

Características Químicas para Avaliação do Processo Fermentativo de Silagens: uma Proposta para Qualificação da Fermentação



República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Roberto Rodrigues

Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Conselho de Administração

José Amauri Dimárzio

Presidente

Clayton Campanhola

Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires

Dietrich Gerhard Quast

Sérgio Fausto

Urbano Campos Ribeiral

Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Clayton Campanhola

Diretor-Presidente

Gustavo Kauark Chianca

Herbert Cavalcante de Lima

Mariza Marilena T. Luz Barbosa

Diretores-Executivos

Embrapa Pantanal

Emiko Kawakami de Resende

Chefe-Geral

José Anibal Comastri Filho

Chefe-Adjunto de Administração

Aiesca Oliveira Pellegrin

Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

José Robson Bezerra Sereno

Gerente da Área de Comunicação e Negócios



ISSN 1517-1973
Dezembro, 2003

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 57

Características Químicas para Avaliação do Processo Fermentativo de Silagens: uma Proposta para Qualificação da Fermentação

Thierry Ribeiro Tomich
Luiz Gustavo Ribeiro Pereira
Lúcio Carlos Gonçalves
Renata Graça Pinto Tomich
Iran Borges

Corumbá, MS
2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pantanal

Rua 21 de Setembro, 1880, CEP 79320-900, Corumbá, MS

Caixa Postal 109

Fone: (67) 233-2430

Fax: (67) 233-1011

Home page: www.cpap.embrapa.br

Email: sac@cpap.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade:

Presidente: *Aiesca Oliveira Pellegrin*

Secretário-Executivo: *Marco Aurélio Rotta*

Membros: *Balbina Maria Araújo Soriano*

Evaldo Luis Cardoso

José Robson Bezerra Sereno

Secretária: *Regina Célia Rachel dos Santos*

Supervisor editorial: *Marco Aurélio Rotta*

Revisora de texto: *Mirane Santos da Costa*

Normalização bibliográfica: *Luiz Edevaldo Macena de Britto*

Tratamento de ilustrações: *Regina Célia R. dos Santos*

Foto da capa: *Luiz Gustavo Ribeiro Pereira*

Editoração eletrônica: *Regina Célia R. dos Santos, Élcio Lopes Sarath*

1ª edição

1ª impressão (2003): formato digital

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Pantanal

Tomich, Thierry Ribeiro.

Características Químicas para Avaliação do Processo Fermentativo de Silagens: uma Proposta para Qualificação da Fermentação / Thierry Ribeiro Tomich... [et.al.]. – Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003.

20p.; 26 cm (Documentos / Embrapa Pantanal ISSN 1517-1973; 57).

1. Ruminante – Silagem – Volumoso. I. Tomich, Thierry Ribeiro. II. Pereira, Luiz Gustavo Ribeiro. III. Gonçalves, Lúcio Carlos. IV. Tomich, Renata Graça Pinto. V. Borges, Iran. VI. Título. VII. Série.

CDD: 636.108333 (21 ed.)

© Embrapa 2003

Autores

Thierry Ribeiro Tomich

Médico Veterinário, D.Sc.
Embrapa Pantanal
Rua 21 de setembro, 1880, Caixa Postal 109,
CEP 79.320-900, Corumbá, MS
Telefone (67) 233-2430
thierry@cpap.embrapa.br

Luiz Gustavo Ribeiro Pereira

Médico Veterinário, D.Sc.
Dpto. De Ciências Agrárias e Ambientais da UESC
Rodovia Ilhéus - Itabuna, km 16, Bairro Salobrinho
CEP 45662-000, Ilhéus, BA
Telefone (73) 680-5112
luizgustavo@uesc.br

Lúcio Carlos Gonçalves

Engenheiro Agrônomo, D.Sc.
Dpto. de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG
Av. Antônio Carlos, 6627, Caixa Postal 567
CEP 30123-970 Belo Horizonte, MG
Telefone (31) 3499-2191
luciocg@vet.ufmg.br

Renata Graça Pinto Tomich

Médica Veterinária, M.Sc.
Dpto. de Microbiologia do Instituto de Ciências Biológicas
da UFMG
Av. Antônio Carlos, 6627, Caixa Postal 486,
CEP 31.270-901, Belo Horizonte, MS
Telefone (31) 3499-2736
retomich@icb.ufmg.br

