido todas as variáveis geradas vão estar condicionadas ao efeito da temperatura de referência.

2.2 - Microorganismos envolvidos na deterioração aeróbia

Os primeiros microorganismos que iniciam o ataque à silagem e que são em maior parte responsáveis pela deterioração aeróbia são as leveduras. Elas são capazes de se desenvolver em baixas concentrações de oxigênio e em ambientes com pH muito ácido (pH < 4.0). As leveduras presentes nas silagens podem ser classificadas da seguinte maneira: leveduras fermentativas, leveduras que utilizam lactado, leveduras oxidativas e aquelas que não causam nenhum tipo de dano ao alimento (Jonsson & Pahlow, 1984). O número de leveduras em algumas forragens no campo pode ser baixo (< 200 unidades formadoras de colônias (UFC) por grama) e caracteriza aquelas que não são danosas a silagem. Porém, no período que vai da colheita a poucas horas após o fechamento do silo, elas são capazes de se multiplicarem até uma carga entre 100 a 10.000 UFC/g nas áreas centrais dos silos e entre 10.000 a 100.000 UFC/g nas zonas mais periféricas. As áreas do silo mais próximas à atmosfera estão sujeitas à infiltração de ar, frequentemente devido a uma maior porosidade da massa, aos movimentos gasosos ligados à diferença de temperatura e pressão e aos materiais utilizados na cobertura do silo. Neste caso, a multiplicação de leveduras pode continuar lentamente durante todo o período de conservação e chegar no momento do consumo do silo, com carga em torno ou superior a milhões de UFC por grama de silagem.

Quando a massa de silagem entra em contato com o ar durante o descarregamento do silo, populações de leveduras superiores a 100.000 UFC/g podem quebrar a estabilidade em poucas horas. Na Figura 02 está reportada a relação entre a carga inicial de leveduras encontradas em silagens de milho, armazenadas em silos do tipo trincheira, e as horas de estabilidade à deterioração aeróbia. A estabilidade foi calculada mensurando o número de horas necessárias para que a temperatura ultrapasse os 2 °C numa porção de 5 kg exposta ao ar em ambiente termicamente isolado. Pode-se observar que quando a carga de leveduras ultrapassou os 100.000 (5 log CFU/g) esta determinou uma estabilidade inferior a 72 horas.

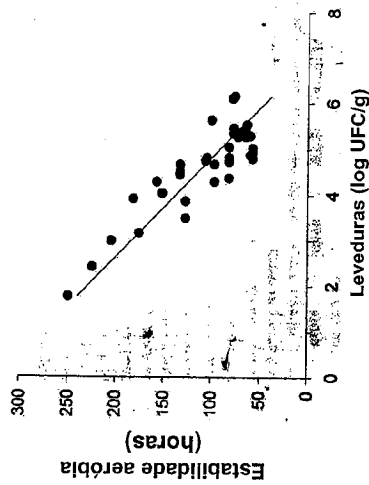
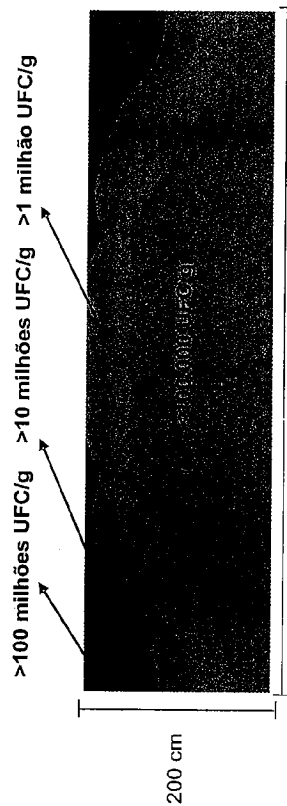


Figura 02 - Relação entre a estabilidade aeróbia da silagem e o número de leveduras presentes na massa.

Fonte: Borreani et al. (2002)

Na Figura 03 esta representada a distribuição espacial da população de leveduras presente em silagens de milho de silos do tipo trincheira durante o período de consumo. Pode-se observar como a zona periférica, sobretudo nos ângulos próximos à parede, é caracterizada por uma carga superior a 100 milhões de UFC/g (>8 log CFU/g).

Além das leveduras, o fenômeno de deterioração aeróbia também pode estar ligado a bactérias acéticas (*Acetobacter* spp.). Estes microorganismos segundo a experiência de Spoelstra et al. (1988) são capazes de oxidar o etanol a ácido acético e em fase sucessiva também o ácido láctico a ácido acético, contribuindo para os fatores que determinam a estabilidade da silagem. Na fase sucessiva da deterioração aeróbia pode-se observar um elevado desenvolvimento de bactérias aeróbias genéricas e de fungos filamentosos (assunto abordado no tópico Micotoxinas).



700 cm

Figura 03 - Mapa do número de leveduras presentes em silagem de milho armazenada em silo do tipo trincheira.

Fonte: Borreani et al. (2002)

2.2.1 - Clostridium

Os clostrídeos em sua maior parte são microrganismos esporogênicos e estritamente anaeróbios, isto é, se proliferam somente em ambientes privados de oxigênio. A passagem de um ambiente para o outro geralmente ocorre através dos esporos, forma de sobrevivência muito resistente ao oxigênio, ao calor (são resistentes a temperatura superior a 100 °C), aos ácidos orgânicos e às enzimas digestivas.

Durante a ensilagem, algumas espécies do gênero *Clostridium* encontram, em determinadas situações, as condições ótimas para se desenvolverem. A multiplicação pode ocorrer durante a fase de acidificação e de conservação, quando o silo se encontra ainda fechado ou durante a fase de consumo e exposição ao ar. Durante a fase de fermentação, o desenvolvimento está geralmente ligado a uma lenta e insuficiente acidificação do meio (pH > 4,5) que está atribuída a uma excessiva aquosidade da forragem durante a ensilagem, a insuficiência de açúcares fermentescíveis e a um considerável teor de nitrogênio na planta.

A espécie de clostrídeo mais conhecida que se desenvolve prevalentemente durante a fase de fermentação é o *Clostridium tyrobutyricum*, amplamente estudada no passado e denominada como vilã do processo de ensilagem. Nas silagens com teores de matéria seca acima de 30% (silagem de milho), geralmente não se verificam condições que favorecem o crescimento durante a fermentação, porém a problemática de desenvolvimento de clostrídeos se encontra nas áreas do alimento que estão sujeitas à deterioração aeróbia. Quando a silagem é exposta ao ambiente, o oxigênio penetra na massa e então os microrganismos aeróbios (leveduras e bactérias ácido acéticas) consomem os ácidos produzidos durante a fermentação. Segundo Jonsson (1989) o consumo destes ácidos e a presença de oxigênio levam a formação de micronichos onde os fatores que inibiam a multiplicação dos clostrídeos são reduzidos ou ausentes, desse modo, nestas condições é que os clostrídeos podem se multiplicar (Figura 04).

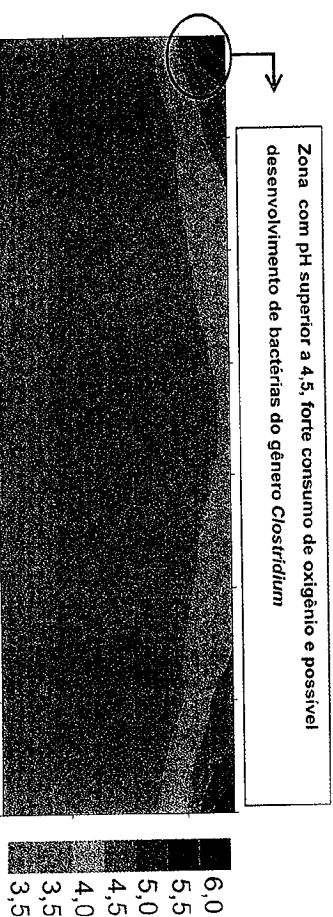


Figura 04 - Mapa dos valores de pH no painel do silo onde é armazenada silagem de milho.

Fonte: Borreani et al. (2002)

Os esporos que estão presentes na silagem, depois de ingeridos, passam pelo aparelho digestivo dos animais e chegam até as fezes. Durante o período da ordenha, o leite que chega ao interior da mama é praticamente estéril, porém os microrganismos presentes no ambiente, inclusive nas fezes, contaminam o leite, onde o grau de contaminação está ligado diretamente com a carga microbiana de esporos de clostrídeos nas fezes (Stadhousers & Jorgensen, 1990).

Quando o leite produzido é destinado à produção de queijos, o problema da contaminação se agrava, pois uma vez presente na matéria-prima, os esporos se mantêm vitais inclusive durante a fase de caseificação (transformação do leite em queijo), nem mesmo o aquecimento promovido durante a produção é capaz de eliminá-los. Durante a fase de stagionatura (cura) do queijo pode ocorrer a diminuição de germes potencialmente patogênicos (Panari et al. 2001) e de outras cepas de microrganismos (Coppola et al. 2001). Assim, os clostrídeos podem encontrar novo ambiente favorável a sua multiplicação e representar um grave problema durante a fase de comercialização, pois ocorre um "inchaço tardio" (do italiano: gonfiore tardivo) do produto, diminuindo a qualidade e o tempo na prateleira. Desse modo, estratégias de manejo na fazenda são importantes, com o objetivo de conter o número de esporos no leite e consequentemente a qualidade dos queijos.

Segundo Colombari et al. (2001) estes defeitos (inchaço) também podem ser provocados por outras cepas de clostrídeos que são muito agressivas, como, *Clostridium butyricum*, *Clostridium bifementans* e *Clostridium sporogenes*, pois a hipótese é que tais cepas são selecionadas nas zonas periféricas do silo, sobretudo naquelas sujeitas a deterioração aeróbia devido à infiltração de ar. De fato, algumas espécies de clostrídeos têm se desenvolvido em silagens sujeitas à deterioração aeróbia (Jonsson, 1991) e outros autores apontam o *Clostridium butyricum* como dominante em algumas silagens. Borreani (1993) isolando clostrídeos de silagens de milho sujeitas à deterioração aeróbia, observou algumas cepas de *Clostridium butyricum* com elevadíssima atividade da lactato desidrogenase, a qual permite às bactérias utilizar o lactato como fonte de energia. Desse modo, como a silagem é caracterizada pela presença de ácido láctico e anaerobiose, este ambiente se torna potencialmente mais perigoso do ponto de vista de seleção de cepas de clostrídeos agressivas aos queijos.

2.3 - Inferência sobre os resultados de instabilidade aeróbia

A princípio as metodologias utilizadas na avaliação dos processos que ocorrem após a abertura dos silos podem parecer fora da realidade, pois ninguém deixaria uma silagem no cocho por um período superior a um dia. Então o que se pode inferir sobre os resultados obtidos nas avaliações em situação controlada?

Bem, o que se pode considerar é que uma silagem, em ensaio de estabilidade aeróbia, que for considerada mais estável, provavelmente no silo durante a alimentação dos animais, manterá por maior tempo as mesmas características nutritivas e sanitárias que possua no momento da abertura. No entanto, no silo, fatores como a densidade, tamanho de partícula e principalmente o manejo de retirada adotado interferem de

sobremaneira na estabilidade aeróbia.

Na Figura 05, pode-se observar a dinâmica microbiana durante a utilização da silagem de milho, mantida a retirada de 15 cm./dia. Observa-se que, à medida que o silo foi sendo utilizado, a população de microrganismos foi se alterando, com redução do número de *Bacillus*, segundo Pahlow et al. (2003), e podem contribuir para a deterioração de silagens, por possuírem enzimas sacarolíticas e proteolíticas, sendo as espécies mais comuns envolvidas na deterioração de silagens o *B. cereus*, *B. lentus*, *B. firmus* e *B. sphaericus*. A partir do trigésimo dia ocorreu aumento na população de leveduras até o final da utilização.

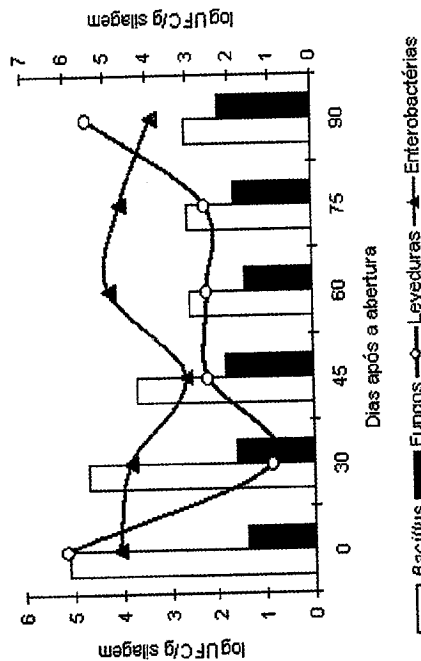


Figura 05 - Dinâmica de microrganismos durante a utilização da silagem de milho.

Fonte: Garcia et al. (2005)

O fenômeno mais evidente que se verifica durante a deterioração aeróbia é a elevação da temperatura da massa ensilada, devido aos processos de respiração e assimilação das substâncias orgânicas por parte dos microrganismos.

