



ARTIGO ORIGINAL

Thiago Fernandes Bernardes¹
Aníbal Coutinho do Rêgo^{2*}
Daniel Rume Casagrande¹
Márcio André Stefanelli Lara¹
Luciana Miranda Lima¹
Naiara Caixeta da Silva¹

¹Universidade Federal de Lavras – UFLA,
Departamento de Zootecnia, 37200-000,
Lavras, MG, Brasil

²Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA,
Av. Tancredo Neves, s/n, Terra Firme, 66077-530,
Belém, PA, Brasil

Autor Correspondente:

*E-mail: anibalcr@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE

Conservação de forragem
Ensilagem
Ruminantes
Silo
Volumoso

KEYWORDS

Forage conservation
Ensilage
Ruminant animals
Silo
Roughage

Produção e uso de silagens em fazendas leiteiras em três mesorregiões do Estado de Minas Gerais

Silage production and utilization on dairy farms in three zones of Minas Gerais state, Brazil

RESUMO: Produtores de leite de três mesorregiões (Central, Centro-Oeste e Campos das Vertentes) do Estado de Minas Gerais foram convidados a participar do levantamento das práticas de produção e uso de silagens em suas propriedades. Trinta e nove produtores responderam a um questionário durante um dia de campo, realizado no município de Ijaci, Estado de Minas Gerais. O questionário continha 22 perguntas que incluíam informações referentes às seguintes características: os rebanhos utilizados nas propriedades (n=3); o processo de ensilagem (n=9); o desabastecimento do silo (n=4), e o uso da silagem na alimentação animal (n=3), além de mais três questionamentos sobre a atividade. O milho foi a cultura mais citada pelos produtores na produção de silagem, sendo que, dos 39 produtores entrevistados, 38 (97,4%) afirmaram que utilizam tal cultura isoladamente ou com outras forrageiras. A maioria dos produtores no momento da colheita da forragem faz uso de colhedoras tracionadas por trator (92,3%). Lonas do tipo dupla face foram as mais citadas (84,6%) pelos produtores como ferramenta utilizada na vedação dos silos. A maioria dos produtores (61,5%) retira menos de 20 cm de silagem por dia no painel e 87,2% descartam silagem com aspecto deteriorado antes de fornecer aos animais. A maioria (92,3%) dos entrevistados não faz nenhum tipo de análise bromatológica da silagem produzida. O uso de técnicas de manejo consideradas simples – como o tipo de lona usada na vedação, a cobertura utilizada sobre a lona e o correto avanço no desabastecimento do silo – ainda é um entrave na obtenção de silagens menos deterioradas e com menores taxas de descarte.

ABSTRACT: *Dairies from three zones (Central, Centro-oeste and Campos das Vertentes) of Minas Gerais state, Brazil, were invited to participate in current survey on silage management practices on their farms. Thirty-nine dairies filled a questionnaire on a special day organized for dairy producers in Ijaci, Minas Gerais state, Brazil. The twenty-two questions of the questionnaire comprised information on characteristics of herds on farms (n=3), characteristics inherent to silage process (n=9), characteristics associated with feed-out (n=4), characteristics inherent to silage used in diet (n=3) and three other questions. Corn silage was mentioned by most of the 39 producers interviewed. Thirty-eight (97.4%) stated that corn was used alone or with other crops. Most producers (92.3%) used pull-type forage harvesters and black-on-white plastic sheets were mentioned by 84.6% of producers to seal the silos. Further, 61.5% of dairies unloaded less than 20 cm of silage per day and 87.2% discarded spoiled silage prior to feeding the animals, although 92.3% failed to undertake any chemical analysis of silage produced. The use of simple management techniques such as the correct feed-out rate, type of plastic sheets used to cover the silos, and the material used to weigh down the silo surfaces are still impairments in obtaining less deteriorated silages with the least possible waste rates.*

Recebido: 27/09/2012

Aceito: 21/01/2013

1 Introdução

No setor zootécnico brasileiro, as cadeias produtoras de leite e de carne destacam-se pelos seus volumes de produção e de comercialização. Contudo, ainda carecem do levantamento de informações quanto às práticas produtivas e de gestão em suas bases (propriedades rurais). Dentre estas práticas, podem-se apontar as atividades relacionadas com a confecção e a utilização de forragens conservadas, silagem e feno.