Iran Borges

Zootecnista, D.Sc.
Dpto. de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG
Av. Antônio Carlos, 6627, Caixa Postal 567
CEP 30123-970 Belo Horizonte, MG
Telefone (31) 3499-2184
iran@vet.ufmg.br

Apresentação

O Brasil apresenta o maior rebanho bovino comercial do mundo, é o maior exportador de carne bovina e sexto maior produtor de leite, atividade que vem crescendo a uma taxa anual superior à dos países que apresentam produções mais elevadas. A produção de ovinos é uma atividade em expansão em vários estados do país e, nas últimas décadas, o efetivo caprino brasileiro cresceu mais de 500%, desempenhando o importante papel de aumentar a renda de pequenos produtores.

Tão importante como o volume da produção, a estabilidade produtiva é um dos requisitos necessários para o adequado atendimento de mercados consumidores. Independente do tipo de criação, a pecuária brasileira é, geralmente, baseada em pastagens e sofre os efeitos negativos das baixas disponibilidade e qualidade das pastagens em determinadas épocas do ano. Nesse contexto, a conservação de forragem pela ensilagem é uma estratégia utilizada para suprir volumoso de qualidade aos rebanhos durante os período de escassez nas pastagens, cada vez mais empregada pelos pecuaristas.

Esta publicação reúne relevantes informações acerca do processo de fermentação de silagens e propõe uma metodologia para a qualificação dessa fermentação. Assim, pretende difundir conhecimentos importantes que possam auxiliar técnicos e pecuaristas na adoção de práticas e na escolha de espécies forrageiras e cultivares mais apropriadas à ensilagem. Além disso, poderá ser utilizada por estudantes e pesquisadores em experimentos que abordam a conservação do material ensilado.

Emiko Kawakami de Resende
Chefe-Geral da Embrapa Pantanal

Sumário

Características Químicas para Avaliação do Processo Fermentativo de Silagens: uma Proposta para Qualificação da Fermentação	9
Introdução	9
Considerações Sobre o Processo Fermentativo.....	10
Características químicas das silagens	12
Valor de pH Associado ao Conteúdo de Matéria Seca ...	12
Conteúdo de Nitrogênio Amoniacal como Proporção do Nitrogênio Total	13
Conteúdo de Ácidos Orgânicos	14
Proposta para a Qualificação do Processo Fermentativo.....	17
Conclusão.....	18
Referências Bibliografias	18

Características Químicas para Avaliação do Processo Fermentativo de Silagens: uma Proposta para Qualificação da Fermentação

Thierry Ribeiro Tomich

Luiz Gustavo Ribeiro Pereira

Lúcio Carlos Gonçalves

Renata Graça Pinto Tomich

Iran Borges

Introdução

A silagem é a forragem úmida, ou parcialmente seca, conservada em meio ácido. A ensilagem compreende o armazenamento da forragem em ambiente anaeróbico com o objetivo de restringir a respiração celular, que continua ocorrendo após o corte da forrageira, e fornecer as condições adequadas para o desenvolvimento de bactérias epifíticas, produtoras de ácido láctico. Neste processo, os ácidos produzidos pela fermentação de substratos presentes na planta reduzem o pH da massa ensilada, inibindo a ação de enzimas e de microrganismos capazes de promover a sua deterioração. A ensilagem deve visar o aproveitamento da forrageira em seu estágio ótimo de desenvolvimento, conciliando produtividade e valor nutritivo. O seu objetivo é minimizar as perdas de matéria seca (MS) e de energia e manter a qualidade da fração protéica da forrageira durante a estocagem, conservando o valor nutritivo e as características para alimentação dos animais o mais próximo possível aos da forragem original. Para tal, a ocorrência de um processo de fermentação eficiente é fundamental.