Na figura 06, está reportado a termografia relativa ao mesmo silo ilustrado na Figura 03. Observa-se que nas zonas periféricas, em contato com a lona e onde ocorre maior atividade microbiológica, são aquelas com temperaturas mais elevadas. O confronto das duas Figuras (03 e 06) permite verificar que o aumento do número de leveduras de 3 para 6-7 log UFC/g (passando portanto de 1.000 a 10 milhões de células por grama de silagem) corresponde a uma elevação de temperatura da ordem de 10-15 °C. Entretanto, se nas zonas periféricas o aumento da temperatura é indicativo de deterioração aeróbia, as temperaturas mais elevadas na zona central do silo não é atribuída a atividade microbiológica, mas a baixa condutividade térmica da massa ensilada que mantém por muito tempo o calor desenvolvido durante as primeiras fases da fermentação. Nas zonas periféricas o calor referente ao período fermentativo se dissipa rapidamente, por condução pela atmosfera na parte superior do silo e pelo solo nas zonas basais.

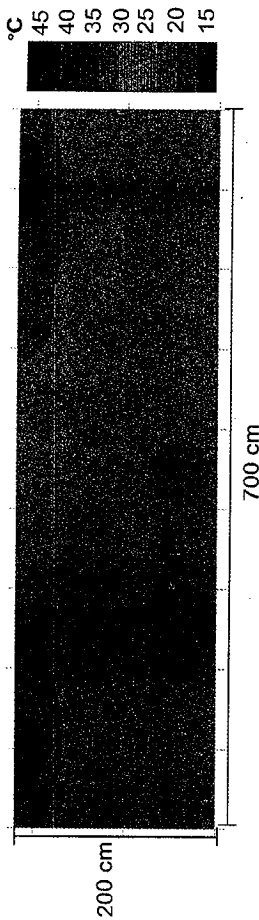


Figura 06 - Termografia do painel de um silo trincheira.

Fonte: Borreani et al. (2002)

A atividade das leveduras e de outros microrganismos inicia-se através do consumo de ácidos orgânicos produzidos durante a fermentação, desse modo, ocorre elevação dos valores de pH, que passa 3,5-3,7 (normal de uma silagem de milho), principalmente nas zonas centrais para valores próximos de 5,5 nas zonas periféricas mais degradadas que apresentam maior temperatura (Figura 06).

2.4 Instabilidade aeróbia nas silagens

2.4.1 Silagens de milho

O padrão e a caracterização dos protocolos de determinação da estabilidade aeróbia foram desenvolvidos para avaliação das silagens de milho. Segundo o modelo de avaliação da deterioração aeróbia de MUCK et al. (1991), vários são os fatores que afetam a estabilidade da silagem entre eles: pH, teores de etanol, ácido acético, láctico, carboidratos solúveis residuais, população inicial de leveduras e de fungos filamentosos. Pahlow et al. (2003) argumentam também que a deterioração aeróbia da silagem inicia-se com leveduras, que transformam os açúcares em álcool. Esses microrganismos apresentam alta resistência às variações do pH e sobrevivem em meio anaeróbio. Particularmente as leveduras *Candida krusei*, *Pichia fermentans* e *Hansenula anomala* são iniciadoras do processo de deterioração da silagem, essa relação entre estabilidade aeróbia e a população de leveduras pode ser constatada na Figura 07. Em uma etapa subsequente, fungos (*Geotrichum*, *Monascus*, *Mucor*, *Monilia*, *Penicillium* e *Thermomyces*) estão envolvidos no processo oxidativo. As bactérias proteolíticas (*Bacillus*) e as produtoras de ácido acético (*Acetobacter* e *Streptomyces*) colaboram para a instabilidade nas fases finais de deterioração.

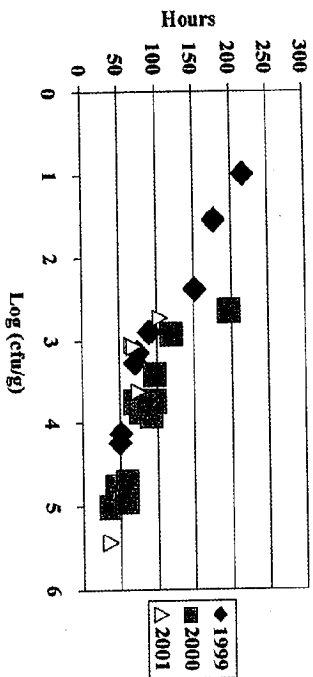


Figura 07 - Estabilidade aeróbia (horas par alcançar 2°C acima da temperatura ambiente) de vários tratamentos de silagem de milho, correlacionada com a contagem de leveduras após a abertura dos silos.

Fonte: Muck, 2002

Silagens de milho podem ser consideradas alimentos nobres, pois são dotadas de alto valor nutritivo e elevado custo de MS. Nesse sentido, considera-se que os cuidados com essas silagens após a abertura dos silos devem ser extremamente criteriosos. Um "antagonismo" se insere, pois quanto mais nutritivas, isto é, quanto mais nutrientes foram preservados durante o processo fermentativo, principalmente em relação à preservação de carboidratos solúveis e a eficiente produção de ácido lático, mais susceptível à deterioração aeróbia as silagens serão. Em comparação com outras silagens como sorgo e capim-Marandu, nota-se na Figura 08 a maior instabilidade aeróbia das silagens de milho, possivelmente esse efeito se deu em virtude da maior concentração de substratos potencialmente oxidados por microrganismos oportunistas.

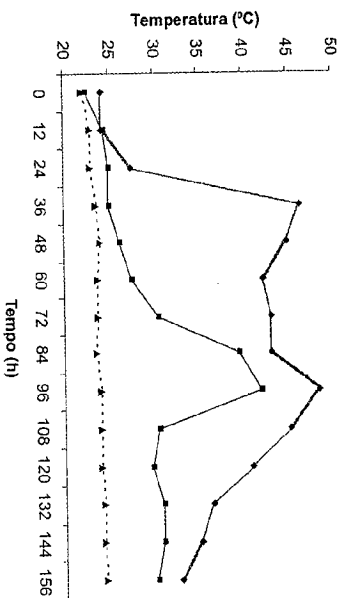


Figura 08 - Temperatura de silagens de milho, sorgo e capim-Marandu durante a exposição aeróbia.

Fonte: Lucio (2004)

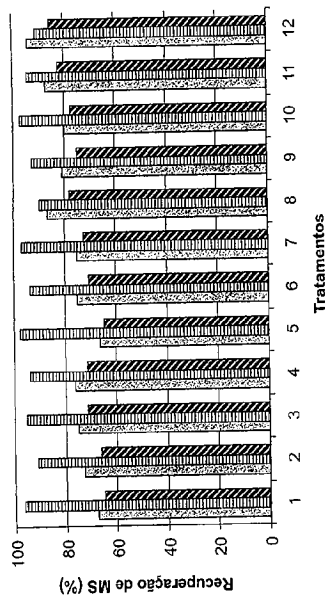
Seria uma inconseqüência, fixar a impressão que se devem confeccionar silagens de baixo valor nutritivo, com o objetivo de realizar o controle da instabilidade aeróbia. Deve-se, na verdade produzir alimentos os mais nutritivos possíveis e adotar para seu controle, práticas que serão abordadas no item possibilidades de prevenção.

2.4.2 - Silagens de cana-de-açúcar

Estudos sobre a ensilagem da cana-de-açúcar iniciaram na década de 70 (Preston et al., 1976; Silvestre et al., 1976; Alvarez et al., 1977), e naquela oportunidade os autores não consideravam a fase do pós-abertura nas avaliações. O retorno do estudo sobre a ensilagem da cana-de-açúcar se deu nos anos 2000 no Brasil e segundo Nussio & Schmidt (2004) o interesse da academia, medido pelo número de trabalhos publicados nas Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Zootecnia, vem crescendo ano a ano.

Nessa retomada dos estudos, a silagem de cana-de-açúcar foi avaliada de forma mais profunda, inclusive na fase do pós-abertura. Avaliando os dados de Pedroso (2003), Siqueira et al. (2004a) e Siqueira et al. (2004b) pode-se observar que fatores não comumente relacionados às outras silagens tornam-se de fundamental importância na avaliação das transformações ocorridas após a abertura do silo. O etanol é um desses fatores, pois segundo Driehuis & Wilkselaar (2000) apresenta efeito fungicida e pode inibir o crescimento de leveduras e mofo, implicando em aumento da estabilidade aeróbia. Neste caso, não se pode priorizar um resultado isolado de estabilidade aeróbia de uma silagem em detrimento aos parâmetros analisados no momento da abertura. Outro fator importante e que muitas vezes pode gerar interpretações antagonicas é o teor de carboidratos solúveis residuais. Quanto maior for o teor desses carboidratos na silagem, mais propensão ao desenvolvimento de leveduras e mofo a silagem vai apresentar, pois estes substratos apresentam maior facilidade oxidativa.

Na Figura 09, pode-se observar as ponderações das perdas de matéria seca ocorridas na fermentação e no pós-abertura de silagens de cana-de-açúcar. Consta-se que as perdas ocorridas durante a fermentação (83% das perdas) apresentam intensidade superior às ocorridas durante a fase de estabilidade aeróbia (17%).



1- Controle, 2- uréia (1,5%), 3- benzoato de sódio (0,1%), 4- NaOH (1%), 5- *Propionibacterium acidipropionici* e *L. plantarum*, 6- *Propionibacterium acidipropionici* e *L. plantarum* + uréia (1,5%), 7- *Propionibacterium acidipropionici* e *L. plantarum* + benzoato de sódio (0,1%), 8- *Propionibacterium acidipropionici* e *L. plantarum* + NaOH (1%), 9- *Lactobacillus buchneri*, 10- *Lactobacillus buchneri* + uréia (1,5%), 11- *Lactobacillus buchneri* + benzoato de sódio (1,01%), 12- *Lactobacillus buchneri* + NaOH (1%)

Figura 09 - Recuperações da Matéria seca na fermentação (Rec Ferm), no pós-abertura (Rec Pos) e total (Rec Total) das silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos.

Fonte: Adaptado de Siqueira (2005)

Outro fato, interessante quanto à estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar confeccionadas em silos tipo "Bag" foi constatado por Toledo Filho et al. (2004) que avaliaram o efeito de aditivos e da presença do concentrado (Tabela 01). Os autores observaram que ao acrescentar os demais ingredientes da dieta, a estabilidade aeróbia foi elevada, e que o aditivo *L. buchneri* elevou a estabilidade das dietas, não ocorrendo o mesmo com as silagens exclusivas.

Tabela 01 - Variáveis de temperatura associadas à estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar.

Tratamento ¹	SFC 0-5 dia		SFC 0-10 dia		Variáveis	
	SFC máx.	dias F°C máx.	SFC máx.	dias F°C máx.	dias F°C máx.	dias F°C > 2°C
T1	74,6 ^a	121,5 ^a	22,3 ^a	1,6 ^b	0,0 ^c	0,0 ^c
T2	51,0 ^b	105,3 ^a	17,3 ^{ab}	4,6 ^{ab}	0,6 ^c	0,6 ^c
T3	41,8 ^b	110,3 ^a	18,1 ^{ab}	6,6 ^{ab}	2,3 ^{abc}	2,3 ^{abc}
T4	61,0 ^{ab}	135,2 ^a	21,5 ^a	3,6 ^{ab}	0,3 ^c	0,3 ^c
D1	10,4 ^c	29,1 ^b	7,3 ^c	4,3 ^{ab}	1,0 ^c	1,0 ^c
D2	7,50 ^c	20,2 ^b	4,1 ^c	7,3 ^{ab}	4,0 ^a	4,0 ^a
D3	5,0 ^c	42,0 ^b	10,6 ^{bc}	9,3 ^a	3,3 ^{ab}	3,3 ^{ab}
D4	54,0 ^{ab}	146,3 ^a	23,8 ^a	9,3 ^a	1,0 ^c	1,0 ^c
CV (%)	21,4	21,43	20,41	36,93	56,2	56,2

¹ Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, através do teste Tukey a 5% de probabilidade. T1 - silagem de cana-de-açúcar exclusiva; T2 - silagem de cana-de-açúcar + solução de *Lactobacillus buchneri* (L.B) (5×10^8 ufg/g); T3 - silagem de cana-de-açúcar + solução de *Lactobacillus buchneri* (L.B) (10^8 ufg/g); T4 - silagem de cana-de-açúcar + solução de *Lactobacillus buchneri* (L.B) (10^8 ufg/g) + enzima fibrolítica; D1 - silagem de cana-de-açúcar exclusiva + concentrado; D2 - silagem de cana-de-açúcar + solução de *Lactobacillus buchneri* (L.B) (5×10^8 ufg/g) + concentrado; D3 - silagem de cana-de-açúcar + solução de *Lactobacillus buchneri* (L.B) (10^8 ufg/g) + concentrado; D4 - silagem de cana-de-açúcar + solução de *Lactobacillus buchneri* (L.B) (10^8 ufg/g) + enzima fibrolítica + concentrado.