Das duas cadeias produtivas, de leite e de carne, as forragens conservadas assumem papel mais importante para os rebanhos leiteiros, pois esses volumosos constituem uma parcela da dieta, sendo que a silagem é a principal fonte de energia e de fibra na dieta dos animais. Os custos com a produção de forragens conservadas têm alta correlação negativa com lucratividade em fazendas leiteiras (HADEN; JOHNSON, 1989). Portanto, é de suma importância que a sociedade conheça qual o perfil das propriedades e dos produtores, e quais são as barreiras observadas por eles ao se produzir e utilizar silagens. Conhecendo este cenário, a classe produtora, a classe acadêmica, a indústria e os governos terão mais subsídios para definir as suas ações para o setor leiteiro.

O Estado de Minas Gerais é atualmente o principal produtor de leite no Brasil, com produção de aproximadamente 8,3 bilhões de litros de leite em 2010 (IBGE, 2010). Entre os 100 maiores produtores de leite do Brasil, 45% destes tinham propriedades localizadas em Minas Gerais, caracterizando assim a pecuária leiteira como atividade dominante nesse Estado (MILKPOINT, 2011).

Desta forma, objetivou-se com o presente trabalho conhecer as práticas de produção e uso de silagens em fazendas leiteiras localizadas no Estado de Minas Gerais para que estratégias de alimentação e de gestão (por parte dos produtores e da indústria) e de linhas de pesquisa e créditos (por parte da comunidade científica e dos governos, respectivamente) possam ser aperfeiçoadas e/ou definidas, em benefício da cadeia produtiva do leite nesta região.

2 Material e Métodos

No levantamento, realizado no dia 19 de abril de 2012, 39 produtores de leite que participaram de um dia de campo no Centro de Pesquisa em Pecuária Leiteira da Universidade Federal de Lavras, localizado no município de Ijaci-MG, foram convidados a responder um questionário sobre as práticas de produção e o uso de silagens em suas propriedades. Os entrevistadores foram alunos do curso de Graduação e Pós-Graduação em Agronomia e Zootecnia da Universidade Federal de Lavras.

O questionário continha 22 perguntas, que incluíam informações referentes às características dos rebanhos das propriedades (n=3), como a raça predominante e a produção média de leite por vaca por dia; características inerentes ao processo de ensilagem (n=9), ou seja, desde a escolha da cultura a ser ensilada até a escolha do tipo de lona utilizada na vedação do silo; características associadas ao manejo de desabastecimento do silo (n=4), como, por exemplo, o descarte de material deteriorado e o avanço diário de retirada de silagem; características inerentes ao uso da silagem na alimentação animal (n=3), como a época em que o produtor utiliza a

silagem e se avalia ou não a composição bromatológica; e mais três questões adicionais, referentes ao município em que está localizada a propriedade, sobre as principais limitações observadas durante a produção de silagem e se o produtor recebe ou não assistência técnica.

Os dados foram tabulados em planilha do programa Microsoft Excel®, utilizando a ferramenta de fórmulas do programa para o cálculo das porcentagens de cada resposta.

3 Resultados e Discussão

No presente levantamento, os 39 produtores tinham propriedades distribuídas em oito municípios, sendo 12 em Ingai, dez em Ijaci, sete em Aguanil, cinco em Ibituruna, dois em Lavras, e uma em Itumirim, Ribeirão Vermelho e Paraopeba (Figura 1). Esses municípios estão localizados geograficamente entre as latitudes 19° 16' e 21° 24' ao sul e entre as longitudes 44° 22' e 45° 22' a oeste, em regiões que variam de 700 a 950 metros de altitude. Os municípios estão situados em região com clima Cwa (temperado úmido, com inverno seco e verão quente), segundo a classificação de Köppen. Tais municípios pertencem a três mesorregiões do Estado de Minas Gerais: Central, Centro-Oeste e Campos das Vertentes.