O valor nutritivo da silagem está diretamente relacionado à composição e à digestibilidade da forrageira original e a ensilagem tem como objetivo conservar essas características no material estocado. Portanto, o termo qualidade de silagem geralmente se refere à eficiência do processo fermentativo para promover a conservação desse valor na forragem ensilada e não tem sido utilizado para designar o seu valor nutritivo do volumoso. Entre os principais parâmetros

utilizados para avaliar a qualidade do processo fermentativo, estão características químicas apresentadas pelas silagens, como o conteúdo de MS, o valor de pH, o conteúdo de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) como proporção de nitrogênio total (NT) e os conteúdos de ácidos orgânicos produzidos durante a fermentação. Os objetivos desta publicação são descrever e discutir esses parâmetros, bem como propor uma metodologia qualitativa para a avaliação da eficiência do processo fermentativo das silagens.

Considerações Sobre o Processo Fermentativo

Uma fermentação conveniente à conservação da forragem ensilada deve ser capaz de determinar a rápida queda do pH do material estocado. Tal evento requer ambiente anaeróbico, população suficiente de bactérias produtoras de ácido lático e nível adequado de substrato na forma de carboidratos solúveis (Leibensperger e Pitt, 1987; Muck, 1988; McDonald et al., 1991).

O estabelecimento da condição de anaerobiose na silagem ocorre pela expulsão do ar existente entre as partículas de forragem e pela subsequente vedação do silo. O rápido estabelecimento desta condição é desejável, porque a presença de ar permite a respiração de células da planta e de microrganismos aeróbicos e anaeróbicos facultativos presentes na forragem, ambos utilizando oxigênio para a degradação de substratos, notadamente açúcares, a dióxido de carbono (CO₂) e água. A respiração é prejudicial à qualidade da silagem, por causar perdas de matéria seca e de energia e reduzir a quantidade de carboidratos solúveis disponíveis para a fermentação das bactérias produtoras de ácido lático. Além disso, as bactérias lácticas são aerotolerantes, têm o crescimento estimulado em anaerobiose, produzindo grande quantidade de ácido, quando esta condição é estabelecida no interior do silo (Edwards e McDonald, 1978; McDonald et al., 1991). Durante a ensilagem, a expulsão do ar ocorre pela compactação da forragem que, por sua vez, é influenciada pelo conteúdo de MS e pelo tamanho das partículas do material ensilado. As forragens com mais alto conteúdo de MS apresentam a compactação dificultada e as forragens com mais de 60% de MS geralmente não permitem uma compactação adequada. Quanto ao tamanho de partícula, visando facilitar a compactação, indica-se que a forragem seja triturada ao tamanho médio de 2- 2,5 cm. Em regra, as silagens que apresentam entre 600 kg/m³ a 800 kg/m³ são consideradas adequadamente compactadas, porque, geralmente, não contêm quantidade de oxigênio residual suficiente para prejudicar o processo de fermentação. Todavia, com o objetivo de se minimizar a produção de efluentes, silagens produzidas com forrageiras com baixo teor de MS podem ser compactadas para apresentarem densidades próximas a 550 kg/m³. A vedação

do silo é outro quesito necessário para o estabelecimento da condição de anaerobiose. Desta forma, o tempo gasto na etapa de enchimento deve ser o menor possível. Recomenda-se que os silos de superfície sejam fechados (vedados) em até dois dias, enquanto para silos tipo trincheira, cisterna ou aéreo, devido ao fato da proteção lateral favorecer a compactação e reduzir a superfície de contato do ar com a forragem, preconiza-se o fechamento em até três dias, após o início da etapa de enchimento.

Considera-se o número de aproximadamente 10^8 bactérias láticas por grama de material ensilado como suficiente para garantir uma fermentação apropriada à conservação da silagem (Muck, 1988). Entretanto, várias espécies de bactérias pertencentes a diferentes gêneros são capazes de fermentar açúcares a ácido láctico como produto principal (Pontes e Marinho, 1997). Elas podem ser agrupadas em duas categorias básicas: homofermentativas, que produzem apenas ácido láctico, e as heterofermentativas, que apresentam, além do ácido láctico, o etanol, ou o ácido acético adicionados ao CO_2 , como produtos finais da fermentação (Tabela 1) (McDonald et al. 1991). Conseqüentemente, a produção de ácido láctico é maximizada quando a fermentação é dominada pelas bactérias láticas homofermentativas, fato que pode determinar uma variação no número requerido de bactérias láticas sobre a forragem para a promoção de uma fermentação eficiente.

Tabela 1. Algumas bactérias produtoras de ácido láctico em silagens.