Fonte: Toledo Filho et al., 2004

2.4.3 Silagens de gramíneas tropicais

Quando os estudos sobre estabilidade aeróbia se iniciaram no Brasil, houve uma cópia da metodologia que os norte-americanos e europeus adotavam naqueles países, como foi descrita anteriormente, e principalmente baseada nas alterações de temperatura. Porém, o Brasil apresenta outras espécies de forrageiras (por exemplo, capins tropicais) outros microrganismos e outras condições de clima. Observa-se em alguns trabalhos de pesquisa (Bernardes, 2003; Bernardes et al. 2004a; Bernardes et al. 2004b; Bernardes et al. 2004c; Bragueto, 2004; Lucio, 2004) que as silagens de capins tropicais aditivadas ou não, produzidas com valores de MS próximos de 20%, não ultrapassam os valores de temperatura do ambiente quando expostas ao ar em condições experimentais (Figura 10).

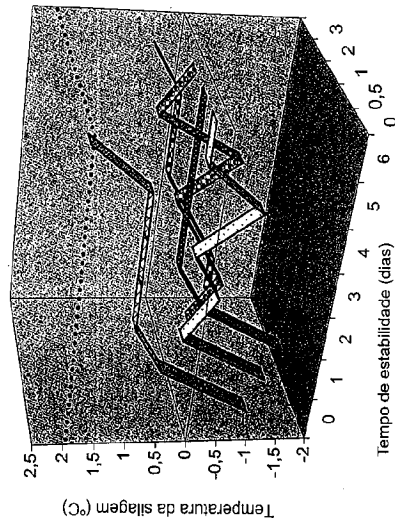


Figura 10 - Variação temporal da temperatura das silagens de capim Marandu contendo diferentes concentrações de benzoato de sódio (0, 0,5, 1, 2, e 3 g/kg) durante a exposição ao ambiente. Temperatura = 0 refere-se à temperatura ambiente (25°C). Fonte: Bernardes et al. (2004b)

No estudo de Bernardes (2003) avaliando silagens de capim-Marandu, tratadas com 0, 5 e 10% de polpa cítrica peletizada, durante o período de até seis dias após a quebra da vedação das silagens, o autor observou que as silagens de capim-Marandu apresentam deterioração caracterizada, principalmente por bactérias aeróbias, devido às suas particularidades como, alta umidade, estabilidade de fermentação em pH acima de 4,5 e ausência de substrato para os microrganismos (Tabela 02), o inverso que ocorre com silagens de alta qualidade como as de milho e de sorgo, que são deterioradas principalmente por leveduras e fungos. Dessa forma, as silagens de capim não acumulam temperatura durante a exposição aeróbia, pois as bactérias aeróbias não produzem calor durante o seu metabolismo como os fungos.

Tabela 02 - Desenvolvimento de enterobactérias, bacilos, leveduras e fungos (log UFC/g silagem) nas silagens de capim-Marandu submetidas à adição de polpa cítrica peletizada com o decorrer do desabastecimento dos silos.

Silagens (%PCP)	Tempo (dias)			
	0	2	4	6
Enterobactérias				
0	3,9	4,0	4,1	4,5
5	-	-	-	-
10	-	-	-	-
Bacilos				
0	0,8	1,1	1,8	2,2
5	-	-	-	-
10	-	-	-	-
Leveduras				
0	-	-	-	-
5	1,0	1,2	1,2	1,3
10	1,4	1,4	1,7	1,8
Fungos				
0	-	-	-	-
5	-	-	-	-
10	1,4	-	-	-

Fonte: Bernardes (2003)

Entretanto, em experimento realizado com silagem de capim-Marandu contendo 35% MS, e tendo como tratamentos capim-Marandu (A), tratamento A com *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici* e celulases + hemicelulases (B) e tratamento B com *Lactobacillus buchneri* (C), utilizando silos de média escala (12 toneladas) do tipo superfície, Bernardes et al., (2005) observaram que as temperaturas no painel do silo se elevaram conforme a silagem foi sendo utilizada, onde o tratamento B alcançou o valor médio de 57°C (27°C acima da temperatura ambiente) no décimo segundo dia após a abertura do silo, porém, em condições de fazenda (silos de grande escala) não tem-se observado aquecimento da massa de silagem de capins do gênero *Panicum* e *Brachiaria* (20%MS) após a quebra da vedação.

Apesar de não haver elevação da temperatura das silagens, isto não significa que elas sejam estáveis, pois como pode ser observado na Figura 11, houve aumento dos valores de pH, quando as silagens foram expostas ao ambiente por seis dias. Possivelmente, os ácidos orgânicos das silagens foram consumidos pelos microrganismos aeróbios, pois segundo Kung Jr. (2001) estes microrganismos degradam o ácido láctico com facilidade após a quebra da vedação gerando dióxido de carbono, etanol e ácido acético.

Outra demonstração que silagens de capins Tropicais são factíveis à deterioração aeróbia é o experimento realizado por Paziani et al. (2005) que avaliaram o efeito do tamanho da partícula, do emurchecimento, do tratamento com inoculantes microbianos homoláticos e com aditivagem com milho. Os autores observaram perdas por deterioração da silagem da ordem de 20,2% durante o desabastecimento do silo. A menor perda foi observada no tratamento sem nenhum aditivo e com tamanho de partícula pequena (14%), e as maiores perdas no tratamento com partícula grande, emurchecida e sem nenhum aditivo (29%).

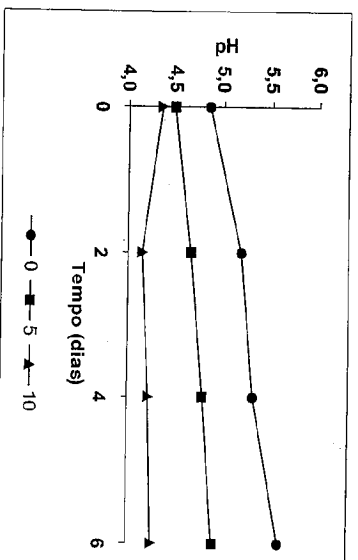


Figura 11 - Valores de pH das silagens de capim Marandu submetidas à adição de 0, 5 e 10% de polpa cítrica peletizada com o decorrer do desabastecimento dos silos. Fonte: Bernardes (2003)

Dessa forma, determinadas metodologias não são adequadas às condições brasileiras, como foi observado nos trabalhos citados. Isto não significa que a metodologia de avaliação na alteração de temperatura não seja ideal, ela apenas deve ser utilizada em determinadas condições, como estabilidade aeróbia de silagens de milho, sorgo e cana-de-açúcar, caso contrário pode haver interpretação errônea dos resultados. Recomenda-se que outras características sejam avaliadas na silagem durante a sua deterioração como valores de pH, concentrações de carboidratos solúveis e de ácidos orgânicos, teores de nitrogênio amoniacal e de componentes da parede celular.

2.4.4 - Silagens de grãos úmidos

No Brasil, as primeiras publicações científicas com referência ao assunto datam a década de noventa (Jobim et al., 1995 e Jobim et al., 1996). Segundo Jobim et al. (2001) a oxidação no pós-abertura será mais intensa, quanto melhor for a qualidade da silagem, em função dos maiores teores de carboidratos solúveis residuais e de ácido láctico. Os principais substratos utilizados pelos microrganismos são os açúcares solúveis, os ácidos orgânicos e o etanol, resultando em aumento do pH e redução na digestibilidade e no conteúdo de energia. E ainda, de acordo com Pitt et al. (1991) e Phillip & Fellner (1992) as populações de fungos e leveduras, a concentração de ácidos orgânicos em interação com o pH são os

parâmetros que mais afetam a estabilidade das silagens. Neste contexto, as silagens de grãos úmidos apresentam um substrato de alto valor nutricional para o desenvolvimento dos microrganismos oportunistas e responsáveis pela deterioração aeróbia, sendo caracterizadas como silagens de alta degradação aeróbia.

Jobim et al. (1999) constataram que o desenvolvimento de leveduras e de fungos em silagens de grãos úmidos de milho e espigas de milho aumentou significativamente após dois dias de abertura dos silos. Na silagem de espigas de milho, a população de leveduras e de fungos apresentou crescimento médio superior à observada na silagem de grãos. Na Tabela 03 observa-se o desenvolvimento de leveduras e fungos nas silagens de grãos úmidos de milho e nas silagens de espiga. Nesse ensaio, os autores avaliaram as populações desses microrganismos após a retirada de uma camada no silo a cada dois dias. Constatou-se, que não houve diferença entre os dois últimos tempos de amostragem (4^o e 6^o dias). Isso pressupõe que não houve intensa atividade de microrganismos aeróbios em uma profundidade maior no silo que a fatia que estava sendo retirada.

Tabela 03 - Desenvolvimento de leveduras e fungos (log UFC/g silagem) nas silagens de espigas e de grãos úmidos de milho em diferentes períodos de amostragem após a abertura dos silos.

Silagens	Dias após abertura dos silos				Médias
	0 dias	2 dias	4 dias	6 dias	
Silagem espigas	7,2	8,0	8,6	8,5	8,1A
Silagem grãos	6,4	7,1	7,9	8,2	7,4B
Médias	6,8C	7,5b	8,2a	8,3a	
Silagem espigas	1,2	2,0	3,5	3,8	2,6A
Silagem grãos	0,6	1,4	3,2	2,7	1,9B
Médias	0,8C	1,7b	3,4a	3,3a	

Médias na linha com letra minúscula e na coluna com letra maiúscula diferem (P<0,01) pelo teste Tukey.

Fonte: Jobim et al. (1999).

Dawson et al. (1998) avaliaram a estabilidade aeróbia de silagens de grãos úmidos em função da temperatura das silagens, constatou-se que no terceiro dia de exposição aeróbia as silagens apresentavam 32°C, enquanto a temperatura ambiente era de 25°C. Ainda, com relação a esse trabalho, essas silagens apresentaram no momento da abertura 4,93 e 5,00 log UFC/g de silagem de leveduras e fungos, respectivamente. Já no terceiro dia tanto a população de leveduras quanto à de fungos apresentaram média de 7,63 log UFC/g de silagem, mostrando o intenso desenvolvimento quando da exposição aeróbia de silagens de grãos úmidos.

3 - Efeitos da instabilidade aeróbia

3.1 - Efeitos da deterioração aeróbia sobre o valor alimentício

Poucos são os trabalhos que caracterizam o efeito da silagem deteriorada e de seus produtos sobre a ingestão e metabolismo dos animais como o de Bolsen et al. (2002).

Estudos realizados na Universidade de Kansas, EUA, Bolsen et al. (2002) demonstraram os impactos negativos que a presença de silagem deteriorada tem sobre a ingestão e digestibilidade em bovinos. Utilizando como fonte da dieta 90% de silagem de milho e 10% de concentrado (base na MS) os tratamentos foram distribuídos da seguinte forma: A) 100% de silagem normal, B) 75% normal: 25% deteriorada, C) 50% normal e 50% deteriorada e D) 25% normal e 75% deteriorada. Nota-se que quando houve maior participação de silagem deteriorada na dieta (tratamento D) ocorreu redução da ingestão em 17%, da digestibilidade da matéria orgânica em 10%, da digestibilidade da proteína bruta em 15% e a da digestibilidade da FDN em 16%, quando comparado ao tratamento A (Tabela 04). Os resultados indicaram que a presença de silagem que sofreu degradação por microrganismos aeróbios causou alterações na qualidade da dieta, podendo reduzir o ganho de peso ou a produção de leite.

Tabela 04 - Efeitos das proporções de silagem deteriorada sobre ingestão e digestibilidade de nutrientes de dietas a base de silagem de milho.

Item	Dieta			
	A	B	C	D
Ingestão (kg MS/dia)	7,95 ^a	7,35 ^b	6,95 ^{bc}	6,66 ^c
Matéria orgânica	75,6 ^a	70,6 ^b	69,0 ^b	67,8 ^b
Proteína bruta	74,6 ^a	70,5 ^b	68,0 ^{bc}	62,8 ^c
FDN	63,0 ^a	56,0 ^y	52,5 ^y	52,3 ^y
-----Digestibilidade (%)-----				

^{abc} Médias na mesma linha com letras distintas diferem entre si (P<0,05).

^{xy} Médias na mesma linha com letras distintas diferem entre si (P<0,01).

Fonte: Bolsen et al. (2002).

A menor ingestão das silagens que sofreram deterioração pode ser resultado de uma baixa aceitabilidade, reduzida taxa de passagem pelo rúmen e desbalanceamento no suprimento de nitrogênio e de energia no ambiente ruminal para a efetiva síntese de proteína microbiana.

Em função do crescimento de microrganismos indesejáveis, tem-se a utilização de carboidratos solúveis, compostos nitrogenados e vitaminas das silagens. Desta forma, há diminuição no conteúdo celular e aumento percentual na porção referente aos constituintes da parede celular, o que resulta em diminuição do valor nutritivo.

Deve-se considerar que a intensa atividade de microrganismos promove aumento na temperatura do alimento, podendo-se registrar valores acima de 65°C e até combustão

espontânea (observações em fardos de fenos). Condições de alta umidade e temperaturas acima de 55°C são favoráveis à ocorrência de reações não enzimáticas entre os carboidratos solúveis e grupos amina dos aminoácidos, resultando em compostos denominados produtos de reação de Maillard (Van Soest, 1994).

