



PANCOTI, C. G. *Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio, em diferentes tempos de hidrólise, na alimentação de novilhas holândês x zebu*. 2009. 101p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

PEREIRA, M.N. Potencial da cana-de-açúcar para alto desempenho de vacas leiteiras. Anais... Simpósio Produção de Leite - Nutrição, reprodução e qualidade - Belo Horizonte, UFMG. 2006.

PINA, D. S. *Avaliação nutricional da cana-de-açúcar acrescida de óxido de cálcio em diferentes tempos de armazenamento para bovinos*. 2008. 103p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PRESTON, T.R.; LENG, R.A. Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and subtropics. In: MACLEOD, N.A.; SUTHERLAND, T.M. Penambol Books. Zaragoza: Acribia, 1986. 100p.

PRESTON, T.R. Nutritional Limitations Associated with the Feeding of Tropical Forages. *Journal of Animal Science*, v. 54, P. 877 - 884, 1982.

RANGEL, A. H. N.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar corrigida com farelo de soja e diferentes níveis de ureia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, Goiânia. Anais... Goiânia: UFG, 2005. CD-ROM

RODRIGUES, A.A.; BARBOSA, P.F. Efeito do teor proteico do concentrado no consumo de cana-de-açúcar com ureia no ganho de peso de novilhas em crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 28, n.2, p. 421 - 424, 1999.

RUSSELL, J.B. Rumen Microbiology and its role in ruminant nutrition. Ithaca: Cornell University, 2002. 119p.

SOUZA, D. P. Desempenho, síntese de proteínas microbianas e comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar e caroço de algodão ou silagem de milho. 2003. 79p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R. et al. *Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos*. 2. ed. Viçosa: UFV, DZO, 2006. 329p.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. 2 ed. Ithaca: Comstock Pub., 1994. 476 p.

VILELA, M. S.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C. et al. Avaliação de diferentes suplementos para vacas mestiças em lactação alimentadas com cana-de-açúcar: desempenho e digestibilidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.3, p.768-777, 2003.

DR 57.71
P. 184



QUALIDADE NA PRODUÇÃO DE SILAGENS

Thierry Ribeiro Tomich¹

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de leite bovino, cujo valor da produção alcança quase 10% do valor gerado pela produção agropecuária do país. O estado de Minas Gerais responde por mais de um quarto da produção nacional. Baseada no uso de pastagens para a alimentação dos rebanhos, as produções leiteiras brasileira e mineira dependem do emprego de estratégias de suplementação alimentar dos animais para manter a estabilidade produtiva ao longo do ano.

O uso de silagem representa a principal forma de suplementação de volumosos para o rebanho bovino nacional. Sendo o custo com a alimentação, tradicionalmente, o principal custo da produção de leite no país, o fornecimento de silagens de melhor valor nutritivo pode contribuir para a redução dos custos com a alimentação dos animais.

O valor nutritivo da silagem está diretamente relacionado à composição e à digestibilidade da forrageira original e a ensilagem tem como objetivo reter o máximo de nutrientes digestíveis da forragem original na sua forma conservada. Para tal, a ocorrência de um processo de fermentação eficiente é fundamental.

Como foco na produção de leite, neste trabalho será abordada a importância do uso de silagem e serão discutidos os principais aspectos envolvidos com a eficiência da fermentação e com o valor nutritivo de silagens e aos procedimentos adotados para a ensilagem capazes de interferir na qualidade do volumoso conservado.

2. IMPORTÂNCIA DO USO DE SILAGEM PARA A PRODUÇÃO LEITEIRA

Conforme informações da FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT, 2012), o Brasil ocupou a 5ª posição entre os maiores produtores mundiais de leite bovino no ano de 2010, sendo superado apenas pela Federação Russa, China, Índia e Estados Unidos da América, respectivamente. Naquele ano, o Brasil foi responsável por aproximadamente 5,3% da produção mundial de leite, com mais de 31 milhões de toneladas produzidas. Segundo o IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE, 2010), Minas Gerais, principal estado produtor de leite bovino do país, contribuiu com mais de um quarto dessa produção em 2010 e teve 24% do seu efetivo bovino composto por vacas ordenhadas.

O valor bruto da produção de leite brasileira alcançou 21,9 bilhões de reais no ano de 2010 e 23,6 bilhões de reais em 2011, representando cerca de 8% do valor bruto da produção agropecuária do país nesses anos (MAPA, 2012). Dados do Cepea - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, da Esalq/USP, apontaram que, em 2011, a pecuária mineira teve a renda estimada em 48,3 bilhões de reais. Levando-se em consideração apenas o segmento básico da pecuária, que apresentou 52,72% de participação na renda do agronegócio da pecuária do estado, o leite *in natura* foi

¹ Pesquisador da Embrapa Pantanal, Rua 21 de setembro, 1880 - Bairro Nossa Senhora de Fátima, Caixa Postal 109 - Corumbá, MS - Brasil - E-mail: thierry@cnpq.embrapa.br



responsável por 26,19% da renda do segmento, sendo estimada em 6,7 bilhões de reais (BARROS et al., 2011). Esses números ratificam a importância econômica da pecuária leiteira para o país e para o estado de Minas Gerais.

Em regra, a alimentação do rebanho leiteiro brasileiro é baseada no uso de pastagens formadas com forrageiras tropicais, cujo acúmulo de matéria seca ocorre de forma desigual ao longo do ano. No estado de Minas Gerais, a produção de matéria seca das pastagens é concentrada nos meses de outubro a março. Estudos realizados por Botrel et al. (1999) avaliando as distribuições estacionais das produções de matéria seca de 14 gramíneas forrageiras no sul do estado de Minas Gerais mostraram que as produções da estação seca atingiram apenas de 3% até 26% da produção total, sendo que, em média, 88% da produção anual ocorreram durante a estação das chuvas.

Adicionalmente, também se verificam variações na qualidade das pastagens ao longo do ano. Considerando os maiores teores de proteína e coeficiente de digestibilidade e os menores teores de fibra, Gerdes et al. (2000) constataram que o mais elevado valor nutritivo de pastagens formadas com cultivares de Brachiaria, Panicum e Setaria ocorreu no outono, independentemente da espécie forrageira. Por sua vez, analisando os mesmos parâmetros e as médias obtidas para todas as forrageiras, os dados gerados por esses autores indicaram que a menor qualidade de forragem foi notada durante as estações da primavera e do verão.

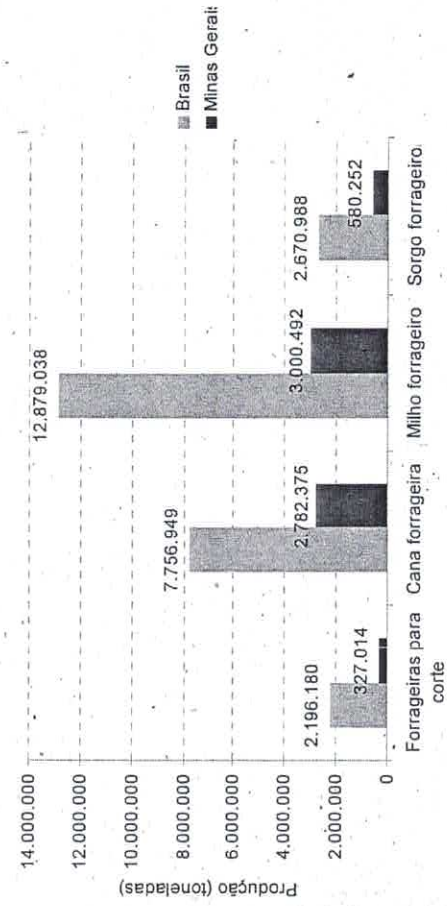
Para transpor a oscilação estacional na disponibilidade e na qualidade das pastagens e conferir regularidade à produção leiteira baseada no pasto, a atividade está condicionada ao emprego de estratégias de suplementação alimentar dos rebanhos com concentrados e com volumosos. Dados do Cepea (CEPEA, 2012) indicam que a alimentação do rebanho é responsável por cerca da metade dos custos totais da produção do leite no Brasil. Geralmente, o custo médio com o fornecimento de alimentos concentrados representa, aproximadamente, um terço do custo total da produção e mais de dois terços do custo da alimentação, enquanto o custo com alimentos volumosos gira por volta de um quarto do custo com a alimentação.

Atualmente, com a crescente competição entre mercados produtores de leite, considera-se que a formulação de dietas adequadamente balanceadas, necessárias para suprir as exigências do rebanho de forma eficiente, é fator imprescindível para maximizar o retorno econômico da atividade leiteira. Nesse sentido, ressalta-se que o fornecimento de volumoso suplementar de valor nutritivo mais elevado significa a redução no uso de alimentos concentrados e, conseqüentemente, o atendimento das necessidades nutricionais dos rebanhos em patamares mais baixos de custos com a alimentação dos animais.

Os suplementos volumosos mais utilizados nos sistemas de produção a pasto são: o capim-elefante na forma de verde picado ou silagem, a cana-de-açúcar, na maioria das vezes adicionada de uréia, e as silagens de milho e de sorgo (OLIVEIRA & SOUZA SOBRINHO, 2008). Dados do censo agropecuário de 2006 (SIDRA/IBGE, 2012) destacaram que o milho utilizado para produção de forragem contribuiu com mais de 50% da produção de lavouras temporárias com fins forrageiros no Brasil. Já no estado de Minas Gerais, estado que foi responsável por mais de um quarto da produção forrageira



em lavouras temporárias no país, apresentou produções de 327.014 toneladas de forrageiras empregadas para corte, 2.782.375 toneladas de cana-de-açúcar forrageira, 3.000.492 toneladas de milho forrageiro e 580.252 toneladas de sorgo forrageiro (Figura 1). Desta forma, os dados oficiais apontam que a ensilagem, seguramente sugerida pelos valores das produções de milho e sorgo forrageiro, representa a principal estratégia adotada para o fornecimento de volumoso suplementar no Brasil e em Minas Gerais. Figura 1. Produção de forragem em lavouras temporárias no Brasil e em Minas Gerais. Fonte: SIDRA/IBGE (2012).