Homofermentativas	Heterofermentativas
<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Lactobacillus brevis</i>
<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Lactobacillus buchneri</i>
<i>Lactobacillus acidiphilus</i>	<i>Lactobacillus fermentum</i>
<i>Lactobacillus casei</i>	<i>Lactobacillus viridescens</i>
<i>Lactobacillus coryniformis</i>	<i>Leuconostoc mesenteroids</i>
<i>Lactobacillus curvatus</i>	
<i>Lactobacillus salivarius</i>	
<i>Lactobacillus plantarum</i>	
<i>Pediococcus acidilactici</i>	
<i>Pediococcus cerevisiae</i>	
<i>Pediococcus pentosaceus</i>	
<i>Streptococcus bovis</i>	

Fonte: McDonald et al. (1991)

Os carboidratos solúveis, ou açúcares (mono e dissacarídeos), são os principais substratos utilizados pelas bactérias láticas para a fermentação, embora compostos como proteínas, aminoácidos, ácidos orgânicos e hemiceluloses também possam ser fontes de substratos para a fermentação nas silagens (Henderson, 1993). A quantidade de carboidratos solúveis requerida para uma fermentação eficiente depende da quantidade de ácido que será necessária para a

redução do pH aos níveis apropriados à conservação. Por sua vez, essa demanda de ácido varia com habilidade da massa ensilada para opor-se ao abaixamento de pH, ou seja, varia com a capacidade de tamponamento da forrageira. Desta forma, o conteúdo de carboidratos solúveis não pode ser tomado como parâmetro isolado para determinar a adequação de uma forrageira à ensilagem, mas deve ser associado à sua capacidade de tamponamento.

Características Químicas das Silagens

Valor de pH Associado ao Conteúdo de Matéria Seca

A redução do pH relaciona-se à conservação do material ensilado, por promover a diminuição da atividade proteolítica mediada por enzimas da própria planta e fazer cessar o crescimento de microrganismos anaeróbicos indesejáveis, particularmente, enterobactérias e clostrídios (Muck e Bolsen, 1991).

As enzimas da forrageira capazes de promover a degradação de proteínas, as proteases das plantas, apresentam maior atividade quando o pH do meio situa-se entre 6 e 7, contudo, mantêm alguma atividade em valores abaixo de 4 (Heron et al., 1989) e têm sua ação significativamente influenciada pela disponibilidade de água no meio (Henderson, 1993). Já as enterobactérias, microrganismos presentes nos intestinos de mamíferos, que contaminam as forragens ainda no campo, apresentam um pH ótimo para desenvolvimento por volta de 7, e a maioria das cepas não é capaz de crescer em valores de pH abaixo de 5 (Muck e Bolsen, 1991). Por sua vez, os clostrídios, considerados os principais microrganismos anaeróbicos que prejudicam a qualidade da silagem, contaminam a forragem na forma de esporos derivados de partículas do solo, iniciando seu crescimento logo que se estabelece condição de anaerobiose no silo. Como as enterobactérias, os clostrídios também são sensíveis a baixos valores de pH, mas são particularmente sensíveis à disponibilidade de água, sendo geralmente inativos em silagens com mais de 28% de MS, enquanto em materiais com cerca de 15% de MS, valores de pH abaixo de 4 podem não inibir totalmente o seu crescimento (Edwards e McDonald, 1978; Fisher e Burns, 1987; Leibensperger e Pitt, 1987; McDonald et al., 1991). Portanto, o valor de pH adequado para promover a eficiente conservação da forragem ensilada depende do conteúdo de umidade da silagem que, por sua vez, está relacionado à umidade ambiente, ao período de incidência de luz solar durante a ensilagem e, principalmente, ao conteúdo de MS da forrageira original. Baseando-se nos fatos expostos, a Tabela 2 apresenta uma

proposição para a qualificação do processo fermentativo de silagens, em relação ao valor de pH associado ao conteúdo de matéria seca.

Tabela 2. Qualificação da fermentação da silagem em relação ao valor de pH associado ao conteúdo de matéria seca (MS).