As raças Girolando e Holandês representaram, 33,3 e 15,4% do rebanho dos produtores entrevistados, respectivamente. Animais sem padrão racial definido foram os mais citados pelos produtores, representando 51,3% do rebanho das propriedades avaliadas (Tabela 1). Dos produtores entrevistados, 50,0% possuíam animais com produção média de leite diária de 11 a 20 L e 40,0% possuíam animais que produziam de 0 a 10 L. Apenas 10,0% dos produtores possuíam animais com produção entre 21 e 30 L de leite, ou seja, animais mais especializados, provavelmente reflexo da proporção de animais Holandês (15,4%) nos rebanhos em estudo. Os produtores que possuíam de 11 a 20 vacas em lactação, consumindo silagem, representaram 41,0% do total, seguidos por produtores que possuíam mais de 21 vacas (43,6%) consumindo silagem.

O milho foi a espécie mais citada pelos produtores como cultura destinada à produção de silagem. Dos 39 entrevistados, 38 (97,4%) afirmaram que utilizam tal cultura isoladamente ou em associação com outras espécies forrageiras, como sorgo, cana-de-açúcar e capins (Tabela 2). Este cenário pode ser

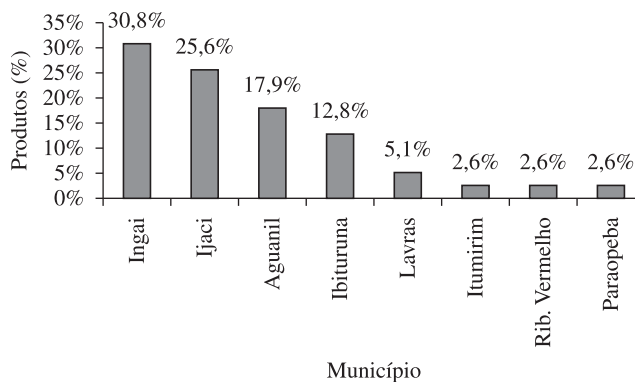


Figura 1. Distribuição dos produtores que participaram da pesquisa nos respectivos municípios pertencentes às mesorregiões Central, Centro-Oeste e Campos das Vertentes do Estado de Minas Gerais.

Tabela 1. Características do rebanho dos produtores entrevistados nas mesorregiões Central, Centro-Oeste e Campos das Vertentes do Estado de Minas Gerais.

Item	Nº de respostas	% de respostas
Raças utilizadas		
<i>Holandês</i>	6	15,4
<i>Girolando</i>	13	33,3
<i>Sem padrão racial definido</i>	20	51,3
Produção média de leite (L/animal/dia)		
<i>0-10</i>	16	40,0
<i>11-20</i>	20	50,0
<i>21-30</i>	4	10,0
Vacas em lactação consumindo silagem		
<i>1-10</i>	6	15,4
<i>11-20</i>	16	41,0
<i>>21</i>	17	43,6

Tabela 2. Características das fazendas ligadas ao sistema de produção de silagem nas mesorregiões Central, Centro-Oeste e Campos das Vertentes do Estado de Minas Gerais.

Item	Nº de respostas	% de respostas
Culturas destinadas à ensilagem		
<i>Milho</i>	38	97,4
<i>Cana-de-açúcar</i>	7	17,9
<i>Sorgo</i>	4	10,2
<i>Capins</i>	1	2,6
<i>Outros</i>	1	2,6
Serviço na ensilagem		
<i>Terceirizado</i>	20	51,3
<i>Próprio</i>	8	20,5
<i>Próprio/terceirizado</i>	6	15,4
<i>Empréstimo</i>	7	17,9
<i>Outros</i>	1	2,6
Característica da colhedora		
<i>Autopropelida</i>	2	5,1
<i>Tracionada por trator</i>	36	92,3
<i>Estacionária</i>	1	2,6
Afiamento das facas da colhedora		
<i>Início da ensilagem</i>	10	25,6
<i>Diariamente</i>	18	46,1
<i>A cada dois dias</i>	5	12,8
<i>Mais do que dois dias</i>	6	15,4