3. CONSIDERAÇÕES SOBRE A ENSILAGEM

A ensilagem de forrageiras é um processo biológico de conservação de alimentos volumosos, cujo objetivo é o de maximizar a retenção dos nutrientes presentes na forragem original pela sua conservação em meio ácido. A ensilagem compreende o armazenamento da forragem úmida, ou parcialmente seca, em ambiente anaeróbico com os objetivos de restringir a respiração celular, que continua ocorrendo após o corte da forrageira, e de fornecer condições adequadas para o desenvolvimento de bactérias epifíticas produtoras de ácido láctico. Neste processo, o ácido láctico e outros ácidos orgânicos 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.

Na maioria das situações, as etapas necessárias para se produzir silagem abrangem os procedimentos de colheita e trituração da forrageira, o transporte da forragem picada até o silo, a descarga e a distribuição da forragem no silo, a compactação da forragem e a vedação do silo. O sucesso do processo de ensilagem, ou seja, a maximização na retenção dos nutrientes disponíveis na forragem original, depende da execução adequada dos procedimentos em cada etapa. Portanto, o conhecimento apropriado das etapas da ensilagem, incluindo o que ocorre durante o processo de fermentação, possibilita a adoção de estratégias de forma a controlar a qualidade obtida no volumoso conservado.



As ocorrências básicas do processo da ensilagem podem ser divididas em três fases:

- ✓ A Fase I (aeróbica) inicia-se com o corte da forrageira e prossegue até que a forragem picada seja depositada no silo, compactada, vedada e o oxigênio disponível seja eliminado. Esta fase é caracterizada, fundamentalmente, pelo processo de respiração das células vegetais, levando à produção de CO₂ e calor, com perda de parte da energia contida na forragem original. Adicionalmente, também ocorrem reações mediadas por enzimas com a liberação de nitrogênio não protéico, que podem reduzir a qualidade da fração protéica no volumoso conservado.
- ✓ A Fase II (anaeróbica) começa quando o oxigênio da massa ensilada é esgotado. Nesta fase ocorre a redução do pH devido ao acúmulo de ácidos orgânicos gerados pela ação de bactérias anaeróbicas sobre os carboidratos solúveis.
- ✓ A Fase III (estabilidade) é marcada pela redução da atividade microbiana e pela estabilização do pH da massa ensilada.

Os procedimentos envolvidos na fase aeróbica do processo de ensilagem (Fase I), que incluem a colheita da forrageira até o esgotamento do oxigênio após a vedação do silo, devem ocorrer o mais rápido possível, uma vez que a celeridade nesta fase contribui para eliminação rápida do oxigênio em contato com a forragem já cortada.

O estabelecimento da condição de anaerobiose durante a ensilagem ocorre com a compactação, pela expulsão do ar existente entre as partículas de forragem, e com a subsequente vedação do silo, impedindo novo acesso de ar à massa ensilada. O rápido estabelecimento desta condição é desejável, uma vez que 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 CO₂ e água.

Na Fase II da ensilagem ocorre a redução do pH da forragem ensilada. Com o esgotamento do oxigênio no silo, inicia-se o processo de fermentação de carboidratos solúveis, com maior proporção de ácido acético sendo produzida inicialmente. Embora seja mais fraco que o ácido láctico, a produção do ácido acético é que dá início à queda do pH da massa ensilada. À medida que o pH reduz-se, as bactérias produtoras de ácido acético diminuem sua atividade, favorecendo o desenvolvimento das bactérias lácticas que apresentam apenas o ácido láctico como produto da fermentação dos carboidratos solúveis.

A fermentação de bactérias que produzem apenas o ácido láctico a partir de carboidratos solúveis passa a prevalecer na forragem ensilada quando o pH atinge o valor de aproximadamente, 5,0 (cinco). A partir desse ponto ocorre o aumento gradual da produção de ácido láctico, com a queda mais acentuada do pH. Quando o pH alcança valores próximos a 4,0 (quatro), está suficientemente baixo para inibir a atividade microbiana na silagem, finalizando, neste ponto, a Fase II do processo de ensilagem.

A Fase III do processo de ensilagem inicia-se quando do pH da massa ensilada para de abaixar, permanecendo estável por período indefinido se o silo estiver adequadamente vedado. Nesta fase, ocorrerá pouca atividade microbiana e, conforme Moiso & Heikonen (1994), quando são atingidos baixos valores de pH, as bactérias lácticas passam a produzir ácido láctico em pequenas quantidades, apenas o suficiente para neutralizar os compostos básicos formados.

4. AVALIAÇÃO DO VALOR NUTRITIVO DE SILAGENS

Vacas leiteiras alimentadas com forragem de mais alto valor nutritivo produzem mais leite com menor necessidade de suplementação com alimentos concentrados. A composição química dos alimentos, em termos dos seus componentes nutritivos, associada à capacidade dos animais em utilizá-los definem o seu valor nutritivo. Portanto, a descrição do valor nutritivo das silagens requer o conhecimento da sua composição bromatológica associada ao índice de digestibilidade das suas frações nutritivas.

Visando a avaliação do valor nutritivo, as análises de composição química das forrageiras devem abranger, pelo menos, a determinação dos teores de matéria seca, de proteína bruta e de componentes da parede celular – fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e lignina. Os teores de outros nutrientes, como os minerais, também são importantes para o adequado balanceamento das dietas, mas geralmente não são empregados para qualificar o valor nutritivo de silagens.

Sob a perspectiva do valor nutritivo, os trabalhos que relacionam o teor de matéria seca ao consumo são conflitantes e não existe um valor ótimo desde componente na dieta capaz de maximizar a ingestão de nutrientes por vacas leiteiras (NRC, 2001). Desta forma, as equações de predição de consumo propostas nesta publicação não consideram o teor de matéria seca para estimar consumo de alimentos por gado leiteiro. Contudo, os estudos relacionados nesta publicação apresentam dietas com teores de matéria seca acima de 30% e esse teor pode não ser alcançado em dietas baseadas em volumosos úmidos, como silagens. Além disso, segundo Waldo (1986), dietas excessivamente úmidas apresentam reduzido consumo voluntário. Portanto, desde que não existam outros fatores envolvidos, o mais alto teor de matéria seca em silagens pode representar uma característica favorável da sua constituição bromatológica em relação à qualidade da forragem produzida.

O alto teor protéico tem sido relacionado com o maior valor nutritivo da forragem e ruminantes alimentados com dietas baixas em proteína apresentam consumo reduzido e desempenho em nível de manutenção, ou baixa produtividade, mesmo quando suplementados com nitrogênio não protéico (PRESTON, 1982). Em condições tropicais, o mais alto teor protéico é uma característica altamente desejável para os volumosos conservados, uma vez que, em regra, eles são utilizados durante período seco, quando o baixo teor protéico das pastagens é considerado o principal fator responsável pela limitação na produção de ruminantes mantidos a pasto. Além disso, o uso de forragens com mais elevados teores protéicos pode diminuir a necessidade de suplementação protéica, na forma de concentrados e, conseqüentemente, reduzir os custos com a alimentação.



Sob a perspectiva do valor nutritivo, embora características intrínsecas da parede celular, representadas por aspectos físicos e pela relação estabelecida entre as frações constituintes, sejam mais importantes na regulação da digestibilidade do que as proporções desses componentes, o aumento dessas frações também está relacionado às reduções na digestibilidade e no consumo. O conteúdo de FDN relaciona-se principalmente à redução no consumo, enquanto as frações de FDA e lignina estão mais associadas à redução na digestibilidade (VAN SOEST, 1994). Portanto, o teor dos componentes da parede celular de forragens tem sido inversamente correlacionado com o seu valor nutritivo.

Em condições normais de alimentação, a silagem é utilizada como fonte de energia para os animais e, segundo Weiss (1993), a energia é o nutriente que mais limita o desempenho dos ruminantes. De acordo com Weiss (1998), vários dos componentes químicos de determinado alimento são relacionados à concentração energética disponível para os ruminantes. Alguns destes componentes, especialmente as frações lipídica e protéica, têm sido positivamente correlacionados à disponibilidade de energia, enquanto os componentes da parede celular têm apresentado correlações negativas com a disponibilidade energética dos alimentos.

O total de energia, ou a energia bruta contida no alimento pode ser facilmente medida pela combustão de uma amostra em bomba calorimétrica, mas a variabilidade na digestibilidade e no metabolismo entre os alimentos impede o uso do valor de energia bruta para formulação de dietas ou para a comparação de alimentos (WEISS, 1993). O método proposto por Weiss et al. (1992) para estimar coeficiente de nutrientes digestíveis totais (NDT), adotado pelo NRC (2001), ainda tem sido o mais utilizado para estimar o valor energético de alimentos para gado leiteiro. Todavia, novas equações estão sendo sugeridas para estimar o valor energético de alimentos em condições tropicais (DETMANN et al., 2008), baseando-se no fato que, nessas condições, as equações propostas pelo NRC (2001) apresentam diferenças entre os valores preditos e os observados na disponibilidade energética de frações nutritivas isoladas (ROCHA JÚNIOR et al., 2003). Ao mesmo tempo, deve-se salientar que, embora os valores do conteúdo de energia líquida em silagens sejam os mais acurados para estimar a energia efetivamente disponível para os animais, ainda são escassos os dados de energia líquida de alimentos para ruminantes no país.