A formação de produtos de Maillard em fenos superaquecidos promove diminuição acentuada na digestibilidade da proteína (Tabela 05), uma vez que se observa aumento considerável nos teores de nitrogênio ligado à parede celular (NIDA), o qual não é disponível para os microrganismos do rúmen. Portanto, o aumento de NIDA ocorre simultaneamente ao decréscimo dos conteúdos de proteína solúvel (frações B1 e B2, proposto pelo modelo de Cornell) e elevação na quantidade de proteína alterada pelo calor (fração C).

Tabela 05 - Composição química e digestibilidade aparente de fenos após o armazenamento.

Parâmetros	Normal		Aquecido		Excessivamente Aquecido	
	% MS	Dig ¹	% MS	Dig	% MS	Dig
FB	33,1	67,5	33,0	66,3	37,0	57,8
PB	10,1	53,7	10,4	26,2	9,98	Indigestível
PB verdadeira	9,0	51,1	8,9	17,1	8,4	Indigestível

Fonte: Watson & Nash (1960)
¹ Digestibilidade

Em silos mal manejados o processo de oxidação de nutrientes é semelhante ao que acontece durante o armazenamento de fenos, devido ao crescimento de microrganismos indesejáveis que produzem calor, e dessa maneira há acréscimos na temperatura da massa de silagem, ocorrendo reações de Maillard e a provável elevação no conteúdo de proteína indigestível.

Nas silagens, parte do nitrogênio pode ser solúvel ou em situações que sofreram deterioração aeróbia pode estar na forma de NIDA, desse modo, tem-se baixa eficiência de síntese de proteína microbiana em relação a dietas contendo forragens frescas, o que resulta em menor fluxo pós-ruminal de proteína proveniente da microbiota ruminal. (Givens & Rulquin, 2002; Nussio et al., 2003). Segundo Givens & Rulquin (2002) a eficiente síntese de proteína microbiana em animais alimentados com silagens de alta qualidade deve estar entre 30-45 g N microbiano/kg de matéria orgânica aparentemente degradada no rúmen (MOADR). Dietas contendo silagem de milho apresentaram valores médios de síntese de proteína da ordem de 48,4 g N microbiano/MOADR (86 observações) e nas silagens de graminhas este valor foi de 30,1 g N microbiano/MOADR (17 observações), mostrando que a eficiência na utilização do N varia de acordo com as culturas, devido as suas particularidades durante o processo fermentativo.

O que também se torna relevante é a perda seletiva de aminoácidos durante a ensilagem, decorrente de proteólise e deaminação, formando as poliaminas. Pesquisas com silagens de milho, sorgo, alfafa e trigo demonstraram as alterações que ocorrem no perfil de aminoácidos e verificaram aumento nas concentrações das poliaminas putrescina, cadaverina e espermidina e decréscimo nas concentrações dos aminoácidos: arginina,

lisina e metionina, respectivamente (Phuniso et al., 1998).

Resalta-se que o processo de conservação de forragens altera os nutrientes originalmente presentes na planta, proporcionando a produção de silagens com diferentes qualidades nutricionais. Portanto, deve haver atenção para o uso de tabelas que trazem o valor da composição química dos alimentos, quando a dieta for calculada com base no uso de forragens conservadas. O ideal seria que na fazenda ou dentro de instituições de pesquisa, as rações fossem manipuladas de acordo com a verdadeira composição que o volumoso apresenta, respeitando as suas particularidades.

3.2 - Micotoxinas

A deterioração aeróbia dos alimentos de uso zootécnico, causada por fungos filamentosos determina perda de elementos nutritivos e de energia, além do risco de contaminação com micotoxina. As micotoxinas são metabólitos secundários caracterizados por um baixo peso molecular e estrutura química muito variável. A presença destas substâncias prejudica não somente os animais que ingerem o alimento contaminado com conseqüentes perdas econômicas, mas também o homem, através do *carry-over* ao longo da cadeia alimentar. Isto é, transferindo as micotoxinas ingeridas pelo animal aos alimentos (carne e leite) destinados à alimentação humana (Veldman et al., 1992). Segundo Piva et al. (1995) os métodos de detoxificação dos produtos contaminados são tecnicamente difíceis de serem aplicados, e economicamente onerosos, portanto deve haver particular atenção ao crescimento de fungos, que representam o ponto de partida da formação das micotoxinas.

O milho destinado a produção de grãos ou de silagem constitui importante fonte de energia das rações destinadas aos bovinos e, portanto pode estar sujeito, tanto na fase de campo ou durante a estocagem ao ataque e colonização de fungos. Quanto ao milho armazenado na forma de grãos existem muitos trabalhos científicos, tanto na literatura nacional como na internacional que fornecem um quadro abrangente sobre as espécies de fungos produtores de micotoxinas (Miller, 1994; Sweeney & Dobson, 1998), sobre os níveis de contaminação no campo (Widstrom, 1996) e sobre os danos associados a ingestão de produtos contaminados pelos animais e pelo homem (D'Mello et al., 1999; Hussain & Brasel, 2001). Porém, menos investigado é o campo relativo aos alimentos conservados na forma de silagem sobre os níveis de contaminação e eventuais reduções ou aumentos das micotoxinas durante o período de estocagem e, sobretudo após a abertura do silo.

3.2.1 - As micotoxinas mais difusas

Foram caracterizadas quimicamente mais de 400 moléculas comumente chamadas de micotoxinas, porém somente 4 destas são particularmente importantes na agricultura: o grupo das aflatoxinas, as fumonisinas, a zearalenona e a ocratoxina. Os deuteromicetos representados pelos gêneros *Fusarium*, *Aspergillus* e *Penicillium* são considerados os mais importantes produtores de micotoxinas dos alimentos de humanos e de animais. O gênero *Fusarium* é comumente saprófita e patógeno das plantas, recorrente no campo,

entretanto os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* se desenvolvem prevalentemente nas fases de conservação, devido a elevada capacidade de crescer sobre substratos de baixa umidade (Lacey, 1989).

As aflatoxinas representam a família mais estudada das micotoxinas, com mais de 5000 trabalhos de pesquisa publicados. Estes compostos são produtos das espécies *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus* presentes, geralmente no solo, nos tecidos vegetais em decomposição, nas forragens e em grãos armazenados. A aflatoxina B₁ (AFB₁) é classificada como cancerígena para o homem e se ingerida por vacas em lactação passa pelo leite como seu metabólito. A aflatoxina M₁ (AFM₁) é classificada como um possível composto cancerígeno, e os limites europeus estabelecidos em relação ao conteúdo de AFM₁ no leite é de 50 ppt. A taxa de passagem de AFB₁ da forragem e do concentrado para o leite depende de vários fatores, entre eles, o nível produtivo dos animais (maior a produtividade, maior é a taxa de passagem) e o estágio de lactação. Segundo um estudo holandês (Veldman et al. 1992), a ingestão de AFB₁ não deve exceder os 40 mg por vaca dia para não superar os limites críticos de AFM₁ no leite.

Os animais jovens são particularmente sensíveis à intoxicação com aflatoxinas, mas também nos adultos estas toxinas podem causar danos hepáticos, redução da performance reprodutiva e da produção de leite, morte de embriões e depressão do sistema imunológico, também em caso de ingestão diária muito baixa.

A zearalenona se acumula, sobretudo nas folhas localizadas na base da planta e é produto das espécies de *Fusarium graminearum* e *Fusarium culmorum*. Essa toxina é um estrógeno não esteróide de atividade anabólica que em altas concentrações pode causar distúrbios hormonais ligados à reprodução. Atualmente, somente a França e a Áustria estabeleceram limite de 200 e 60 ppb, respectivamente, para os alimentos destinados ao uso humano. Quando as condições climáticas são caracterizadas por temperatura baixa e alta umidade, ocorre o favorecimento do desenvolvimento das espécies *Fusarium graminearum* e *Fusarium culmorum*, prevalecendo a contaminação com zearalenona. Entretanto, quando o ambiente é seco e com temperaturas altas, majoritariamente se desenvolvem muito bem as espécies *Fusarium moniliforme* e *Fusarium proliferatum*, verificando-se a alta presença de fumosina B₁ (Pietri & Piva, 2000).

Cavallarin et al. (2004) realizaram o monitoramento em 20 fazendas localizadas no norte da Itália sobre a distribuição espacial de micotoxinas (Zearalenona (ZEA), aflatoxina B₁ (AFB₁) e fumosina B₁ (FB₁)) presentes em silagens de milho (Tabela 06). Nas zonas periféricas dos silos, que estavam evidentemente deterioradas, foram observados valores até 40 vezes superiores àqueles relacionados com a forragem que deu entrada no silo. Entretanto, nas zonas centrais e nas áreas não deterioradas, dos silos os valores se mantiveram semelhantes à forragem original. Elevados conteúdos de zearalenona também foram observados nas áreas próximas àquelas com presença evidente de mofo, sendo que estas zonas apresentavam temperatura elevada indicando forte atividade microbiológica naquele momento. Em 20% dos casos, a contaminação com esta micotoxina excedeu o valor de 200 ppb, que representa a concentração máxima admitida de contaminação em alimentos de consumo humano em alguns países, como por exemplo a França.

Quanto a AFB₁, do total das amostras analisadas, 22% apresentavam valor acima de 4 ppb, o que determina um risco de contaminação do leite com aflatoxina M₁, quando os animais são mantidos em sistemas intensivos consumindo mais de 25 kg de silagem/dia (Veldman et al., 1992).

Tabela 06 - Ocorrência de Zearalenona, aflatoxina B₁ e fumosina B₁ em silagens de milho, expresso em relação ao número total de amostras (n=186).

Zearalenona	ND ^A	30-300 ppb	>300 ppb
Forragem	48	50	2
Zona C ^B	40	55	5
Zona T ^C	40	47	13
Aflatoxina B ₁	ND	0.6-4.0 ppb	>4.0 ppb
Forragem	21	79	0
Zona C	8	78	14
Zona T	5	87	8
Fumosina B ₁	ND	0.9-10 ppm	>10 ppm
Forragem	18	75	7
Zona C	12	84	4
Zona T	3	88	8

^AND = não detectado; ^BC = centro do silo; ^CT = topo do silo
Fonte: Cavallarin et al. (2004)

4 - Possibilidades de prevenção

4.1 - Fatores relacionados ao manejo

Várias causas podem estar relacionadas à instabilidade aeróbia, no entanto, poucos são os trabalhos que estudam a importância dos fatores inerentes ao manejo de ensilagem sobre as perdas após a abertura (Ruppel et al., 1995; Holmes & Muck, 1999; Muck & Holmes, 2001), e mais raros os que caracterizam o efeito da silagem deteriorada e de seus produtos sobre a ingestão e desempenho dos animais (Bolsen et al., 2002; Borreani et al., 2003).

Além das perdas de nutrientes ocorridas devido à presença de microrganismos indesejáveis, a qualidade sanitária de silagens deve ganhar atenção nas pesquisas e nas propriedades rurais por se constituir numa das possíveis fontes de contaminação de produtos como o leite e a carne, além dos riscos associados à saúde humana e animal.

Algumas fazendas têm produzido silagens de alta qualidade devido aos cuidados tomados durante todo o processo de ensilagem (corte, colheita, picagem, compactação, vedação e uso de aditivos), porém, com alta frequência têm dimensionado erroneamente seus silos e isso têm provocado grandes perdas durante o fornecimento da silagem aos animais (Bernardes et al, 2005).

4.1.1 - Vedação e Cobertura dos Silos

O período compreendido entre o início do abastecimento do silo e a sua plena confecção se torna relevante, pois durante este tempo a massa estará em contato com o oxigênio, ocorrendo o processo de respiração (principalmente nas camadas mais expostas), aumento de temperatura e consequentemente perdas de nutrientes devido a estes fenômenos.

Durante a construção de silo do tipo superfície, há a possibilidade de definir qual será o tamanho e neste caso deve-se dar preferência a confecção de vários silos menores do que somente um ou dois silos grandes. Isto reduz o tempo de enchimento, e após a abertura permite rápida progressão pela massa durante a fase de retirada da mesma. O tamanho da lona que deverá cobrir o silo também deve ser analisado, pois existe pouca opção no mercado brasileiro (tamanhos de 10 x 50 ou 8 x 100 m), uma vez que a união de lonas não tem garantido segurança quanto à entrada de ar e água após a vedação (Bernardes et al, 2005). Quanto a silos do tipo trincheira, o tempo de confecção pode ser calculado pela capacidade de colheita e transporte dos equipamentos, pois não há possibilidade de manipular o tamanho deste tipo de estrutura. Ruppel et al. (1995) pesquisando o manejo de silos bunker, encontram que períodos acima de 10 dias para realizar a vedação estiveram associados a aumento nos teores de nitrogênio ligado à fibra em detergente ácido (NIDA) em silagens de milho e de alfafa. Contudo, não existe regra quanto ao tempo de confecção, o importante é que este processo seja realizado o mais rápido possível e quando o enchimento for prorrogado (entre o final da colheita e início da outra) deve-se vedar o silo temporariamente (Bernardes et al, 2005).