justificado por essa espécie reunir características positivas, tais como alta ensilabilidade, alta produtividade e elevado valor nutritivo. Em seguida, as culturas mais citadas foram cana-de-açúcar (17,9%), sorgo (10,2%) e capins (2,6%), sendo que outras culturas representaram 2,6%.

Quando questionados sobre a modalidade dos serviços na ensilagem (próprio ou terceirizado), a maioria (51,3%)

respondeu que terceiriza o serviço, 20,5% responderam que possuem os próprios equipamentos e o restante (15,4%) utiliza as duas formas. Os demais utilizam equipamentos emprestados da prefeitura ou dos vizinhos (17,9%). Quanto ao tipo de colhedora, a maioria faz uso das que são tracionadas por trator (92,3%), seguida dos produtores que colhem com as autopropelidas (5,1%) e dos que utilizam equipamentos estacionários (2,6%). O uso de colhedoras tracionadas por trator em detrimento das autopropelidas ainda é muito comum no Brasil, em função principalmente do menor custo desse tipo de equipamento. A utilização de colhedoras tracionadas pode proporcionar silagens com baixa uniformidade de tamanho de partícula e com predominância de partículas grandes; consequentemente, esse padrão de picagem pode resultar em maior deterioração das silagens, pois partículas maiores dificultam a compactação da massa e aumenta-se a penetração do oxigênio em razão da maior porosidade, fato esse evidenciado pelo aparecimento de bolores no painel do silo. Ressalta-se também que a desuniformidade das partículas pode comprometer a nutrição de rebanhos leiteiros de médio a alto potencial produtivo, pois, em função da rejeição no cocho de partículas maiores, cria-se o risco de os animais não ingerirem a quantidade de fibra necessária para manter a saúde ruminal (LEONARDI; ARMENTANO, 2003). Desse modo, a fim de minimizar tais problemas, ao utilizar colhedoras tracionadas, a atenção com os cuidados de ajuste do maquinário deve ser aumentada.

A maioria dos produtores entrevistados (46,1%) respondeu que afiam as facas das colhedoras diariamente; 25,6% responderam que afiam apenas no início da colheita; 12,6% a cada dois dias, e 15,4% em um tempo maior do que dois dias. Dentre os principais itens a que se deve atentar, na manutenção das colhedoras de forragem, está a manutenção das facas e contrafacas afiadas, bem como reguladas de maneira correta (O'DOGHERTY, 1982). O uso de facas cegas e a má regulagem fazem com que o material colhido seja dilacerado em vez de ser cortado, o que tende, em alguns casos, a travar a máquina pela presença de material preso entre a faca e a contrafaca, resultando em desperdício de combustível e em baixa qualidade de corte (SHINNERS, 2003). Vale ressaltar que essa dilaceração da forragem resulta em partículas longas, baixa uniformidade do corte e, consequentemente, problemas na compactação no enchimento do silo.

Todos os produtores utilizavam silos horizontais, dos quais 79,5% possuíam silos exclusivamente do tipo trincheira, 5,1% somente silos do tipo superfície e 15,4% possuíam tanto silos trincheira como superfície. (Tabela 3). Quanto à quantidade de silos em cada propriedade, a distribuição foi homogênea, tanto para produtores que possuíam um, dois ou mais de três silos, representando 33,3% do total.

Filmes plásticos (lonas) do tipo dupla face foram as mais citadas (84,6%) pelos produtores como ferramenta utilizada para vedação dos silos, seguida da lona preta (10,3%) e de produtores que utilizam os dois tipos (5,1%). A qualidade dos filmes utilizados na vedação de silos horizontais é importante para limitar as perdas na camada superior dos mesmos, sendo que a permeabilidade ao oxigênio pelas lonas correlaciona-se positivamente com perdas de matéria seca da silagem (BERNARDES; NUSSIO; AMARAL, 2011).