Alternativamente, os coeficientes de digestibilidade têm sido rotineiramente empregados para qualificar silagens quando ao seu valor energético. Uma proposta elaborada por Paiva (1976) para qualificar a qualidade de silagem baseando-se na digestibilidade in vitro da matéria orgânica foi alterada por Nogueira (1995) para utilização do coeficiente de digestibilidade in vitro da matéria seca. Devido à praticidade, ao baixo custo e boa correlação com os valores observados in vivo, o emprego da análise de digestibilidade in vitro da matéria seca ainda constitui um parâmetro aceito entre pesquisadores para qualificar o valor nutritivo de silagens.

5. FATORES QUE AFETAM O VALOR NUTRITIVO DE SILAGENS

5.1. FATORES ASSOCIADOS À FERMENTAÇÃO

A ocorrência de um processo de fermentação eficiente é fundamental para a conservação do valor nutritivo da forragem utilizada na ensilagem. Nesse processo, objetiva-se minimizar as perdas de matéria seca e de energia e manter a qualidade da fração protéica da forrageira durante a estocagem, conservando as características para alimentação dos animais o mais próximo possível aos da forragem original. Essa fermentação deve propiciar a rápida queda do pH do material estocado e tal evento requer ambiente anaeróbico; população suficiente de bactérias lácticas e nível adequado de substrato na forma de carboidratos solúveis (LEIBENSPERGER & PITT, 1987; MUCK, 1988; McDONALD et al., 1991).

A respiração que acontece enquanto houver oxigênio no interior do silo 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 láctico ou para estimular o crescimento de microrganismos ruminais. Além disso, as bactérias lácticas têm o crescimento estimulado em anaerobiose, produzindo grande quantidade de ácido que favorece a conservação quando esta condição é estabelecida no interior do silo (EDWARDS & McDONALD, 1978; McDONALD et al., 1991).

Outro aspecto importante acerca da presença de oxigênio e a perda de valor nutritivo da silagem relaciona-se à deterioração aeróbica promovida desenvolvimento de fungos e leveduras. Conforme McDonald et al. (1991), os fungos e sobretudo as leveduras geralmente estão presentes nos processos de deterioração aeróbica das silagens. De acordo com Lindgren et al. (1985), McDonald et al. (1991) e Muck et al. (1992), além dos carboidratos solúveis, os fungos degradam ácido láctico e componentes da parede celular. Desta forma, sua ação sobre a forragem ensilada resulta em perda de nutrientes e redução na capacidade de conservação da silagem. Além disso, a presença de fungos em silagens está associada à produção de toxinas capazes de prejudicar a saúde de animais que as consomem.

Durante a ensilagem, a expulsão do ar ocorre pela compactação da forragem que, por sua vez, é influenciada pela pressão exercida sobre a forragem, pelo conteúdo de matéria seca e pelo tamanho das partículas do material ensilado. As forragens com mais alto conteúdo de matéria seca apresentam a compactação dificultada e as forragens com mais de 60% de matéria seca geralmente não permitem uma compactação adequada.

Devido à possibilidade de redução das perdas físicas nas fases de retirada da silagem do silo e de alimentação dos animais, têm-se sugerido a confecção de silagens com partículas pequenas, com tamanho inferior a 1 cm (NEUMANN et al., 2007). Entretanto, visando uma compactação apropriada, indica-se que forragens com 30%-35% de matéria seca sejam trituradas ao tamanho médio de partícula 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 minimizar a produção de efluentes com perda de compostos nutritivos e/ou que favoreçam a conservação, silagens produzidas com forrageiras com baixo teor de



matéria seca, como as de tropicais gramíneas perenes, podem ser compactadas até menores densidades a 550 kg/m³. Uma estratégia que pode viabilizar o alcance de forragem para apresentar tamanho médio de partícula superior aos 2-2,5 cm recomendados.

A vedação adequada do silo constitui outro procedimento necessário para o rápido estabelecimento e a apropriada manutenção da condição de anaerobiose na massa de forragem estocada. Desta forma, o tempo gasto nas atividades que abrangem da colheita até a vedação deve ser o menor possível. Recomenda-se que os silos de superfície sejam fechados (vedados) em até dois dias. Para silos tipo trincheira, cisterna ou aéreo, devido ao fato da proteção lateral favorecer a compactação e reduzir a superfície de contato da forragem com o ar, preconiza-se que o fechamento ocorra em até três dias após o início do procedimento de colheita.

Os carboidratos solúveis, ou açúcares (mono e dissacarídeos), são os principais substratos utilizados pelas bactérias lácticas 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). Apesar de terem sido sugeridos valores mínimos, a proporção de carboidratos solúveis na matéria seca da forrageira requerida para uma fermentação eficiente depende da quantidade de ácido que será necessária para a redução do pH aos níveis apropriados à conservação do volumoso. Por sua vez, essa demanda de ácido varia com habilidade à conservação 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.

Considera-se o número de aproximadamente 10⁸ bactérias lácticas 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 lático como produto principal. Elas podem ser agrupadas em duas categorias básicas: homofermentativas, que produzem apenas ácido lático, e as heterofermentativas, que apresentam, além do ácido lático, o etanol, ou o ácido acético, adicionados ao CO₂, como produtos finais da fermentação (McDONALD et al. 1991). Conseqüentemente, a produção de ácido lático é maximizada quando a fermentação é dominada pelas bactérias lácticas homofermentativas, fato que pode determinar a variação no número requerido de bactérias lácticas sobre a forragem para a promoção de uma fermentação eficiente.

O uso de aditivos microbiológicos no processo de ensilagem tem sido empregado, na maioria das vezes, visando aumentar a população de microrganismos capazes de favorecer a fermentação adequada da silagem, reduzindo as perdas de matéria seca e de energia no material estocado. Zopolatto et al. (2009), utilizando apenas literatura nacional em extensa revisão sobre o uso de aditivos microbiológicos em silagens, consideraram modesto o número de trabalhos que permite comparações devidas para a exploração adequada dos efeitos de aditivos microbianos. Concluíram ainda que os resultados apresentados na literatura nacional são, em geral, insuficientes para o



estabelecimento de posições conclusivas sobre o assunto.

A redução do pH que ocorre durante a Fase II da ensilagem relaciona-se à conservação do material ensilado por promover a diminuição de atividades de degradação mediadas por enzimas da própria forrageira e por fazer cessar o crescimento de microrganismos anaeróbicos indesejáveis, particularmente, enterobactérias e clostrídios (MUCK & 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 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 & 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 em partículas do solo, iniciando seu crescimento logo que se estabelece condição de anaerobiose. 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 matéria seca, enquanto em materiais com cerca de 15% de matéria seca, valores de pH abaixo de 4 podem não inibir totalmente o seu crescimento (EDWARDS & McDONALD, 1978; FISHER & BURNS, 1987; LEIBENSPERGER & 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 matéria seca da forrageira original. Baseando-se nesses fatos, Tomich et al. (2003a) propuseram a qualificação do processo fermentativo de silagens considerando o valor de pH associado ao teor de matéria seca como um dos parâmetros (Tabela 1).

Tabela 1. Qualificação da fermentação de silagens em relação ao valor de pH e teor de matéria seca da forragem



Valor de pH associado ao teor de matéria seca

Valor de pH	Teor de matéria seca da forragem (%)			Pontuação
	< 20	20 - 30	> 30 - 40	
≤ 4,0	≤ 4,2	≤ 4,4	≤ 4,6	25
> 4,0 -	> 4,2 -	> 4,4 -	> 4,6 -	20
4,2	4,4	4,6	4,8	15
> 4,2 -	> 4,4 -	> 4,6 -	> 4,8 -	10
4,4	4,6	4,8	5,0	5
> 4,4 -	> 4,6 -	> 4,8 -	> 5,0 -	0
4,6	4,8	5,0	5,2	
> 4,6 -	> 4,8 -	> 5,0 -	> 5,2 -	
4,8	5,0	5,2	5,4	
> 4,8 -	> 5,0 -	> 5,2 -	> 5,4	

Fonte: Tomich et al. (2003a)

Vários ácidos orgânicos são produzidos durante a fermentação de silagens (acético, butírico, fórmico, isobutírico, láctico, propiônico, succínico, valérico, etc.) (McDONALD et al., 1991). Apesar de todos os ácidos formados na fermentação contribuírem para redução do pH no silo, o ácido láctico possui papel fundamental nesse processo, por apresentar maior constante de dissociação que os demais (MOISIO & HEIKONEN, 1994).

Os ácidos acético, butírico e láctico, são frequentemente utilizados para qualificar a fermentação e nas suas principais vias de produção ocorrem variações na conservação de matéria seca e de energia da forragem original em relação à silagem produzida (Tabela 2).

Tabela 2. Vias de produção dos principais ácidos orgânicos e estimativa de perda de matéria seca e de energia em diferentes tipos de fermentação em silagens

Tipo de fermentação	Perda de matéria seca	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	41,1%	16,6%
Clostridiana 2 ácido láctico → 1 ácido butírico + 2 CO ₂	51,1%	18,4%
3 alanina → 2 ácido propiônico + ácido acético + 3 NH ₃ + 1 CO ₂	22,0%	19,0%

Fonte: McDonald et al. (1991)

Embora o conteúdo de ácido láctico seja frequentemente utilizado para avaliação da qualidade da fermentação, a quantidade desse ácido, necessária para reduzir rapidamente o pH e inibir os processos de deterioração do material ensilado, altera-se com a capacidade de tamponamento da forrageira e com o teor de umidade. Essa condição, além de indicar que não existe um único conteúdo de ácido láctico em silagens que permita a eficiente conservação da forragem, dificulta 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 & 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 de energia da forragem original durante a fermentação e, frequentemente, o conteúdo desse ácido é positivamente correlacionado à redução do consumo da forragem. Na Tabela 3 é apresentada proposta para qualificação da fermentação de silagens em relação ao conteúdo de ácido butírico como um dos parâmetros para a avaliação.