Silos horizontais são geralmente atrativos em razão da maior economia no armazenamento de forragens sob a forma de silagem, pois outros tipos como o bag, só poderá trazer retorno financeiro quando a fazenda produz mais de 200 toneladas de silagem, devido, principalmente aos altos custos dos equipamentos para a confecção (Roltz et al., 2003). Entretanto, silos horizontais permitem grande superfície de exposição e de trocas gasosas com o ambiente, durante o enchimento e também após a vedação (Dickerson, 1992).

A contribuição mais expressiva na etapa de vedação do silo está em evitar-se a penetração de ar do ambiente externo para o interior, porém é comum a utilização de filme de polietileno que apresenta permeabilidade ao oxigênio. Em torno de 4000 cm³ de O₂/m² esta presente durante 24 horas com a temperatura de 23°C (espessura da lona de 45 µm), todavia tende a aumentar notavelmente com a elevação da temperatura ambiental, passando para 12000 cm³ de O₂/m² por 24 horas a 50°C (Gi Borreani, Università Degli Studi di Torino, comunicação pessoal, 2005). Isto significa que durante o período do verão, quando as silagens são mais propensas à deterioração aeróbia, este fato se torna mais crítico pelo aumento da permeabilidade nas lonas. O problema é particularmente evidente nas áreas periféricas do silo, onde se verifica movimento gasoso devido à diferença de temperatura e pressão. No estudo de Ashbell & Kashnaci (1987), as perdas na superfície dos silos foram de 76% nas faces laterais, próximas às paredes e menores ao centro (16%).

O uso de novos materiais plásticos de coloração branca que auxilia na reflexão de

raios solares incidentes e com permeabilidade inferior ao oxigênio (espessura maior), pode ser um instrumento adequado para reduzir a deterioração aeróbia durante a estocagem. Contudo, pouco se conhece sobre o efeito do tipo (cor e espessura) do plástico utilizado na vedação do silo sob as condições de preservação e a qualidade do produto final. Dessa forma, com a perspectiva de reduzir o uso de plásticos na agricultura, o uso de filme de polietileno com maior espessura poderá afetar a poluição ambiental (Bernardes et al., 2005).

A proteção da lona com outros materiais (capim, terra, pneus) pode representar grande demanda de mão de obra, principalmente quando o silo é extenso, porém este tipo de cobertura traz benefícios, diminuindo a incidência de raios solares e as trocas gasosas com o ambiente (Bernardes et al. 2005). Segundo Dickerson (1992) em silos horizontais não cobertos as perdas no primeiro metro de profundidade podem alcançar valores de 60-70% em relação à massa contida no silo.

4.1.2 Manejo de confecção e utilização do silo

Evidências experimentais têm mostrado que a alta susceptibilidade das silagens à deterioração após a abertura está relacionada com: tempo prolongado de enchimento, aeração da massa na ensilagem, teores elevados de matéria seca e de nutrientes, menor densidade da massa e temperaturas ambientais elevadas (McDonald et al., 1991).

Avaliando a estabilidade aeróbia de silagens de milho produzidas sob três conteúdos de matéria seca (32; 36 e 42%), três densidades (369; 688; 957 kg/m³) e dois tempos de fechamento do silo após a sua confecção (imediatamente; 48h após), Uriarte-Archundia (2001) observou que quanto maior o tempo gasto para vedar os silos, mais instáveis foram as silagens, e que os efeitos do estágio de maturidade e da compactação não estão muito claros quanto à deterioração aeróbia.

A elevação na densidade da massa de forragem poderá reduzir a instabilidade aeróbia por restringir o crescimento de microrganismos aeróbios durante a fase fermentativa através do decréscimo na tensão de oxigênio durante as primeiras horas de ensilagem. Contudo, silagens que apresentam compactações mais elevadas (200-250 kg MS/m³), geralmente contêm maiores teores de ácido lático e açúcares remanescentes provenientes da fermentação, o que retrairia a estabilidade aeróbia.

No entanto, com forragens tropicais esse efeito foi o inverso do observado por Amaral et al. (2005), onde silagens com maior densidade durante a fermentação, quando avaliadas sob o protocolo de estabilidade aeróbia apresentaram-se como mais estáveis (Tabela 07). O que se observa nessas silagens é que aquelas com baixa densidade (100 e 120 kg MS/m³), possivelmente apresentaram intensa fermentação indesejável, devido aos altos valores de pH (6,77 e 6,79); fato esse, que predispõem a instabilidade aeróbia de silagens.

Tabela 07 - Valores de pH das silagens de capim-Marandu confeccionadas sob diferentes densidades.

Densidades (kg MS/m ³)	pH				Médias
	Abertura	Dia 3	Dia 6		
100	6,77	7,78	8,47		7,67 a
120	6,79	8,85	9,08		8,24 a
140	4,89	5,41	6,74		5,68 b
160	4,83	5,38	6,86		5,69 b
Médias	5,82 c	6,85 b	7,79 a		

Fonte: Amaral et al. (2005)

Outro estudo com forragens tropicais (capim-Tanzânia), realizado por Tavares (2005), onde o autor avaliou o efeito da densidade na ensilagem e durante a fermentação sobre os efeitos da estabilidade aeróbia, constatou-se também melhoria da estabilidade em função da temperatura nas silagens com maior grau de compactação independente do tipo do aditivo (polpa cítrica) ou emurhecimento (Figura 12).

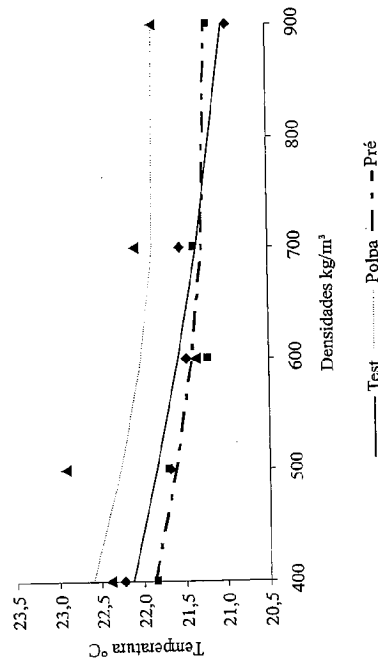


Figura 12 - Representação gráfica da elevação da temperatura na pós-abertura das silagens de capim-Tanzânia submetidas em diferentes densidades.

Fonte: Tavares (2005)

4.1.3 - Desabastecimento como controlador de perdas

A retirada e o fornecimento da silagem aos animais têm funcionado como um importante dreno de matéria seca e energia durante o processo de ensilagem. No Brasil, parte desse problema está na dificuldade que o produtor encontra em adquirir equipamentos que desenvolvam um trabalho considerado ideal durante o desabastecimento do silo. A remoção da silagem deve ser realizada sem promover perturbações nas camadas

remanescentes o que ocorre, quando o uso de pás carregadeiras frontais são utilizadas. Este equipamento avança toda a estrutura da massa de silagem criando condições para que o oxigênio caminhe tanto no sentido horizontal, como no vertical (Figura 13), aumentando os riscos de deterioração do alimento (Bernardes et al., 2005).

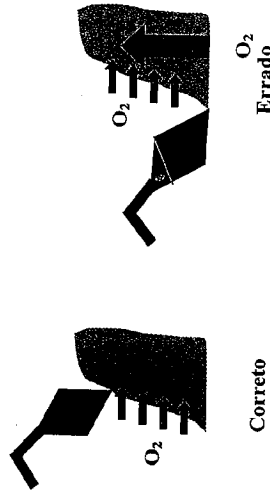


Figura 13 - Manejo correto e errado durante o desabastecimento do silo e as formas com que o ar penetra na massa ensilada.

Fonte: Bernardes et al. (2005)

O manejo de retirada poderá ser auxiliado com o uso de desensiladeiras, que executam o trabalho com precisão promovendo o corte do painel no sentido de cima para baixo. Contudo, este equipamento é comercializado a custos elevados, pois são poucos os fabricantes dentro do mercado nacional, o que inviabiliza na maioria das vezes a sua compra.

Outro maquinário que tem sido utilizado com frequência nas fazendas brasileiras é o garfo hidráulico, principalmente em sistemas que trabalham com silagem de capim, o que facilita a confecção imediata de rações totais. Entretanto, o uso da mandíbula na prensagem da silagem durante a retirada parece promover perturbações nas camadas laterais, quando o trabalho de desabastecimento está sendo executado (observações de campo), o que necessita ser avaliado experimentalmente.

O aproveitamento de silos existentes na propriedade e/ou a construção destes, desvinculados da previsão da camada diária a ser removida do silo, em função do número de animais a serem alimentados se constitui em elevada fonte de perdas de silagem ou da qualidade destas por ocasião do fornecimento. Tal fato causa sérios prejuízos à exploração pecuária onde o recurso silagem é usado no período crítico de disponibilidade de forragem (Evangelista et al., 2004). Desse modo, o *layout* de um silo inicia-se pelo programa de desabastecimento aliado aos fatores de manejo comentados anteriormente.

O primeiro cuidado é calcular quantos animais irão fazer uso da silagem e qual a quantidade que será ofertada diariamente. Com relação ao silo, deve-se conhecer a área e a expectativa da densidade que a silagem irá alcançar com respaldo de anos anteriores.

O correto dimensionamento do silo, traduz-se em tecnologia sem custo e que propicia redução das perdas decorrentes da deterioração durante sua utilização. Deve-se atentar para a inferência realizada sobre o avanço de retirada diária, que influencia na qualidade

do produto a ser oferecido aos animais e no desempenho destes.

Borreati et al. (2003) conduziram um estudo com o objetivo de criar estratégias de manejo que previna a deterioração aeróbia de silagens de milho e consequentemente melhore a qualidade higiênica do leite durante a caseificação (Tabela 08). Cerca de 36 fazendas foram incluídas na pesquisa e divididas em três grupos: A (deterioração aeróbia evidente durante o inverno e o verão), B (silagens com deterioração aeróbia somente no verão) e C (silagens sem fenômeno de deterioração).

As fazendas do grupo C foram caracterizadas por um consumo superior de silagem e elevada produção de leite por vaca (superior a 11.000 kg/ano). Observa-se também que nestas propriedades houve maior número de silos, com dimensões inferiores, o que determinou menor área de exposição ao ar devido a uma rápida progressão na retirada de silagem. Durante o período do verão, as temperaturas foram superiores, nos três grupos de fazendas, demonstrando que durante esta fase, as silagens são mais propensas à deterioração aeróbia, devido às condições favoráveis para o crescimento dos microrganismos, o que determina uma maior velocidade de descarregamento, como no caso das fazendas do grupo C (até 31 cm/dia).

Tabela 08 - Índices técnicos de fazendas produtoras de leite e das silagens de milho utilizadas na alimentação.

Grupo	Consumo (kg/vaca)	Produção de leite (kg/vaca/ano)	Número de silos	Densidade (kg/m ³)	Inverno			Verão		
					Temperatura	pH	Avanço semanal (m)	Temperatura	pH	Avanço semanal (m)
A	21	8352±1336	1-3	221/621	35	4,9	0,77	36	5,1	0,98
B	22	8958±1315	2-3	312/634	16	3,9	0,91	35	4,7	1,12
C	25	11030±150	4-5	321/576	11	3,7	1,68	28	3,9	2,17

Fonte: Borreati et al. (2003)

4.2 - Aditivos na ensilagem

Os inoculantes bacterianos abrangem a classe de aditivos com mais rápido desenvolvimento e adoção em todo o mundo, devido principalmente à facilidade de manipulação, ausência de toxicidade para os mamíferos e grande disponibilidade no mercado. O princípio básico de atuação destes produtos é o incremento na população de bactérias homofermentativas capazes de competir com a fauna epifítica existente na forragem, de maneira a aumentar a produção de ácido lático.

Um ponto fundamental, quando se utiliza um aditivo, é conhecer o quanto ele pode melhorar o padrão de fermentação, o consumo, a digestibilidade e a produção animal, e é economicamente viável. Infelizmente, são poucos os trabalhos na literatura que abordam todos estes parâmetros; normalmente, os estudos se detêm apenas aos aspectos bromatológicos das silagens resultantes e dessa forma, não permitem ainda uma posição segura quanto à sua utilização ou não em larga escala.

A eficiência de utilização de inoculantes bacterianos depende do conteúdo de MS da forragem, da quantidade de CS disponíveis e da anaerobiose no silo. Quando o carregamento do silo é demorado favorece o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis em prejuízo das bactérias produtoras de ácido lático. O uso do inoculante bacteriano promove teoricamente aumento na taxa de fermentação (maior relação ácido lático/ácido), diminuindo a proteólise e a desaminação da proteína da forragem, com uso mais eficiente dos CS e, em consequência, maior retenção de nutrientes na silagem (Henderson, 1993). A maioria dos produtos comerciais inclui as bactérias dos gêneros *Pediococcus* e/ou *Streptococcus*, os quais têm sua atividade em pH entre 5,0 e 6,5 e estirpes de *Lactobacillus* homofermentativas que são mais efetivos na produção de ácido lático em pH mais ácido.