A maioria (79,5%) dos produtores usava algum material para cobrir a lona após a vedação do silo, sendo que 64,1% utilizavam terra, provavelmente porque este tipo de material não despende nenhum custo ao produtor e por proporcionar boa cobertura da lona. Os demais produtores responderam que utilizam outros materiais, como, por exemplo, restos culturais e pedaços de lonas utilizadas no ano anterior. Cerca de um quinto deles usava somente a lona para a vedação. Quando se utiliza cobertura sobre o filme plástico, como, por exemplo, o uso da terra ou de bagaço de cana, as perdas são menores e a qualidade nutricional da silagem é mais bem preservada, pois tal cobertura é mais efetiva em controlar o aquecimento da silagem e retardar o início da deterioração aeróbia na camada superior do silo. Essa estratégia faz com que a lona seja protegida da radiação solar e das intempéries climáticas, possibilitando menor degradação do filme plástico. Entretanto, mesmo com proteção, a lona a ser utilizada deverá ser de qualidade (AMARAL, 2011). Apesar de a cobertura ser eficaz, proteger a lona, em muitos casos, torna-se um trabalho inviável, diante do tamanho e da quantidade de silagem produzida.

Trinta e um produtores (79,5%) relataram que não utilizam aditivos durante a ensilagem. Oito produtores responderam que usavam algum tipo de aditivo, dos quais cinco utilizavam aditivos na cultura do milho, dois na cana-de-açúcar e um no capim-Tifton 85. A maioria justificou o emprego do aditivo para melhorar a fermentação e/ou reduzir o tempo de armazenamento da silagem.

Quanto à porcentagem de retirada da massa, 77,5% dos produtores afirmaram que desabastecem 100% do painel (Tabela 4). Os demais produtores (n=9) desabastecem de forma heterogênea, criando-se “prateleiras” na face que se

encontra exposta. Ressalta-se que este tipo de prática é reflexo do superdimensionamento do silo em relação ao número de animais a serem tratados.

Quanto à quantidade de silagem deteriorada descartada diariamente em relação ao topo, 71,8% dos produtores entrevistados descartavam entre 10 e 20 cm; 10,3% menos de 10 cm; 7,7% entre 20 e 30 cm, e os demais (10,3%) não souberam responder. O descarte de silagem deteriorada é uma prática comum nas propriedades brasileiras, principalmente quando as práticas de produção da silagem são mal empregadas.

No que diz respeito ao avanço de retirada do painel, 43,6% dos produtores responderam que retiram de 11 a 20 cm/dia; 23,1% retiram mais de 30 cm/dia; 17,9% retiram menos de 10 cm/dia, e 12,8% retiram entre 21 e 30 cm/dia. Avanços no painel inferiores a 30 cm por dia não são recomendados em condições de clima tropical.

A maioria dos produtores (87,2%) respondeu que descarta silagem com aspecto deteriorado antes de fornecer aos animais; os demais (12,8%) fornecem toda a silagem retirada do silo.

Quando questionados sobre a época em que fornecem silagem aos animais, trinta produtores (76,9%) responderam que alimentam o rebanho no período seco do ano, enquanto que 23,1% afirmaram que utilizam silagem ao longo do ano (Tabela 5). Com relação ao uso de outra fonte de volumoso na dieta, 12,8% dos produtores responderam que usam somente silagem e 87,2% afirmaram que utilizam outra fonte. A cana-de-açúcar e os capins foram as outras fontes de volumoso mais citadas pelos produtores (18 vezes cada) como alternativa ao uso de silagem durante o ano.

Quanto à avaliação da composição química da dieta, 92,3% dos produtores não fazem nenhum tipo de análise da silagem

Tabela 3. Características referentes à tomada de decisão antes da vedação do silo pelos produtores entrevistados nas mesorregiões Central, Centro-Oeste e Campos das Vertentes do Estado de Minas Gerais.