Tabela 3. Qualificação da fermentação de silagens em função do conteúdo de ácido butírico

Teor de ácido butírico (% da matéria seca)	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

Fonte: Tomich et al. (2003a)

O conteúdo de ácido acético, assim como o conteúdo de ácido butírico, está relacionado a menores taxas de decréscimo de 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 & BOLSEN, 1991). Portanto, silagens bem conservadas devem apresentar reduzido teor de ácido acético, cujo nível também pode ser utilizado como parâmetro para a qualificação da fermentação de silagens (Tabela 4).

Tabela 4. Qualificação da fermentação de silagens em função do conteúdo de ácido acético.

Teor de ácido acético (% da matéria seca)	Pontuação
≤ 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

Fonte: Tomich et al. (2003a)

Na forragem verde, cerca de 75% a 90% do nitrogênio total (NT) estão presentes na proteína, o restante, chamado nitrogênio não protéico, consiste principalmente de aminoácidos livres e amidas, com menor proporção de outros compostos nitrogenados. O conteúdo de nitrogênio presente na forma de amônia (N-NH₃) na forragem verde geralmente é menor que 1% do nitrogênio total. Após o corte da forrageira, tem início uma extensa hidrólise de proteínas, com aumento do nitrogênio não protéico para aproximadamente 40% do nitrogênio total nas primeiras 24 horas de ensilagem. Este

conteúdo pode atingir 70% na abertura do silo (OHSHIMA & McDONALD, 1978). Foi demonstrado que a projeção 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 no rúmen, altera o curso da fermentação, impedindo a rápida queda do pH da massa ensilada (McKERSE, 1985). Portanto, em silagens bem conservadas, os aminoácidos constituem a maior parte da fração de nitrogênio não protéico e a amônia está presente em baixas concentrações (VAN SOEST, 1994). Conseqüentemente, a gradação dos valores de N-NH₃/NT das silagens pode ser utilizada como indicativo de eficiência do processo fermentativo, conforme proposto na Tabela 5. De maneira geral, considera-se que silagens com menos de 10% de N-NH₃/NT apresentaram uma fermentação eficiente para a conservação do valor nutritivo, enquanto valores crescentes de N-NH₃/NT podem ser relacionados à redução gradual desta eficiência.

Tabela 5. Qualificação da fermentação de silagens em função do conteúdo de nitrogênio amoniacal como proporção do nitrogênio total (N-NH₃/NT)

N-NH ₃ /NT (%)	Pontuação
< 10	25
> 10 - 13	20
> 13 - 17	15
> 17 - 21	10
> 21 - 25	5
> 25	0

Fonte: Tomich et al. (2003a)

Para qualificação final do processo fermentativo de silagens, conforme a proposta de Tomich et al. (2003a), devem ser somadas as pontuações obtidas pela silagem para o valor de pH associado ao teor de matéria seca (Tabela 1), para os teores de ácido butírico e de ácido acético (Tabelas 3 e 4) e para o conteúdo N-NH₃/NT (Tabela 5). As soma obtida com as pontuações desses parâmetros deve analisada conforme a proposta de qualificação consolidada da fermentação apresentada na Tabela 6.

Para os autores desta proposta, 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 proteica, podendo ter o seu consumo comprometido. A qualificação de fermentação péssima é atribuída às silagens que apresentaram processo fermentativo totalmente inadequado à conservação da forragem, além de baixo valor nutritivo, provavelmente, corresponde a uma silagem que não será consumida pelos animais.

Tabela 6. Proposta para qualificação da fermentação de silagens

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

Fonte: Tomich et al. (2003a)

Trabalhos conduzidos por Antunes et al. (2006), Santos et al. (2010) e Caetano et al. (2011) comparando cultivares de milho, Pesce et al. (2000), Araújo et al. (2007) e Faria Júnior et al. (2011) avaliando sorgo; Tomich et al. (2004); Pereira et al. (2005) e Souza et al. (2005) estudando girassol; Ferreira et al. (2007), Castro Neto et al. (2008) e Ribeiro et al. (2010) avaliando silagem de cana-de-açúcar e Ferrari Júnior e Lavezzo (2001), Patrizi et al. (2004) e Tomich et al. (2006a) comparando silagens de capim-elefante indicaram que todas essas forrageiras apresentam potencial para a produção de silagens com padrão de fermentação eficiente, capaz de favorecer a adequada conservação do valor nutritivo na forragem estocada.

5.2. FATORES ASSOCIADOS À FORRAGEIRA

A ensilagem não melhora o valor nutritivo da forragem conservada em relação àquela que a originou. Conseqüentemente, as escolhas da forrageira/cultivar e do estádio de desenvolvimento das plantas na época da colheita são aspectos fundamentais para a definição do valor nutritivo das silagens que serão produzidas.

Vários estudos realizados no Brasil apresentaram a comparação de valor nutritivo para silagens produzidas com diferentes forrageiras (PAIVA et al., 1978; MIZUBUTI et al., 2002; RESENDE et al., 2003; POSSENTI et al., 2005; TOMICH et al., 2006b; OLIVEIRA et al., 2010; PIRES et al., 2010). Geralmente, o valor nutritivo da silagem de milho é considerado padrão, tendo em vista o seu elevado valor energético. Contudo, em condições climáticas desfavoráveis, especialmente em relação à baixa disponibilidade de água, outras forrageiras têm sido mais indicadas para a ensilagem. O sorgo e o girassol são exemplos de culturas indicadas para regiões com baixas precipitações pluviométricas ou para o período de safinha, em substituição ao cultivo do milho para



silagem.

De maneira geral, tem-se considerado que o valor nutritivo da silagem de sorgo se aproxima ao da silagem de milho. Características geralmente observadas para silagens de sorgo, como maior proporção de constituintes da parede celular e menor valor energético (Tabela 7), além da perda de parte dos grãos nas fezes têm indicado que o seu valor nutritivo pode situar entre 80% e 90% do valor observado para as silagens de milho. Contudo, ressalta-se que o emprego de cultivares e de estratégias de manejo indicados pela pesquisa podem tornar esta comparação inapropriada. Conforme Rodrigues (2007), nos últimos anos o sorgo tem apresentado ganhos significativos em termos da qualidade da forragem produzida, sendo que esta melhoria pode ser atribuída ao desenvolvimento de cultivares adaptadas aos diversos sistemas de manejo em uso no país.

Tabela 7. Composição bromatológica de silagens confeccionadas com diferentes forrageiras

Silagem	Composição bromatológica			
	MS (%)	PB	FDN (% MS)	FDA NDT
Milho	30,82	7,26	55,41	30,63 64,27
Capim-elefante	26,81	5,84	79,13	51,75 58,08
Sorgo	30,82	6,69	61,41	35,77 57,23
Girassol*	23,87	9,07	46,10	36,02 49,8*
Cana-de-açúcar	25,85	4,05	62,26	41,95 45,65

MS = matéria seca, PB = proteína bruta, FDN = fibra insolúvel em detergente neutro, FDA = fibra insolúvel e detergente ácido e NDT = nutrientes digestíveis totais. Fonte: Valadares Filho et al. (2006). *O valor de NDT não foi apresentado para silagem de girassol, o qual foi substituído pela média de digestibilidade in vitro da matéria seca obtida por Tomich et al. (2004) para as silagens de 13 cultivares.

As pesquisas têm apontado que a silagem de girassol apresenta alto teor proteico (TOMICH et al., 2004; PEREIRA et al., 2005; JAYME et al., 2007). Contudo, sua fração fibrosa apresenta mais alta proporção de fibra insolúvel em detergente ácido (fração de baixa digestibilidade) quando comparada às silagens de milho e de sorgo (Tabela 7). Adicionalmente, destaca-se que a maioria dos genótipos de girassol utilizados no país para a produção de silagem foi desenvolvida visando a produção de óleo, fato que acarreta a confecção de silagens com elevados teores de extrato etéreo. A fração fibrosa de baixa digestibilidade e o alto teor de extrato etéreo comumente observados para as silagens de girassol podem restringir sua aplicação para as categorias de animais mais exigentes, como vacas de alta produção em período de lactação, ou indicar a necessidade de composição da dieta com outros alimentos voluminosos. A frequente disponibilidade nas propriedades produtoras de leite, a alta produtividade e o



fato de ser uma forrageira perene, condição capaz de reduzir custos porque elimina as atividades relacionadas ao plantio, são fatores que motivam o uso do capim-elefante para a produção de silagem. Contudo, o baixo teor de matéria seca, principal fator limitante para a produção de silagem com esta forrageira, determina a indicação de sua ensilagem em avançado estágio de desenvolvimento. Vilela (1990) considerou 70 dias de rebrota como o momento adequado para a ensilagem do capim-elefante. Embora esta indicação também esteja relacionada à necessidade de aumento do teor de matéria seca do material a ser ensilado, conduz, geralmente, à produção de silagens com baixo teor protéico e elevado conteúdo de fibras (Tabela 7). Estratégias como o emurchecimento (FERRARI JÚNIOR & LAVEZZO, 2001) e uso de aditivos (FERRARI JÚNIOR & LAVEZZO, 2001; TOMICH et al., 2006a) têm sido testadas visando elevar o valor nutritivo das silagens produzidas com capim-elefante.

A elevada produção por área associada à racionalização no uso de mão-de-obra e de maquinário que ocorre quando toda forragem suplementar é cortada em uma atividade única têm motivado a produção da silagem de cana-de-açúcar no país. Geralmente, as silagens de cana-de-açúcar apresentam baixo teor protéico e alta participação de fibra insolúvel em detergente ácido na sua fração fibrosa (Tabela 7). A maior parte dos estudos atuais abordando a silagem de cana-de-açúcar (FERREIRA et al., 2007; CASTRO NETO et al., 2008; RIBEIRO et al., 2010) é direcionada à avaliação de aditivos empregados para aumentar o valor nutritivo do volumoso na sua forma conservada.