Valor de pH associado ao conteúdo de MS					Pontuação
Conteúdo de MS (%)					
	< 20	20 - 30	30 - 40	> 40	
Valor de pH	≤ 4,0	≤ 4,2	≤ 4,4	≤ 4,6	25
	> 4,0 - 4,2	> 4,2 - 4,4	> 4,4 - 4,6	> 4,6 - 4,8	20
	> 4,2 - 4,4	> 4,4 - 4,6	> 4,6 - 4,8	> 4,8 - 5,0	15
	> 4,4 - 4,6	> 4,6 - 4,8	> 4,8 - 5,0	> 5,0 - 5,2	10
	> 4,6 - 4,8	> 4,8 - 5,0	> 5,0 - 5,2	> 5,2 - 5,4	5
	> 4,8	> 5,0	> 5,2	> 5,4	0

Conteúdo de Nitrogênio Amoniacal como Proporção do Nitrogênio Total

Na forragem verde, cerca de 75 a 90% do nitrogênio total (NT) estão presentes na proteína, o restante, chamado nitrogênio não protéico (NNP), consiste principalmente de aminoácidos livres e amidas, com menor proporção de ureídeos, aminas, nucleotídeos, clorofila, peptídeos de baixo peso molecular e nitratos. O conteúdo de nitrogênio presente sob forma de amônia (N-NH₃) na forragem verde geralmente é menor que 1% do NT. Após o corte da forrageira, tem início uma extensa hidrólise de proteínas, com aumento do NNP para aproximadamente 40% do NT, nas primeiras 24 horas de ensilagem. Este conteúdo pode atingir 70% na abertura do silo (Ohshima e McDonald, 1978). Foi demonstrado que a proteólise inicial é mediada, principalmente, por enzimas da planta, enquanto as degradações subsequentes de aminoácidos ocorrem pela ação de microrganismos (Heron et al., 1986). A amônia formada nesse processo, além de inibir o consumo da silagem e apresentar mais baixa eficiência na utilização do nitrogênio para síntese protéica pelos microrganismos do rúmen, altera o curso da fermentação, impedindo a rápida queda do pH da massa ensilada (McKersie, 1985). Portanto, em silagens bem conservadas, os aminoácidos constituem a maior parte da fração de NNP e a amônia está presente em baixas concentrações (Van Soest, 1994). Conseqüentemente, a graduação dos valores de N-NH₃/NT das silagens pode ser utilizada como indicativo de eficiência do processo fermentativo. Em geral, considera-se que silagens com menos de 10% de N-NH₃/NT apresentaram uma fermentação eficiente para a conservação do material ensilado, enquanto valores

crescentes de $N-NH_3/NT$ podem ser relacionados à redução gradual desta eficiência. Na Tabela 3 é apresentada a proposta para a qualificação da fermentação da silagem em relação ao conteúdo de nitrogênio amoniacal como proporção do nitrogênio total.

Tabela 3. Qualificação da fermentação da silagem em relação ao conteúdo de nitrogênio amoniacal como proporção do nitrogênio total ($N-NH_3/NT$).

$N-NH_3/NT$ (%)	Pontuação
< 10,0	25
10,0 - 13,0	20
> 13,0 - 17,0	15
> 17,0 - 21,0	10
> 21,0 - 25,0	5
> 25,0	0

Conteúdo de Ácidos Orgânicos

Vários ácidos orgânicos são produzidos durante a fermentação de silagens (lático, acético, butírico, isobutírico, propiônico, valérico, isovalérico, succínico, fórmico) (McDonald et al., 1991), mas para a avaliação da qualidade do processo fermentativo, os mais comumente utilizados são os ácidos lático, butírico e acético. Na Tabela 4 estão as vias principais de produção dos ácidos lático, butírico e acético e a correspondente estimativa de perda de matéria seca e de energia da forragem original, nos diferentes tipos de fermentação que ocorrem durante a ensilagem.

Tabela 4. Vias de produção dos principais ácidos orgânicos e estimativa de perda de matéria seca (MS) e de energia em diferentes tipos de fermentação em silagens.