Item	Nº de respostas	% de respostas
Tipo de silo		
<i>Trincheira</i>	31	79,5
<i>Superfície</i>	2	5,1
<i>Ambos</i>	6	15,4
Quantos silos na propriedade		
<i>1</i>	13	33,3
<i>2</i>	13	33,3
<i>>3</i>	13	33,3
Tipo de lona utilizada		
<i>Preta</i>	4	10,3
<i>Dupla face</i>	33	84,6
<i>Ambas</i>	2	5,1
Peso sobre a lona		
<i>Terra</i>	25	64,1
<i>Outros</i>	6	15,4
<i>Nenhum</i>	8	20,5
Uso de aditivo		
<i>Sim</i>	8	20,5
<i>Não</i>	31	79,5

Tabela 4. Características das práticas de manejo no desabastecimento do silo adotadas pelos produtores entrevistados nas mesorregiões Central, Centro-Oeste e Campos das Vertentes do Estado de Minas Gerais.

Item	Nº de respostas	% de respostas
Porcentagem retirada do painel		
<i>100%</i>	31	79,5
<i>75%</i>	2	5,1
<i>50%</i>	4	10,3
<i>25%</i>	2	5,1
Descarte em relação ao topo		
<i>Até 10 cm</i>	4	10,3
<i>10-20 cm</i>	28	71,8
<i>20-30 cm</i>	3	7,7
<i>Não responderam</i>	4	10,3
Avanço na massa (cm/dia)		
<i>Até 10</i>	7	17,9
<i>11-20</i>	17	43,6
<i>21-30</i>	5	12,8
<i>>30</i>	9	23,1
<i>Não responderam</i>	1	2,6
Descarte de silagem deteriorada		
<i>Sim</i>	34	87,2
<i>Não</i>	5	12,8

Tabela 5. Características do uso da silagem na alimentação animal pelos produtores entrevistados nas mesorregiões Central, Centro-Oeste e Campos das Vertentes do Estado de Minas Gerais.

Item	Nº de respostas	% de respostas
Época em que fornece silagem		
<i>Seca</i>	30	76,9
<i>Ano todo</i>	9	23,1
Uso de outro volumoso		
<i>Sim</i>	34	87,2
<i>Não</i>	5	12,8
Avalia composição química		
<i>Sim</i>	3	7,7
<i>Não</i>	36	92,3

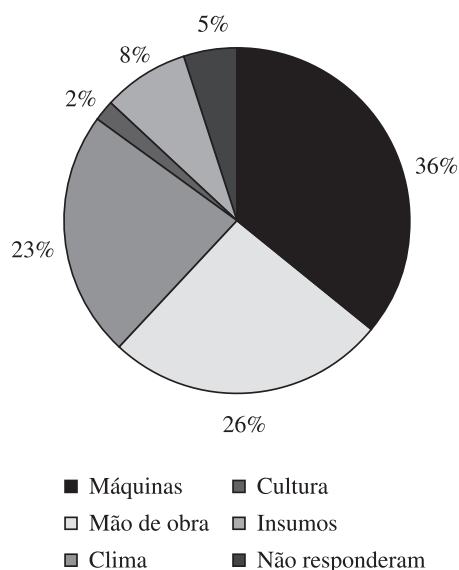


Figura 2. Limitações observadas na produção de silagem pelos produtores entrevistados nas mesorregiões Central, Centro-Oeste e Campos das Vertentes do Estado de Minas Gerais.

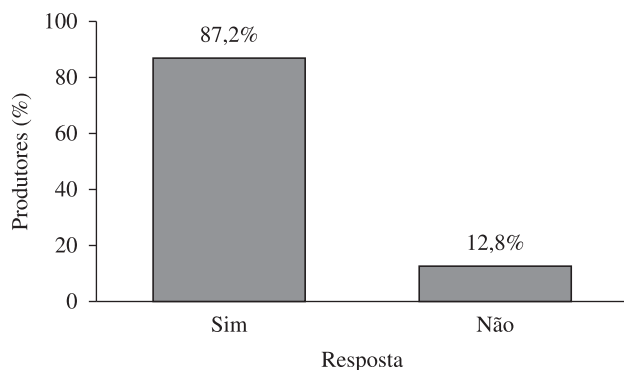


Figura 3. Porcentagem de produtores mineiros que recebem assistência técnica na propriedade.

que produzem. Apenas três pecuaristas apresentaram certa preocupação em avaliar a composição química do alimento.

Ao finalizar o questionário, os produtores opinaram sobre as principais barreiras ou limitações encontradas por eles ao produzir silagens. Alguns aspectos foram relatados, como máquinas, mão-de-obra, clima, cultura e insumos (Figura 2). Destes aspectos, três se destacaram por serem frequentemente citados pelos produtores: máquinas, mão-de-obra e fatores climáticos. Segundo os produtores, as variações climáticas nos últimos anos têm proporcionado certas dificuldades, principalmente na condução da cultura e durante a colheita. Em relação à mão-de-obra, os produtores apontaram a falta de mão-de-obra para qualquer tipo de serviço. Quanto aos equipamentos, o grande entrave foi a disponibilidade de máquinas na ensilagem. Como muitos dependem dos serviços terceirizados, das prefeituras e das associações (51,3% nesta pesquisa), nem sempre a cultura é colhida na época certa e picada, transportada e compactada da maneira correta.

Quando questionados se recebiam algum tipo de visita técnica, a maioria (87,2%) dos produtores afirmou que foram assistidos e apenas (12,8%) responderam que não recebem técnicos em suas propriedades (Figura 3).

4 Conclusões

O milho é a cultura mais utilizada na produção de silagem em fazendas leiteiras das mesorregiões Central, Centro-Oeste e Campos das Vertentes do Estado de Minas Gerais, e é utilizada principalmente em rebanho de baixo potencial produtivo, fato que pode impactar negativamente nos custos de alimentação do rebanho.

A maioria dos produtores entrevistados depende de colhedoras de terceiros, fazendo com que essa seja a principal barreira dentro do processo produtivo.

O uso de práticas simples – como o afiamento das facas da colhedora, a cobertura utilizada sobre a lona e o correto avanço no desabastecimento do silo – ainda constitui entraves na obtenção de silagens menos deterioradas e com menores taxas de descarte.

Referências

AMARAL, R. C. *Estratégias de controle da deterioração aeróbia em silagem de milho e seu valor alimentício para vacas em lactação*. 2011. 173 f. Tese (Doutorado em Ciências)-Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

BERNARDES, T. F.; NUSSIO, L. G.; AMARAL, R. C. Top spoilage losses in maize silage sealed with plastic films with different permeabilities to oxygen. *Grass and Forage Science*, v. 67, n. 1, p. 34-42, 2011. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2494.2011.00823.x>

HADEN, K. L.; JOHNSON, L. A. Factors which contribute to the financial performance of selected tennessee dairies. *Southern Journal of Agricultural Economics*, v. 21, n. 1, p. 105-112, 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Produção Pecuária Municipal*. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. v. 38, p. 1-65.

LEONARDI, C.; ARMENTANO, L. E. Effect of quantity, quality, and length of alfalfa hay on selective consumption by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 86, n. 2, p. 557-564, 2003. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73634-0](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73634-0)

MILKPOINT. *Levantamento TOP 100 2011*. 2011. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/top100/final/2011/>>. Acesso: 28 ago. 2012.

O'DOGHERTY, M. J. A review of research on forage chopping. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v. 24, n. 4, p. 267-289, 1982. [http://dx.doi.org/10.1016/0021-8634\(82\)90068-3](http://dx.doi.org/10.1016/0021-8634(82)90068-3)

SHINNERS, K. J. Engineering principles of silage harvesting equipment. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (Eds.). *Silage Science and Technology*. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p. 361-404.