Tendo em vista essa variação do valor nutritivo entre silagens produzidas com distintas forrageiras, para a definição da forrageira a ser ensilada, entre outros critérios, devem-se considerar as exigências nutricionais dos animais que serão suplementados. Diferentes categorias de animais e características específicas de animais em uma mesma categoria determinam exigências nutricionais distintas. Visando aumento da eficiência econômica dos sistemas de produção de leite, animais em condições produtivas diferentes podem ser alimentados com forragens apresentando valores nutritivos diferentes. Assim, além da categoria animal, a ordem de lactação, a condição corporal e o nível de produção devem ser levados em consideração para a definição da forrageira a ser ensilada.

Para uma mesma forrageira, estudos têm mostrado que a cultivar também influencia expressivamente o valor nutritivo da silagem produzida. Costa (2000) e Santos et al. (2010) avaliando milho, Silva et al. (1999), Pesce et al. (2000), Vieira et al. (2004); Araújo et al. (2007) e Machado et al. (2011b) estudando sorgo; Tomich et al. (2004), Pereira et al. (2005) e Jayme et al. (2007) comparando cultivares de girassol e Costa et al. (2011) em estudo com cultivares de *Brachiaria* brizanta encontraram variações significativas influenciadas pelas cultivares na composição bromatológica e nos coeficientes de digestibilidade das silagens.

A produtividade sempre foi um critério importante para a definição de cultivares de milho destinadas à ensilagem. Entretanto, destaca-se que silagens com melhor valor nutritivo necessitam do emprego de cultivares que apresentem maior proporção de grãos na forragem. Pesquisas recentes têm buscado a seleção de cultivares com melhoria do valor nutritivo na parte vegetativa (colmo, folha e sabugo), com fibra de melhor qualidade (menores proporções de fibra insolúvel em detergente ácido e de lignina) e mais alta digestibilidade. Desta forma, a novas estratégia de melhoria do valor nutritivo da silagem



de milho devido ao melhoramento de cultivares não dependem apenas da participação do grão na massa ensilada.

A escolha das cultivares de sorgo destinadas à ensilagem é bastante controversa, sendo que, geralmente, o produtor opta por materiais de porte alto e elevada produtividade de massa verde (RODRIGUES, 2007). Contudo, deve ser ressaltado que este tipo de sorgo geralmente apresenta menor proporção de panícula na forragem, o que influencia negativamente o valor nutritivo da silagem produzida. De acordo com Silva et al. (1999), a participação da panícula na silagem está associada à redução dos teores de constituintes da parede celular e ao aumento dos coeficientes de digestibilidade. Esses autores concluíram que silagens de sorgo de boa qualidade devem ser confeccionadas com plantas que apresentem, no mínimo, 40% de panícula. Destaca-se ainda que, assim como vem ocorrendo nos programas de melhoramento do milho, pesquisas atuais com enfoque no melhoramento e seleção de cultivares de sorgo para silagem também contemplam a melhoria do valor nutritivo da forragem pela alteração da composição da sua fração fibrosa.

Trabalho desenvolvido por Jayme et al. (2007) apontou que as silagens produzidas com cultivares de girassol confeiteiros apresentaram teor de extrato etéreo inferior às silagens de cultivares destinadas à produção de óleo. Os demais parâmetros de composição bromatológica e os coeficientes de digestibilidade apresentaram variações significativas entre cultivares, mas não foi possível apontar tendência de melhor valor nutritivo devido ao tipo de girassol (confeiteiro ou produtores de óleo) utilizado para ensilagem. Destaca-se que, embora o potencial do girassol para produção de silagem tenha sido indicado pela pesquisa (TOMICH et al., 2003b; TOMICH et al., 2004 e JAYME et al., 2007), ainda há, no país, a necessidade do desenvolvimento de cultivares específicos para produção de silagem, especialmente buscando cultivares que contenham teor de óleo adequado à formulação de dietas para ruminantes e que apresentem melhoria na composição da sua fração fibrosa.

A ensilagem deve visar o aproveitamento da forrageira em seu estágio ótimo de desenvolvimento, conciliando produtividade e valor nutritivo. Para uma mesma forrageira e cultivar, o estágio de desenvolvimento da planta na época da colheita representa o fator mais importante para tomada de decisão capaz de influenciar o valor nutritivo das silagens. Por este motivo, estudos que avaliaram a composição bromatológica e/ou a digestibilidade em função de estágios de desenvolvimento de plantas forrageiras (MOLINA et al., 2002; RODRIGUES et al., 2004; ARAÚJO et al., 2007; JAYME et al., 2009; CASTRO et al., 2010; FÁRIA JÚNIOR et al., 2011; MACHADO et al., 2011b) são fundamentais para o estabelecimento de práticas de manejo que conduzam à produção de silagens com valor nutritivo mais elevado.

O ponto indicado para a colheita do milho para ensilagem é comumente determinado pela posição da "linha do leite" (local da divisão entre a porção pastosa e farinácea do grão). Em regra, recomenda-se que a colheita seja feita quando os grãos amostrados em diversos pontos da lavoura apresentarem a "linha do leite" alcançando entre metade até dois terços do grão (Figura 2). Contudo, tendo em vista a variabilidade entre cultivares, adverte-se que a posição da "linha do leite" não indica o ponto ideal para colheita de qualquer cultivar de milho. Estudos feitos em outros países mostraram que esta



recomendação de ponto de colheita para ensilagem do milho está relacionada ao estágio em que, frequentemente, ocorre a máxima produtividade de nutrientes digestíveis para os animais. Além disso, neste ponto indicado para colheita, a forragem do milho geralmente apresenta teor de umidade adequado à conservação da silagem.



Figura 2. Indicação do ponto ideal de colheita do milho para silagem considerado a posição da "linha do leite" no grão (grãos destacados). Fonte: adaptado de Fahl et al. (1994).

Estudos feitos com cultivares de sorgo apontaram que o ponto ideal para a colheita varia de acordo com a cultivar. Visando a produção de silagens com mais elevado valor nutritivo e padrão de fermentação adequado para a conservação da forragem, os melhores pontos de colheita do sorgo situam-se entre os estádios de plantas com grãos leitosos ou pastosos (ARAUJO et al., 2007; FARIA JÚNIOR et al., 2011 e MACHADO et al., 2011b). As médias geradas com os resultados apresentados pelos mesmos estudos apontaram redução superior a 10% na digestibilidade da matéria seca e no teor protéico das silagens produzidas com plantas em estágio de grãos farináceos em relação àquelas produzidas com plantas de grãos leitosos. Os dados desses estudos não mostraram grande variação no teor de fibra insolúvel em detergente neutro para as silagens produzidas com plantas nos estádios de grãos leitosos, pastosos ou farináceos (Figura 3).

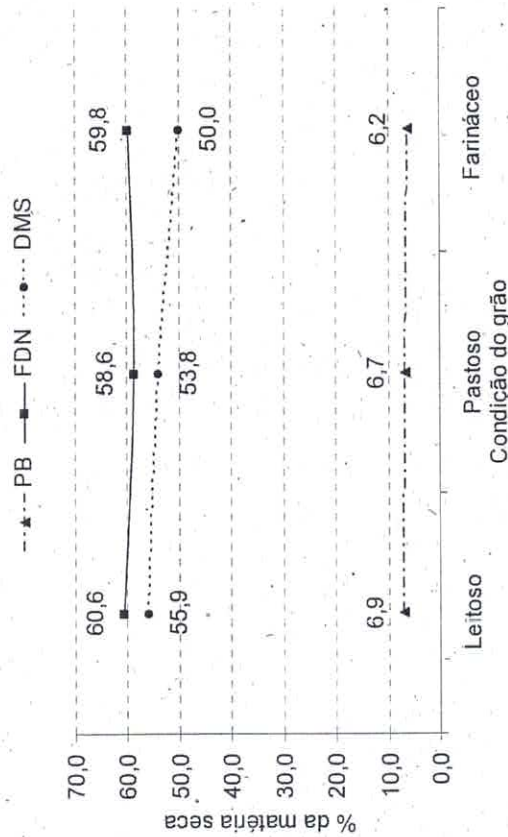


Figura 3. Teores médios de proteína bruta (PB) e de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e valores médios de coeficientes de digestibilidade da matéria seca (DMS) de silagens de sorgo confeccionadas em diferentes estádios de desenvolvimento das plantas (Condição do grão). Fonte: ARAUJO et al. (2007), FARIA JÚNIOR et al. (2011) e MACHADO et al. (2011b).

O estágio de desenvolvimento da planta também é capaz de influenciar significativamente componentes bromatológicos e a digestibilidade das silagens de girassol. Rezende et al. (2002) e Pereira (2003) observaram poucas alterações nos teores de proteína bruta das silagens com o avanço do estágio de desenvolvimento das plantas, mas Pereira (2003) notou aumento do conteúdo de fibra e redução da digestibilidade da matéria seca nas silagens de girassol produzidas com plantas em estágio avançado de desenvolvimento (Figura 4).

Tem-se recomendado que a colheita do girassol para silagem não seja efetuada tardiamente, sendo esta estratégia fundamental para a produção de volumoso com melhor valor nutritivo. Atualmente, visando conciliar o valor nutritivo e as características adequadas à fermentação, sugere-se ensilar no período de maturação fisiológica dos aqüênios (Figura 5). A ensilagem nesse estágio tem produzido silagens com teor de matéria seca entre 26% e 30%, cerca de 10% de proteína bruta e coeficiente de digestibilidade da matéria seca por volta de 50%. Quando a colheita é efetuada antes da maturação fisiológica dos aqüênios, a planta do girassol contém alta quantidade de umidade, o que prejudica a fermentação. Por sua vez, quando é ensilado tardiamente, tem produzido silagens com altas proporções de componentes da parede celular e baixos coeficientes de digestibilidade das frações nutritivas.

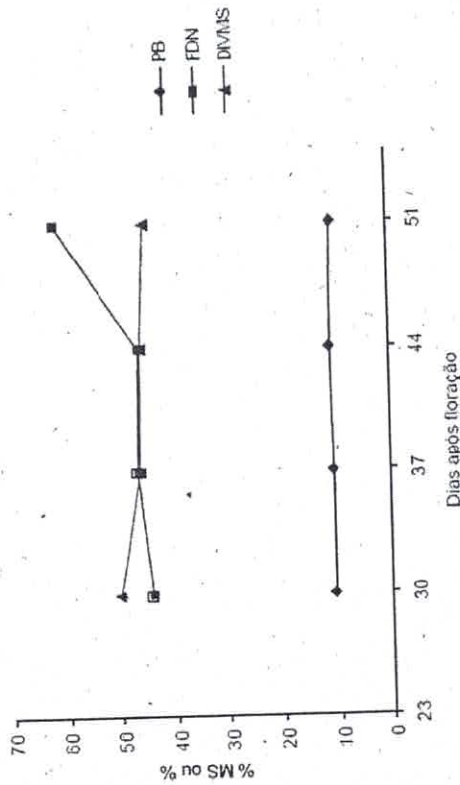


Figura 4. Teores médios de proteína bruta (PB) e de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e valores médios dos coeficientes de digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) de silagens de quatro genótipos de girassol colhidos aos 30, 37, 44 e 51 dias após o florescimento. Fonte: Pereira (2003).

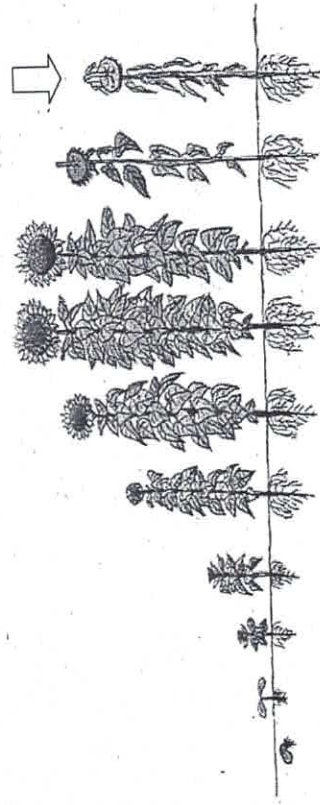


Figura 5. Fases de desenvolvimento da planta de girassol e indicação do ponto ideal de colheita para produção de silagem (destacado pela seta). Fonte: adaptado de Castro & Farias (2005).

O baixo teor de carboidratos solúveis e, principalmente, o alto teor de umidade nos estádios onde as plantas apresentam bom valor nutritivo são características desfavoráveis à produção de silagens utilizando as gramíneas tropicais perenes frequentemente encontradas nas propriedades produtoras de leite do Brasil.

A ensilagem de forrageiras perenes disponíveis nas fazendas, geralmente privilegia a maximização da produção de forragem. Todavia, recomenda-se que a ensilagem deste tipo de material seja feita tentando conciliar a produtividade da forrageira e o valor nutritivo da silagem. Nesse sentido, tem-se indicado o corte do capim-elefante para ensilagem quando as plantas alcançam cerca de 1,6 m ou, conforme Vilela (1990), com 70 dias de rebrota. Jayme et al. (2009), visando conciliar a produtividade ao bom valor nutritivo e às características necessárias à adequada fermentação da silagem, recomendaram a ensilagem da Brachiaria brizantha quando as plantas atingissem 68 dias de rebrota. Esses autores verificaram redução significativa nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca com o avanço da idade de corte das plantas (Figura 6). Já Ribeiro Júnior (2009), estudando quatro idades de corte do capim andropogon para produção de silagem, concluiu que a melhor idade para a ensilagem foi aos 112 dias de rebrota.

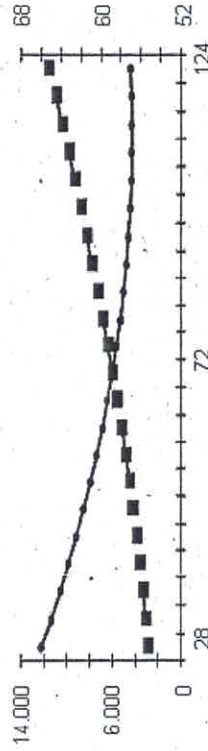


Figura 6. Curvas de produtividade de matéria seca (■) e percentual de digestibilidade in vitro da matéria seca (●) da Brachiaria brizantha em função da idade de corte das plantas em dias. Fonte: Jayme et al. (2009).

Mesmo adotando estratégias com foco na melhoria do valor nutritivo da forragem, as silagens produzidas com as gramíneas tropicais perenes geralmente apresentam valor nutritivo inferior ao das silagens tradicionais como as de milho e de sorgo. Desta forma, a ensilagem deste tipo de forrageira tem sido indicada, principalmente, como alternativa de volumoso para as categorias animais menos exigentes, especialmente, vacas secas e animais de recria.

Para a cana-de-açúcar, o período mais indicado para ensilagem é na época seca do ano, quando as plantas apresentam os mais elevados teores de carboidratos solúveis e maiores coeficientes de digestibilidade.

Tendo em vista a importância da silagem para suprir energia aos animais suplementados, ao estudar a qualidade de silagens confeccionadas com milho, sorgo e capim-elefante, Paiva (1976) e Paiva et al. (1978) propuseram um sistema para avaliação do valor nutritivo para silagens com base na indicação do valor energético, empregando-se o coeficiente de digestibilidade in vitro da matéria orgânica. Este sistema foi adaptado por Nogueira (1995) para emprego da digestibilidade in vitro da matéria seca (Tabela 8). Esta proposta ainda tem sido empregada para avaliação e comparação do valor nutritivo de silagens (SILVA et al., 1999; EVANGELISTA & LIMA, 2001; CAMPOS et al., 2003; VIEIRA et al., 2004; JAYME et al., 2007).



Tabela 8. Proposta para qualificação do valor nutritivo de silagens em função dos valores de Digestibilidade in vitro da Matéria Orgânica (DIVMO) ou de Digestibilidade in vitro da Matéria Seca (DIVMS)

	Qualidade da silagem		
	Muito boa	Boa	Médua Ruim
DIVMO* (%)	> 65	65 – 55	55 – 40 < 40
DIVMS** (%)	> 63	63 – 52	52 – 38 < 38

Fonte: *Paiva (1976), **Nogueira (1995)

Destaca-se, entretanto, que estudos buscando equações mais acuradas para predição do valor energético de alimentos para ruminantes em condições tropicais foram desenvolvidos recentemente (DETMANN et al., 2008; VALADARES FILHO et al., 2010). Além disso, estão sendo publicados os primeiros resultados nacionais de estudos empregando-se câmaras respirométricas para a determinação da energia líquida em forragens tropicais (MACHADO et al., 2011a). Sugere-se que os resultados desses estudos sejam utilizados para gerar propostas, mais atuais para a qualificação do valor nutritivo de silagens produzidas nas condições brasileiras.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ✓ Em regra, o processo de ensilagem de forrageiras não melhora o valor nutritivo do volumoso conservado em relação ao da forragem original.
- ✓ As escolhas da forrageira/cultivar e do estádio de desenvolvimento das plantas na época da colheita são aspectos fundamentais para a definição do valor nutritivo das silagens.
- ✓ Para uma mesma forrageira, a época de colheita constitui o principal ponto a ser ajustado pelo produtor para se produzir silagem de qualidade.

✓ As estratégias adotadas desde a definição da forrageira até a vedação do silo interferem no processo de fermentação da silagem e a qualidade da fermentação afeta decisivamente a capacidade de conservação do valor nutritivo no material ensilado.

✓ Fermentações adequadas à conservação da silagem propiciam perdas insignificantes de matéria seca e de energia e mantêm a qualidade da fração protéica da forragem original durante a armazenagem.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, R.C.; REIS, R.B.; GONÇALVES, L.C. et al. Modificações na composição química e padrão de fermentação em silagens de seis híbridos de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.5, n.3, p.422-430, 2006.



ARAÚJO, V.L.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.59, n.1, p.168-174, 2007.

BARROS, G.S.C.; FACHINELLO, A.L.; SILVA, A.F. Agronegócio mineiro desacelera em setembro. Piracicaba: Cepea-ESALQ/USP, 2011. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/pibmg/files/2010/01/jan_dez.pdf>. Acessado em: 20 fev. 2012.

BOTREL, M.A.; ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F. Avaliação de gramíneas forrageiras na região sul de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, n.4, p.683-689, 1999.

CAETANO, H.; OLIVEIRA, M.D.S.; FREITAS JÚNIOR, J.E. et al. Nutritional characteristics and in vitro digestibility of silages from different corn cultivars harvested at two cutting heights. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.4, p.708-714, 2011.

CAMPOS, W.E.; SATURNINO, H.M.; SOUSA, B.M. et al. Degradabilidade in situ da silagem de quatro genótipos de sorgo com e sem tanino. I - Matéria seca e proteína bruta. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.55, n.2, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010209352003000200013&lng=pt&iso&lng=pt>. Acessado em: 20 fev. 2012.

CASTRO, C.; FARIAS, J.R.B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R.M.V.B.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. (Org.). *Girassol no Brasil*. 1ª ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005, v.1, p.163-210.

CASTRO, G.H.F.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Características produtivas, agronômicas e nutricionais do capim-tanzânia em cinco diferentes idades ao corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.62, n.3, p.654-666, 2010.

CASTRO NETO, A.G.; MOLINA, L.R.; GONÇALVES, L.C. et al. Parâmetros de fermentação de silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.60, n.5, p.1150-1156, 2008.

CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (ESALQ/USP). Leite - CUSTOS DE PRODUÇÃO. Piracicaba: Cepea-ESALQ/USP, 2012. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/leite/?page=672>. Acessado em: 20 fev. 2012.

COSTA, K.A.P.; ASSIS, R.L.; GUIMARÃES, K.C. et al. Silage quality of Brachiaria brizantha cultivars ensiled with different levels of millet meal. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.63, n.1, p.188-195, 2011.

COSTA, R.S. Características agronômicas, composição química e qualidade da silagem de doze cultivares de milho safra 97/98. 2000. 35f. Dissertação (Mestrado em Medicina Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. et al. Prediction of energy value of cattle diets based on the chemical composition of the feeds under tropical conditions. *Animal Feed Science Technology*, v.143, p.127-147, 2008.

EDWARDS, R.A.; McDONALD, P. *Fermentation of Silage - A Review*. West Des Moines: Iowa, 1978, 115p.

EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. Utilização de silagem de girassol na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001,



- Maringá. *Anais...* Maringá: UEM/CCA/DZO, p.177-217, 2001.
- FAHL, J.I.; CARELLI, M.L.C.; MONK, E.A.L. et al. Avaliação da maturação de grãos de milho através da linha do leite para aplicação de dessecantes químicos. *Bragantia*, v.53, n.2, p.209-218, 1994.
- FAOSTAT - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (STATISTICS DIVISION). Top production - Cow milk, whole, fresh - 2010. Roma: FAO, February 2012. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acessado em: 02 mar. 2012.
- FARIA JÚNIOR, W.G.; GONÇALVES, L.C.; RIBEIRO JÚNIOR, G.O. et al. Effect of grain maturity stage on the quality of sorghum BRS-610 silages. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.63, n.5, p.1215-1223, 2011.
- FERRARI JÚNIOR, E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim-Ellefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) emurcheado ou acrescido de farelo de mandioca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.5, p.1424-1431, 2001.
- FERREIRA, D.A.; GONÇALVES, L.C.; MOLINA, L.R. et al. Características de fermentação da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia, zeólita, inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.59, n.2, p.423-433, 2007.
- 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.
- GERDES, L.; WERNER, J.C.; COLOZZA, M.T. et al. Avaliação de Características de Valor Nutritivo das Gramíneas Forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia nas Estações do Ano. *Revista Brasileira de zootecnia*, v.29, n.4, p.955-963, 2000.
- 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.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa da Pecuária Municipal 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/tabelas_pdf/tab23.pdf>. Acessado em: 15 fev. 2012.
- JAYME, D.G.; MOLINA, L.R.; GONÇALVES, L.C. et al. Determinação do momento de colheita da *Bracharia brizantha* (Hochest.) Stapf. cv. Marandu para produção de silagem. *Ciência e Agrotecnologia*, v.33, n.2, p.586-591, 2009.
- JAYME, D.G.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. et al. Qualidade das silagens de genótipos de girassol (*Helianthus annuus*) confeiteiros e produtores de óleo. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.59, n.5, p.1287-1293, 2007.

- 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.
- LINDGREN, S.; PETERSON, K.; KASPRSON, A. et al. Microbial dynamics during aerobic deterioration of silages. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.36, p.765-774, 1985.
- MACHADO, F.S.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Consumo de energia por ovinos alimentados com silagens de sorgo em diferentes estádios de maturação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48, 2011, Belém. *Anais...* Belém: UFPA, 2011a. CD-Rom
- MACHADO, F.S.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo em diferentes estádios de maturação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.63, n.6, p.1470-1478, 2011b.
- MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Estatísticas e Dados Básicos de Economia Agrícola. Brasília: MAPA, fevereiro/2012. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Vegetal/Estatistica/EstatC3%ADticas%20e%20Dados%20B%20C3%A1sicos%20de%20Economia%20Agr%20C3%ADcola/Pastia%20Fevereiro%20%2012.pdf>. Acessado em: 02 mar.2012.
- 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.
- MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; ROCHA, M.A. et al. Consumo e digestibilidade aparente das silagens de silho (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e girassol (*Helianthus annuus* L.). *Revista Brasileira de zootecnia*, v.31, n.1, p.267-272, 2002.
- 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.
- MOLINA, L.R.; RODRIGUES, N.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Degradabilidade in situ da matéria seca e da proteína bruta das silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), com e sem tanino no grão, ensilados no estádio de grão farrináceo. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 39, n. 5, p. 233-237, 2002.
- 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.
- MUCK, R. E.; SPOETRA, S. F.; WIKSELAAR, P. G. Effects of carbon dioxide on fermentation and aerobic stability of maize silage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.59, p.405-412, 1992.
- NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P.R.F.; NÖRBERG, J.L. et al. Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho (*Zea mays* L.) sobre as perdas durante o processo fermentativo e o período de utilização das silagens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.5,



p. 1395-1405, 2007.

NOGUEIRA, F.A.S. *Qualidade das silagens de híbridos de sorgo de porte baixo com e sem tanino e de colmo seco e succulento, e seus padrões de fermentação, em condições de laboratório*. 1995. 39f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

NRC. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7th ed. Washington, DC: National Academy Press, 2001. 381p.

OLIVEIRA, J.S.; SOUZA SOBRINHO, F. *Cultivares de milho para silagem: resultados das safras 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006 na Região Sudeste do Brasil*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2008. 8p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica. 97)

OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. et al. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.1, p.61-67, 2010.

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.

PAIVA, J.A.J. *Qualidade da silagem da região metalúrgica de Minas Gerais*. 1976. 85f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

PAIVA, J.A.J.; PIZARRO, E.A.; RODRIGUES, N.M. et al. Qualidade da silagem da região metalúrgica de Minas Gerais. *Arquivos da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais*, v.30, n.1, p.81-88, 1978.

PATRIZI, W.L.; MADRUGA JÚNIOR, C.R.F.; MINETTO, T.P. et al. Efeito de aditivos biológicos comerciais na silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.56, n.3, p.392-397, 2004.

PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C.; TOMICH, T.R. et al. Silos experimentais para avaliação da silagem de três genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.57, n.5, p.690-696, 2005.

PEREIRA, L.G.R. *Potencial forrageiro da cultura do girassol (Helianthus annuus) para produção de silagem*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2003. 160f. (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

PESCE, D.M.C.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. et al. Análise de Vinte Genótipos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), de Portes Médio e Alto, Pertencentes ao Ensaio Nacional. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.4, p.978-987, 2000.

PIRES, A.J.V.; REIS, R.A.; CARVALHO, G.G.P. et al. Degradabilidade ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fração fibrosa de silagens de milho, de sorgo e de *Brachiaria brizantha*. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.62, n.2, p.391-400, 2010.

POSSENTI, R.A.; FERRARI JUNIOR, E.; BUENO, M.S. et al. Parâmetros bromatológicos e fermentativos das silagens de milho e girassol. *Ciência Rural*, v.35, n.5, p.1185-1189, 2005.

PRESTON, T.R. Nutritional limitations associated with the feeding of tropical forages. *Journal of*

Animal Science. v.54, n.4, p.877-884, 1982.

RESENDE, J.A.; PEREIRA, M.N.; VON PINHO, R.G. ET AL. Ruminant silage degradability and productivity of forage and grain-type sorghum cultivars. *Scientia Agricola*, v.60, n.3, p.457-463, 2003.

REZENDE, A.V.; EVANGELISTA, A.R.; SIQUEIRA, G.R. et al. Avaliação do potencial do girassol (*Helianthus annuus* L.) como planta forrageira para ensilagem na safinha, em diferentes épocas de cortes. *Ciência e Agrotecnologia*, v.26, Edição Especial, p.1548-1553, 2002.

RIBEIRO JÚNIOR, G.O. *Características agrônomicas e qualidade das silagens do capim Andropogon Gayanus em quatro idades de corte e perfil de fermentação da silagem aos 56 dias de crescimento*. 2009. 46f. Dissertação (Mestrado em Medicina Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

RIBEIRO, L.S.O.; PIRES, A.J.G.; CARVALHO, G.G.P. et al. Composição química e perdas fermentativas de silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia ou hidróxido de sódio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.9, p.1911-1918, 2010.

ROCHA JÚNIOR, V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; BORGES, A.M. et al. Estimativa do Valor Energético dos Alimentos e Validação das Equações Propostas pelo NRC (2001). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.2, p.480-490, 2003.

RODRIGUES, A.L.P.; SAMPAIO, I.B.M.; CARNEIRO, J.C. et al. Degradabilidade in situ da matéria seca de forrageiras tropicais obtidas em diferentes épocas de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.56, n.5, p.658-664, 2004.

RODRIGUES, J.A.S. Produção e utilização de silagem de sorgo. In: simpósio mineiro de nutrição de gado de leite, 4, 2007, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: EV/UFMG, 2007. p.34-48.

SANTOS, R.D.; PEREIRA, L.G.R.; NEVES, A.L.A. et al. Características de fermentação da silagem de seis variedades de milho indicadas para a região semiárida brasileira. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.62, n.6, p.1423-1429, 2010.

SIDRA/IBGE - SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA. Produção nos estabelecimentos agropecuários com mais de 50 pés existentes, Brasil - 2006. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?i=2&z=1&u6=1>>. Acessado em: 15 fev. 2012.

SILVA, F.F.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A. et al. Qualidade de Silagens de Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de Portes Baixo, Médio e Alto com Diferentes Proporções de Colmo+folhas/panicula. 2. Avaliação do Valor Nutritivo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, n.1, p.21-29, 1999.

SOUZA, B.P.S.; COELHO, S.G.; GONÇALVES, L.C. et al. Composição bromatológica da silagem de quatro genótipos de girassol, ensilados em cinco diferentes idades de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.57, supl. 2, p.204-211, 2005.

TOMICH, T.R.; GONÇALVES, L. C.; TOMICH R. G. P. et al. Características químicas e digestibilidade in vitro das silagens de girassol. *Revista brasileira de zootecnia*, v.33, supl.1, p.1672-1682, 2004.

TOMICH, T.R.; MESSIAS, E.A.C.; SERENO, J.R. Silagens confeccionadas com folhas de capim-



elefante de crescimento pleno e níveis crescentes de adição de casca de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: UFPB, 2006a. CD-Rom

TOMICH, T.R.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C. et al., Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação. (Documentos 57/Embrapa Pantanal), 2003a, 20p. Disponível em <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC57.pdf>. Acessado em: 10 jan. 2012.

TOMICH, T.R.; RODRIGUES, J.A.S.; GONÇALVES, L.C. et al. Potencial forrageiro de cultivares de girassol produzidos na safinha para ensilagem. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.55, n.6, p.756-762, 2003b.

TOMICH, T.R.; TOMICH, R.G.P.; GONÇALVES, L.C. et al. Valor nutricional de híbridos de sorgo com capim-sudão em comparação ao de outros volumosos utilizados no período de baixa disponibilidade das pastagens. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.58, n.6, p.1249-1252, 2006b.

VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES K.A.; ROCHA JR, V.R. et al. *Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos*. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 239p.

VALADARES FILHO, S.C.; AZEVEDO, J.A.G.; CHIZZOTTI, M.L. Exigências nutricionais de gado de leite e valor energético dos alimentos. In: simpósio mineiro de nutrição de gado de leite, 5, 2010, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: EV/UFMG, 2010, p.1-26.

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

VIEIRA, F.A.P.; BORGES, I.; STEHLING, C.A.V. et al. Qualidade de silagens de sorgo com aditivos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.56, n.6, p.764-772, 2004.

VILELA, D. Utilização do capim-Elefante na forma de forragem conservada. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM-ELEFANTE, 1990, Coronel Pacheco. *Anais...* Coronel Pacheco: EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, 1990. p. 89-131.

WALDO, D.R. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. *Journal of Dairy Science*, v.69, n.2, p.617-631, 1986.

WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; PIERRE, N.R. St. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. *Animal Feed Science Technology*, v.39, p.95-110, 1992.

WEISS, W.P. Estimating the availability energy content of feeds for dairy cattle. Symposium: energy availability. *Journal Dairy Science*, v.81, p.830-839, 1998.

WEISS, W.P. Predicting energy values of feed. In: symposium: prevailing concepts in energy utilization by ruminants. *Journal Dairy Science*, v.76, p.1802-1811, 1993.

ZOPOLLATTO, M.; DANIEL, J.L.P.; NUSSIO, L.G. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.170-189, 2009 (supl. especial)



A POLPA CÍTRICA E A CASCA DE SOJA NA FORMULAÇÃO DE DIETAS PARA VACAS DE LEITE

Fernanda Samarini Machado ¹
Roberto Guimarães Júnior ²
Alex de Matos Teixeira ³
Mariana Magalhães Campos ¹
Luiz Gustavo Ribeiro Pereira ¹

1. INTRODUÇÃO

A polpa cítrica e a casca de soja são dois alimentos ricos em pectinas, tradicionalmente utilizados na alimentação de vacas de leite. A inclusão de alimentos ricos em pectina na dieta de vacas leiteiras permite a substituição de parte dos alimentos ricos em amido (como milho e o sorgo), propiciando benefícios à nutrição dos ruminantes, já que a degradação ruminal da pectina não contribui para o abaixamento do pH, porque não gera ácido lático; além disso, o ácido galacturônico da pectina proporciona tamponamento, por meio de troca de cátions e ligação aos íons metálicos. A pectina gera elevada relação acetato/propionato, favorecendo a produção de gordura do leite e de leite corrigido para gordura.

Outro fator que contribui para a estabilidade da fermentação ruminal é que a polpa cítrica e a casca de soja, quando na forma de "pellets", podem manter as propriedades nutricionais relativas à efetividade de fibra. Quando imerso no fluido ruminal, os "pellets" se expandem e voltam à forma original (Wing, 1975), estimulando a ruminação, mastigação e produção de saliva.

Em comparação ao amido, a pectina possui menor propensão em causar queda de pH ruminal, porque a sua fermentação é feita por microrganismos celulolíticos, favorecendo a produção de acetato e não lactato e propionato, como na fermentação por microrganismos que degradam o amido. Desta forma, a polpa cítrica e a casca de soja podem ser utilizadas estrategicamente em dietas de vacas leiteiras, fornecendo energia e contribuindo para uma adequada fermentação ruminal.

A seguir encontram-se descritas as principais características nutricionais da polpa cítrica e casca de soja, visando o adequado uso destes alimentos na formulação de dietas de vacas de leite.

2. POLPA CÍTRICA

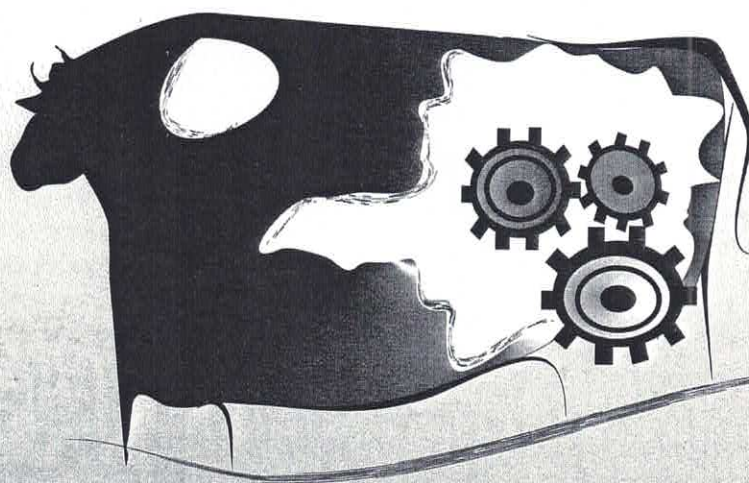
O Brasil detém 50% da produção mundial de suco de laranja, e exporta 98% do que

¹ Pesquisadores da Embrapa Gado de Leite

² Pesquisador da Embrapa Cerrados

³ Doutorando em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais

**VI SIMPÓSIO MINEIRO E
I SIMPÓSIO NACIONAL
SOBRE NUTRIÇÃO DE
GADO DE LEITE**



**Departamento de Zootecnia
Escola de Veterinária
da UFMG**

**13 a 15 de abril de 2012
Belo Horizonte- MG**



Impressão: Visual Artes Gráficas (www.visualartesgraficas.com.br)

Capa: Lucas Braga Pereira de Avelar Tonelli, Wilson Gonçalves de Faria Júnior

1ª Edição

Copyright © Lúcio Carlos Gonçalves
1ª Impressão (2012): 500 exemplares

Editora: FEPMVZ

Todos os direitos reservados: a reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

S612a

Simpósio Mineiro de Nutrição de Gado de Leite (6. : 2012 : Belo Horizonte, MG)
Anais / Editores: Lúcio Carlos Gonçalves... [et al.] - Belo Horizonte:
FEPMVZ Editora, 2012.
231 p. : il.

Inclui bibliografia
ISBN 978-85-87144-47-8

Outros editores: Diogo Gonzaga Jayme, Ana Luíza Costa Cruz Borges, Iran Borges, Pedro Dias Sales Ferreira, Otaviano de Souza Pires Neto, Diego Soares Gonçalves Cruz.

Realizado durante o I Simpósio Nacional Sobre Nutrição de Gado de Leite

1. Bovino de Leite - Alimentação e rações - Congressos. 2. Nutrição animal - Congressos. I. Gonçalves, Lúcio Carlos. II. Simpósio Nacional Sobre Nutrição de Gado de Leite (1. : 2012 : Belo Horizonte, MG.). III. Título.

CDD – 636.214.085.200.63

O conteúdo dos artigos contidos nesta publicação é de inteira responsabilidade dos respectivos autores.

AGRADECIMENTOS

PALESTRANTES:

Aos professores e pesquisadores pela excelência e diligência com que compartilharam com os participantes todo conhecimento e experiência.

Prof^ª. Ana Luíza Costa Cruz Borges – EV/UFGM

Prof. André Fischer Shrisia – UDESC

Prof. André Soares Oliveira – UFMT

D^{ra}. Fernanda Samarini Machado – Embrapa Gado de Leite

Prof. José Neuman Miranda Neiva – UFTO

Dr. José Reinaldo Mendes Ruas – EPAMIG

Dr. Luiz Gustavo Ribeiro Pereira – Embrapa Gado de Leite

Prof. Ronaldo Braga Reis – EV/UFGM

Prof^ª. Sandra Gesteira Coelho – EV-UFGM

D^{ra}. Stefanie Alvarenga Santos – DZO/UFV

Dr. Thierry Ribeiro Tomich – Embrapa Pantanal

MODERADORES:

Aos profissionais que tanto contribuíram para a discussão e engrandecimento do evento.

Ms. Alex de Matos Teixeira – EV/UFGM

Prof. Diogo Gonzaga Jayme – EV/UFGM

Ms. Felipe Antunes Magalhães – EV/UFGM

Ms. Fernando Pimont Possas – EV/UFGM

Dr. Frederico Osório Velasco – UFTO

Prof. Helton Mattana Saturno – EV/UFGM

Prof. Iran Borges – EV/UFGM

Prof. Lúcio Carlos Gonçalves – EV-UFGM

Prof^ª. Sandra Gesteira Coelho – EV-UFGM