De acordo com Rotz & Muck (1994) os aditivos mais usados nos EUA são os inoculantes bacterianos com objetivo de aumentar a população de bactérias lácticas. Para a seleção de bactérias têm-se como critérios principais, seu rápido crescimento e serem homofermentativas.

No sumário apresentado por Muck & Kung Jr (1997) de dados sobre a utilização de inoculantes na produção de silagem, foram relacionados resultados experimentais do período de 1990 a 1995. Em 60% dos experimentos houve efeito positivo do inoculante sobre o pH (n=221) e na relação ácido lático/ácido (n=233) e redução do NH₃-N em 55% dos experimentos (n=148). Também foi observado aumento na recuperação de MS em 38% dos trabalhos (n=34) e aumento de cinco unidades percentuais na digestibilidade da MS em 33% dos trabalhos (n=82). Com relação à estabilidade aeróbica da silagem, não houve efeito ou piorou em 60% dos experimentos.

A compilação de resultados de um grande número de experimentos realizados entre 1985 e 1992 revela que houve melhora na fermentação em 40% das silagens de milho, 75% das silagens de alfafa e 71% das silagens de outras gramíneas. Como média, a performance animal aumentou na ordem de 2 a 4%, dependendo do parâmetro avaliado (ganho de peso, produção de leite, ingestão, eficiência do alimento) (Rotz & Muck, 1994).

Kung Jr & Muck (1997) relatam o efeito da inoculação sobre a ingestão e desempenho animal em trabalhos publicados no período de 1990 a 1995. A utilização de inoculantes apresentou efeito positivo em 28% de 67 trabalhos avaliando a ingestão de MS, 53% de 15 trabalhos avaliando o ganho em peso e em 47% de 36 dos trabalhos avaliando produção de leite. Nessa revisão, para bovinos leiteiros a média no aumento do consumo de MS de silagem foi de 0,5 kg (4,8%) resultando em aumento de produção de leite em 1,18 kg/dia (4,6%). Em gado de corte, observou aumento de 0,455 kg (7,5%) no consumo de MS de silagem e de 0,083 kg/dia (11%) no ganho em peso.

Observa-se que quando são contrastadas as respostas positivas dos inoculantes na fermentação e na produção animal, os resultados são inferiores na performance animal, pois entre estes dois parâmetros existe uma fase de transição, a qual denomina-se deterioração aeróbia. Dessa forma, os nutrientes que foram preservados ou produzidos durante a fermentação (ácido lático) pela presença de bactérias lácticas, são degradados quando o silo é aberto, inutilizando-os para os animais (Bernardes et al, 2004c).

O principal enfoque na indústria de inoculantes é a busca de produtos a base de

bactérias homofermentativas. Contudo, uma linhagem de bactéria heterofermentativa (*Lactobacillus buchneri*), tem-se mostrado promissora em aumentar a estabilidade aeróbia das silagens (Weinberg & Muck, 1996).

Nos ensaios de estabilidade aeróbia sobre efeitos de aditivos destacam-se a inclusão de ácidos durante a ensilagem (Mills & Kung, 2002) doses de amônia e uréia (Hill & Leaver, 2002), emurchecimento e/ou adição de inoculante microbiano (Castro, 2002; Igarasi, 2002), aditivos absorventes e disponibilizadores de substrato (Bernardes, 2003) e métodos de alteração da fermentação com a utilização de bactérias heteroláticas produtoras de acetato e propionato (Siqueira, 2005).

4.2.1 - Aditivos como controladores da deterioração na pós-abertura

Para controle da deterioração aeróbia, pode-se utilizar microorganismos produtores de ácidos orgânicos considerados fracos, que podem reduzir o pH da massa ensilada. No entanto, a ação desses ácidos ocorre sobre o metabolismo de leveduras e fungos filamentosos (Moon, 1983 e McDonald et al., 1991) (Figura 14).

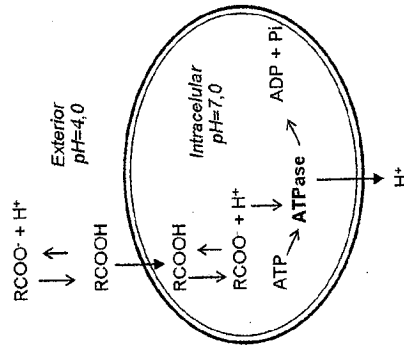


Figura 14 - Destino do ácido orgânico em ambiente de baixo pH e na presença da célula microbiana.

Fonte: Davidson (1997)

As bactérias *Propionibacterium acidipropionici* e *Lactobacillus buchneri* entre outros compostos produzem principalmente ácido propiônico e ácido acético, respectivamente (Dawson et al., 1998 e Danner et al., 2003). Esses ácidos em pH inferior ao seu pK_s (4,87 e 4,73 dos ácidos propiônico e acético, respectivamente), ficam na forma não dissociada, sendo a membrana dos microorganismos permeável a eles. Assim, tem-se a entrada dos ácidos via transporte passivo, e uma vez dentro das células, eles são dissociados ($RCOO^-$ e H^+) devido ao pH interno do microorganismo ser por volta de 7,0 (superior ao pK_s), liberando íons H^+ , consequentemente ocorre rápida redução do pH

intracelular. Para elevar novamente o pH, o microorganismo tem que expulsar os íons H^+ , implicando em gasto de energia, por se tratar de um processo de transporte ativo, retardando o crescimento e podendo causar a morte celular (McDonald et al., 1991).

4.2.1.1 - *Lactobacillus buchneri*

Weinberg & Muck (1996) propuseram a utilização do *L. buchneri* visando atender os novos conceitos em relação a inoculantes citados acima. A partir de então vários estudos vêm sendo realizados em todo o mundo como os de Driehuis et al. (1999), Kung Jr. & Ranjit (2001), Oude Elferink et al. (2001), Pedroso et al. (2002), Schmidt et al. (2004), Weinberg et al. (2002) entre outros.

Bactérias heteroláticas fermentam glicose produzindo ácido láctico e etanol, já a frutose é fermentada a ácido láctico, acético e manitol. Porém, o *L. buchneri* não possui a enzima acetadeído desidrogenase responsável pela redução de acetaldéido a etanol. Portanto, esse microorganismo não produz etanol, consequentemente ocorre aumento na concentração de ácido acético como produto final de sua fermentação (McDonald et al., 1991).

Oude Elferink et al. (2001) demonstraram a capacidade do *L. buchneri* de degradar em condições anaeróbias, ácido láctico em ácido acético e 1,2-propanodiol, em quantidades equimolares. Vale ressaltar, que a redução de ácido láctico representa diminuição de substrato potencialmente fermentável por leveduras. No caso da ensilagem da cana-de-açúcar, esse efeito apresenta grande interesse durante o processo fermentativo e no pós-abertura.

Driehuis et al. (1999) observaram presença de 1-propanol e ácido propiônico em silagens inoculadas com *L. buchneri*. No entanto, esses metabólitos não foram observados em experimentos *in vitro*, onde o *L. buchneri* foi incubado isoladamente, sugerindo que o metabolismo desses produtos é de responsabilidade de outro microorganismo. Krooneman et al. (2002) provaram que o *L. buchneri* não foi capaz de degradar 1,2-propanodiol e isolou uma nova bactéria (*Lactobacillus dthivorans*) que tem capacidade de degradar 1,2-propanodiol em 1-propanol e ácido propiônico. Segundo Danner et al. (2003) o 1-propanol em concentrações superiores a 2% tem efeito em elevar a estabilidade aeróbia de silagens e Moon (1983) observou inibição do crescimento de leveduras na presença de ácido propiônico.

Ranjit & Kung Jr. (2000), utilizando *L. buchneri* na dose de 10^6 ufc/g de forragem, observaram aumento no teor de ácido acético de 1,8% na silagem sem inoculante para 3,6% na silagem inoculada com *L. buchneri*. A população de leveduras foi de 10^6 e 10^7 ufc/g de silagem, nas silagens não inoculadas e inoculadas, respectivamente. Consequentemente a estabilidade aeróbia aumentou em relação às silagens não tratadas, passando de 26,5 h para mais de 900 h.

Estudando o efeito do *L. buchneri* na ensilagem da cana-de-açúcar, Freitas et al. (2004) não observaram redução nas perdas de matéria seca naquelas inoculadas (33,2%) em relação às silagens controle (31,1%). No entanto, Pedroso (2003) constatou redução nas perdas de matéria seca de 18,2 para 8,05% em silagens aditivadas com *L. buchneri*, quando comparada à silagem sem aditivo. Nussio & Schmidt (2004) comentam que a não

observância de efeito nas silagens obtidas por Freitas et al. (2004) pode ser devido ao baixo teor de matéria seca das silagens (21,4%), que, provavelmente propiciou elevada perda de nutrientes via efluente, que não foi mensurada.

Possivelmente, as silagens que são mais suscetíveis ao processo de deterioração aeróbia são as silagens de grãos úmidos. Visando a redução desses efeitos Almeida et al. (2005) avaliaram a inclusão de doses do *L. buchneri* na estabilidade aeróbia dessas silagens. Os autores constataram efeito positivo desse aditivo elevando a estabilidade aeróbia de 68 h (controle) para 239 h (1×10^5 ufc de *L. buchneri* / g de forragem), sendo que a partir dessa dose não observou efeitos positivos em relação ao aumento das doses. Nesse mesmo estudo os autores monitoraram a população de leveduras e fungos durante a exposição aeróbia, constataram que até o quinto dia de exposição às silagens tratadas com dose igual ou superior a 1×10^5 ufc de *L. buchneri* / g de forragem controlaram o desenvolvimento desses microrganismos, porém no décimo dia todas as silagens apresentavam contagem de leveduras da ordem de $8,92 \log$ de ufc/g de silagem.

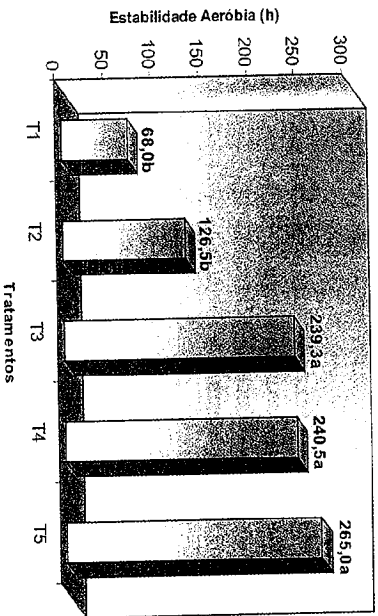


Figura 15 - Efeito das doses de inoculante bacteriano *L. buchneri* na estabilidade aeróbia (horas). Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). T1: controle; T2: 5×10^4 ; T3: 1×10^5 ; T4: 2×10^5 ; T5: 4×10^5 UFC/g de forragem ensilada.

Fonte: Almeida et al. (2005)

4.2.1.2 Propionibacterium

Outro microrganismo utilizado visando atuar na estabilidade aeróbia e no controle de leveduras é o *Propionibacterium*, que tem capacidade de fermentar três moles de lactato e produzir dois moles de propionato, um mol de acetato e um mol de gás carbônico (Kung Jr et al., 2003). Esses mesmos autores relatam que os incrementos na estabilidade aeróbia, encontrados na literatura, são controversos.

Flores-Galarza et al. (1985) realizaram estudo com *P. shermanii* em adição na ensilagem de grãos úmidos de milho, e encontraram redução na população de leveduras de $2,4 \times 10^7$

para menos de 10 nas silagens inoculadas com *P. shermanii* ou nas inoculadas com associação de *L. plantarum* e *P. shermanii*. Além disso, os autores observaram neste estudo valor de pH final da silagem superior a 4,5.

Weinberg et al. (1995) não encontraram efeito positivo deste microrganismo tanto na fermentação quanto na exposição aeróbia das silagens de milho. Os autores atribuem a não constatação de efeito ao declínio do pH, pois estas silagens apresentaram pH final inferior a 4,0. Segundo Kung Jr. et al. (2003) as bactérias do gênero *Propionibacterium* são inibidas em pH inferior a 4,2-4,5. No entanto, Filya et al. (2004) adicionaram *P. acidipropionici* na ensilagem de trigo, sorgo e milho. Mesmo as silagens tendo apresentado pH inferior a 4,0 com dezesseis dias de fermentação, foram observados aumentos no teor de ácido propiônico de 0,06 para 0,9% e no teor de ácido acético de 0,5 para 0,74% nas silagens inoculadas com *P. acidipropionici*, após sessenta dias de fermentação. Conseqüentemente, estas silagens tiveram menor população de leveduras após cinco dias de exposição aeróbia ($< 2,0 \log$ ufc/g de silagem), em relação às silagens controle ($5,7 \log$ ufc/g de silagem).

5 - Considerações Finais

A impossibilidade de mensurar as perdas ocorridas nas fazendas e a dificuldade de as determinarem quantitativamente em trabalhos experimentais, dificulta a estimativa, a percepção e a divulgação do significado sobre os custos de produção. Para que se efetive a proposta de se produzir silagem de boa qualidade é preciso que os fabricantes de máquinas agrícolas continuem avaliando o sinalizador final, que obviamente é o animal.