Tipo de fermentação	Perda de MS	Perda de energia
Lática Homofermentativa		
1 glicose ® 2 ácido láctico	0,0%	0,7%
Lática Heterofermentativa		
1 glicose ® 1 ácido láctico + 1 etanol + 1 CO ₂	24,0%	1,7%
3 frutose ® 1 ácido láctico + 2 manitol + 1 ácido acético + 1 CO ₂	4,8%	1,0%
Enterobacteriana		
1 glicose ® 1 ácido acético + 1 etanol + 2 CO ₂ + 2 H ₂	41,1%	16,6%
Clostridiana		
2 ácido láctico ® 1 ácido butírico + 2 CO ₂ + 2 H ₂	51,1%	18,4%
3 alanina ® 2 ácido propiónico + ácido acético + 3 NH ₃ + 1 CO ₂	22,0%	19,0%

Fonte: McDonald et al. (1991)

Apesar de todos os ácidos formados na fermentação contribuírem para redução do pH da silagem, o ácido láctico possui fundamental papel nesse processo, por apresentar maior constante de dissociação que os demais (Moisio e Heikonen, 1994).

Embora o seu conteúdo seja freqüentemente utilizado para a avaliação da qualidade da fermentação, a quantidade de ácido láctico, necessária para reduzir rapidamente o pH e inibir os processos que promovem a deterioração do material ensilado, altera-se com a capacidade de tamponamento da forrageira e com o conteúdo de umidade da silagem. Essa condição além de determinar que não existe um único conteúdo de ácido láctico em silagens que permita a eficiente conservação da forragem, impede o estabelecimento de níveis deste ácido como parâmetro para a avaliação do processo fermentativo.

O conteúdo de ácido butírico reflete a extensão da atividade clostridiana sobre a forragem ensilada e está relacionado a menores taxas de decréscimo e maiores valores finais de pH nas silagens (Fisher e Burns, 1987). O conteúdo desse ácido pode ser considerado um dos principais indicadores negativos da qualidade do processo fermentativo. Também corresponde àquelas silagens que apresentaram perdas acentuadas de matéria seca e energia da forragem original durante a fermentação e, freqüentemente, esse conteúdo de ácido butírico é positivamente correlacionado à redução da palatabilidade e do consumo da forragem.

O conteúdo de ácido acético, assim como o conteúdo de ácido butírico, está relacionado a menores taxas de decréscimo e maiores valores finais de pH nas silagens. Esse conteúdo corresponde, principalmente, à ação prolongada de enterobactérias e bactérias lácticas heterofermentativas, mas, em menor proporção, também é produzido por clostrídios. Além de afetar negativamente a queda do pH, as fermentações promovidas por esses microrganismos acarretam maiores perdas de matéria seca e energia do material ensilado (Muck e Bolsen, 1991). Portanto, silagens bem conservadas devem apresentar reduzido conteúdo de ácido acético, cujo nível também pode ser utilizado como parâmetro para a avaliação da qualidade do processo fermentativo. Na Tabela 5 é apresentada a proposta de qualificação da fermentação da silagem em relação aos conteúdos de ácido butírico e de ácido acético.

Tabela 5. Qualificação da fermentação da silagem em relação aos conteúdos de ácido butírico e de ácido acético.

Conteúdo de ácido butírico (% da MS)	Pontuação
0,0 - 0,1	50
> 0,1 - 0,3	40
> 0,3 - 0,5	30
> 0,5 - 0,7	20
> 0,7 - 0,9	10
> 0,9	0
Conteúdo de ácido acético (% da MS)	
≤ 2,5	0
> 2,5 - 4,0	- 5
> 4,0 - 5,5	- 10
> 5,5 - 7,0	- 15
> 7,0 - 8,5	- 20
> 8,5	- 25

Proposta para a Qualificação do Processo Fermentativo

Para qualificar o processo fermentativo, propõe-se que sejam consideradas todas as características químicas das silagens descritas e discutidas anteriormente. Neste procedimento, deve-se somar as pontuações obtidas pela silagem para o valor de pH associado ao conteúdo de matéria seca (Tabela 2), para o conteúdo de nitrogênio amoniacal como proporção do nitrogênio total (Tabela 3) e para os conteúdos de ácido butírico e de ácido acético (Tabela 5) e relacionar a pontuação total obtida com a proposta de qualificação da fermentação apresentada na Tabela 6.

Tabela 6. Proposta para a qualificação da fermentação de silagens.