Efeitos deletérios causados pela exposição aeróbia são observados na maioria das silagens. Em primeira instância as perdas observadas são as por putrefação, onde se espera que essas sejam eliminadas. Mas as perdas não visíveis, como o consumo de nutrientes pelos microrganismos aeróbios também devem ser consideradas. Além das perdas, há de se considerar a possibilidade de existência de substâncias tóxicas aos animais.

O uso de estratégias como a utilização de aditivos podem ser empregadas, no entanto o custo de sua inclusão deve ser considerado, na avaliação econômica do sistema.

Práticas de manejo como o correto dimensionamento dos silos, buscando manter a qualidade das silagens quando expostas à presença de oxigênio, são estratégias de baixo custo, ou na maioria dos casos de custo zero. Essas devem ser observadas e incluídas nos planejamentos de produção de silagens em todas as propriedades.

6 - Referências Bibliográficas

- ALVAREZ, F.J.; PRIEGO, A.; PRESTON, T.R. Animal performance on ensiled sugarcane. *Tropical Animal Production*, v.2, p.2-33, 1977.
- ALMEIDA, E.O; REIS, R.A.; SQUEIRA, G.R.; JANUSKIEWICZ, E.R.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T.; SCHOCKEN-ITURINO, R.P. Efeitos de doses do *Lactobacillus buchneri* (Cepa NCMB 40788) sobre a dinâmica microbiana e estabilidade aeróbia de silagens de grãos úmidos de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42. 2005, Goiânia. Anais... Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. CD-ROM.

- AMARAL, R. C.; BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; NATARELLI, B.; MONTEIRO, R. R. Efeitos da compactação sobre a estabilidade aeróbia dos silagens de capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. Anais... Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. CD-ROM.
- ASHBELL, G., KASHANCI, Y. Silo losses from wheat ensiled in bunker silos in a subtropical climate. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 40, p. 95-98, 1987.
- ASHBELL, G.; WEINBERG, Z. G.; AZRIELI, A.; HEN, Y.; HOREV, B. A simple system to study the aerobic determination of silage. *Canadian Agricultural Engineering*, v. 34, p. 171-175, 1991.
- BERNARDES, T. F. Características fermentativas, microbiológicas e químicas do Capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex. a. Rich) Stapf cv. Marandu) ensilado com polpa cítrica peletizada. Dissertação de mestrado - FCAV/UNESP, 2003, 108p.
- BERNARDES, T. F. Novas tecnologias para o controle da deterioração aeróbia em silagens. Tese de Doutorado, FCAV/UNESP, 2005 (em fase de preparação para a defesa).
- BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; AMARAL, R. C.; PIRES, A. J. V. Aditivos biológicos e químico na ensilagem de capim-Marandu: Estabilidade aeróbia da ração total e da silagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. Anais... Campo Grande: SBZ, 2004c. CD ROM.
- BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; AMARAL, R. C.; PIRES, A. J. V. Uso de benzoato de sódio na ensilagem de capim-Marandu: Estabilidade aeróbia da ração total e da silagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. Anais... Campo Grande: SBZ, 2004b. CD ROM.
- BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; PIRES, A. J. V. Estabilidade aeróbia da ração total e da silagem de capim-Marandu inoculada com *Lactobacillus buchneri* 40788. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. Anais... Campo Grande: SBZ, 2004c. CD ROM.
- BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. Efeitos da presença de silagem deteriorada na alimentação de bovinos. www.beefpoint.com.br/radarectecnicos. 17/12/2003. Consultado em 15/07/2005.
- BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A. Importância do planejamento na produção e uso da silagem. In: EVANGELISTA, A. R.; AMARAL, P. N. C.; PADOVANI, R. F. et al. (Eds) *Forragicultura e Pastagens: Temas em Evidências*. Lavras: Editora UFLA, 2005. p.121-176.
- BOLSEN, K. K.; WHITLOCK, L. A.; URIARTE-ARCHUNDIA, M. E. Effect of surface spoilage on the nutritive value of maize silages diets. In: THE INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 13th, 2002, Auchincruive. Proceedings... Auchincruive, 2002, p.75-77.
- BORREANI, G. Comparative evaluation of two methods for enumeration of *Clostridium tyrobutyricum* in maize silage. *International Report*, Lelystad, Netherlands, 1993, 31p.
- BORREANI, G.; TABACCO, E.; COLOMBARI, G. Influenza del deteriorazione aerobico degli insilati sulla qualità dei prodotti caseari. *L'Informatore Agrario*, v. 11, p. 57-62, 2002.
- BORREANI, G.; TABACCO, E.; GIACCONE, D.; ARRU, R.; PEIRETTI, P. G.; CAVALLARIN, L. Influenza del deteriorazione aerobico degli insilati di mais sulla qualità del latte destinato alla caseificazione di Grana Padano. *Grugliasco: Università Degli Studi di Torino*, 2003, 5p.
- BRAGUETO, F. C. Estabilidade aeróbia de silagens de capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) submetidas a adição de aditivos biológicos e químico. Trabalho de Graduação. FCAV/UNESP, 2004, 42p.
- CASTRO, F. G. Uso de pré-enzuchimento, inoculante bacteriano-enzimático ou ácido propiônico na produção de silagem de Tifton 85 (*Cynodon dactylon* ssp). Tese de Doutorado - ESALQ/USP, Piracicaba, 2002, 136p.
- CAVALLARIN, L.; BORREANI, G.; TABACCO, E. Mycotoxin occurrence in farm maize silages in northern Italy. In: GENERAL MEETING OF THE EUROPEAN GRASSLAND FEDERATION, 20, 2004, Luzern, Switzerland. Proceedings... p. 1023-1025, 2004.
- COLOMBARI, G.; BORREANI, G.; CROVETTO, G. M. Effect of Ensilage Alfalfa at Low and High Dry Matter on Production of Milk Used to Make Grana Cheese. *Journal Dairy Science*, v. 84 p. 2494-2502, 2001.
- COPPOLA, R.; NANNI, M.; IORIZZO, M.; SORENTINO, A.; SORENTINO, E.; CHIAVARI, C.; GRAZIA, L. Microbiological characteristics of Parmigiano Reggiano cheese during the

cheesemaking and first months of the ripening. *Lait*, v. 80, p. 479-490, 2000.

- D'MELLO, J. P. F.; PLACINTA, C. M.; MACDONALD, A. M. C. *Fusarium* mycotoxins: A review of global implications for animal health, welfare and productivity. *Animal Feed Science and Technology*, v. 80, p. 183-205, 1999.
- DANNER, H.; HOLZER, M.; MAYRHUBER, E.; BRAUN, R. Acetic acid increases stability of silage under aerobic conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, v.69, p.562-567, 2003.
- DAVIDSON, P. M. Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. In: DOYLE, M. P.; BEUCHAT, L. R.; MONTEVILLE, T. J. (Ed.) *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*. Washington: ASM Press, 1997, p. 520-556.
- DAWSON, T. E.; RUST, S. R.; YOKOYAMA, M. T. Improved fermentation and aerobic stability of ensiled, high moisture corn with use of *Propionibacterium acidipropionici*. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.1015-1021, 1998.
- DICKERSON, J. T. *Rate and extent of top spoilage losses in horizontal silos*. Dissertation - Doctor of Philosophy, Kansas State University, Manhattan, 1992, 138p.
- DRIEHUIS, F.; OUDERELFERINK, S.J.W.H.; SPOELSTRA, S.F. Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. *Journal of Applied Microbiology*, v.87, p.583-594, 1999.
- DRIEHUIS, F.; OUDERELFERINK, S.J.W.H.; VAN WIKSELAAR, P.G. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. *Grass and Forage Science*, v.56, p.330-343, 2001.
- DRIEHUIS, F.; WIKSELAAR, P.G. The occurrence and prevention of ethanol fermentation in high-dry-matter grass silage. *Journal of Science of Food and Agriculture*, v.80, p.711-718, 2000.
- EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; PEREIRA, R. C. Perdas na conservação de forragens. In: JOHIM, C.C.; CECAIRO, U.; CANTO, M.W. (Ed) *II Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas*. Maringá: UEM/CCA/DZO, 2004. p.75-112.
- FLIXA, I.; SUCU, E.; KARABULUT, A. The effect of *Propionibacterium acidipropionici*, with or without *Lactobacillus plantarum*, on the fermentation and aerobic stability of wheat, sorghum and maize silages. *Journal Applied Microbiology*, v.97, p.818-821, 2004.
- FLORES-GALARZA, R. O.; GLATZ, B. A.; BERN, C.J.; VAN FOSSEN, L. D. Preservation of high-moisture corn by microbial fermentation. *Journal Food Protection*, v.48, p.407-411, 1985.
- FREITAS, A. W. P.; PEREIRA, J. C.; ROCHA, F. C.; COSTA, M. G.; LEONEL, F. P.; RIBEIRO, M. D.; SILVA, C. J.; SILVA, L. O.; MOREIRA, M. S. Características da silagem de cana-de-açúcar tratada com dois inoculantes e enriquecida com resíduo de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. CD-ROM.
- GARCIA, G. R.; COAN, R. M.; REIS, R. A.; SAMPAIO, R. L.; RESENDE, F. D.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P. Perfil microbiológico e características químicas da silagem de milho exposta ao ambiente. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. Anais... Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. CD-ROM.
- GIVENS, D. I.; RULQUIN, H. Utilisation of protein from silage-based diets. In: THE INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 13th, 2002, Auchincruive. Proceedings... Auchincruive, 2002, p. 268-283.
- HENDERSON, N. Silage additives. *Animal Feed Science and Technology*, v. 45, p.35-56, 1993.
- HILL, J.; LEAVER, J. D. Changes in chemical composition and nutritive value of urea treated whole crop wheat during exposure to air. *Animal Feed Science Technology*, v.102, p.181-195, 2002.
- HOLMES, B. J.; MUCK, R. E. Factors affecting bunker silos densities. Madison: University of Wisconsin, 1999. 7p.
- HUSSEIN, H. S.; BRASEL, J. M. Toxicity, metabolism and impact of mycotoxins on humans and animals. *Toxicology*, v. 167, p. 101-134, 2001.
- 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 do inoculante bacteriano. Dissertação de Mestrado - ESALQ/USP, 2002, 132p.
- JOHIM, C. C.; FURTADO, C. E.; SCAPINELLO, C.; REIS, R. A. Produção e utilização de silagens de grãos úmidos de cereais. In: EVANGELISTA, A. R.; SALES, E. C. J.; SIQUEIRA, G. R.; LIMA, J. A.

- (Ed.) Forragicultura e pastagens: Temas em evidência. Lavras: Editora UFLA, 2001. p. 211-234.
- JOBIM, C.C.; GONÇALVES, G.D. Microbiologia de forragens conservadas. In: REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R.; MOREIRA, A.L. (Ed.) **Volúmosos na produção de ruminantes: Valor alimentício de forragens**. Jaboticabal: Funep, 2003. p.1-26.
- JOBIM, C.C.; REIS, R.A.; MARTINS, E.N.; ALACALDE, C.R. Degradabilidade *In situ* da matéria seca e da proteína bruta de silagens da planta de milho, dos grãos úmidos e de espigas sem bractees. *Acta Scientiarum*. v. 21, p.665-667, 1999.
- JOBIM, C.C.; REIS, R.A.; RODRIGUES, I.R.A. et al. Avaliação da silagem de grãos úmidos de milho (*Zea mays* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1995, Brasília. Anais... Brasília: SBZ, 1995. p.82-83.
- JOBIM, C.C.; REIS, R.A.; ROSA, B.; ANDRADE, P. Avaliação do valor nutritivo das silagens de grãos úmidos e de espigas de milho sem bractees. *Revista Unimar*. v.18, p.545-552, 1996.
- JONSSON, A. Growth of clostridium tyrobutylicum during fermentation and aerobic deterioration of grass silage. *Journal Science Food Agriculture*, v. 54, p. 557-568, 1991.
- JONSSON, A. The role of yeast s and clostridia in silage deterioration. Doctor of Philosophy Dissertation - Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 1989, 123p.
- JONSSON, A., PAHLOW, G. Systematic classification and biochemical characterisation of yeasts growing in grass silage inoculated with *Lactobacillus* cultures. *Animal Research and Development*, v. 20, p. 7-22, 1984.
- KROONEMAN, J.; FABER, F.; ALDERKAMP, A.C.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; DRIEHUIS, F.; CLEENWERCK, I.; SWINGS, J.; GOTTSCHAL; VANCANNEYT, M. *Lactobacillus diobivoras* sp. nov., a 1,2-propanediol-degrading bacterium isolated from aerobically stable maize silage. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, v.52, p.639-646, 2002.
- KUNIG JR., L. Aditivos microbianos e químicos para silagem: Efeitos na fermentação e resposta animal. In: WORKSHOP SOBREMILHO PARA SILAGEM, 2. Piracicaba, 2001. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 53-74.
- KUNIG JR., L.; RANITT, N. K. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. *Journal of Dairy Science*, v. 84, p.1149-1155, 2001.
- KUNIG JR., L.; STOKES, M.R.; LIN, C.J. Silage additives. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Ed.) **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 2003. p.251-304.
- KUNIG JR., MUCK, R. Animal response to silage additives. In: **Silage: Field to Feed bunk**. NRAES, Ithaca, New York, p. 200-210, 1997.
- Kung, Jr., L.; Taylor, C.C.; Lynch, M.P.; Neylon, J.M. The Effect of Treating Alfalfa with *Lactobacillus buchneri* 40788 on Silage Fermentation, Aerobic Stability, and Nutritive Value for Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, v. 86, p.336-343, 2003.
- LACEY, J. Pre-and post-harvest ecology of fungi causing spoilage of food and other stored products. *Journal Applied Bacteriology*. v. 67, p. 11-25, 1989.
- LUCIO, A. Estabilidade aeróbia de silagens de capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* L.). Trabalho de Graduação. FCAV/UNESP, 2004. 36p.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. The biochemistry of silage. 2. ed. McDonald Publications, 1991. 340 p.
- MILLER, J. D. Fungi and micotoxins in grain. Implications for stored product research. *Journal Stored Production Research*. v. 31, p. 1-16, 1994.
- MILLS, J.A.; KUNIG JR., L. The effect of delayed ensiling and application of a propionic acid-based additive on the fermentation of barley silage. V. 85, p. 1969-1975, 2002.
- MOON, N.J. Inhibition of the growth of acid tolerant yeasts by acetic, lactate and propionate and their synergistic mixtures. *Journal of Applied Bacteriology*, v.55, p.453-460, 1983.
- MUCK, R.E. Effects of corn silage inoculants on aerobic stability. In: **Annual International Meeting CGCR XXVth World Congress Sponsored**. Chicago: ASAE, 2002. Paper Number: 021068
- MUCK, R. E.; HOLMES, B. J. Density and losses in pressed bag silos. In: **Annual International Meeting Sponsored**. Sacramento: ASAE, 2001, 20p.

- MUCK, R. E., PITT, R. E., LEIBENSPERGER, R. Y. A model of aerobic fungal growth in silage. 1. Microbial characteristics. *Grass and Forage Science*, v.46, p.283-296, 1991.
- MUCK, R.; KUNIG JR. Effects of silage additives on ensiling. In: **Silage: Field to feed bunk**. NRAES, Ithaca, New York, p. 187-199, 1997.
- NUSSIO, L. G., RIBEIRO, J. L., PAZIANI, S. F. et al. Fatores que interferem no consumo de forragens conservadas. In: REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. et al. (Ed.) **Volúmosos na Produção de Ruminantes: Valor Alimentício de Forragens**. Jaboticabal:Funep, p. 27-50, 2003.
- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; CANTO, M.W. (Ed) **II Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas**. Maringá: UEM/CCA/DZO, 2004. p.01-33.
- OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; KROONEMAN, J.; GOTTSCHAL, J.C.; SPOELSTRA, S.F.; FABER, F.; DRIEHUIS, F. Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. *Applied and Environmental Microbiology*, v.67, p.125-137, 2001.
- PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; SPOELSTRA, S.F. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Ed.). **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 2003. p.31-94.
- PANARI, G.; PERINI, S.; GUIDETTI, R.; PECORARI, M.; MERLADI, G.; ALBERTINI, A. Indagine sul comportamento di germi potenzialmente patogeni nella tecnologia del formaggio Parmigiano Reggiano. *Scienza e Tecnica Lattiero-Casaria*, v. 52, p. 13-22, 2001.
- PAZIANI, S.F.; NUSSIO, L.G.; LOURES, D.R.S.; MARI, L.J.; RIBEIRO, J.L.; SCHMIDT, P.; ZOPOLLATTO, M.; JUNQUEIRA, M.C.; PEDROSO, A.F. Moisture control, inoculant and particle size in tropical grass silages. In: XIVth INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 2005, Belfast. Processing... Belfast: WAP, p.258, 2005.
- PEDROSO, A.F. Aditivos químicos, microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). 2003. 120f. Tese (Doutorado em agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.
- PEDROSO, A.F., L. G. NUSSIO, S. F. PAZIANI, LOURES, D.R.S.; IGARASI, M.S.; MARI, L.J.; COELHO, R.M.; RIBEIRO, J.L.; ZOPOLLATTO, M.; HORLI, J. Bacterial inoculants and chemical additives to improve fermentation in sugar cane (*Saccharum officinarum*) silage. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 13, 2002, Anichinruive. Processing... Anichinruive: SAC, p.68-69, 2002.
- PHILLIP, L.E.; FELLNER, V. Effects of bacterial inoculation of high-moisture ear corn on its aerobic stability, digestion, and utilization for growth by beef steers. *Journal of Animal Science*. V.70, p.3178-3187, 1992.
- PHUNTSOK, T., ZHENG, M. A., FROETSCHL, Y. W. Silages polyamines: quantitation and relationship to fermentation of forage amino acids. http://www.ads.usda.edu/amprf_02/02/1998.
- PIETRI, A., PIVA, G. Occurrence and control of mycotoxins in maize grown in Italy. In: FEED PRODUCTION CONFERENCE, 6, 2000, Piacenza, Italy. **Proceedings...**, p. 226-236, 2000.
- PITT, R.E.; MUCK, R.E.; PICKERING, N.B. A model of aerobic fungal growth in silage. 2. Aerobic stability. *Grass and Forage Science*. V.46, p.301-312, 1991.
- PIVA, G., GALVANO, F., PIETRI, A., PIVA, A. Detoxification methods of aflatoxins: A review. *Nutrition Research*. v. 15, p. 767-776, 1995.
- PRESTON, T. R.; HINOJOSA, C.; MARTINEZ, L. Ensiling of sugar cane with ammonia molasses and mineral acids. **Tropical Animal Production**, v.1, p.120-126, 1976.
- RANITT, N.K.; KUNIG JR., L. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservation on fermentation and aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science*, v.83, p.526-535, 2000.
- ROTZ, C.A., FORD, S.A., BUCKMASTER, D. R. Silages in farming systems. In: D. R. Buxton, R. E. Muck, J. H. Harrison (eds). **Silage Science and Technology**. American Society of Agronomy, p. 505-546, 2003.
- ROTZ, C.A., MUCK, R.E. 1994. Changes in forage quality during harvest and storage. In: Fahy Jr., G.C. **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison. American Society of Agronomy, p.828-868.

- RUPPEL, K. A., PITT, R. E., CHASE, L. E., GALTON, D. M. Bunker silo management and its relationship to forage preservation on dairy farms. *Journal Dairy Science*, v. 78, p. 141-1453, 1995.
- SCHMIDT, P.; NUSSIO, L.G.; SANTOS, M.C.; RIBEIRO, J.L.; ZOPOLLATO, M.; PAZIANI, S.F.; MARI, L.J.; LOURES, D.R.S.; JUNQUEIRA, M.C. Comportamento ingestivo de bovinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar inoculadas com doses de *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. CD-ROM.
- SILVESTRE, R.; McLEOD, N.A.; PRESTON, T.R. The performance of steers fed fresh chopped whole sugar cane or after ensiling with urea or ammonia. *Tropical Animal Production*, v.3, p.69-75, 1976.
- SIQUEIRA, G. R. Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) ensilada com aditivos químicos e bacterianos. 2005, 91f (Dissertação de mestrado) - FCAV/UNESP, 2005.
- SIQUEIRA, G.R.; BERNARDES, T.F.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; REIS, R.A.; PIRES, A.J.V.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T.P. Inoculantes microbiológicos e aditivos químicos na fermentação e estabilidade aeróbia das silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) crua e queimada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004 b, Campo Grande. Anais... (Compact disk)
- SIQUEIRA, G.R.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; AMARAL, R.C.; PIRES, A.J.V.; ROTH, M.T.P. Interações entre inoculantes microbianos e aditivos químicos na fermentação e estabilidade aeróbia das silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004 b, Campo Grande. Anais... (Compact disk)
- SPOELSTRA, S. F., COURTIN, M. G., van BEERS, J. A. C. Acetic acid bacteria can initiate aerobic deterioration of whole crop maize silage. *Journal Agricultural Science*, v. 111, p. 127-132, 1988.
- STADHOUSERS, J., JORGENSEN, K. Prevention of the contamination of raw milk by a hygienic milk production. *Bull International Dairy Federation*, v. 251, p. 23-36, 1990.
- SWEENEY, M. J., DOBSON, D. W. Mycotoxin production by *Aspergillus, Fusarium* and *Penicillium* species. *International Journal Food Microbiology*, v. 43, p. 141-158, 1998.
- TAVARES, V.B. Efeito da compactação na qualidade e estabilidade aeróbia da silagem capim-tanzânia. 2005, 76f (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- TOLEDO FILHO, S. G.; SCHMIDT, P.; NUSSIO, L. G.; SOUSA, D. P.; QUEIROZ, O. M. Estabilidade aeróbia de rações contendo silagens de cana-de-açúcar inoculadas com *L. buchneri* 40788 e de ingredientes concentrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. CD-ROM.
- URIARTE-ARCHUNDA, M. E. A study of the chemical and microbial changes in whole-plant corn silage during exposure to air: Effects of stage of maturity, packing density, sealing technique and a biological additive. Dissertation - Doctor of Philosophy, Kansas State University, Manhattan, 2001, 123p.
- VAN SOEST, P. *Nutritional ecology of the ruminant*. New York, 1994. 476p.
- VELDMAN, A.; MEIJS, J. A. C.; BORGGREVE, G. J.; HEERES-VAN DER TOL, J. J. Carry-over of aflatoxin from cows food to milk. *Animal Production*, v. 55, p. 163-168, 1992.
- WATSON, S. J.; NASH, M. J. *The conservation of grass and forage crops*. 2 ed. London, 1960, 758p.
- WEINBERG, Z.G.; ASHBELL, G.; BOLSEN, K.K.; PAHLOW, G.; HEN, Y.; AZRIELI, A. The effect of a propionic acid bacterial inoculant applied at ensiling, with or without lactic acid bacteria, on the aerobic stability of pearl millet and maize silages. *Journal of Applied Bacteriology*, v.78, p.430-436, 1995.
- WEINBERG, Z.G.; ASHBELL, G.; HEN, Y.; AZRIELI, A.; SZAKACS, G.; FLYA, I. Ensiling whole-crop wheat and corn in large containers with *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus buchneri*. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, v.28, p.7-11, 2002.
- WEINBERG, Z.G.; MUCK, R.E. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiology*, v. 19, p. 53-68, 1996.
- WIDSTROM, N. M. The aflatoxin problem with corn grain. *Advances in Agronomy*, v. 56, p. 119-280, 1996.

Sistemas de Produção de Leite com Ênfase na Utilização de Volumosos Conservados

Clóves Cabreira Jobim¹, João Ricardo Alves Pereira², Geraldo Tadeu dos Santos³

¹Prof. do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá (ecjobim@uem.br)
²Prof. Do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Ponta Grossa (jricardoupeg@uol.com.br)

³Prof. do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá (gtsantos@uem.br)

1 - Introdução

A competição com os produtos externos, associada à falta de uma política confiável de preços ao produtor, obriga o empresário rural buscar ações visando à intensificação da produção. A tomada de decisão em qualquer segmento do setor primário exige planejamento técnico com conhecimento da cadeia produtiva, sob riscos de prejuízos.

Em qualquer sistema de produção animal o planejamento da alimentação, nos seus aspectos qualitativos e quantitativos deve ser prioridade. Na produção de ruminantes o planejamento forrageiro deve ser feito considerando a distribuição estacional da forragem e a demanda no período. A partir dessas informações, as áreas de produção de forragem são determinadas visando o pleno atendimento das exigências do rebanho nos seus aspectos quantitativos e qualitativos.

Como forma de reduzir o efeito da estacionalidade da produção de forragens, vem crescendo o interesse por sistemas de produção que usem forragens conservadas ou resíduos de culturas como suplemento para animais em pastagens. Evidentemente o sistema a ser adotado dependerá das características edafoclimáticas predominante na região, bem como da logística de produção de grãos e volumosos na propriedade.

Embora o sistema mais econômico e prático de fornecer forragem aos animais seja permitir que o mesmo colha em pastejo e invariavelmente, em sistemas intensivos, não há como abrir mão do uso de forragens conservadas. Dessa forma, se obtém segurança na disponibilidade de volumosos, independente de variações climáticas inesperadas.

Principalmente em relação ao setor leiteiro, e especialmente em sistemas de alta produção, a demanda por forragens conservadas é alta e, na maioria das vezes, indispensável. A produção de leite no Brasil vem crescendo linearmente nos últimos anos. O setor leiteiro nacional tem mostrado grande crescimento com capacidade de competir em mercado externo, com países tradicionalmente exportadores de produtos lácteos. Segundo dados divulgados pela Comissão Nacional da Pecuária de Leite (CNPL) da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), as exportações brasileiras de lácteos tiveram crescimento recorde nos últimos meses. A receita no primeiro bimestre de 2005 chegou a US\$ 20,12 milhões, com crescimento de 254% em relação aos US\$ 5,67 milhões de igual período de 2004. Foram exportados 11.830 toneladas nos dois primeiros meses de 2005, sendo 148,6% a mais em relação às 4.760 toneladas embarcadas em janeiro/