Pontuação total	Qualificação
90 - 100	Excelente
70 - 89	Boa
50 - 69	Regular
30 - 49	Ruim
< 30	Péssima

A fermentação com qualificação excelente corresponde àquela que ocorreu com perdas insignificantes de matéria seca e de energia e manteve a qualidade da fração protéica da forragem original durante a armazenagem. A qualificação de boa fermentação indica perdas mínimas de matéria seca e/ou de energia e/ou pequena alteração na qualidade da fração protéica, sem prejuízo significativo no valor nutritivo da forragem, na sua forma conservada. A qualificação de fermentação regular designa silagens que apresentam alguma perda de matéria seca e/ou de energia e/ou alteração no valor da fração protéica, de forma a comprometer o valor nutritivo da silagem em relação à forragem original. A qualificação de fermentação ruim é apresentada por silagens que tiveram considerável alteração no valor nutritivo da forrageira original, representada por perdas significativas de matéria seca e/ou energia e redução no valor nutritivo da fração protéica, podendo ter o seu consumo comprometido. A qualificação de fermentação péssima corresponde às silagens que apresentaram processo fermentativo totalmente inadequado à conservação da forragem, além de baixo valor nutritivo, provavelmente, uma silagem que não será consumida pelos animais.

Conclusão

Neste trabalho são relacionadas e discutidas as principais características químicas das silagens que podem ser utilizadas como parâmetros de avaliação da eficácia do processo fermentativo para a conservação da forragem ensilada. Com o objetivo de se classificar a eficiência da fermentação ocorrida durante a estocagem, também é apresentada uma proposta para a qualificação dessas características. Para tal classificação, é indicada a utilização dos resultados de conteúdo de matéria seca, valor de pH, porcentagem de nitrogênio amoniacal como proporção do nitrogênio total e conteúdos de ácido acético e de ácido butírico apresentados pela silagem.

Referências Bibliografias

- EDWARDS, R.A., McDONALD, P. *Fermentation of Silage - A Review*. West Des Moines: Iowa, 1978, 115p.
- FISHER, D.S., BURNS, J.C. Quality analysis of summer-annual forages. II. Effects of carbohydrate constituents on silage fermentation. *Agronomy Journal*, v.79, n.2, p.242-248, 1987.
- HENDERSON, N. Silage additives. *Animal Feed Science and Technology*, v.45, n.1, p.35-56, 1993.
- HERON, S.J.E. , EDWARDS, R.A., McDONALD, P. Changes in the nitrogenous components of gamma-irradiated and inoculated ensiled ryegrass. *Journal of Science and Food Agriculture*, v.37, n.10, p.979-985, 1986.
- HERON, S.J.E. , EDWARDS, R.A., PHILLIPS, P. The effect of pH on the activity of ryegrass (*Lolium multiflorum*) proteases. *Journal of Science and Food Agriculture*, v.46, n.3, p.267-277, 1989.
- LEIBENSPERGER, R.Y., PITT, R.E. A model of clostridial dominance in ensilage. *Grass and Forage Science*, v.42, n.3, p.297-317, 1987.
- McDONALD, P., HENDERSON, A.R., HERON, S. *The biochemistry of silage*. 2ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- McKERSIE, B.D. Effect of pH on proteolysis in ensiled legume forage. *Agronomy Journal*, v.77, n.1, p.81-86, 1985.
- MOISIO, T., HEIKONEN, M. Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid. *Animal Feed Science and Technology*, v.47, n.1, p.107-124, 1994.
- MUCK, R.E., BOLSEN, K.K. Silage preservation and additive products. *Field Guide and Silage Management in North America*, p.105-126, 1991.

MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and their implications for management. *Journal of Dairy Science*, v.71, n.11, p.2992-3002, 1988.

OHSHIMA, M., McDONALD, P. A review of changes in nitrogenous compounds in herbage during ensiling. *Journal of Science and Food Agriculture*, v.29, n.6, p.497-505, 1978.

PONTES, M.E., MARINHO, A. Caracterização das bactérias lácticas presentes em produtos alimentares. *Veterinária Técnica*, v.7, n.3, p.42-45, 1997.

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



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Rua 21 de setembro, 1880 - Caixa Postal 109

CEP 79320-900 Corumbá-MS

Telefone: (67)233-2430 Fax (67) 233-1011

<http://www.cpap.embrapa.br>

email: sac@cpap.embrapa.br

**Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento**