



EPAMIG

INFORME AGROPECUARIO

v. 34 - n. 277 - nov./dez. 2013 ISSN 0100-3364

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Conservação de alimentos para bovinos



GOVERNO DE MINAS

PARA RESULTADOS MAIS QUE SAUDÁVEIS!

Inoculantes para silagem da Kera

Kera-Sil: para silagem de milho, sorgo e capim (planta inteira). Formulado com *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici* e lactose farmacêutica, possui 80 bilhões de UFC/g e dosagem indicada de 320.000 UFC/g de forragem.

Kera-Sil Grão Úmido: indicado para silagens de grão úmido. Formulado com *Lactobacillus plantarum*, *propionibacterium* e lactose farmacêutica, com 50 bilhões de UFC/g e dosagem indicada de 200.000 UFC/g de grão.

Kera-Sil Cana: indicado para silagem de cana de açúcar. Formulado com *Lactobacillus plantarum*, *propionibacterium* e lactose farmacêutica, possui 60 bilhões de UFC/g e dosagem indicada de 240.000 UFC/g de cana moída.

No caso das silagens de grão-úmido e cana, onde o grande risco são fungos e por consequência, micotoxinas, a diminuição do pH não é suficiente, já que fungos e leveduras somente se inativam a pH menor que 2,0 (e nenhuma bactéria chega a este pH; as lácticas se inativam a pH 3,2). Assim sendo, buscamos, além de diminuição do pH, outra bactéria produtora de ácido graxo de cadeia curta, que tenha propriedades fungistáticas, para frear a reprodução dos fungos, que sempre estão presentes naturalmente.

A Kera usa uma bactéria propiônica, e o mecanismo é o seguinte:
Açúcar + Bactéria Láctica → Ácido Láctico (diminuição do pH)
 Uma parte deste ácido láctico será metabolizado pela bactéria propiônica:
Ácido Láctico + Bactéria Propiônica → Ácido Propiônico (ação fungistática)

SILAGEM DE QUALIDADE: as 4 fases

O processo ideal para Estabilização Biológica da silagem dentro do silo após o fechamento.

	Condições	Atividade	Consequências	Objetivo	Dica! Como estabilizar rapidamente?
Fase 1	Aerobiose (até consumir o Oxigênio dentro do silo)	Enzimas e microorganismos aeróbicos	Liberação de CO ₂ , H ₂ O, Calor, Proteólise (Perda de energia)	Abreviar	Com muito boa compactação do silo.
Fase 2	Anaerobiose pH > 4,5	Flora láctica homof. Flora láctica heterof. Coliformes Clostrídios	Ácido Láctico Ácido Láctico + Ácido Acético, Álcool, CO ₂ Ácido Acético, CO ₂ , NH ₃ , AGV Ácido Butírico, Ácido Acético, CO ₂ , NH ₃ , Aminas tóxicas (Perda de energia e proteínas)	Favorecer Abreviar Abreviar	Nesta fase ocorrem as maiores perdas: é preciso baixar o pH a menos de 4,5 para inativar clostrídios e coliformes reduzindo assim a perda de energia e proteínas. Acelere esta fase com KERA-SIL, os inoculantes da Kera com alta concentração bacteriana.
Fase 3	Anaerobiose pH < 4,5	Flora láctica homof. Flora láctica heterof.	Ácido Láctico Sem perda de valor nutritivo Ácido Láctico + Ácido Acético, Álcool, CO ₂ (Perda de energia)	Favorecer Abreviar	Bactérias lácticas homofermentativas do inoculante, predominantes, não há perda de energia.
Fase 4	Aerobiose Após abertura do silo	Leveduras Mofos	Ácido Acético, Álcool, CO ₂ , H ₂ O H ₂ O, calor, micotoxinas (Perda de valor nutritivo e produção de micotoxinas)	Abreviar Abreviar	Compactar muito bem no momento de ensilar e usar pelo menos 20cm de toda a frente do silo por dia.



saiba mais em www.kerabrasil.com.br
ou ligue (54) 2521-3124

Nutrição Animal é





Informe Agropecuário

Uma publicação da EPAMIG

v.34 n.277 nov./dez. 2013

Belo Horizonte-MG

Sumário

Apresentação

A estacionalidade das pastagens, com maior oferta no período das águas e menor no período das secas, historicamente relatada no Brasil, leva o País a níveis baixos de produtividade, tanto na bovinocultura de corte quanto na de leite.

Apesar de a conservação de forragens modificar esse cenário, esta exige do pequeno ou grande produtor algumas habilidades de planejamento e adoção de técnicas com maior atenção no processo.

Dessa maneira, a conservação de forragens e de alimentos disponíveis na safra pode ajudar o produtor a sair desse ciclo de alternância de produção, otimizando seu sistema, para melhorar a produção de carne ou de leite e aumentar a renda da propriedade.

Considerando que grande parte do custo de produção de leite e de carne é representada pela alimentação dos animais, ações que tornem esse processo mais eficiente terão sempre um apelo importante no cenário agropecuário.

Esforços de instituições e de empresas de pesquisa para profissionalizar a atividade pecuária, apresentando resultados na área de conservação de alimentos, com o desenvolvimento de maquinários eficientes e de tecnologia aplicada, serão sempre úteis e necessários. O objetivo não é somente melhorar o processo de produção no campo, mas também o da oferta de um alimento de alta qualidade e com quantidade, que seja mais bem utilizado pelo animal, tornando esse processo mais eficiente e o produtor menos à mercê das intempéries climáticas e econômicas.

*Renata Apocalypse Nogueira Pereira
Clenderson Corradi de Mattos Gonçalves
Adauto Ferreira Barcelos*

EDITORIAL	3
ENTREVISTA	4
Cana-de-açúcar como forrageira para bovinos leiteiros <i>Marcos Neves Pereira</i>	7
Sorgo para produção de silagem <i>Carlos Juliano Brant Albuquerque, Adriano de Souza Guimarães, Rogério Soares de Freitas, Ísis Barreto Dantas e Rafael Marcão Tavares</i>	17
Silagem de milho reidratado na alimentação do gado leiteiro <i>Marcos Neves Pereira, Renata Apocalypse Nogueira Pereira, Luciene Lignani Bitencourt, Gilson Sebastião Dias Júnior, Naina Magalhães Lopes e Ozana de Fátima Zacaroni</i>	27
Silagem de capim-elefante <i>Clenderson Corradi de Mattos Gonçalves e Adauto Ferreira Barcelos</i>	34
Produção de feno <i>Antônio Ricardo Evangelista e Josiane Aparecida de Lima</i>	43
Eficiência de confecção da silagem de milho: processamento de grãos e tamanho de partícula <i>Mikael Neumann, Fabiano Marafon e Robson Kyoshi Ueno</i>	54
Utilização de aditivos na ensilagem da cana-de-açúcar <i>Carla Luiza da Silva Ávila, José Cardoso Pinto e Beatriz Ferreira Carvalho</i>	65
Manejo da silagem <i>Thiago Fernandes Bernardes, Naiara Caixeta da Silva e Isabella Lasmar de Oliveira</i>	73
Variiedades de cana-de-açúcar para a alimentação de bovinos <i>Geraldo Antônio Resende Macêdo e Karina Toledo da Silva</i>	82
TECNOLOGIA EM FOCO	88
Produção Integrada de Trigo no Brasil <i>Casiane Salete Tibola e José Maurício Cunha Fernandes</i>	

ISSN 0100-3364

Informe Agropecuário	Belo Horizonte	v.34	n.277	p. 1-96	nov./dez.	2013
----------------------	----------------	------	-------	---------	-----------	------

© 1977 EPAMIG

ISSN 0100-3364

INPI: 006505007

CONSELHO DE PUBLICAÇÕES

Marcelo Lana Franco

Mendherson de Souza Lima

Plínio César Soares

Trazilbo José de Paula Júnior

Marcelo Abreu Lanza

Vânia Lúcia Alves Lacerda

COMISSÃO EDITORIAL DA REVISTA INFORME AGROPECUÁRIO

Plínio César Soares

Diretoria de Operações Técnicas

Trazilbo José de Paula Júnior

Departamento de Pesquisa

Marcelo Abreu Lanza

Divisão de Planejamento e Gestão da Pesquisa

Sanzio Mollica Vidigal

Chefia de Centro de Pesquisa

Vânia Lúcia Alves Lacerda

Departamento de Informação Tecnológica

EDITORES TÉCNICOS

*Renata Apocalypse Nogueira Pereira, Clenderson Corradi de Mattos
Gonçalves e Adauto Ferreira Barcelos*

CONSULTORES TÉCNICOS

*Débora Ribeiro Gomide (EPAMIG); José Luiz de Andrade Rezende
Pereira (IF Sul de Minas); Márcio André Stefanelli Lara, José
Cardoso Pinto e Ozana de Fátima Zacaroni (UFLA-DZO)*

PRODUÇÃO

DEPARTAMENTO DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA

EDITORA-CHEFE

Vânia Lúcia Alves Lacerda

DIVISÃO DE PUBLICAÇÕES

Fabriciano Chaves Amaral

REVISÃO LINGUÍSTICA E GRÁFICA

Marlene A. Ribeiro Gomide e Rosely A. R. Battista Pereira

NORMALIZAÇÃO

Fátima Rocha Gomes e Maria Lúcia de Melo Silveira

PRODUÇÃO E ARTE

Diagramação/formatação: *Ângela Batista P. Carvalho, Fabriciano
Chaves Amaral, Maria Alice Vieira, Jucélia Alves Silva (estagiária)
e Rosiane Izidoro dos Santos (estagiária)*

Coordenação de Produção Gráfica

Ângela Batista P. Carvalho

Capa: *Ângela Batista P. Carvalho*

Foto: *Marcos Neves Pereira*

Impressão: *EGL Editores Gráficos Ltda.*

Informe Agropecuário é uma publicação da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais EPAMIG

É proibida a reprodução total ou parcial, por quaisquer meios, sem autorização escrita do editor. Todos os direitos são reservados à EPAMIG.

Os artigos assinados por pesquisadores não pertencentes ao quadro da EPAMIG são de inteira responsabilidade de seus autores.

Os nomes comerciais apresentados nesta revista são citados apenas para conveniência do leitor, não havendo preferências, por parte da EPAMIG, por este ou aquele produto comercial. A citação de termos técnicos seguiu a nomenclatura proposta pelos autores de cada artigo.

O prazo para divulgação de errata expira seis meses após a data de publicação da edição.

Assinatura anual: 6 exemplares

Aquisição de exemplares

Divisão de Gestão e Comercialização

Av. José Cândido da Silveira, 1.647 - União

CEP 31170-495 Belo Horizonte - MG

Telefax: (31) 3489-5002

www.informeagropecuario.com.br; www.epamig.br

E-mail: publicacao@epamig.br

CNPJ (MF) 17.138.140/0001-23 - Insc. Est.: 062.150146.0047

Publicidade

Décio Corrêa

Telefone: (31) 3489-5088 - deciocorreia@epamig.br

Informe Agropecuário. - v.3, n.25 - (jan. 1977) - . - Belo Horizonte: EPAMIG, 1977 - .
v.: il.

Bimestral

Cont. de Informe Agropecuário: conjuntura e estatística. - v.1, n.1 - (abr.1975).

ISSN 0100-3364

1. Agropecuária - Periódico. 2. Agropecuária - Aspecto Econômico. I. EPAMIG.

CDD 630.5

O Informe Agropecuário é indexado na
AGROBASE, CAB INTERNATIONAL e AGRIS

**Governo do Estado de Minas Gerais
Secretaria de Estado de Agricultura,
Pecuária e Abastecimento**

Governo do Estado de Minas Gerais
Antonio Augusto Junho Anastasia
Governador

Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Elmiro Alves do Nascimento
Secretário



EPAMIG

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Conselho de Administração

Elmiro Alves do Nascimento
Marcelo Lana Franco
Maurício Antônio Lopes
Vicente José Gamarano
Paulo Henrique Ferreira Fontoura

Décio Bruxel
Adauto Ferreira Barcelos
Osmar Aleixo Rodrigues Filho
Elifas Nunes de Alcântara

Conselho Fiscal

Evandro de Oliveira Neiva
Márcia Dias da Cruz
Alder da Silva Borges

Rodrigo Ferreira Matias
Leide Nanci Teixeira
Tatiana Luzia Rodrigues de Almeida

Presidência

Marcelo Lana Franco

Vice-Presidência

Mendherson de Souza Lima

Diretoria de Operações Técnicas

Plínio César Soares

Diretoria de Administração e Finanças

Flávio Eustáquio Assimos Maroni

Gabinete da Presidência

Janaína Gomes da Silva

Assessoria de Assuntos Executivos

Mairon Martins Mesquita

Assessoria de Comunicação

Juliana Carvalho Alvim

Assessoria de Contratos e Convênios

Eliana Helena Maria Pires

Assessoria de Desenvolvimento Organizacional

Felipe Bruschi Giorni

Assessoria de Informática

Silmar Vasconcelos

Assessoria Jurídica

Valdir Mendes Rodrigues Filho

Assessoria de Relações Institucionais

Gerson Occhi

Assessoria de Unidades do Interior

Júlia Salles Tavares Mendes

Auditoria Interna

Maria Sylvia de Souza Mayrink

Departamento de Compras e Almoarifado

Rogério Rocha de Souza

Departamento de Contabilidade e Finanças

Carlos Frederico Aguilar Ferreira

Departamento de Engenharia

Antônio José André Caram

Departamento de Informação Tecnológica

Vânia Lúcia Alves Lacerda

Departamento de Logística

José Antônio de Oliveira

Departamento de Pesquisa

Trazilbo José de Paula Júnior

Departamento de Planejamento e Coordenação

Renato Damasceno Netto

Departamento de Recursos Humanos

Flávio Luiz Magela Peixoto

Instituto de Laticínios Cândido Tostes

Vanessa Aglaê M. Teodoro e Nelson Luiz T. de Macedo

Instituto Técnico de Agropecuária e Cooperativismo

Luci Maria Lopes Lobato e Francisco Olavo Coutinho da Costa

EPAMIG Sul de Minas

Rogério Antônio Silva e Mauro Lúcio de Rezende

EPAMIG Norte de Minas

Polyanna Mara de Oliveira e Josimar dos Santos Araújo

EPAMIG Zona da Mata

Sanzio Mollica Vidigal e Giovanni Martins Gouveia

EPAMIG Centro-Oeste

Wânia dos Santos Neves e Waldênia Almeida Lapa Diniz

EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba

José Mauro Valente Paes e Marina Lombardi Saraiva

Conservação de alimentos garante manutenção do rebanho bovino



O Brasil possui um rebanho bovino de, aproximadamente, 212,8 milhões de cabeças, atingindo uma produção de mais de 30 bilhões de litros de leite e 9,4 milhões de toneladas de carcaça.

Um dos grandes problemas da pecuária que atingem quase todo o território brasileiro é a flutuação estacional do crescimento das forrageiras. Esse problema está relacionado com a disponibilidade de luz, temperatura e umidade, nos meses de seca. Para manter altas produções de leite e carne nesse período, é necessário que o produtor armazene alimento de qualidade e em quantidade para fornecer aos animais.

Dentre as tecnologias de conservação de alimentos para bovinos, a silagem apresenta-se como boa alternativa, com destaque para as culturas de milho e sorgo, amplamente utilizadas nas propriedades, bem como a cana-de-açúcar e o capim-elefante. A produção de feno é também uma boa opção, ainda que pouco utilizada no Brasil, pois apresenta vantagens como conservação por longos períodos, economia de utilização de concentrados, entre outras. A silagem de milho reidratado, uma inovação tecnológica, é outra opção para a conservação de alimentos produzidos na fazenda.

Esta edição do Informe Agropecuário reúne informações e tecnologias sobre a conservação de alimentos para bovinos, as quais visam qualidade dos produtos pecuários, bem como redução de custos e maior aproveitamento desses recursos.

Marcelo Lana Franco
Presidente da EPAMIG

Tecnologias para conservação de alimentos para bovinos devem ser adequadas às realidades regionais



O médico-veterinário Feliciano Nogueira de Oliveira é formado pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e possui especialização em Produção de Ruminantes e em Bovinocultura de Leite: Tecnologia, Produção e Mercado, pela Universidade Federal de Lavras (Ufla) e mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Ocupou na Emater-MG os cargos de Coordenador Técnico Regional de Bovinocultura nas Unidades Regionais em Uberlândia e Viçosa, Gerente do Departamento Técnico e foi articulador da criação do Núcleo dos Produtores de Novilho Precoce do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Participou de missão técnica coordenada pela Agência Brasileira de Cooperação, vinculada ao Ministério das Relações Exteriores, em Angola e São Tomé e Príncipe, no continente africano, com o propósito de contribuir na estruturação do Serviço de Assistência Técnica e Extensão Rural naqueles países. Foi conselheiro efetivo do Conselho Regional de Medicina Veterinária do Estado de Minas Gerais (CRMV-MG) entre 2006 e 2012.

Como representante da Emater-MG é membro da Câmara Setorial de Leite e Derivados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), da Câmara Técnica de Bovinocultura de Leite do Conselho Estadual de Política Agrícola (CEPA) e do Polo de Excelência do Leite.

Desde 2010 ocupa o cargo de Coordenador Estadual de Bovinocultura, na Unidade Central da Emater-MG.

IA - Qual a importância da bovinocultura para o estado de Minas Gerais?

Feliciano Oliveira - A bovinocultura em Minas Gerais reveste-se de expressiva importância para o Estado. Minas, hoje, detém o segundo maior rebanho bovino do País, com 24,2 milhões de cabeças, produzindo 8,9 bilhões de litros de leite/ano – maior produtor nacional, e 1 milhão de toneladas de carne/ano. De forma um pouco mais didática poderíamos dizer que a atividade gera impacto nas três principais vertentes do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social

e ambiental. Se considerarmos apenas o segmento básico do agronegócio mineiro de base animal, os produtos boi vivo, vaca viva e leite natural responderam por R\$ 32,13 bilhões, na economia do Estado, no último ano. Do ponto de vista social são, aproximadamente, 376 mil produtores e suas respectivas famílias que praticam e vivem dessa atividade, além dos postos de trabalho gerados. Na vertente ambiental, temos, aproximadamente, 1/3 da área geográfica do Estado coberto com pastagens, que ainda são a base da produção bovina em Minas Ge-

rais, em graus variados de degradação. Isto nos determina um cuidado técnico especial, tendo em vista o impacto ambiental decorrente de uma pastagem com elevado grau de degradação.

IA - Qual a importância de uma boa gestão da alimentação do rebanho na produção de leite e de carne?

Feliciano Nogueira - Considerando os itens que compõem o que entendemos por alimentação diária e necessária ao rebanho bovino, vamos nos deparar com a água, o sal comum e o mineralizado, a

pastagem e outros alimentos volumosos, além dos alimentos concentrados, com suas variedades e combinações. A gestão dessa alimentação precisa ser observada do ponto de vista econômico, uma vez que, na expressiva maioria dos sistemas de produção, é o fator de maior custo. Do ponto de vista fisiológico do animal, leva-se em conta que cada categoria, em seu respectivo ciclo produtivo, vai apresentar exigência nutricional específica. É preciso que, como técnicos, contribuamos para reduzir barreiras sobre o que chamamos gestão da alimentação, tanto para a produção de leite quanto para a produção de carne. A importância disso estará na adoção de tecnologias como reflexo desse entendimento. É vermos o produtor dividindo seu rebanho de vacas leiteiras em grupos de produção, para o fornecimento proporcional de alimento concentrado; é a divisão de pastagens em piquetes otimizando a ocupação da área e proporcionando alimento de melhor qualidade e em quantidade suficiente; é atender ao estande de plantas de milho necessário para uma produtividade eficiente de silagem; é entender o retorno produtivo proporcionado por uma vaca de leite que possui maior acesso à água; é monitorar a condição corporal dos animais em função da dieta recebida e a ocorrência dos eventos reprodutivos tanto no gado de corte como no gado de leite. Enfim, entender a importância de procedimentos como os citados, aplicá-los adotando as tecnologias disponíveis e avaliar os resultados, é fazer, na prática, a gestão da alimentação do rebanho.

IA - *Em sua opinião, quais as principais tecnologias geradas na conservação de alimentos nos últimos anos?*

Feliciano Nogueira - Na verdade, as principais tecnologias geradas na conservação de alimentos para bovinos vêm sendo trabalhadas há anos. Naturalmente, recebendo, a cada nova

pesquisa, um diferencial de conhecimento que pode torná-las mais ou menos atrativas e, portanto, adotadas em maior ou em menor escala. Assim, a fenação e a ensilagem continuam sendo as tecnologias mais conhecidas e adotadas pelos produtores na conservação de alimentos volumosos. Já para a conservação de alimentos utilizados como concentrados, em complemento à alimentação volumosa, a reidratação e ensilagem do grão de milho e as técnicas de armazenamento desses alimentos são as que têm sido mais enfatizadas.

É importante citar, que qualquer que seja a técnica de conservação de alimentos a ser empregada, ela exige maquinário adequado e momento oportuno, o que, também, é uma limitação em considerável fração de sistemas de produção, particularmente naqueles de menor porte.

IA - *Qual dessas tecnologias está sendo mais empregada e apresenta o maior potencial para os produtores mineiros?*

Feliciano Nogueira - Na conservação de alimentos volumosos, a ensilagem é a tecnologia mais adotada pelos produtores mineiros, e, o milho, é a cultura de maior prevalência para esta finalidade. Naturalmente, pelas características

para produção de forragens nas diversas regiões do Estado, alguns desafios persistem. É importante citar que, qualquer que seja a técnica de conservação de alimentos a ser empregada, ela exige maquinário adequado e momento oportuno, o que, também, é uma limitação em considerável fração de sistemas de produção, particularmente naqueles de menor porte. Assim, em muitas situações, a adoção de uma determinada técnica é restrita, pela ausência de equipamento adequado e momento oportuno para sua aplicação, o que em muitas vezes se torna um limitante ao potencial de produção e conservação de alimentos.

IA - *Essas novas tecnologias são acessíveis aos pequenos produtores?*

Feliciano Nogueira - A agricultura familiar, que é, em sua quase totalidade, expressa por sistemas de produção de pequeno porte, responde, segundo dados do Censo Agropecuário do IBGE, em 2006, por, aproximadamente, 47% da produção de milho, 34% do plantel de bovinos e 45% da produção de leite no estado de Minas Gerais. Grande parte das tecnologias disponíveis é acessível a esses agricultores, naturalmente com as adequações tecnológicas compatíveis ao sistema de produção. Um bom exemplo disso, na conservação de forragens, é o uso do silo cincho, que, por meio de um anel em placa de metal fracionada, a forragem é contida e sua compactação é feita por pessoas ou por cavalo, o que possibilita a ensilagem e o armazenamento de forragem em menores porções. Da mesma forma, a ensilagem em sacos plásticos de 45 kg ou o armazenamento de grãos ou produtos secundários da agricultura em galões plásticos para uso em pequena produção. É importante ressaltar que, para esse padrão de produtor, a prática de uma determinada tecnologia compatível à sua escala de produção é, ao

mesmo tempo, uma necessidade e uma forma pedagógica de apropriação de conhecimento. À medida que a prática passa a ser dominada, seu uso é ampliado, a escala de produção se avoluma e a tecnologia passa a ser aplicada conforme preconizada.

IA - Qual o perfil do produtor que absorve essa tecnologia?

Feliciano Nogueira - Se considerarmos o rebanho bovino do Estado, conforme dados do IMA, em 2013, vamos verificar um rebanho de 24.202.248 cabeças para 355.835 propriedades, o que corresponde a um rebanho por propriedade de, aproximadamente, 68 cabeças. Se considerarmos que somente cerca de 34% desse rebanho é de propriedade da chamada agricultura familiar e que esta categoria detém 84% das propriedades, encontraremos um rebanho de, aproximadamente, 27,4 cabeças por propriedade. São, portanto, produtores de menor escala, na maioria das vezes com baixa capacidade de investimento, baixo grau de escolaridade e com capacidade de percepção, absorção ou de inovação tecnológica variável, em função da complexidade própria da tecnologia e da forma como esta lhe é apresentada e proposta. Dados apresentados pela Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais (Faemg), 2006, gerados em pesquisa de campo, mostraram que em Minas Gerais, a frequência de produtores de leite entrevistados que adotavam alimentação volumosa suplementar no período da seca, para vacas em lactação, era de 31,20%, com a produção silagem de milho, e de 6%, com a silagem de sorgo. Assim, é notória a limitação no uso da tecnologia, o que abre uma grande oportunidade à pesquisa e à extensão na busca de alternativas de produtos e processos que superem o problema.

IA - As máquinas utilizadas atualmente no processo de conservação de alimentos são eficientes?

Feliciano Nogueira - As máquinas destinadas ao processo de conservação de alimentos atualmente disponíveis no mercado, em particular àquelas voltadas para atender a grandes áreas e volumes de produção, apresentam performance tecnológica incontestável. No entanto, o seu desempenho e a sua eficiência são dependentes do uso, da operação e das condições locais. Em muitas situações deparamos com ensiladeira de qualidade, mas que responde com produto de qualidade inferior, por uma falha na manutenção ou no uso de seus componentes. Encontramos maquinários e equipamentos com vida útil reduzida ou inutilizados, pelo fato de o produtor ou o operador da máquina ou equipamento não ter sido habilitado para esse tipo de trabalho. Já na agricultura de menor porte, embora sejam registrados avanços, ainda deparamos com limitação de máquinas e equipamentos adequados a pequenas áreas ou áreas de relevo mais acidentado.

IA - Existe diferença em tecnologia de conservação de alimento para o período seco, nas diferentes regiões de Minas Gerais?

Feliciano Nogueira - As diferenças regionais, de toda natureza, acabam por promover, também, diferenças nas tecnologias trabalhadas na conservação de alimentos. Nas regiões com predomínio de áreas de Cerrado e de relevo, que variam de levemente ondulado a plano, onde a agricultura empresarial é praticada em grande escala, tanto a fenação quanto a ensilagem são adotadas de forma tecnificada. Já para regiões como Sul de Minas e Zona da Mata, as áreas de baixada são particularmente as mais utilizadas para fins de produção

de alimentos a ser conservados, tendo em vista as dificuldades de mecanização em áreas de relevo mais acidentado. Também, pelas próprias condições climáticas, a ensilagem é o processo de conservação de alimentos mais utilizado nessas regiões. Outras, como os Vales do Rio Doce e Mucuri, apresentam desafios tanto naturais, como o alto grau de degradação dos solos, como culturais, remanescentes da atividade extensiva de produção de gado de corte em pastagem de colônia praticada anos atrás na região. Quanto às regiões do Norte e Nordeste de Minas, trata-se de regiões com destacada vocação para a produção de bovinos, no entanto com incontestáveis limitações climáticas. Estas limitações afetam diretamente a produção de alimentos, com recorrentes perdas para a economia local. Assim, a discussão acerca de alternativas viáveis para a produção e a conservação de alimentos na região é indispensável e urgente. Quem sabe as dietas à base de milho-grão para animais em acabamento ou a silagem do milho reidratado, mesmo com o produto importado de outras regiões, em condições competitivas, não seria a alternativa mais viável? Do contrário, que tecnologias precisamos gerar para assegurar a produção local de milho, de sorgo ou de capim para a produção de silagem? E o diferimento de pastagens? Quais as dificuldades encontradas pelo produtor para adotá-lo? É seguro, portanto, afirmarmos que existem disponibilizadas diversas tecnologias de conservação de alimentos para bovinos, na perspectiva de minimizar os efeitos de um período de seca. Mas em várias situações permanece o desafio de adequá-las às realidades regionais e convertê-las em prática.

■ Por Vânia Lacerda

Cana-de-açúcar como forrageira para bovinos leiteiros

Marcos Neves Pereira¹

Resumo - A cana-de-açúcar tem alta produtividade de energia digestível por hectare. Nutricionalmente, contém fibra de baixa digestibilidade e é deficiente em proteína e minerais. Seus carboidratos não fibrosos, predominantemente a sacarose, são de digestibilidade mais alta do que a do amido. Mesmo em dietas formuladas para alto desempenho animal, a cana pode deprimir o consumo. Em dietas formuladas com cana como forragem única, novilhas de raças leiteiras especializadas em produção de leite podem ter ganho de peso diário (GPD) adequado à obtenção de baixa idade ao primeiro parto, sem penalizar o peso ao parto. Para vacas de alta produção, dietas com cana como forragem única podem deprimir o desempenho leiteiro. A colheita mecanizada da cana ainda requer soluções da pesquisa, sendo um empecilho ao maior uso do alimento na criação empresarial de bovinos leiteiros. A hidrólise alcalina da cana induz perda de açúcares, sem afetar a digestibilidade ruminal, sendo indesejável nutricionalmente. A recomendação clássica de suplementar a cana com 1 kg de ureia para cada 100 kg de cana in natura pode exceder muito a capacidade ruminal de incorporar o nitrogênio amoniacal (N-NH₃) na proteína microbiana. Canas desejáveis para a alimentação animal têm baixo teor de fibra, característica menos definida pela genética da planta do que por variáveis de ambiente e manejo da cultura. Canas com alta proporção entre colmos e folhas são desejáveis nutricionalmente. A despalha mecânica ou por melhoramento genético pode aumentar o desempenho de bovinos leiteiros que consomem cana-de-açúcar. A ensilagem da cana ainda requer soluções da pesquisa que atenuem a perda acentuada de açúcares durante a fermentação alcoólica. A melhor opção de uso da cana, considerando a produção de matéria seca (MS) digestível por hectare, ainda é a moagem de colmos frescos imediatamente antes do fornecimento aos animais. Existe demanda por tecnologias capazes de melhorar a eficiência de uso da cana-de-açúcar na alimentação de bovinos.

Palavras-chave: Cana in natura. Cana fresca. Silagem. Gado leiteiro. Nutrição animal.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma gramínea tropical pertencente ao gênero *Saccharum*, capaz de ter alta produção de matéria seca (MS) por hectare e alto conteúdo de sacarose, um carboidrato não fibroso de alta digestibilidade para ruminantes. Programas brasileiros de melhoramento de canas mais adequadas à produção de açúcar datam de 1910, evidenciando o longo interesse científico na obtenção de eficiência de cultivo dessa forrageira em escala industrial (HOFFMANN, 1997).

A alta capacidade de a cana produzir energia por hectare justificou seu amplo uso na produção de biocombustíveis, o que muito contribuiu para o avanço na genética das plantas e nas práticas agronômicas de cultivo e colheita, transformando o Brasil em líder mundial na sua produção. A disponibilidade de alta tecnologia de produção, gerada pela indústria sucroalcooleira, é um dos fatores que justificam o uso da cana na alimentação de bovinos.

Nutricionalmente, a fibra em detergente neutro (FDN) da cana-de-açúcar tem digestibilidade baixa em comparação a outras

forrageiras tropicais, o que pode limitar fisicamente o consumo de alimentos, e em consequência, o desempenho de bovinos leiteiros (CORRÊA et al., 2003). Além da baixa digestibilidade da fibra, outra deficiência nutricional da cana-de-açúcar é o baixo conteúdo de proteína e de minerais. A utilização da cana, suplementada com ureia e minerais, tem sido amplamente difundida pela extensão rural a pequenos produtores de leite do Brasil (TORRES; COSTA; RESENDE, 2001), como solução para a entressafra na produção de pastagens no período seco do ano.

¹Médico-Veterinário, Ph. D., Prof. Associado UFLA - Depto. Zootecnia/Bolsista CNPq, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: mpereira@dzo.ufla.br

Apesar de a utilização da cana, para alimentação de bovinos, ser uma tecnologia atual, o que é evidenciado pela alta prevalência dessa forrageira dentre os confinamentos de gado de corte no Brasil (MILLEN et al., 2009), o uso pecuário da cana é relativamente antigo. Alves Neto (1957) relata que de cada 100 fazendas leiteiras visitadas no estado de São Paulo, nos anos 50, 75 forneciam cana-de-açúcar aos animais. Entretanto, hoje, a frequência de fazendas leiteiras brasileiras que adotam alta tecnologia e utilizam a cana-de-açúcar é provavelmente menor. O objetivo deste artigo é discutir resultados da pesquisa no tópico cana-de-açúcar para vacas leiteiras e definir fatores capazes de fomentar a adoção dessa forrageira na pecuária leiteira.

COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Um fator frequentemente relatado como limitante ao uso da cana-de-açúcar na alimentação de bovinos é a necessidade de colheita manual. O corte manual pode restringir o uso da cana a propriedades rurais onde a demanda diária pelo alimento é pequena e existe disponibilidade de mão de obra capaz de executar trabalho braçal árduo, algo cada vez menos frequente no meio rural. Na colheita mecanizada, têm sido utilizadas máquinas originalmente desenvolvidas para a colheita de milho e de sorgo, não adequadas à colheita de cana tombada, o que resulta em altura de corte não rente ao solo. Tradicionalmente, a recomendação técnica tem sido a eliminação por facão, podão ou enxada do colmo remanescente da colheita mecanizada de forragem, visando garantir que a rebrota do canavial seja proveniente de gemas basais. A justificativa para essa recomendação decorre do pressuposto que plantas provenientes de gemas basais seriam mais produtivas e persistentes que as de gemas laterais. A colheita mecanizada, seguida por rebaixamento manual difere da colheita manual pelo efeito do impacto do trânsito da colhedora de forragem sobre a soqueira da cana. O método de colheita

supostamente determina as perdas visíveis e invisíveis (NEVES; MAGALHÃES; OTA, 2004), a produtividade futura e a longevidade do canavial.

Schogor et al. (2009) avaliaram a colheita mecanizada da cana com colhedora de forragem, regulada para altura de corte de 20 cm. A colheita manual da variedade IAC 86-2480, com cerca de 13 plantas por metro e 1,40 m de altura da planta, foi comparada ao corte mecanizado e ao corte mecanizado seguido por rebaixamento manual basal. A colheita mecanizada, seguida por rebaixamento manual, não demonstrou ser justificável, enquanto a colheita mecanizada não reduziu significativamente a eficiência da colheita manual, apesar da maior proporção de plantas deixadas no campo. A eficiência de colheita de MS foi de 82,3% do disponível de forragem na colheita manual, 81,6% na colheita mecanizada e 74,3% na colheita mecanizada seguida por rebaixamento. A queda na eficiência de colheita de colmos determinou a diferença na eficiência de colheita da planta, sendo a de colheita de palhas e de cana ponta similar entre os métodos de colheita. A colheita manual resultou em 0,4 t/ha de resíduo de MS de colmos, enquanto a colheita mecanizada resultou em 1,9 t/ha e, a colheita mecanizada e rebaixada, em 2,8 t/ha. Menores números de toletes danificados e arrancados foram observados na colheita manual, enquanto a colheita mecanizada seguida por rebaixamento aumentou esses valores. A colheita mecanizada resultou em maior número de plantas deixadas no campo. O método de colheita não determinou as características da rebrota (SCHOGOR, 2008).

Entretanto, em canaviais com alta incidência de tombamento, a eficiência de colheita pode ser um limitante da mecanização, já que as colhedoras de forragem disponíveis não recolhem a cana acamada. O desenvolvimento de equipamento de colheita, com custo compatível ao volume de produção de leite de fazendas comerciais, é necessário para colher a cana tombada e ampliar o uso da cana em rebanhos leiteiros.

DESEMPENHO DE NOVILHAS E VACAS LEITEIRAS COM CANA-DE-AÇÚCAR

Apesar das deficiências nutricionais da cana-de-açúcar, seu potencial para propiciar alto desempenho de bovinos leiteiros tem sido demonstrado. Andrade (1999) alimentou novilhas Holandesas, com peso em torno de 300 kg, com dietas contendo 32% da MS de FDN oriunda de cana-de-açúcar ou de silagem de milho. As dietas eram isoproteicas e continham 62% de silagem de milho ou 65% de cana-de-açúcar. O ganho de peso diário (GPD) foi 1.175 g na silagem de milho e 1.009 g na cana, havendo tendência de queda no consumo de MS na cana. Entretanto, a menor digestibilidade da FDN na cana, 22,5% vs. 43,7%, foi compensada pela maior digestibilidade da matéria orgânica (MO) não fibrosa, 87,6% vs. 78,6%, refletindo a alta digestibilidade da sacarose comparativamente ao amido da silagem de milho, o que resultou em similaridade no teor de MO digestível nas dietas. O menor desempenho animal na cana decorreu da queda na ingestão diária de energia, induzida pela queda no consumo.

Gallo (2001) avaliou o aumento no teor de cana na dieta de novilhas. Um tratamento continha 33,4% de FDN oriundo de cana-de-açúcar e 62% da forragem na MS. Outras duas dietas isoproteicas foram formuladas com 70% ou 78% de cana, elevando os teores dietéticos de FDN oriundos da cana para 37,9% e 42,3% da MS, respectivamente. O consumo caiu linearmente com a maior inclusão de cana na dieta. O GPD foi de 1.002, 979 e 951 g nas dietas com 62%, 70% e 78% de cana, respectivamente. Apesar da substituição isofibrosa de silagem de milho por cana (ANDRADE, 1999) ou do aumento na inclusão dietética dessa forragem (GALLO, 2001) ter reduzido o desempenho de novilhas, a cana demonstrou ser uma alternativa viável para a recria de novilhas leiteiras, já que os ganhos diários de peso foram adequados para parto em idade precoce, sem penalizar o peso ao parto, em todos

os tratamentos. Para a recria de novilhas leiteiras com cana como forragem única, o uso de concentrados energéticos, como o milho, é dispensável, obviamente nos casos em que a forragem foi adequadamente manejada para conter alto teor de energia.

Corrêa et al. (2003) avaliaram a viabilidade da cana-de-açúcar como forragem única para vacas leiteiras de alta produção. Os animais receberam dietas com 20% da MS de FDN oriunda de silagens de milho com textura dura ou macia do endosperma ou de cana-de-açúcar. As três dietas continham 46% de forragem. A resposta aos dois híbridos de milho não diferiu, mas a cana-de-açúcar deprimiu o consumo de MS de 23,1 kg/dia para 21,5 kg/dia e a produção de leite de 34,4 kg/dia para 31,9 kg/dia. Semelhantemente ao observado em novilhas (ANDRADE, 1999), a menor digestibilidade da FDN na dieta com cana (23,1 % vs. 42,1%) foi compensada pela maior digestibilidade da MO não-fibrosa (79,8% vs. 74,8%) em comparação às dietas com silagem de milho.

A utilização da cana como forragem única pode deprimir o consumo e a produção de vacas leiteiras. O uso desse alimento para vacas de alta produção é mais coerente em grupos de animais de menor produção ou em baixa inclusão dietética. Entretanto, em situações específicas, a menor renda diária por vaca, decorrente da depressão no desempenho leiteiro em dietas formuladas com cana como forragem única, pode ser compensada por vantagens agrônomicas e financeiras decorrentes da substituição de silagem de milho, o que torna mais interessante a produtividade não máxima.

A FDN da cana-de-açúcar tem alta efetividade física, sendo tão estimuladora da mastigação durante a ingestão e a ruminação, quanto a silagem de milho com partícula maior que a da cana triturada (ANDRADE, 1999; CORRÊA et al., 2003), fato provavelmente justificável pela baixa digestibilidade da fibra no rúmen. É sabido de longa data, que a moagem ou a peletização de forragens de baixa qualidade aumenta o consumo (MINSON, 1963),

já que a propensão a enchimento físico do trato digestivo é maior em dietas com alto teor de fibra de baixa digestibilidade (MOORE, 1964). Como em dietas à base de cana-de-açúcar pode ocorrer redução do consumo, a consideração do tamanho de partícula da forragem é pertinente. A moagem fina da cana pode ser requerida, para que não ocorra depressão do consumo em dietas com alta inclusão dessa forrageira. Entretanto, o efeito do tamanho de partícula da cana sobre o consumo, a atividade mastigatória e o desempenho de vacas leiteiras precisam ser mais bem avaliados (SANTOS, 2010).

CANA-DE-AÇÚCAR HIDROLISADA COM CAL

A hidrólise da cana com agentes alcalinizantes, como óxido ou hidróxido de cálcio, tem sido proposta como forma de aumentar a estabilidade aeróbica da cana fresca, reduzindo a necessidade de corte diário, e induzindo ganho em digestibilidade. Avaliou-se a inclusão de 1% da matéria natural (MN) de cal, diluída em

água, à cana moída. Quinze amostras de cana hidrolisada e 15 de cana in natura foram monitoradas por 0, 6, 12, 24, 36, 48 e 60 horas pós-moagem. A cal reduziu o aquecimento da forragem relativamente à cana in natura nos tempos 6, 24 e 36 horas pós-moagem (Gráfico 1), mas não foi efetiva na manutenção de temperatura próxima a ambiente, após 48 horas. O tratamento com cal não aumentou a digestibilidade da cana no rúmen, apesar de ter induzido leve queda no teor de FDN (Quadro 1). O uso de baixa inclusão de cal pode ser indicado para controle de abelhas em dietas com cana-de-açúcar, e ter alguma aplicabilidade no controle da temperatura da forragem 24 horas pós-moagem. Entretanto, o desgaste de máquinas pela cal e a maior complexidade da rotina alimentar do rebanho podem não justificar a prática da hidrólise alcalina da cana.

A mudança no teor de FDN ao longo do tempo sugere que foram necessárias 36 horas, para que fosse detectado efeito favorável da hidrólise sobre o teor de fibra da cana (Gráfico 2). Entretanto, a queda

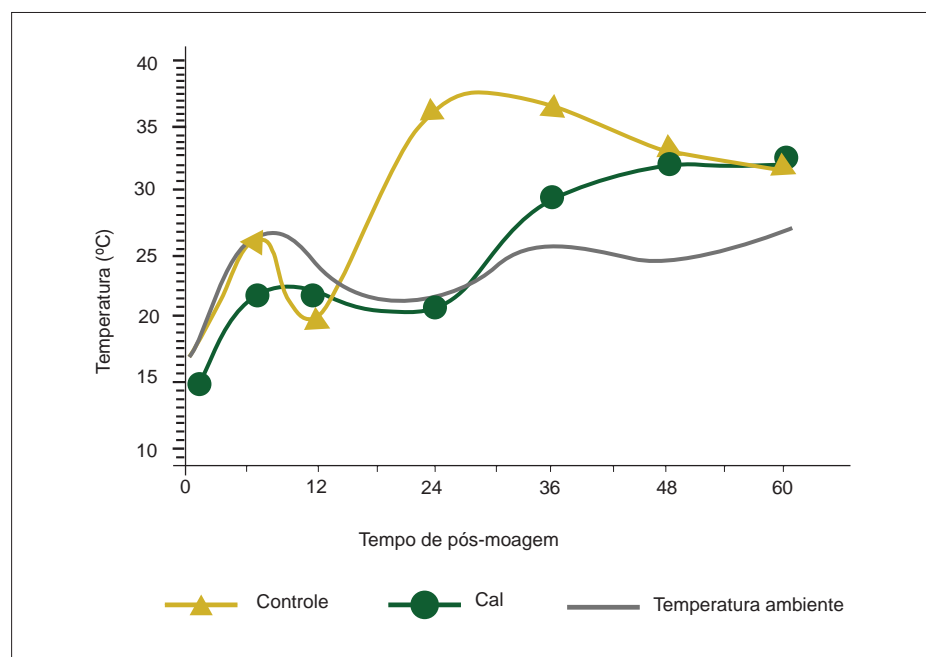


Gráfico 1 - Temperatura de cana moída in natura (controle), de cana com 1% de cal (cal) e temperatura ambiente

NOTA: Tempo 0 foi 6h. $P < 0,01$ para a interação entre tempo pós-moagem e tratamento. Erro-padrão das médias = 0,32.

QUADRO 1 - Teor de matéria seca (MS) e de fibra em detergente neutro (FDN) e degradabilidade ruminal da MS (DEG MS), da FDN (DEG FDN) e da MS não FDN (DEG MSnFDN) em 24 horas de incubação ruminal in situ de cana moída in natura (controle) e de cana com 1% de cal (cal) nos tempos 0, 6, 12, 24, 36, 48 e 60 horas pós-moagem

Nutriente/ Digestibilidade	Controle	Cal	EPM	P Trat	P Tempo	P Trat*Tempo
% da MN						
MS	33,1	33,7	0,20	0,08	0,69	0,38
% da MS						
FDN	58,2	55,6	0,33	<0,01	<0,01	<0,01
% do incubado						
DEG MS	42,8	43,1	1,14	0,85	0,97	0,99
DEG FDN	12,5	12,7	1,18	0,91	0,95	0,99
DEG MSnFDN	82,3	82,4	0,82	0,90	0,96	0,85

NOTA: EPM - Erro-padrão das médias; P Trat - Valor de probabilidade para o efeito de tratamento; P Tempo - Valor de probabilidade para o efeito de tempo pós-moagem; P Trat*Tempo - Valor de probabilidade para a interação entre tratamento e tempo pós-moagem; MN - Matéria natural.

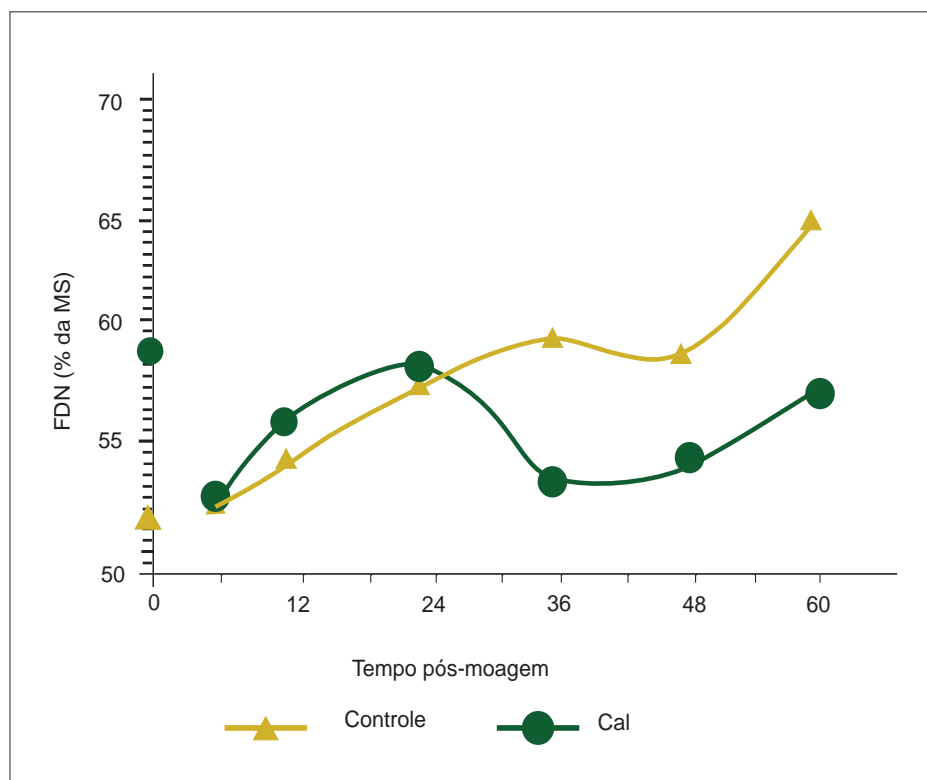


Gráfico 2 - Teor de FDN de cana moída in natura (controle) e de cana com 1% de cal (cal)

NOTA: Tempo 0 foi 6h. $P < 0,01$ para a interação entre tempo pós-moagem e tratamento. Erro-padrão das médias=0,52.

FDN - Fibra em detergente neutro; MS - Matéria seca.

no teor de FDN 36 horas pós-moagem foi associada à perda de MS em torno de 3% (Gráfico 3) e perda de MS não FDN (uma medida indireta de açúcares da cana) de 10% (Gráfico 4). Apesar de a perda de nutrientes na cana hidrolisada ter sido inferior à perda na cana in natura, a ausência de efeito da cal sobre a digestibilidade da planta (Quadro 1) sugere que a hidrólise não foi promissora.

CANA-DE-AÇÚCAR COM 1% DE UREIA

Manter adequado suprimento de nitrogênio (N) para crescimento microbiano no rúmen é necessário em dietas com cana, já que esse alimento tem teor praticamente nulo de proteína bruta (PB). Em vacas fistuladas no rúmen (COSTA, 2002), a indução de alto teor de amônia e baixo pH no fluido, representativo de vacas em alto plano nutricional, resultou em maior degradabilidade da FDN da cana-de-açúcar do que baixa amônia e alto pH, sugerindo que manter o teor de amônia para crescimento microbiano foi mais determinante da digestibilidade da fibra do que a manutenção de alto pH.

A suplementação da cana apenas com ureia tem sido preconizada como tecnologia simples e aplicável à boa parte das fazendas brasileiras (TORRES et al., 2001). A recomendação da cana com ureia é muitas vezes encarada como pacote tecnológico e, como tal, não sofre discussões nutricionais mais profundas. Entretanto, é necessário compreender os conceitos nutricionais implícitos a uma dieta exclusiva de cana com ureia. Nesse tipo de dieta, a ureia, fonte de N não proteico 100% degradável no rúmen, suplementa uma forragem pobre em N, em lipídios e em minerais. Além disso, possui teor de FDN em torno de 50%, baixo para forrageiras tropicais, mas de baixa digestibilidade, e alto teor de carboidratos não fibrosos de alta digestibilidade no rúmen, predominantemente sacarose, um dissacarídeo composto por frutose e glicose.

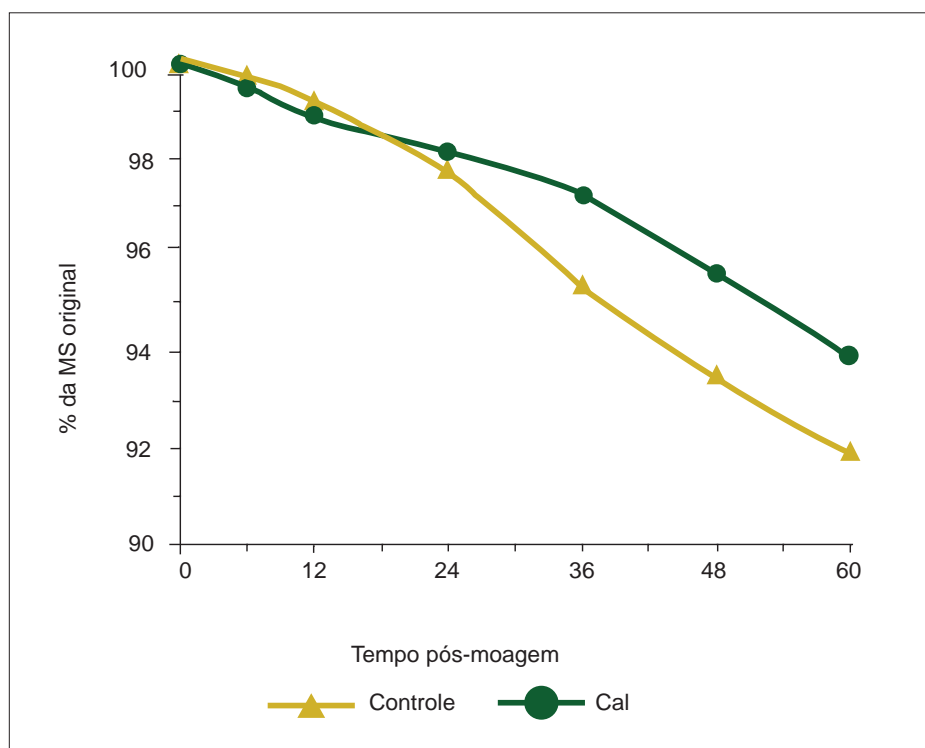


Gráfico 3 - Perda de matéria seca (% da MS original) de cana moída in natura (controle) e de cana com 1% de cal (cal)

NOTA: Tempo 0 foi 6h. $P < 0,01$ para a interação entre tempo pós-moagem e tratamento. Erro-padrão das médias = 0,16.

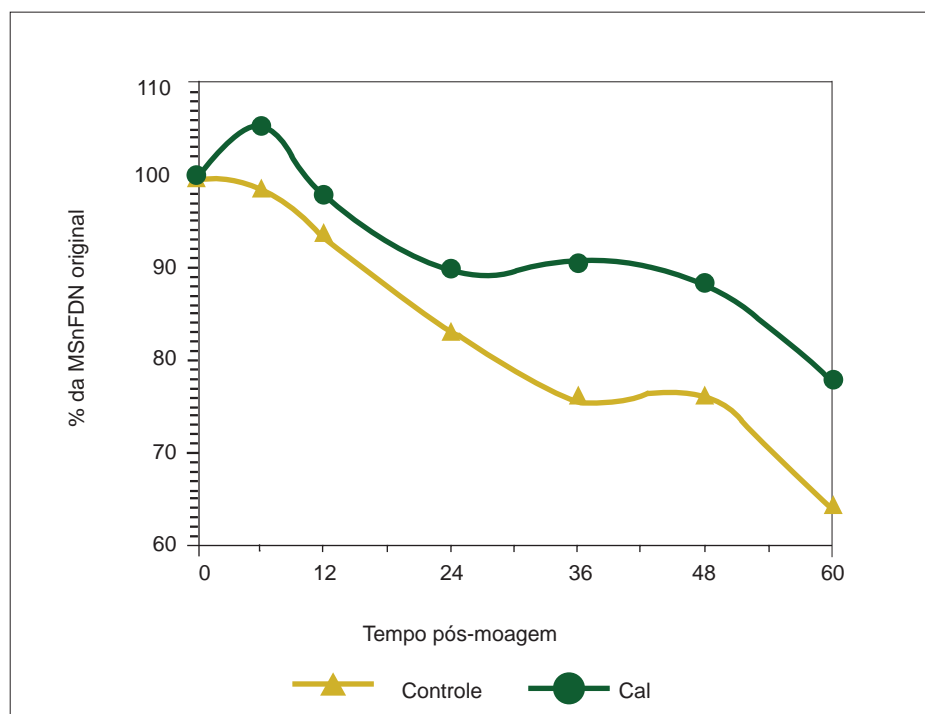


Gráfico 4 - Perda de matéria seca (MS) não FDN (% da MSnFDN original) de cana moída in natura (controle) e de cana com 1% de cal (cal)

NOTA: Tempo 0 foi 6h. $P < 0,01$ para a interação entre tempo pós-moagem e tratamento. Erro-padrão das médias = 1,36.

FDN - Fibra em detergente neutro.

Para avaliar a suplementação da cana com ureia, foi desenvolvido um modelo matemático da digestão capaz de prever a absorção de nutrientes em bovinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar (DIJKSTRA et al., 1996a). No Quadro 2, são apresentadas simulações de dietas à base de cana e ureia, utilizando esse modelo. Foi simulada a resposta de novilhas de 200 kg de peso vivo à inclusão de ureia à dieta em teores dietéticos, que variaram de zero a 1 kg, para cada 100 kg de cana in natura. Com base nessas simulações, nada se ganha quando a suplementação de ureia excede 50 g/dia, equivalente a 300 g de ureia para 100 kg de cana-de-açúcar fresca. Normas nutricionais para gado leiteiro normalmente recomendam teores dietéticos máximos de ureia próximos de 1% da MS, exatamente o obtido nessa inclusão. A suplementação de ureia no teor de 1% da cana fresca, equivalente a 3,33% de ureia na MS dietética, foi teoricamente injustificável.

Simulações utilizando o mesmo modelo sugerem que é necessário suplementar a mistura cana e ureia com fontes de proteína verdadeira (DIJKSTRA et al., 1996b). Uma dieta constituída exclusivamente de cana e 1% de ureia supriria aminoácidos absorvidos para a secreção de, no máximo, 4 kg/dia de leite em uma vaca de 470 kg de peso vivo, que consome 10 kg de MS. A suplementação da cana-de-açúcar com alimentos concentrados tem sido prática rotineira no Brasil, já que o ganho em desempenho animal à suplementação concentrada normalmente tem uma boa relação entre o benefício e o custo. Nesses casos, a inclusão dietética de ureia deveria ser definida pelo custo de N degradável no rúmen, proporcionalmente ao custo desse nutriente em outros alimentos proteicos.

Nutricionalmente poderia ser argumentado que, como a sacarose tem alta velocidade de degradação no rúmen, uma fonte de N de rápida degradabilidade, como a ureia, poderia resultar em melhor sincronismo entre a digestão de carboidratos e a de proteína em dietas com base em cana-de-açúcar. Entretanto, em dietas

QUADRO 2 - Estimativa de fluxo duodenal de nitrogênio não amoniacal de origem microbiana (NNAM) e de nutrientes absorvidos no intestino com suplementação de ureia em novilhas de 200 kg de peso vivo

Ureia na dieta			NNAM	Aa	Glicose	Lipídio	AGV
% da MN	% da MS	g/dia					
0	0	0	25,6	100,7	340,5	37,0	25,0
0,15	0,50	25	44,0	182,9	148,0	38,8	28,5
0,30	1,00	50	47,2	196,9	136,2	39,1	28,7
0,50	1,67	83,3	47,4	197,8	135,5	39,1	28,7
1,00	3,33	166,7	47,5	198,2	135,2	39,2	28,7

NOTA: Assume consumo diário de matéria seca (MS) de 5 kg e cana com 30% de MS na matéria natural (MN).

Aa - Aminoácidos; AGV - Ácidos graxos voláteis.

isoproteicas em que o N oriundo da ureia foi substituído por N proveniente de farelo de soja, ocorreu aumento no consumo de MS e redução no déficit energético de vacas não gestantes e não lactantes (SUCUPIRA, 1998). Desse modo, a suplementação de ureia em dietas à base de cana não melhorou a eficiência alimentar, comparativamente ao uso de fonte de proteína verdadeira degradável no rúmen.

CANA-DE-AÇÚCAR MAIS ADEQUADA PARA BOVINOS

A alta produção de MS rica em energia por hectare é a característica mais desejável da cana-de-açúcar. A cana ideal, além de produzir muito no primeiro ano (cana planta), também deve ter a menor perda possível de produtividade anual ao longo de pelo menos quatro anos de rebrota (cana soca). A resistência a pragas e a doenças também é desejável na cana, bem como a facilidade de despalha e a presença de pouco joçá ou joçal, principalmente quando o corte é manual. Cultivares com pouca palha também facilitam o transporte e a moagem na fazenda. A resistência ao acamamento será mais importante quanto maior for o uso de mecanização da colheita. Ausência de florescimento é desejável, principalmente quando existe a possibilidade de utilização da cana de um ano para outro, ou seja, a cana bisada. O florescimento pode afetar negativamente o acúmulo de sacarose na planta e é uma característica determinada pela interação entre genética, clima e tratos

culturais. Outra característica a considerar, é a época do ano quando a maturidade da planta é atingida, e o tempo que a planta mantém alto teor de sacarose – período de utilização industrial (PUI). A colheita de cana, com alto teor de sacarose, ao longo do maior período possível, ou a colheita concentrada para ensilagem, não simultânea a outras atividades agrícolas, requer o conhecimento da época do pico de amadurecimento.

Teixeira (2004) avaliou a variabilidade nas características bromatológicas e agrônômicas em uma população de 20 canas industriais e definiu quais características seriam as principais determinantes do valor nutricional. As características agrônômicas avaliadas foram: produção de MS e MN por hectare, comprimento dos colmos, porcentagem de colmos na planta, diâmetro dos colmos, número de internódios, porcentagem de internódios descobertos, densidade dos colmos, o Brix e o Pol. As bromatológicas foram: porcentagens de MS, de FDN, de fibra em detergente ácido (FDA), de lignina, de PB, de extrato etéreo e de cinzas. As plantas foram incubadas in situ no rúmen para determinação da degradabilidade ruminal da MS (DEG MS). As características mais desejáveis em uma cana nutricionalmente superior foram definidas por regressão multivariada do tipo Stepwise. Nesse caso, a DEG MS foi utilizada como variável dependente e as características agrônômicas e bromatológicas como variáveis independentes.

Dentre essas características, a porcentagem de fibra (FDN ou FDA) foi a mais correlacionada com o DEG MS. Assim, a característica mais importante de uma cana de alto valor nutritivo foi o baixo teor de fibra. A segunda mais importante foi o comprimento dos colmos. Canas de alta digestibilidade tiveram colmos mais curtos, além do baixo teor de fibra. Entretanto, selecionar canas curtas para obter ganho em digestibilidade induziria perda na produção de MS por hectare. A terceira característica em importância na definição da variação em DEG MS foi a porcentagem de colmos. Canas com maior porcentagem de colmos e baixa proporção de palhas e folhas foram mais digestíveis. Isto é explicado pelo fato de a sacarose de alta digestibilidade estar contida nos colmos, enquanto que palhas e folhas contêm alto teor de fibra de baixa digestibilidade.

A variação na DEG MS foi de dez unidades percentuais (TEIXEIRA, 2004). A característica DEG MS foi altamente herdável ($h^2=87,9\%$) e, portanto, plausível de ser selecionada. Dentre as três características mais correlacionadas com o valor nutricional, a porcentagem de colmos foi a mais herdável ($h^2=63,1\%$), enquanto as características comprimento dos colmos e porcentagem de FDA tiveram um menor componente genético aditivo ($h^2=41,4\%$ e $19,5\%$, respectivamente). Fatores ambientais podem ser mais determinantes da porcentagem de fibra da cana que a genética da planta. Como o teor de fibra é o maior determinante da digestibilidade

da planta, qualquer cana bem cultivada e manejada pode ser adequada à alimentação animal, implicando que canas selecionadas para alta produtividade na indústria sucroalcooleira podem ser adequadas também à alimentação de bovinos.

Um relacionamento de interesse prático seria a correlação entre o valor nutricional e a produção de MS por hectare. Caso a seleção para alto valor nutricional implicasse na necessidade de queda na produção de MS por hectare, a utilização da DEG MS como critério de seleção de canas para alimentação animal poderia ser questionada. Entretanto, um relacionamento forte entre essas duas variáveis parece não existir ($r=-0,22$) (TEIXEIRA, 2004). A seleção para alta digestibilidade não significa que a produção por área necessite ser penalizada. Existem canas que conciliam a alta produtividade com a alta digestibilidade. O caminho mais curto para a obtenção de canas de alto valor nutricional é concentrar esforços na obtenção de plantas com baixo teor de fibra e pouca palha. A despalha genética, manual ou por queima, pode elevar a digestibilidade da planta.

O teor de lignina não explicou a diferença na digestibilidade entre cultivares de cana-de-açúcar (TEIXEIRA, 2004). A compreensão do mecanismo para a baixa digestibilidade da fibra na cana-de-açúcar seria importante para atuar positivamente sobre esta característica indesejável da planta. Um componente da planta com potencial para determinar a digestibilidade da fibra seria a sílica. A cana-de-açúcar, o arroz e as plantas nativas do Cerrado são consideradas plantas acumuladoras de silício. Ao assumir que o teor de sílica nas cinzas da cana in natura é semelhante ao teor nas cinzas do bagaço de cana (CORDEIRO; TOLEDO FILHO; FAIRBAIN, 2009; PAULA et al., 2009), estima-se que o teor de sílica na cana estaria em torno de 2,5% a 4,0% da MS, abaixo do teor de lignina, em torno de 6% da MS (TEIXEIRA, 2004). A sílica pode deprimir a digestão ruminal de forragens (SOEST; JONES, 1968), limitando física-

mente a digestibilidade ruminal da fibra, reduzindo a adesão microbiana (BAE et al., 1997) e inibindo os microrganismos do rúmen (SMITH; NELSON, 1975) ou suas enzimas celulolíticas (SHIMOJO; GOTO, 1989). Entretanto, o papel negativo da sílica sobre a digestibilidade da cana não foi demonstrado experimentalmente.

DESPALHA DA CANA-DE-AÇÚCAR E DESEMPENHO DE BOVINOS

A alta porcentagem de colmos na planta correlaciona-se positivamente à digestibilidade da MS da cana (TEIXEIRA, 2004). A despalha mecânica no momento da colheita, mesmo que trabalhosa, é plausível quando a colheita é manual, entretanto, para a colheita mecanizada da forragem, o aumento no teor de colmos da planta requer atuação genética ou o uso do fogo.

Siécola Júnior (2011) avaliou a resposta de novilhas e vacas leiteiras à despalha mecânica de folhas apicais e laterais da cana-de-açúcar. No primeiro experimento, 32 novilhas Girolando (295 kg) foram alimentadas por 42 dias com cana integral ou despalhada. Oito cultivares de cana foram colhidas em rotação e a inclusão dietética de cana foi 78% da MS. As dietas continham 14% de PB e utilizaram farelo de soja e 1% de ureia na MS. A despalha da cana reduziu o teor de FDN de 53,6% para 46,8% da MS e a proporção de partículas acima da peneira de 8 mm do separador da Penn State de 31,1% para 24,4% da MN. O GPD foi 1,395 kg na cana despalhada e 1,125 kg na integral, e a relação entre o GPD e o consumo de MS foi 0,158 kg e 0,122 kg, respectivamente. Houve tendência de o pH do fluido ruminal ser reduzido pela despalha da cana (6,50 vs. 6,29). A despalha também aumentou a taxa de ingestão de alimento (kg/min) e o consumo de MO não FDN digestível.

No segundo experimento, 14 vacas da raça Holandesa (256 dias em lactação) foram alocadas a uma sequência dos mesmos tratamentos em delineamento de reversão simples, com períodos de 21 dias.

As dietas continham cerca de 18% de cana e 38% de silagem de milho na MS e os concentrados milho reidratado e ensilado, farelo de soja, polpa cítrica e 0,2% da MS de ureia. A despalha da cana reduziu o teor de FDN de 52,7% para 42,3% da MS e a proporção de partículas acima da peneira de 8 mm do separador da Penn State de 79,7% para 71,3% da MN. A despalha tendeu a aumentar a digestibilidade da MS e o consumo de MO digestível, sem afetar a produção de leite (18,3 kg/dia) e de sólidos do leite. As respostas positivas em ganho de peso e conversão alimentar de novilhas e em digestibilidade de dietas para vacas leiteiras sugerem que a remoção de folhas da cana pode melhorar o desempenho de bovinos leiteiros.

SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR

A colheita manual ou mecanizada da cana fresca, majoritariamente em frequência diária, pode ser inadequada à operação de algumas fazendas, sendo uma justificativa plausível para efetuar a ensilagem da forragem. Outra justificativa para a adoção desse processo seria a necessidade da forrageira ao longo do ano, comum em fazendas que trabalham com bovinos leiteiros confinados, mas caracterizando um uso não convencional, comparativamente à proposta tradicional de utilização dessa forrageira, apenas para o período seco do ano. A queima acidental de canaviais (SIQUEIRA et al., 2011) ou a compra e o transporte concentrado da forragem também justificam a ensilagem da cana.

A cana-de-açúcar é rica em carboidratos solúveis, tem baixo poder tampante e teor de MS em torno de 30% da MN, o que confere boa ensilabilidade à forragem, resultando em baixo valor de pH poucos dias após a ensilagem. Entretanto, a cana é rica em leveduras epifíticas e o alto teor de sacarose favorece o crescimento desses microrganismos, resultando em fermentação alcoólica. O etanol produzido é tóxico a outros

microrganismos desejáveis na silagem e que também não têm a sacarose como substrato preferencial para crescimento. A fermentação alcoólica resulta em alta perda de MS como gases (CO₂), a partir da metabolização anaeróbica de açúcares, o que resulta em aumento de 10 a 20 unidades percentuais no teor de FDN da forragem. Leveduras não são totalmente inibidas por baixo pH e por anaerobiose, o que aumenta a perda na massa de MS ensilada quanto maior for o tempo de armazenamento da forragem no silo. Ao ensilar a cana perdem-se tanto a quantidade quanto o valor energético da forragem. Vários aditivos, como bactérias homo e heterofermentativas, inibidores químicos de leveduras ou sequestrantes de umidade, têm sido avaliados na ensilagem da cana, mas seus efeitos sobre a perda de MS e o teor de FDN da silagem têm sido baixos. O maior teor de etanol em silagens não aditivadas, frequentemente utilizado como justificativa ao uso de aditivos (PEDROSO et al., 2005), pode ser benéfico nutricionalmente, já que o etanol aumentou o consumo e a produção leiteira de vacas (DANIEL, 2011). A melhor opção de uso da cana, considerando a produção de MS digestível por hectare, ainda é a forragem fresca colhida diariamente ou a moagem antes do fornecimento aos animais de colmos armazenados inteiros por no máximo quatro dias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de a cana-de-açúcar ser uma forrageira tradicionalmente utilizada por produtores de leite no Brasil, ainda existe demanda por tecnologias capazes de melhorar sua eficiência de uso. A evolução nas técnicas de colheita mecanizada e de ensilagem e o estudo de estratégias nutricionais específicas para dietas com base em cana são requeridos para aumentar a frequência de uso dessa forragem em fazendas que adotam alto padrão tecnológico e onde se busca a máxima eficiência de uso da terra, das vacas e da mão de obra. Explorar, na produção de bovinos, a alta capacidade de

a cana produzir energia por hectare pode ser eficiente.

REFERÊNCIAS

- ALVES NETO, F. O custo da produção de leite no estado de São Paulo. **Boletim de Indústria Animal**, v. 16, 11-66, 1957.
- ANDRADE, M.A.F. **Desempenho de novilhas holandesas alimentadas com cana-de-açúcar como volumoso único**. 1999. 56f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- BAE, H.D. et al. Effect of silica on the colonization of rice straw by ruminal bacteria. **Animal Feed Science and Technology**, v.65, n.1/4, p.165-181, Apr. 1997.
- CORDEIRO, G.C.; TOLEDO FILHO, R.D.; FAIRBAIN, E. de M.R. Caracterização de cinza do bagaço de cana-de-açúcar para emprego como pozolana em materiais cimentícios. **Química Nova**, v.32, n.1, p.82-86, 2009.
- CORRÊA, C.E.S. et al. Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain texture. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.4, p.621-629, Oct./Dec. 2003.
- COSTA, H.N. da. **Efeito do ambiente ruminal sobre a degradabilidade in situ da cana-de-açúcar**. 2002. 51p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- DANIEL, J.L.P. **Contribuição da fração volátil no valor nutricional de silagens**. 2011. 160p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- DIJKSTRA, J. Simulation of digestion in cattle fed sugarcane: model development. **The Journal of Agricultural Science**, v.127, n.2, p.231-246, 1996a.
- DIJKSTRA, J. et al. Simulation of digestion in cattle fed sugarcane: prediction of nutrient supply for milk production with locally available supplements. **The Journal of Agricultural Science**, v.127, n.2, p.247-260, Sept. 1996b.
- GALLO, P.C. da S. **Desempenho de novilhas holandesas alimentadas com teores dietéticos crescentes de cana-de-açúcar**. 2001. 40p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- HOFFMANN, P.H. **Evolução do potencial produtivo das principais variedades de cana-de-açúcar cultivadas no estado de São Paulo nos últimos cinquenta anos**. 1997. 136p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MILLEN, D.D. et al. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, v.87, n.10, p.3427-3439, Oct. 2009.
- MINSON, D.J. The effect of pelleting and wafering on the feeding value of roughage: a review. **Journal of British Grassland Society**, v.18, p.39-46, 1963.
- MOORE, L.A. Symposium on forage utilization: nutritive value of forage as affected by physical form: part I - general principles involved with ruminants and effect of feeding pelleted or wafered forage to dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v.23, n.1, p.230-238, Feb. 1964.
- NEVES, J.L.M.; MAGALHÃES, P.S.G.; OTA, W.M. Sistema de monitoramento de perdas visíveis de cana-de-açúcar em colhedora de cana picada. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.764-770, set./dez. 2004.
- PAULA, M.O. de. et al. Potencial da cinza do bagaço da cana-de-açúcar como material de substituição parcial de cimento Portland. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.3, p.353-357, maio/jun. 2009.
- PEDROSO, A.F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, n.5, p.427-432, Sept./Oct. 2005.
- SANTOS, V.P. dos. **Tamanho de partículas da cana-de-açúcar in natura na alimentação de vacas e cabras em lactação**. 2010. 119p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz,” Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- SCHOGOR, A.L.B. **Avaliação agrônômica da cana-de-açúcar submetida a métodos de colheita para produção animal**. 2008. 165p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz,” Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SCHOGOR, A.L.B. et al. Perdas das frações de cana-de-açúcar submetida a diversos métodos de colheita. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.38, n.9, p.1443-1450, ago. 2009.

SHIMOJO, M. ; GOTO, I. Effect of sodium silicate on forage digestion with rumen fluid of goats or cellulase using culture solutions adjusted for pH. **Animal Feed Science and Technology**, v.24, n.1, p.173-177, 1989.

SIÉCOLA JÚNIOR, S. **Proporção de colmos da cana-de-açúcar e desempenho de novilhas e vacas leiteiras**. 2011. 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SIQUEIRA, G. R. et al. Silagem de cana-de-açúcar queimada: manejo da ensilagem e desempenho de bovinos. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 8., 2011, Lavras. **Anais...** As forragens e suas relações com o solo, ambiente e o animal. Lavras: UFLA, 2011. p.173-195.

SMITH, G.S.; Nelson, A.B. Effects of sodium silicate added to rumen cultures on forage digestion, with interactions of glucose, urea and minerals. **Journal of Animal Science**, v.41, n.3, p. 891-899, Sept. 1975.

SOEST, P.J. van ; JONES, L.H.P. Effect of silica in forages upon digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.51, n.10, p. 1644-1648, Oct. 1968.

SUCUPIRA, M.C.A. **Efeito de níveis crescentes de uréia no consumo, volume ruminal e taxa de passagem em vacas holandesas alimentadas com cana-de-açúcar**. 1998. 66p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz,” Universidade de São Paulo, Piracicaba.

TEIXEIRA, C.B. **Determinantes de degradabilidade entre clones de cana-de-açúcar no rúmen de bovinos**. 2004. 72p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

TORRES, R. de A.; COSTA, J. L. da; RESENDE, H. Utilização da mistura cana-de-açúcar com uréia na alimentação de bovinos leiteiros. **Informe Agropecuário**. Gado de leite, Belo Horizonte, v.22, n.211, p.69-76, jul./ago.2001.

Doenças do cafeeiro

O cafeeiro pode ser atacado por várias doenças infecciosas que ocasionam muitos prejuízos ao cafeicultor. São causadas por fungos, bactérias e vírus. O diagnóstico correto das doenças e das condições que determinam sua ocorrência é fundamental para o sucesso das medidas de controle ou prevenção de tais problemas. É imprescindível conhecer fatores ambientais e de manejo, os quais podem causar distúrbios fisiológicos nos cafeeiros, e sintomas decorrentes desses fatores, para evitar avaliações e recomendações incorretas.

O Boletim Técnico *Doenças do cafeeiro: diagnose e controle* disponibiliza, para técnicos e produtores, informações práticas para um diagnóstico correto e controle integrado das doenças.



Informações
publicacao@epamig.br
(31) 3489-5002



Conheça o novo Triturador Nogueira para Grão Reidratado.

TRITURADORES

TN-8

GRÃO REIDRATADO



O SISTEMA:

O reidratador adiciona água de forma homogênea aos grãos moídos, promovendo a reidratação dos mesmos. A reidratação do grão consiste em devolver ao grão já seco a umidade adequada para que o mesmo seja fermentado nas condições ideais para o processo de ensilagem.

AS VANTAGENS:

Comprovadamente a ensilagem do grão reidratado aumenta potencialmente a digestibilidade do amido, proporcionando ganhos no desempenho de vacas leiteiras. Possibilita a moagem mais fina do grão seco em comparação ao grão úmido, o que resulta em aumento da digestibilidade do amido no rúmen. Possibilita a compra do milho seco em grãos, sem a necessidade de aquisição de equipamentos para a colheita do milho no ponto de silagem de grãos úmidos.

Outros lançamentos Nogueira



PLATAFORMA

PRF

45/50

ACOPLÁVEL PECUS 9004

NOGUEIRA

Essencial no campo



VAGÃO MISTURADOR

VMN 4.0

Rua Fernando Souza, 533 - Distrito Industrial - São João da Boa Vista-SP - Cep 13877-755 - Tel (19) 3638-1500 - vendas@nogueira.com.br

Sorgo para produção de silagem

*Carlos Juliano Brant Albuquerque*¹

*Adriano de Souza Guimarães*²

*Rogério Soares de Freitas*³

*Ísis Barreto Dantas*⁴

*Rafael Marcão Tavares*⁵

Resumo - Considerado uma cultura alternativa para a alimentação de ruminantes, o sorgo tem-se tornado opção rentável aos variados sistemas de produção de bovinos existentes no Brasil. Suas características desejáveis de adaptação à escassez hídrica, elevada produtividade de massa por área, com a possibilidade de realização de dois cortes, boa digestibilidade, preço competitivo das sementes, são alternativas que garantem à cultura do sorgo resultados econômicos interessantes diante de sua utilização como silagem. Há que se ter critério técnico na escolha do tipo comercial do sorgo a ser utilizado, na implantação da lavoura e no momento ideal da colheita para ensilagem.

Palavras-chave: *Sorghum*. Trato cultural. Ensilagem. Nutrição animal. Forragem.

INTRODUÇÃO

A silagem de sorgo vem sendo cada vez mais utilizada pelos produtores como uma das melhores alternativas de alimento para o gado. É um alimento volumoso, de alta produção e de bom valor nutritivo para rebanhos de leite ou corte. Normalmente, o produtor que utiliza silagem assegura a produção animal em períodos críticos, como no inverno ou estação seca, durante uma estiagem prolongada ou em eventual falta de pasto.

Historicamente, o cultivo de sorgo para silagem surgiu no Brasil a partir da introdução de variedades de porte alto, com elevada produtividade de massa verde. A preocupação dos melhoristas, naquele mo-

mento, residia apenas na redução do custo da tonelada de matéria verde de silagem produzida, sem considerar a qualidade nutricional dos materiais cultivados.

Entretanto, com o passar do tempo, os produtores passaram a exigir cultivares com maior produção de nutrientes por unidade de área. Isso explica porque, muitas vezes, um sorgo forrageiro pode ser preferido a um granífero, pois, apesar de possuir valor nutritivo geralmente inferior, apresenta alta produção, o que pode resultar em maior produção de nutrientes por unidade de área (NUSSIO; MANZANO, 1999). Assim, com o desenvolvimento de linhagens machos estéreis de sorgo, permitiu-se a produção de híbridos mais apropriados

para a confecção de silagem, com o foco não apenas para uma boa produtividade de matéria seca (MS), mas também voltado a melhorias no valor nutritivo dos materiais.

A silagem de sorgo no Brasil vem progredindo, representando, aproximadamente, de 10% a 15% da área total cultivada para ensilagem (AVELINO et al., 2011). Constitui uma opção viável para atender à demanda dos pecuaristas, em razão de suas características bromatológicas que, à semelhança do milho, possibilita uma fermentação adequada e consequente conservação sob a forma de silagem.

Dessa forma, nos sistemas de produção de forragens, especialmente em regiões de inverno seco e clima semiárido, a au-

¹Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba-FEUB/Bolsista FAPEMIG, CEP 38402-019 Uberlândia-MG. Correio eletrônico: carlosjuliano@epamig.br

²Zootecnista, M.Sc., Pesq. EPAMIG Sul de Minas/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: adriano.guimaraes@epamig.br

³Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. APTA - Polo Regional do Noroeste Paulista, Caixa Postal 61, CEP 15500-970 Votuporanga-SP. Correio eletrônico: freitas@apta.sp.gov.br

⁴Eng^o Agr^o, D.Sc., Bolsista PMPD Capes/FAPEMIG/EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba-FEUB, CEP 38402-019 Uberlândia-MG. Correio eletrônico: isis_bd@hotmail.com

⁵Graduando Agronomia UFU - Instituto de Ciências Agrárias/Bolsista BIC FAPEMIG/EPAMIG, CEP 38402-019 Uberlândia-MG. Correio eletrônico: rmtagro@hotmail.com

sência de culturas alternativas para aporte forrageiro na entressafra é um grande obstáculo. Diversas pesquisas demonstraram a alta qualidade da silagem de sorgo, comparando-a com outras culturas utilizadas nesse processo em diferentes situações (NEUMANN et al., 2004). Além de seu alto valor nutritivo, o sorgo possui altos rendimentos de MS em condição de menor disponibilidade hídrica. Tanto para os menores, quanto para os maiores rebanhos, utiliza-se pequena parte de área da propriedade durante curto período do ano, cerca de 100 a 120 dias.

Segundo Avelino et al. (2011), o custo dos principais alimentos concentrados utilizados na dieta de bovinos (o milho e a soja) tem apresentado aumento significativo nos últimos anos, por causa da maior demanda das exportações dos grãos e consequente redução dos estoques nacionais. Esses autores destacam a importância do sorgo como alternativa para a pecuária nacional, onde o crescimento do seu cultivo pode favorecer o equilíbrio nos estoques reguladores de grãos energéticos e forragem, destacando-se pela qualidade nutricional da planta e pelo baixo custo para sua produção. Esses fatores auxiliam o crescimento sustentado da pecuária e proporcionam maior oferta de alimentos, com redução de custos e variabilidade nutricional, permitindo maior competitividade e estabilidade do setor.

O produtor deve ficar atento à qualidade da silagem, associada à boa produtividade de MS. A qualidade e a produtividade da silagem são afetadas por aspectos relacionados com a própria planta (fator genético), com o manejo cultural adotado e com o processo de ensilagem. A MS deve ser devidamente analisada e valorizada nutricionalmente pelo conteúdo de nutrientes digestíveis totais (NDT), sendo diretamente proporcional à quantidade de amido, açúcares, proteína, gordura e fibras digestíveis.

Para Almeida Filho et al. (1999), a identificação de plantas mais adaptadas às condições nas quais serão cultivadas contribuirá para obtenção de maiores rendimentos da cultura do sorgo. Ressalta-se que, além da genética e do ambiente, a produção é influenciada, entre outros fatores, pela qualidade da semente, época de semeadura, população de plantas, preparo, correção e adubação do solo, irrigação, controle de plantas daninhas, pragas e doenças. Contudo, existem poucas informações dos efeitos desses fatores sobre a qualidade da forragem produzida.

IMPLANTAÇÃO DA LAVOURA

Escolha de cultivares

A produção de silagem de boa qualidade inicia-se pela escolha da cultivar a qual deve ser embasada em informações relativas às características agronômicas e zootécnicas. Há no mercado disponibilidade de híbridos e de variedades de sorgo, os quais se adaptam às diferentes regiões, sendo que, numa mesma região, tem-se a opção de escolha em função do ciclo, resistência e produtividade. Outra observação deve ser quanto à produção de grãos, pois quanto mais grãos na silagem, maior será o percentual de NDT que é o teor de energia da silagem. O conveniente é fazer a escolha de acordo com o maior número de características desejáveis, tais como ciclo, porte, participação de grãos, digestibilidade e teor de fibra, sanidade foliar, resistência a doenças e ao tombamento.

De acordo com Portugal et al. (2003), o rendimento forrageiro do sorgo e o valor nutritivo das cultivares são características que devem ser levadas em consideração na escolha do tipo de sorgo a ser cultivado. Tais características são altamente influenciadas pelas condições ambientais da região de cultivo.

As cultivares de sorgo disponíveis para silagem no Brasil são classificadas como silageiras e de duplo propósito (para a produção de forragem e de grãos). As plantas de menor porte tendem a aumentar a participação de panículas na MS, o que interfere positivamente no valor nutritivo da silagem (ARAÚJO et al., 2002).

As empresas de melhoramento desenvolveram cultivares com bom equilíbrio entre colmo, folha e panícula, com o objetivo de aliar a boa produtividade de MS e o bom valor nutritivo. Estudos revelam que é possível caracterizar as diferentes cultivares de sorgo para silagem por meio da participação porcentual e da composição bromatológica das principais estruturas anatômicas da planta, definindo um perfil médio da planta de sorgo para silagem (NEUMANN et al., 2003; GONTIJO NETO et al., 2004). A digestibilidade das panículas é sempre maior que a das folhas, e, geralmente, os colmos são a parte da planta de menor digestibilidade (em fase de elaboração)⁶.

Gontijo Neto et al. (2002) demonstraram que existe alta correlação entre produção de MS e produção de MS digestível. Entretanto, ao comparar a digestibilidade in vitro de diferentes híbridos, esses autores relataram que o híbrido de duplo propósito foi muito superior (62% contra 53% a 54%). Com isso, apesar do híbrido forrageiro produzir, aproximadamente, 6 t/ha de MS a mais que o duplo propósito, a diferença na produção de MS digestível é de apenas 2 t/ha. Como a diferença na produção de MS digestível entre os híbridos forrageiros e os de duplo propósito (maior porcentagem de grãos) não é muito grande, mas a qualidade deste último é muito superior à dos demais, pode-se concluir que a produção de silagem a partir de híbridos de duplo propósito é mais interessante que a utilização de híbridos forrageiros.

⁶Características agronômicas e bromatológicas dos componentes vegetativos de genótipos de sorgo forrageiro em Minas Gerais, de autoria de Carlos Juliano Brant Albuquerque, Renata Rodrigues Jardim, Dorismar David Alves, Adriano de Souza Guimarães e Edson Marcos Viana Porto, a ser publicado na Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v.12, n.2, 2013.

Na escolha da cultivar, os produtores devem considerar os resultados regionais de experimentos, além do planejamento zootécnico e nutricional do rebanho. Por exemplo, vacas leiteiras em lactação são mais exigentes em qualidade de alimento do que novilhas. Dessa forma, o uso do sorgo duplo propósito poderá ser mais viável que o silageiro, por causa da redução do concentrado pela melhor qualidade da silagem. Além da exigência nutricional, o tamanho do rebanho, custo do concentrado, área disponível, período de escassez de alimentos são fatores que devem ser analisados, ou seja, cada produtor tem a sua particularidade.

Época de semeadura

O sorgo para produção de silagem deve ser semeado no início das primeiras chuvas do ano agrícola. Geralmente, após 100 mm de chuva, o produtor já pode iniciar o semeio. Ao avaliar o rendimento forrageiro de sorgo em função de cinco épocas de semeadura no município de Lavras, Alcantara et al. (2011) concluíram que o rendimento de massa verde é influenciado significativamente pelas épocas de semeadura. De acordo com esses autores, à medida que atrasa a semeadura, há quedas de rendimentos e de qualidade da forragem, quando as épocas de semeadura, 30 de outubro e 15 de novembro, apresentaram maior destaque, principalmente pela disponibilidade hídrica.

Além dos índices pluviométricos é importante destacar que o sorgo silageiro é sensível ao fotoperíodo, o qual pode ser definido como a resposta do crescimento à duração dos períodos de luz e de escuro. O comprimento do dia varia de acordo com a estação do ano e com a latitude. O sorgo é uma planta de dias curtos, ou seja, floresce em noites longas. Após o florescimento, a planta cessa o seu desenvolvimento vegetativo (folhas e colmo) e inicia a polinização e o enchimento dos grãos. Dessa forma, para maiores produtividades de MS, deve-se iniciar a semeadura antes do dia 22 de dezembro (solstício de verão). A partir dessa data, as noites ficam mais longas e

as plantas recebem o estímulo floral mais precoce.

É importante destacar que em algumas regiões do Nordeste brasileiro isso não é possível, pois o período chuvoso ocorre de janeiro a abril. Sendo assim, o produtor deve ficar atento à escolha das cultivares mais indicadas pela assistência técnica dessas regiões, além de participar de eventos regionais, como Dia de Campo.

Outro fator climático importante para escolha da época da semeadura é a temperatura. Nesse caso, se o florescimento coincidir com temperaturas inferiores a 20 °C pode propiciar a esterilidade das espiguetas e consequente doença conhecida como mela-do-sorgo ou ergot (*Claviceps africana*). Ademais, baixas temperaturas na ocasião da semeadura também podem prejudicar a germinação das sementes.

Semeadura

O sorgo pode ser cultivado pelo sistema convencional e pelo Sistema Plantio Direto (SPD). Em solos de primeiro ano de cultivo, com problemas de fertilidade e compactação, usa-se o sistema convencional, como forma de solucionar esses problemas, incorporando adubos, corretivos e descompactando o solo. Isso é feito com uso de arado, grade e, em algumas situações, subsoladores. Já o SPD é indicado quando o solo não apresenta problemas de compactação e fertilidade.

Após o preparo da área, a próxima operação é a abertura do sulco de plantio por meio de semeadoras. O sulco deve ser uniforme e ter a profundidade ideal, que possibilite a melhor deposição da semente para sua germinação, emergência e desenvolvimento. A profundidade de semeadura pode variar de 2 a 4 cm em função da textura do solo, ou seja, quanto mais argiloso menor deverá ser a profundidade do solo. Para evitar a queima das sementes pelo adubo, este deve ser depositado no fundo do sulco de plantio, a uma distância suficiente para evitar o contato entre ambos. Normalmente, essa distância é de 3 cm. Também é importante manter a velocidade de semeadura dentro dos limites recomendados de 4 a 6 km/h.

O sorgo é uma das espécies de importância agrícola que apresentam grande potencial de utilização da radiação solar, por meio da fotossíntese, para a conversão de carbono mineral em carbono orgânico na forma de grãos e de forragens. Entre as práticas e técnicas empregadas para a obtenção de maior produção de sorgo, a escolha da densidade ideal de semeadura e do melhor espaçamento de plantas na área está entre as mais importantes.

Os vários grupos de sorgo respondem com incrementos de MS com a redução do espaçamento. A melhor população está entre 100 mil a 120 mil plantas/hectare. Alguns materiais genéticos de porte alto, que é o caso do sorgo silageiro, sacarino e alguns de duplo propósito, são extremamente sensíveis ao acamamento e ao tombamento de plantas, quando o número destas é superior a 120 mil plantas/hectare (ALBUQUERQUE et al., 2011, 2012). Isso pode gerar prejuízos, o que inviabiliza a colheita mecanizada da forragem. A redução do espaçamento nas cultivares desses grupos, associada à elevação da população, promove prejuízos aos produtores. Já as cultivares de porte baixo oferecem maior resistência ao acamamento, o que facilita o corte mecânico. Podem ainda suportar um maior número de plantas por unidade de área e, em algumas situações, gerar maior produção de MS por hectare.

Outro aspecto sobre a redução do espaçamento no sorgo é a falta de padrão do tamanho de sementes, bem como o tamanho destas. Isto gera maior dificuldade para regular as semeadoras em menores populações, no espaçamento reduzido, principalmente com implementos que precisam de discos específicos. Dessa forma, mais sementes são depositadas no solo, ocasionando desperdícios e perdas.

O produtor considera os equipamentos de colheita da forragem que possui na propriedade ou de fácil arrendamento na região, onde a maioria desses equipamentos colhe no espaçamento acima de 60 cm. O uso de menores espaçamentos provoca danos na linha lateral com colheitadeiras forrageiras inadequadas.

Ao regular a semeadora, o produtor deverá acrescentar 30% a mais de sementes por metro linear, pensando nas reduções do estande, por causa da germinação de sementes, ataque de pragas, pássaros, falhas na emergência, problemas de qualidade do plantio, além de outros fatores comumente vivenciados no campo. No Quadro 1 está apresentada a população final de plantas em função do espaçamento.

Na ocasião da semeadura, deve-se adequar a semente ao disco recomendado pela empresa produtora ou pelos técnicos especializados em plantio. Para uma perfeita distribuição, é necessário adquirir o disco, conforme o tamanho da semente – classificação ou peneira. As semeadoras a vácuo também possuem discos dosadores perfurados rotativos, nos quais as sementes se aderem em cada furo, por causa do vácuo criado por uma corrente de ar, que causa a sucção de um ventilador. As sementes são liberadas, quando o vácuo é neutralizado por um obturador, e captadas por tubos distribuidores. Como em outros sistemas, para cada tipo de semente, deve-se dispor de um disco dosador e fazer a regulagem de velocidade adequada na área de plantio.

Adubação

A extração de nutrientes em áreas de silagem é bastante elevada, o que pode determinar reduções na produtividade e na qualidade da forragem produzida. Nessas áreas, é preciso determinar, com especial atenção, os níveis de adubação com potássio (K). Ao contrário do que ocorre em áreas utilizadas para a colheita de grãos, a reciclagem de K para o solo, nos locais utilizados para a produção de silagem, é muito baixa e, conseqüentemente, a extração desse nutriente torna-se bastante elevada.

Em função da análise do solo, pode ser necessário fazer a calagem para correção da acidez e o suprimento do Ca e Mg. Para calagem, o corretivo pode ser fornecido pelo método da saturação por bases (V), elevando-a a 60% (pH em torno de 6). Recomenda-se a incorporação do corretivo na camada de 0 a 20 cm de profundidade, no momento do preparo do solo. É necessário destacar que relações Ca:Mg muito pequenas, abaixo de 3:1, podem prejudicar a cultura do sorgo (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ V., 1999).

Quanto à expectativa de produção, no Quadro 2 está descrita a adubação necessária, em função da disponibilidade de nutrientes no solo e produtividade de matéria verde.

Em solos arenosos ou com recomendações potássicas maiores que 80 kg/ha de K_2O , aplica-se metade da dose na semeadura e o restante na cobertura nitrogenada. Em áreas com deficiência de zinco (Zn), deve-se aplicar de 1 a 2 kg/ha de Zn. Além disso, é necessário fornecer 30 kg/ha de enxofre (S), na semeadura ou em cobertura (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVARES V., 1999). Sempre que possível, é interessante a reposição de parte de alguns nutrientes por meio do esterco para área cultivada.

CONTROLE FITOSSANITÁRIO

Plantas daninhas

O sorgo é muito sensível à interferência de plantas daninhas, o que pode resultar em perdas superiores a 95% da produtividade de grãos e forragens, em área com alta infestação. Desse modo, medidas de controle das infestantes são necessárias para viabilidade econômica de seu cultivo (Fig. 1).

O controle químico, quando necessário, deve ser implementado em harmonia com outros métodos de controle, como preventivo, cultural e mecânico. Tal controle é menos dependente das condições climáticas, em relação ao mecânico, e um curto período sem chuva é suficiente para a aplicação dos produtos com eficiência. A praticidade, o rendimento de área tratada, a escassez e a valorização da mão de obra tornaram o controle químico atrativo, tanto para pequenas quanto para grandes propriedades. Entre as limitações do controle químico, destaca-se a escassez de herbicidas registrados para a cultura e a suscetibilidade do sorgo à grande parte dos herbicidas utilizados nos sistemas de produção. Apenas marcas comerciais do ingrediente ativo atrazina são registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2013), para essa cultura no Brasil (Quadro 3). Portanto, são os que podem ser recomendados para controle químico de plantas daninhas na cultura do sorgo.

QUADRO 1 - Número de plantas por metro linear, nos diferentes espaçamentos e densidades

Densidade	Espaçamentos (cm)		
	65	75	85
100 mil plantas/hectare	6,5	7,5	8,5
120 mil plantas/hectare	7,8	9,0	10,2

NOTA: O produtor deve fazer monitoramento constante durante o plantio, para assegurar a regulagem periódica da semeadora. O tamanho e o lote das sementes, a cultivar, a umidade e a textura do solo exigem regulagens diferentes. Acrescentar 30% a mais de sementes por metro linear.

QUADRO 2 - Adubação mineral do sorgo forrageiro em função da disponibilidade de nutrientes no solo e produtividade de matéria verde

Produtividade de matéria verde (t/ha)	Dose de N no plantio (kg/ha)	Disponibilidade de P			Disponibilidade de K			Dose de N na cobertura
		Baixa	Média	Boa	Baixa	Média	Boa	
		Dose de P_2O_5 (kg/ha)			Dose de K_2O (kg/ha)			
< 50	10 - 20	70	50	30	75	60	30	70
50 - 60	10 - 20	80	60	40	100	90	60	100
> 60	10 - 20	90	70	50	150	120	90	140

FONTE: Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. (1999).



Fotos: Rogério Soares de Freitas

Figura 1 - Interferência de plantas daninhas em sorgo

NOTA: A - Sorgo cultivado em áreas com alta infestação de *Cenchrus echinatus*; B - Panículas obtidas das áreas sem e com interferência das infestantes por todo o ciclo da cultura.

Por causa da carência de herbicidas registrados para cultura do sorgo, especial atenção deve ser dada ao manejo das plantas daninhas no SPD, após a colheita da cultura e antes da semeadura do sorgo. Dentre os herbicidas utilizados nesse manejo destacam-se o glifosato e o paraquat, por não apresentarem efeito residual no solo. Para ampliar o espectro de controle, outros produtos, como o carfentrazone-ethyl, têm sido utilizados com sucesso por agricultores no manejo das infestantes em pré-plantio.

O histórico de manejo e de uso de herbicidas na área onde será cultivado o sorgo pode ser fator decisivo para o sucesso da lavoura, uma vez que a cultura do sorgo é sensível a herbicidas utilizados em culturas que o antecedem, como a soja e o milho. Assim, em determinadas condições de clima, de solo (textura), de intervalo de aplicação e de dose utilizada, os níveis de resíduos de herbicidas no solo podem causar injúrias à planta de sorgo.

O uso dos herbicidas, como os dos grupos de imidazolinonas (imazaquin e imazethapyr), dinitroanilinas (pendimetalin e trifluralin) e sulfonilureias (chlorimuron-ethyl e nicosulfuron), é comum em culturas antecessoras ao sorgo e frequentemente relacionado com as injúrias das plantas (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2009; KARAM; OLIVEIRA; SILVA, 2012). Por exemplo, o cultivo do sorgo

para produção de silagem, após a colheita de milho também para silagem (ciclo menor até a colheita), tem sido feito por alguns produtores. Nesse caso, além de ser uma prática não recomendada, o produtor deve ficar atento aos riscos de danos à cultura do sorgo, quando o herbicida nicosulfuron for utilizado na cultura do milho. Esses danos podem ser estendidos às culturas sucedâneas, especialmente à soja, pelo acúmulo da atrazina no solo (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2009), uma vez que o herbicida atrazina é utilizado para controle de infestantes, tanto no milho quanto no sorgo.

Insetos-praga

A diversidade de insetos numa lavoura de sorgo é muito grande. O produtor e o técnico devem conhecer as principais pragas e os inimigos naturais dessa cultura para tomar as medidas adequadas quanto ao manejo/controle, antes que a praga atinja o nível de dano econômico. Assim, são necessárias visitas periódicas à lavoura de sorgo para identificar as espécies nocivas e adotar medidas de controle, quando necessárias.

Na fase inicial de cultivo, o principal dano causado pelas pragas está associado a danos que podem levar à redução no vigor

QUADRO 3 - Produtos comerciais do ingrediente ativo (i.a.) atrazina, com registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), para uso na cultura do sorgo

Marca	Concentração (i.a.) (g/kg ou g/L)	Dose do produto comercial (L ou kg/ha)	Modo de aplicação
⁽¹⁾ Atranex WG	900	2,0 - 3,0	Pós-emergência
Atrazina Nortox 500 SC	500	3,0 - 6,5	⁽³⁾ Pré/Pós-emergência
⁽¹⁾ Coyote WG	900	2,0 - 3,0	Pós-emergência
Gesaprim GrDA	880	2,0 - 3,0	⁽³⁾ Pré/Pós-emergência
Gesaprim 500 Ciba-Geigy	500	4,0 - 5,0	⁽³⁾ Pré/Pós-emergência
⁽²⁾ Herbitrin 500 BR4	500	4,0 - 5,0	Pós-emergência inicial
Proff	500	2,0 - 3,0	⁽³⁾ Pré/Pós-emergência

FONTE: Brasil (2013) e Rodrigues e Almeida (2011).

(1) Acrescentar 1,0 L/ha de óleo vegetal. (2) Acrescentar 0,5 a 1,5 L/ha de óleo vegetal. (3) A modalidade de aplicação pré-emergência não deve ser utilizada em solos arenosos, ficando restrita a solos de textura média e argilosos.

ou até mesmo à morte ou à destruição de plântulas e consequente redução na população de plantas. Os principais insetos do grupo de pragas iniciais incluem os que atacam a parte subterrânea: peludinha (*Astyllus variegatus*); larva-aramé (*Conoderus scalaris*), corós ou bicho-bolo (larvas de besouros da família Scarabaeidae) e larvas de diabrotica (*Diabrotica speciosa* e *D. viridula*). Ainda dentro desse grupo, verifica-se comumente o ataque da parte aérea por formigas e por lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*). A lagarta-elasma é uma praga agressiva e comum nas lavouras de sorgo. Quando ocorre estia-gem, logo após a emergência das plantas, essa lagarta pode causar grande destruição num curto período. Os maiores danos são observados em solos leves e bem drenados. As larvas, ao se alimentarem, formam uma galeria vertical com consequente destruição do ponto de crescimento da planta, o que causa o típico sintoma denominado coração morto, com a murcha e posterior morte das folhas centrais (Fig. 2).

Apenas uma larva-aramé e um coró, por amostra de 30 x 30 de solo, são suficientes para causar danos significativos e indicativos da necessidade de controle. Medidas de controle culturais, como preparo antecipado da área para exposição à predação ou à dessecação das larvas, eliminação de hospedeiros alternativos e plantas voluntárias ou destruição de restos de culturas anteriores, podem ser adotadas

(COELHO et al., 2002). Para cultura do sorgo têm-se dois produtos comerciais registrados (BRASIL, 2013), com os ingredientes ativos (i.a.) imidacloprido + tiodicarbe e tiodicarbe. O uso desses produtos no tratamento de sementes tem sido eficaz no controle de algumas pragas iniciais, incluindo a lagarta-elasma.

Com o desenvolvimento da cultura, outras pragas ganham importância, como os afídeos *Schizaphis graminum* (pulgão-verde) e *Rhopalosiphum maidis* (pulgão-do-milho). A utilização de cultivares resistentes tem grande potencial no controle do pulgão-verde, principalmente se associada a outros métodos. A proteção dos inimigos naturais, com uso de inseticidas seletivos no manejo de insetos-praga na cultura é uma medida importante para manter a população no nível que não cause dano econômico.

A lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) é uma praga que causa prejuízos à cultura do sorgo e pode ser encontrada dentro do cartucho durante o dia. Os danos são causados pelo consumo da área foliar. Os sintomas iniciais são folhas raspadas e as lagartas maiores alojam-se dentro do cartucho, alimentando-se de folhas novas (Fig. 3).

Essa praga pode causar danos durante praticamente todo o ciclo da cultura, e medidas de controle, com o uso de inseticidas, podem ser necessárias e devem ser aplicadas em alto volume, direcionando para o interior do cartucho da planta. Estão registrados no MAPA, para controle dessa praga os

seguintes inseticidas (BRASIL, 2013): deltametrina (piretroide), lambda cialotrina (piretroide) + tiametoxam (neonicotinoide), imidacloprido (neonicotinoide) + tiodicarbe (metilcarbamato de oxima), tiodicarbe (metilcarbamato de oxima), clorpirifós (organofosforado). O uso desses produtos deve seguir as recomendações especificadas no rótulo e por profissionais capacitados.

Nas regiões produtoras de cana-de-açúcar, tem sido observado grande aumento da incidência e dos danos da broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*), na cultura do sorgo. Após a eclosão dos ovos depositados sobre as folhas pelas mariposas amarelo-palha, a pequena lagarta penetra no colmo e, ao se alimentar da parte interna, provoca redução do crescimento da planta. As galerias formadas, somadas ao crescimento de fungos oportunistas, responsáveis pela coloração vermelha, enfraquecem os colmos que ficam sujeitos à ação de ventos e chuvas, levando ao acamamento das plantas (Fig. 4). A medida mais eficaz de controle dessa praga é por meio de inimigos naturais (*Trichogramma* spp., *Cotesia* spp.). Tais inimigos são amplamente utilizados na cultura da cana-de-açúcar e podem ser adaptados para a cultura do sorgo. Em áreas atingidas por essa praga, o uso de medidas culturais, como eliminação de plantas hospedeiras, quando possível (poáceas, como o milheto), e



Figura 2 - Planta com sintomas de coração-morto causado por lagarta-elasma

Rogério Soares de Freitas



Figura 3 - Dano causado pela lagarta-do-cartucho



Figura 4 - Sintomas da broca-da-cana e fungos oportunistas em colmos de sorgo

Rogério Soares de Freitas

preparo convencional do solo, contribui para reduzir a sua população.

A mosca-do-sorgo é uma praga específica da cultura do sorgo. Sua presença foi registrada no Brasil pela primeira vez, por Rossetto, Nakano e Banzatto (1967), na década de 1960. Os insetos depositam seus ovos nas flores da panícula do sorgo e as larvas alimentam-se do ovário floral, impedindo a formação da semente. Os danos podem chegar a 100% na produção de grãos, dependendo da cultivar e da época de florescimento (ROSSETTO; NAKANO; BANZATTO, 1967). Para o controle da mosca-do-sorgo, recomendam-se medidas culturais, como plantio mais cedo possível e utilização de cultivares precoces e de floração uniforme, a fim de não coincidir com a alta população do inseto, após sucessivos plantios e a utilização de variedades resistentes (LARA, 1991; WAQUIL; LARA, 2001). O controle químico é uma alternativa para controle da mosca, quando o nível médio de infestação é de uma fêmea por panícula avaliada. As inspeções no campo devem ser feitas a cada três dias, pela manhã, em todo o período de florescimento (WAQUIL; CRUZ; VIANA, 1986), e o controle químico, quando necessário, também no período da manhã. Para controle dessa praga estão registrados no MAPA o clorpirifós e a deltametrina (BRASIL, 2013). Diversos outros insetos-praga, como o percevejo-castanho (*Scaptocoris castanea*), percevejo-verde (*Nezara*

viridula), percevejo-do-arroz (*Oebalus* spp.), lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*), dentre outros, estão associados à cultura do sorgo e podem causar prejuízos, se não forem monitorados e implementadas medidas de controle, quando necessárias.

Os pássaros alimentam-se dos grãos de sorgo desde o início do processo de enchimento até sua colheita, e causam elevados prejuízos à produção e à qualidade de silagem, uma vez que os grãos são o principal responsável pela qualidade da silagem de sorgo. Esse problema tem-se agravado ao longo dos anos, pois com a oferta de alimentos a população de pássaros aumenta rapidamente e pode até inviabilizar a produção continuada de sorgo para silagem em determinados locais.

ÉPOCA DE COLHEITA

Um dos fatores determinantes para a qualidade final da silagem de sorgo é

o momento de ser ensilado. O estágio de maturação dos grãos de sorgo no momento do corte refletirá na composição química da silagem e, conseqüentemente, no desempenho animal (VILELA, 1985; RODRIGUES et al., 1996).

Tecnicamente, o estágio farináceo é o mais recomendado para a colheita por apresentar maior produtividade acumulada de grãos na MS total da planta. Contudo, na prática, o sorgo deve ser colhido no estágio pastoso-farináceo, com o intuito de minimizar as perdas de grãos, caso haja eventuais problemas na ensilagem (corte e recolhimento do material) e venha a ser colhido em estádios mais tardios (Quadro 4).

Deve-se ressaltar que a janela de corte do sorgo para silagem é ligeiramente superior ao milho podendo ser, em média, cerca de sete a doze dias. A verificação do ponto de colheita (estádio dos grãos) deve ser realizada por observação dos grãos contidos na porção medial da panícula.

QUADRO 4 - Porcentagem de aproveitamento de grãos na silagem de sorgo

Estádio de maturação	Grãos da forragem ensilada (%)	Grãos nas fezes (%)	Produção de grãos (kg/MS/ha)	Perda de grãos (kg/MS/ha)	Grãos digeridos (%)
Leitoso	35,1	2,9	3.878	112	97,1
Pastoso	45,2	9,8	4.381	429	90,2
Farináceo	48,9	13,1	5.696	746	86,9
Farináceo duro	51,3	14,7	5.691	836	85,3
Duro	47,4	13,3	5.206	692	86,7

FONTE: Dados básicos: Demarchi (1993).

NOTA: MS - Matéria seca.

DESEMPENHO ANIMAL

Em sistemas de produção de ruminantes, com base na utilização de silagem como volumoso, o desempenho animal tende a crescer com o incremento do conteúdo de grãos da forragem produzida.

Essa constatação nos conduz ao raciocínio de que a panícula é a fração da planta de sorgo que mais pode influenciar positivamente a qualidade de sua silagem (NEWMAN et al., 2002). Assim, quanto maior a porcentagem de panícula na estrutura da planta inteira, teoricamente, melhor o valor nutricional dessa silagem. Contudo, componentes como as folhas, o colmo, bem como seus constituintes químicos não podem passar despercebidos.

Para Brondani, Alves Filho e Bernardes (2000), há necessidade de seleção de materiais que proporcionem alta produção de MS, visando reduzir os custos de produção de silagem. Porém, esses autores consideram que os materiais melhorados devam apresentar considerável valor nutritivo. O valor nutritivo da silagem de sorgo geralmente equivale a 85%-90% da silagem de milho, havendo, no entanto, referências mais elásticas, da ordem de 72% a 92% (VALENTE, 1992).

A qualidade nutricional da planta inteira e, conseqüentemente, a silagem produzida a partir desta, dita o desempenho animal. Muitos ensaios que objetivam avaliar o desempenho de ruminantes sob dietas à base de silagem de sorgo são executados, tendo a silagem de milho como testemunha.

Em um trabalho clássico que objetiva diferenciar os efeitos das silagens de sorgo granífero, de sorgo sacarino e de milho sobre o desempenho de vacas leiteiras de alta produção, Nascimento et al. (2008) encontraram maior produção de leite total e maior porcentual de proteína no leite entre as vacas alimentadas com silagem de milho. Esses mesmos autores verificaram maior porcentual de gordura no leite do grupo de vacas alimentadas com silagem de sorgo sacarino (Quadro 5).

Em contrapartida, Nichols et al. (1998), ao avaliarem o valor nutricional

das silagens de milho e de sorgo em dietas completas para vacas de alta produção, não verificaram diferenças entre o consumo de MS, a produção e a composição do leite (Quadro 6), demonstrando o potencial do sorgo utilizado no experimento.

Em gado de leite, os baixos teores de proteína na composição do leite de vacas alimentadas com silagem de sorgo possivelmente podem estar relacionados com o valor energético da silagem. Segundo Le Gall et al. (1994), esse problema deve-se à dificuldade dos microrganismos do rúmen em atacar os grãos de sorgo, o que resulta em escape de energia disponível. Há que se considerar também a deficiência mecânica das ensiladeiras comerciais em macerar os grãos de sorgo, o que contribui para facilitar o ataque desses grãos pelos microrganismos ruminais. Nesses casos, os grãos de sorgo podem passar intactos pelo trato gastrointestinal dos animais e sair inteiros nas fezes (Fig. 5). Na prática, uma alternativa viável sugerida seria ensi-

lar o sorgo em estádios mais precoces, o que favorece o ataque e a degradação dos grãos, inicialmente durante a fermentação da silagem e, posteriormente, no rúmen.

Para o gado de corte, o raciocínio para os cuidados quanto ao fornecimento de silagem de sorgo é o mesmo seguido para bovinos leiteiros, especialmente quando da utilização de silagens de sorgo para animais de elevado potencial produtivo.

Com o objetivo de avaliar o resultado econômico da terminação de novilhos em confinamento, alimentados com diferentes silagens de sorgo, caráter forrageiro e duplo propósito, Neumann et al. (2002) concluíram que, apesar de apresentar menor custo de produção, os sorgos forrageiros determinam menor retorno econômico comparados a sorgo duplo propósito.

Silva et al. (1999) não observaram variação na receita líquida/cabeça em animais mestiços alimentados em confinamento com silagem de sorgo granífero (BR-303) ou duplo propósito (AG-2006).

QUADRO 5 - Desempenho de vacas leiteiras alimentadas com silagens de sorgo granífero de sorgo sacarino e de milho

Item	SM	EP	SG	EP	SS	EP
Produção de leite total (kg/dia)	28,81 a	0,33	24,69 b	0,37	24,14 b	0,39
Produção leite corrigida (4% de gordura)	30,65 a	0,51	25,63 b	0,37	26,10 b	0,46
Gordura do leite (%)	4,39 b	0,06	4,31 b	0,06	4,56 a	0,06
Proteína do leite (%)	3,25 a	0,02	2,97 c	0,03	3,05 b	0,02
Peso vivo médio bruto (kg)	642,81 a	11,54	609,13 c	6,75	625,44 b	11,97

FONTE: Dados básicos: Nascimento et al. (2008).

NOTA: Médias na linha seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

SM - Silagem de milho; SG - Silagem de sorgo granífero; SS - Silagem de sorgo sacarino; EP - Erro-padrão.

QUADRO 6 - Consumo, produção e composição do leite de vacas leiteiras de alta produção alimentadas com silagem de sorgo granífero ou silagem de milho

Item	SS	SM	EP
Consumo de MS (kg/dia)	25,86	25,53	-
Produção de leite total (kg/dia)	36,86	36,56	0,74
Gordura (%)	3,23	3,16	0,06
Proteína (%)	3,10	3,07	0,04
Lactose (%)	4,75	5,06	0,08

FONTE: Dados básicos: Nichols et al. (1998).

NOTA: SS - Silagem de sorgo; SM - Silagem de milho; EP - Erro-padrão; MS - Matéria seca.



Figura 5 - Grãos de sorgo inteiros em fezes de bovinos

Fotos: Adriano de Souza Guimarães

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A silagem de sorgo pode ser utilizada com segurança em variados sistemas produtivos, como opção forrageira econômica, viável e de excelente qualidade nutricional, desde que atendidos os critérios técnicos de produção e utilização. Em casos específicos, complementa estrategicamente sistemas que utilizam, majoritariamente, silagem de milho como volumoso base, como é o caso de sistemas de produção de leite de elevada tecnificação.

A escolha de um bom híbrido de sorgo para silagem e do seu tipo comercial deve levar em consideração a busca por elevada produção de MS digestível, boa produtividade de grãos e tolerância ao acamamento e fotoperíodo, este último em plantios mais tardios e/ou safrinha.

Fica evidente, portanto, o potencial do sorgo como forrageira nobre para a produção de silagem de qualidade, visando otimizar o desempenho de animais ruminantes.

AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), pelas bolsas concedidas.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C. J. B et al. Espaçamento entre fileiras e densidade de semeadura do sorgo forrageiro para a região norte de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.3, p.494-501, maio/jun. 2011.
- ALBUQUERQUE, C.J.B et al. Sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.11, n.1, p. 69-85, 2012.
- ALCANTARA H. P. et al. Consórcio sorgo-soja: XVI - cortes, épocas de semeadura e cultivares de soja na produção de forragem. **Revista Ciência Agrônoma**, Fortaleza, v.42, n. 1, p. 116-124, jan./mar., 2011.
- ALMEIDA FILHO, S.L. de et al. Características agrônomicas de cultivares de milho (*Zea mays* L.) e qualidade dos componentes e da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.28, n.1, p.7-13, jan./fev. 1999.

Já Duarte et al. (1994) verificaram maior retorno econômico na terminação de animais alimentados em confinamento com silagem de milho, de sorgo granífero e de sorgo duplo propósito, respectivamente, em relação à silagem de sorgo forrageiro. Já Silva et al. (1999) não observaram variação na receita líquida/cabeça em animais mestiços alimentados em confinamento com silagem de sorgo granífero ou duplo propósito.

É importante salientar que, embora os materiais forrageiros de alta produção de massa ensilável por unidade de área apresentem menor custo produtivo para produção de silagem, sua utilização torna-se limitada em sistemas intensivos de terminação de bovinos de corte, por causa da menor concentração de nutrientes digestíveis por quilo de MS produzida. Contudo, no segmento pecuário do País, esse material genético não deve ser excluído do mercado consumidor, visto que mais estudos devem ser realizados sobre sua performance produtiva e qualitativa. De igual maneira,

sua viabilização econômica praticamente é correta em propriedades com limitação de área destinada à produção de forragem conservada (NEUMANN et al., 2002).

Com relação à influência dos taninos sob o desempenho animal, Teixeira (2001) cita que não há problemas para bovinos, com exceção dos bezerros jovens, quando ainda não possuem rúmen funcional.

No processo de ensilagem da planta de sorgo, Cummins (1971) relatou a diminuição das concentrações de tanino no material como consequência dos processos fermentativos. Gonçalves et al. (1998) observaram redução significativa nas concentrações desse composto com o avançar do tempo de ensilagem, fato pronunciado nos híbridos com maiores teores de tanino. Há que se ressaltar, ainda, que muitas das sementes disponibilizadas ao produtor são compostas por sorgo de baixa concentração de tanino, o que evidencia os progressos obtidos pela pesquisa no melhoramento genético dessa cultura.

- ARAÚJO, V.L. et al. Avaliação agrônômica de três híbridos de sorgo (BR 700, BR 701 e MASSA 03) colhidos em cinco diferentes estádios de maturação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais... A produção animal e a sociedade brasileira**. Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM.
- AVELINO, P. M. et al. Composição bromatológica de silagens de híbridos de sorgo cultivados em diferentes densidades de plantas. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.42, n. 1, p. 208-215, jan./mar., 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília [2013]. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 10 jan. 2013.
- BRONDANI, I.L., ALVES FILHO, D.C., BERNARDES, R.A.C. Silagem de alta qualidade para bovinos. In: RESTLE, J. **Eficiência na produção de bovinos de corte**. Santa Maria: UFSM, 2000. p.185-204.
- CUMMINS, D.G. Relationship between tannin content and forage digestibility in sorghum. **Agronomy Journal**, v.63, n.3, p.500-502, May/June 1971.
- COELHO, A. M. et al. Seja o doutor do seu sorgo. **Informações Agrônômicas**, Piracicaba, n.100, 2002. Arquivo do Agrônomo, 14, 24p.
- DEMARCHI, J. J. A. A. **Produção, valor nutritivo e características do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), colhido em cinco estádios de maturação, e de suas silagens**. 1993. 230f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- DUARTE, J. de O. et al. Custo de confinamento de bovinos com uso de materiais do CNPMS. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20., 1994, Goiânia. **Resumos... Centro-Oeste: cinturão do milho e do sorgo no Brasil**. Goiânia: ABMS, 1994. p.273.
- FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J.L. **Manual da cultura do sorgo**. Jaboticabal: FUNEP, 2009. 202p.
- GONÇALVES, L.C. et al. Silagens de sorgo de porte alto com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo: IV-digestibilidade in vitro da matéria seca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.50, n.2, p.167-170, 1998.
- GONTIJO NETO, M.M. et al. Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação: características agrônômicas, carboidratos solúveis e estruturais da planta. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, MG, v.33, n.6, p.1975-1984, dez. 2004. Suplemento 2.
- GONTIJO NETO, M.M. et al. Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação: rendimento, proteína bruta e digestibilidade in vitro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.31, n.4, p.1640-1647, jul./ago. 2002.
- KARAM, D.; OLIVEIRA, M.F. de; SILVA, A.F. da. Controle de plantas daninhas. In: MAY, A. et al. (Ed.). **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol: Sistema BRS1G-Tecnologia Qualidade Embrapa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. p.50-57. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139).
- LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2.ed. São Paulo : Ícone, 1991. 336p.
- LE GALL, A. et al. **Sorgo grain ensilage**. Paris: Institut de l'Élevage, 1994. 28p.
- NASCIMENTO, W.G. et al. Valor alimentício das silagens de milho e de sorgo e sua influência no desempenho de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.37, n.5, p.896-904, maio 2008.
- NEUMANN, M. et al. Avaliação da qualidade e do valor nutritivo da silagem de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.1, p.120-133, 2004.
- NEUMANN, M. et al. Comportamento produtivo e custo de produção de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) para silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 3, p.43-54, 2003.
- NEUMANN, M. et al. Resposta econômica de terminação de novilhos em confinamento, alimentados com silagens de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.5, p.849-854, set./out. 2002.
- NICHOLS, S.W. et al. Effects of fiber from tropical corn and forage sorghum silages on intake, digestion, and performance of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.9, p.2383-2393, Sept. 1998.
- NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P. Silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7., 1999, Piracicaba. **Anais... Alimentação suplementar**. Piracicaba: FEALQ, 1999. p.27-46.
- PORTUGAL, A. F. et al. Rendimento de matéria seca e proteína de cultivares de sorgo forrageiro no primeiro corte e na rebrota. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.50 n.289, p.357-366, 2003.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Lavras: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. de. **Guia de herbicidas**. 6.ed. Londrina: IAPAR, 2011. 697p.
- RODRIGUES, J.A.S. et al. Silagem de diferentes cultivares de sorgo forrageiro colhidos em diversos estádios de desenvolvimento. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21., 1996, Londrina. **Resumos... Londrina: LAPAR, 1996. p.269.**
- ROSSETTO, C.J.; NAKANO, O.; BANZATTO, N.V. Praga: fator limitante na produção de sorgo-granífero. **O Agrônomo**, Campinas, v.19, p.1-2, 1967.
- SILVA, J.M. da et al. Desempenho animal e avaliação do potencial produtivo de forragens para ensilagem, por intermédio de diferentes fontes de suplementação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.28, n.3, p.642-653, maio/jun. 1999.
- TEIXEIRA, A. S. **Alimentos e alimentação dos animais**. 5. ed. Lavras: UFLA: FAEPE, 2001. 241p.
- VALENTE, J. O. Introdução. In: EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Manejo cultural do sorgo para forragem**. Sete Lagoas, 1992. p.5-7. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 17).
- VILELA, D. **Sistemas de conservação de forragem: 1 - silagem**. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1985. p.42. (EMBRAPA-CNPMS. Boletim de Pesquisa, 11).
- WAQUIL, J.M.; CRUZ, I.; VIANA, P.A. Pragas do sorgo. **Informe Agropecuário**, Sorgo: uma opção agrícola, Belo Horizonte, v.12, n.144, p.46-51, 1986.
- WAQUIL, J.M.; LARA, F.M. Mosca-do-sorgo, *Stenodiplosis sorghicola* (Coquillett) (Diptera: Cecidomyiidae). In: VILELA, E.F.; ZUCCHI, R.A.; CANTOR, F. (Ed.). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto : Holos, 2001. cap.15, p.106-112.

Silagem de milho reidratado na alimentação do gado leiteiro

Marcos Neves Pereira¹
Renata Apocalypse Nogueira Pereira²
Luciene Lignani Bitencourt³
Gilson Sebastião Dias Júnior⁴
Naina Magalhães Lopes⁵
Ozana de Fátima Zacaroni⁶

Resumo - A silagem de milho reidratado é uma forma de armazenamento do grão na fazenda e pode aumentar a digestibilidade do amido. Como os híbridos de milho brasileiros têm baixa digestibilidade, por ter endosperma de alta vitreosidade, essa tecnologia pode aumentar a eficiência alimentar dos rebanhos leiteiros, já que o milho é o principal concentrado energético no País. Durante a ensilagem do grão, ocorre a degradação de prolaminas que envolvem os grânulos de amido no endosperma, aumentando o acesso enzimático ao amido no trato digestivo, consequentemente a proporção da digestão que ocorre no rúmen. Maior digestão ruminal do amido pode aumentar a síntese de proteína microbiana, a eficiência de utilização do nitrogênio dietético, o consumo de matéria orgânica (MO) digestível e a relação entre o leite produzido e o alimento consumido. É recomendada a hidratação do milho maduro para obter teor de umidade do ensilado superior a 30% da matéria natural (MN), por mistura vigorosa da água ao milho finamente moído. Como a ensilagem do milho maduro é uma operação programável, a tecnologia pode ser adotada tanto por pequenos como por grandes produtores de leite, já que o moinho pode ter uso comunitário. A técnica pode aumentar a eficiência de uso da mão de obra e induzir ganho financeiro pela possibilidade de armazenamento do milho na fazenda e pela obtenção de ganho em digestibilidade do amido, o que é capaz de reduzir o uso de alimentos concentrados por unidade de leite produzido.

Palavras-chave: Ensilagem. Endosperma. Vitreosidade. Milho farináceo. Milho duro. Nutrição animal.

INTRODUÇÃO

Um desafio na produção de bovinos leiteiros no Brasil é a obtenção de alta eficiência alimentar e desempenho animal em dietas contendo alto teor de milho com textura dura do endosperma como con-

centrado energético. Nos Estados Unidos, o milho cultivado é predominantemente farináceo (macio ou dentado, apesar do escore de indentação não ser uma medida perfeita da textura do endosperma no grão) (COORS; CARTER; HUNTER, 1994),

enquanto o milho cultivado no Brasil é predominantemente vítreo (Duro ou *flint*). Híbridos duros são menos digestíveis do que híbridos macios (CORREA et al., 2002). Híbridos duros têm alta vitreosidade, ou seja, têm mais endosperma vítreo como

¹Médico-Veterinário, Ph. D., Prof. Associado UFLA - Depto. Zootecnia/Bolsista CNPq, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: mpereira@dzo.ufla.br

²Zootecnista, D.Sc., Pesq. EPAMIG Sul de Minas, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: renata.nogueira@epamig.br

³Médica-Veterinária, D.Sc., Profª IF Espírito Santo - Campus Colatina, CEP 29700-600 Colatina-Es. Correio eletrônico: luciene.lignani@ifes.edu.br

⁴Médico-Veterinário, doutorando UFLA - Depto. Medicina Veterinária, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: gsebastiaodiasjunior@yahoo.com.br

⁵Médica-Veterinária, Bolsista CNPq/Doutoranda UFLA - Depto. Zootecnia, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: nainamlopes@yahoo.com.br

⁶Médica-Veterinária, Doutoranda UFLA, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: ozacaroni@hotmail.com

proporção do endosperma total, sendo em consequência mais densos do que híbridos farináceos.

Como o milho brasileiro é de baixa digestibilidade, o processamento dos grãos pode resultar em ganho no desempenho animal capaz de compensar o custo do processamento. O processamento do milho, com o intuito de aumentar seu valor energético, objetiva aumentar a digestibilidade do amido no rúmen e/ou no trato degestivo total. Os processamentos mais utilizados são a moagem, os tratamentos térmicos como a floculação e a extrusão, a hidratação e a ensilagem. A silagem de grãos com alto teor de umidade em estágio de maturação ao redor da linha negra, conhecida como silagem de milho úmido, ou, alternativamente, silagem de grãos maduros reidratados, são processos executáveis na fazenda, o que viabiliza maior atuação do produtor sobre o custo final do alimento. A silagem de milho reidratado consiste, basicamente, na hidratação do grão maduro moído, o que propicia sua fermentação e armazenamento como silagem.

ESTRUTURA DO GRÃO DE MILHO

A semente do milho é composta pelo pericarpo (camada de fibra que envolve a semente), pelo gérmen (ou embrião, rico em proteína e óleo) e pelo endosperma. O endosperma representa de 75% a 80% do peso da semente e é constituído, principalmente, por amido e proteínas. Dentre as proteínas do endosperma têm-se albuminas, globulinas, glutelinas e prolaminas, sendo estas últimas de importância na nutrição de ruminantes. Prolaminas são proteínas ricas no aminoácido prolina, com características hidrofóbicas, sendo de baixa solubilidade em água ou fluido ruminal. Estão associadas ao amido nos grãos de todos os cereais e têm nomes específicos, como a gliadina do trigo, a kafirina do sorgo e a zeína do milho, por exemplo. A zeína do milho representa de 50% a 60% da proteína no grão (HAMAKER et al., 1995). As

prolaminas localizam-se exteriormente aos grânulos de amido no endosperma (MU-FORSTER; WASSERMAN, 1998). Em milho de endosperma farináceo os grânulos de amido são esferas dispersas no endosperma, enquanto que em endosperma vítreo os grânulos de amido são helicoidais e adensados (DAVIDE, 2009). Como a ligação entre os grânulos de amido e as prolaminas é muito forte no endosperma vítreo, nem a água penetra entre os grânulos, nem as amilases e as maltases, necessárias para que ocorra a quebra enzimática do amido à glicose no rúmen ou nos intestinos.

As prolaminas do milho (zeína) consistem de quatro subunidades: α , β , γ , δ (BUCHANAN; GRUISSEM; JONES, 2000). Com o avançar da maturidade da planta, ocorre perda no teor de umidade do grão e aumento no conteúdo de prolaminas, encapsulando o amido em uma matriz hidrofóbica de amido e de proteína. A extensiva ligação entre as subclasses de zeína produz o endosperma vítreo.

TEXTURA DO ENDOSPERMA, MATURIDADE E DIGESTIBILIDADE DO AMIDO DO MILHO

Quanto maior a vitreosidade do grão, menor a digestibilidade do amido no rúmen. Philippeau e Michalet-Doureau (1997) avaliaram a vitreosidade de milho macio e duro, colhido em diferentes estádios de maturação, e a degradação ruminal in situ do amido nos grãos moídos. A vitreosidade dos grãos aumentou com o avanço da maturidade e, independente do genótipo utilizado, explicou 86% da variação na degradabilidade ruminal do amido. A vitreosidade foi significativamente menor no genótipo macio, quando comparado ao genótipo de endosperma duro. Esses autores concluíram que a degradação ruminal do amido de grãos de milho pode variar em função do genótipo e do ponto de maturação. Da mesma forma, Philippeau et al. (1999) verificaram que o milho macio apresentou maior degradação ruminal do amido que o milho duro (61,9% vs. 46,2%).

Correa et al. (2002) determinaram a relação entre a vitreosidade e a degradação ruminal in situ do amido de grãos de milho brasileiros e norte-americanos, no estágio maduro. O teor de endosperma vítreo no endosperma total dos cinco híbridos brasileiros foi cerca de 30 unidades percentuais maiores que o teor dos 14 híbridos norte-americanos. A degradabilidade efetiva do amido no rúmen foi 77,4% nos híbridos norte-americanos e 48,5% nos brasileiros. Vale ressaltar que, dentre os híbridos brasileiros avaliados, existia o material mais farináceo disponível no mercado de sementes, além de materiais de alta vitreosidade. O híbrido brasileiro mais digestível foi pior que o híbrido norte-americano menos digestível.

Pereira et al. (2004) avaliaram a degradabilidade ruminal de grãos de dois híbridos brasileiros de milho macio e de dois híbridos de milho duro, colhidos nos estádios de maturação dentado inicial, metade da linha do leite e linha negra. A degradação ruminal da matéria seca (MS) em 24 horas, foi de 63,3% nos grãos macios e 52,4% nos duros. Consequentemente, o resíduo após 72 horas de incubação foi menor nos híbridos macios (7,6%) do que nos duros (15,6%). A degradabilidade ruminal dos híbridos foi similar nos estádios dentado inicial e metade da linha do leite. Contudo, redução acentuada na degradabilidade ruminal ocorreu quando o híbrido passou do estágio de metade da linha do leite para o de linha negra. O efeito negativo da maturidade sobre a degradabilidade ruminal foi mais acentuado nos híbridos duros do que nos macios.

EFEITO DA ENSILAGEM SOBRE A DIGESTIBILIDADE DO MILHO

No armazenamento do milho por ensilagem, ocorre proteólise crônica, como resultado do processo fermentativo, reduzindo o teor de prolamina do grão. Quanto maior o tempo de armazenamento no silo, maior o efeito da ensilagem sobre a digestibilidade do amido. Ferraretto,

Shaver e Hoffman (2013) estimaram que a máxima digestibilidade ruminal do amido em silagem de milho úmido é obtida após oito meses de armazenamento. Esse fato explica o ganho em digestibilidade que pode ocorrer em silagens de milho armazenadas por longo período, relativamente à digestibilidade do amido após a colheita do grão, por facilitar o acesso microbiano aos grânulos de amido do endosperma. Ácidos resultantes da fermentação podem solubilizar as hidrofóbicas zeínas, facilitando a sua proteólise por enzimas microbianas (BARON; STEVENSON; BUCHANAN-SMITH, 1986). Hoffman et al. (2011) relataram que a ensilagem por 240 dias, de grãos de dois híbridos de milho colhidos com 25,7% e 29,3% de umidade, reduziu todas as subunidades de zeínas no endosperma, exceto as 2 α e a 1 δ , e aumentou indicadores de degradabilidade proteica. A ensilagem reduziu as subunidades de zeína γ , principais responsáveis pelas ligações cruzadas na matriz amido-proteína.

O ganho em digestibilidade *in vitro* induzido pela ensilagem do milho maduro reidratado, proporcionalmente ao mesmo híbrido em estágio maduro finamente moído, foi maior em milho de textura dura do que em milho farináceo (ANDRADE FILHO et al., 2010a). A degradabilidade ruminal do híbrido macio moído foi 64,2%, enquanto foi 77,5% no reidratado ensilado, um ganho de 13,3 unidades percentuais. No milho duro, os mesmos valores foram 54,3% e 71,6%, respectivamente, um ganho de 17,3 unidades percentuais. Apesar de o milho farináceo ter sido mais digestível no rúmen que o milho duro, a digestibilidade desse ensilado foi maior que a do farináceo finamente moído. Esse resultado enfatiza o potencial da ensilagem de grãos como forma de atuar sobre a baixa digestibilidade ruminal do amido nos híbridos de milho brasileiros.

A hidratação e posterior ensilagem do milho, além de reduzir o teor de prolamina do endosperma, também aumenta o teor de umidade do alimento relativamente ao grão moído. Isto pode reduzir o tempo entre a ingestão e o início da digestão, já que partí-

culas alimentares necessitam ser hidratadas no trato digestivo. Pereira et al. (2004) observaram que o aumento do período entre o plantio e a colheita correlacionou-se de forma linear e positiva com a vitreosidade de grãos de híbridos de milho duros e macios, apesar da maior vitreosidade dos duros em todos os estádios de maturação avaliados. O relacionamento entre a idade da planta e o teor de MS do grão também foi linear e positivo (quanto maior a idade, menor o teor de umidade), sendo que híbridos duros também tiveram maior teor de MS que os macios em todas as maturidades. Entretanto, distintamente destes relacionados lineares, o relacionamento entre a idade da planta e a digestibilidade do grão teve natureza quadrática. Perda acentuada de digestibilidade foi observada no estágio de maturação de linha negra, sugerindo que a maior vitreosidade do grão, associada ao menor teor de umidade nessa maturidade, teve ação sinérgica negativa sobre a degradabilidade ruminal do amido.

PROCESSAMENTO DE GRÃOS E DIGESTIBILIDADE DO AMIDO

A degradação ruminal do amido é capaz de influenciar a síntese de proteína microbiana. Aumento na digestibilidade ruminal do amido promove maior eficiência de utilização de nitrogênio no rúmen e aumento no fluxo de proteína microbiana para o duodeno (THEURER et al., 1999). Os processamentos usados nos grãos ricos em amido normalmente visam aumentar a degradação ruminal, sendo que, geralmente, a magnitude da alteração promovida pelo processamento é inversamente proporcional à digestibilidade do grão não processado. Assim, o grão que mais responde ao processamento é o de sorgo, seguido pelo de milho e depois pelo de outros cereais como a cevada, que tem menor resposta por já ter degradação alta na forma não processada. O processamento aumenta a digestibilidade do amido por facilitar a adesão bacteriana ao grânulo de amido (HUNTINGTON, 1997) e também por romper a matriz proteica que circunda esses grânulos no endosperma, e promover

sua desorganização (THEURER et al., 1999).

Em uma revisão sobre os efeitos do processamento do grão sobre a utilização do amido em ruminantes, Theurer et al. (1999) concluíram que o processamento aumentou a degradação ruminal do amido do milho e do sorgo, aumentando a ingestão de energia por vacas em lactação, promovendo também o aumento nas produções de leite e de proteína. O maior desempenho das vacas em lactação foi relacionado ao aumento da digestibilidade total do amido, por causa da maior proporção do amido que é digerido no rúmen e do aumento na digestibilidade da menor quantidade de amido que chega ao intestino. A quantidade de proteína microbiana que chegou ao intestino também aumentou, com o fornecimento de grãos processados. A digestibilidade do amido no intestino delgado correlacionou-se positivamente com a digestibilidade total do amido e com a produção de leite. Da mesma forma, a digestibilidade ruminal teve correlação positiva com a digestibilidade total e com a proteína do leite.

Os maiores determinantes da digestibilidade do amido do milho são o tamanho de partícula do grão, o teor de umidade e a vitreosidade do endosperma. Esses fatores são considerados pelo sistema de avaliação de grãos da Universidade do Wisconsin (HOFFMAN; SHAVER, 2009). Esse sistema foi proposto como uma ferramenta para classificar grãos de milho quanto ao seu potencial digestível. O aumento no tamanho de partícula do grão reduz mais a digestibilidade do amido no trato digestivo total de grãos de milho com textura dura (milho com alto teor de prolamina), do que em milho com textura macia do endosperma.

FERMENTABILIDADE DO AMIDO E CONSUMO DE MATÉRIA SECA

Em dietas formuladas com baixo teor de fibra em detergente neutro (FDN), oriunda de forragens, a digestibilidade do milho pode determinar o consumo de

alimentos, já que nesse tipo de dieta o consumo é regulável pela relação entre a demanda de energia do animal e a concentração de energia da dieta (MERTENS, 1992). Pelo mecanismo metabólico, dietas energeticamente pouco densas vão requerer maior consumo para a obtenção do mesmo desempenho animal, que dietas energeticamente mais densas. Híbridos de milho com maior proporção de endosperma macio resultaram em melhor conversão alimentar que híbridos duros, quando ofertados a garrotes alimentados com dietas contendo 66% de milho maduro esmagado, não sendo observado efeito do tipo de híbrido sobre o ganho de peso diário (GPD), em média de 1,74 kg (JAEGER et al., 2006).

A queda de consumo observada, quando se aumenta a fermentabilidade ruminal do amido, pode ser explicada pela teoria da oxidação hepática – hepatic oxidation theory (HOT) (ALLEN; BRADFORD; OBA, 2009). A maior fermentabilidade do amido da dieta aumenta a produção de ácidos graxos voláteis (AGV) por unidade de matéria orgânica (MO) fermentada no rúmen e a proporção de propionato dentre os AGV absorvidos. Se o fluxo de propionato para o fígado ultrapassa a capacidade gliconeogênica, o propionato será oxidado (BRADFORD; ALLEN, 2007). O propionato pode ser oxidado no ciclo do ácido tricarbóxico (AIELLO; ARMENTANO, 1987), bem como estimular a oxidação de acetil-CoA, derivado de outros metabólitos (ALLEN, 2000). A oxidação do propionato aumenta o status energético hepático, gerando um sinal de saciedade ao cérebro para terminar a refeição, capaz de induzir queda no consumo diário de MS.

Além do mecanismo hepático, o propionato também pode ter efeito hipofágico por mecanismo ruminal. Baile (1971) propôs que receptores ruminais para propionato são capazes de regular a ingestão de alimentos, pois infusões ruminais de propionato em caprinos e ovinos reduziram o consumo, enquanto infusões na veia jugular não tiveram o mesmo efeito. Receptores químicos sensíveis a AGV estão presentes no epitélio do rúmen, sendo

inibidores da motilidade ruminal (LEEK, 1986). A osmolaridade do fluido ruminal também é determinante do consumo em ruminantes (ALLEN, 2000).

DESEMPENHO DE VACAS LEITEIRAS QUE CONSOMEM GRÃO DE MILHO ENSILADO

Costa (2008) avaliou o efeito da proteólise durante a ensilagem, como forma de contrapor o efeito negativo do endosperma vítreo sobre a digestibilidade do milho. Foi avaliado o desempenho de vacas leiteiras, que consumiram dietas que continham polpa cítrica e dois teores de silagem de milho úmido de textura dura (68,2% de vitreosidade) ou macia (48,5% de vitreosidade). Os tratamentos foram: milho duro ou macio ensilados no estágio de maturação de linha negra, em arranjo fatorial com 9% ou 18% de milho na dieta. O teor dietético de polpa cítrica foi 16,2% ou 25,6%, nas dietas de alto ou baixo milho, respectivamente. As dietas também continham 33,9% de silagem de milho e 15,6% de feno de Tifton. Doze vacas Holandesas receberam os quatro tratamentos em quadrados latinos 4x4. As dietas de alto milho diminuíram o teor de gordura do leite de 3,38% para 3,26% e aumentaram o teor de proteína de 2,99% para 3,03% e a relação entre a produção de leite e o consumo. Aumento na inclusão dietética de milho induziu maior queda no pH ruminal na dieta com milho macio do que na dieta com milho duro. O milho macio aumentou o consumo diário de MO digestível de 11,7 kg para 12,3 kg. A resposta em parâmetros digestivos sugere que a ensilagem reduziu, mas não eliminou totalmente, o efeito negativo da textura dura do endosperma sobre a digestibilidade do milho. Ensilar milho macio é desejável.

Em outro trabalho, Bitencourt (2012) avaliou o efeito da Reidratação e ensilagem de milho duro sobre o desempenho de vacas leiteiras. Quinze vacas receberam uma sequência de três tratamentos, em quadrados latinos 3x3. Os tratamentos foram: milho finamente moído, milho reidratado e ensilado ou milho extrusado. Um híbrido de milho com textura dura foi colhido em

estádio maduro, moído em peneira com crivo de 2 mm, reidratado e ensilado. O período de ensilagem, compreendido entre o fechamento do silo e a abertura realizada no primeiro dia do experimento, foi de 327 dias. O teor de umidade na silagem foi de 43,7% da matéria natural (MN). O mesmo híbrido foi moído no mesmo moinho, usado peneira de 2 mm no tratamento milho finamente moído. A composição média das dietas foi (% da MS): 41,5% de silagem de milho, 21,5% de farelo de soja, 17,5% de polpa cítrica, 17,3% de proteína bruta (PB) e 30,9% de FDN. O teor dietético de silagem de milho reidratado foi 16,7%, de milho moído, 17,4%, e de milho extrusado, 17,7%. A produção de leite foi 33,3 kg/dia, não variando significativamente entre tratamentos. O milho extrusado deprimiu a secreção de energia e de gordura no leite e a ingestão de MS e tendeu a aumentar o teor de proteína do leite. Houve tendência de aumento na digestibilidade da MO no tratamento com silagem de milho reidratado. A síntese relativa de proteína microbiana no rúmen foi maior, e o teor de nitrogênio ureico no leite foi menor no tratamento com milho reidratado, sugerindo que a degradação ruminal do amido foi mais sincrônica à degradação da proteína dietética nesse tratamento. A ensilagem do grão aparentemente aumentou a proporção do amido dietético digerido no rúmen comparativamente ao grão finamente moído, sem afetar a digestibilidade do amido no trato digestivo total. Tanto a extrusão quanto a ensilagem tenderam a aumentar a relação entre a produção de leite e o consumo, resposta típica ao processamento de grãos em dietas para ruminantes.

Recentemente, Ferraretto, Crump e Shaver (2013) realizaram uma meta-análise da literatura sobre processamento de milho para vacas leiteiras. Esses autores avaliaram 414 tratamentos oriundos de 102 artigos publicados entre 2000 e 2011. O teor médio e o desvio padrão do amido nas dietas experimentais foram 27,0% ± 6,1%; o teor de forragem 47,7% ± 8,1% e o teor de FDN 31,2% ± 4,8%. O consumo foi reduzido de 23,6 kg/dia, nas dietas com

milho maduro moído, para 22,4 kg/dia, nas dietas com silagem de milho úmido. O teor de gordura no leite também foi reduzido de 3,59% para 3,41%. Não se observou efeito sobre o teor de proteína. A relação entre a produção de leite e o consumo foi aumentada pela ensilagem, resultado do menor consumo em produção similar de leite (35,7 kg/dia). A digestibilidade do amido no trato digestivo total foi 92,0% no milho moído e 94,2% no milho úmido ensilado, enquanto a estimativa da proporção do amido ingerido sendo degradado no rúmen foi 53,5% e 64,1%, respectivamente. Mesmo nesses trabalhos, com predominância de milho macio, a ensilagem aumentou a fermentabilidade do amido do milho no rúmen e melhorou a eficiência alimentar.

PRÁTICAS PARA CONFEÇÃO DA SILAGEM DE MILHO REIDRATADO

A ensilagem do grão de milho (úmido ou reidratado) apresenta vantagens operacionais relativamente ao uso de milho maduro moído. A ensilagem, além de aumentar a digestibilidade do amido, concentra a operação de moagem, comparativamente à sua prática usual, à medida que mais grãos são necessários para alimentar os animais, concentrando também (e normalmente reduzindo) o uso de mão de obra. A ensilagem elimina custos de transporte e de armazenamento de grãos em silos comerciais, já que propicia o armazenamento na fazenda, sem a necessidade de investimento em silos graneleiros. Em alguns casos, esses processos eliminam a necessidade de venda do milho produzido na fazenda por ausência de estrutura adequada para um armazenamento eficiente dos grãos ao longo do ano. A silagem de milho úmido também propicia a colheita precoce do milho, o que pode ter vantagens agronômicas, especialmente quando é adotada a prática de descompactação do solo antes do estabelecimento de uma cultura em sucessão ao milho no período menos chuvoso do ano. Além disso, a ensilagem propicia o cultivo de grãos macios de maior digestibilidade, já que estes podem ter

maior perda na colheita, secagem e armazenagem prolongada em silos graneleiros do que grãos duros.

Na silagem de milho úmido, a colheita do grão em estágio de maturação em torno da linha negra, quando esse grão tem o teor de umidade entre 35% e 40%, pode ser problemática. O pequeno intervalo para colheita, normalmente realizada no período chuvoso do ano, aumenta a chance de insucesso no processo, por causa da maturação excessiva e da consequente perda de umidade dos grãos. Nesses casos, a hidratação parcial pode ser recomendada, com o intuito de melhorar o perfil fermentativo e reduzir o aquecimento excessivo dos grãos no silo, um processo similar ao da ensilagem de milho reidratado. A prática da reidratação e ensilagem do grão em estágio maduro pode reduzir esses riscos inerentes à ensilagem do milho úmido.

A reidratação e a ensilagem podem beneficiar produtores que não possuem equipamentos próprios ou arrendados para a colheita do milho no ponto de maturação em torno da linha negra. Também pode ser uma opção para aqueles que não possuem área suficiente para plantar milho para a colheita de grãos, pois possibilita a compra do grão maduro para ensilagem. A compra do milho no período pós-safra normalmente resulta em ganho financeiro, relativamente à compra de milho maduro ao longo do ano, apesar da necessidade de capital para compra em alta escala antes da venda do leite, exigindo, portanto, melhor planejamento financeiro.

Em grãos maduros a moagem pode ser mais fina que a realizada em grãos colhidos no estágio de linha negra, o que pode fisicamente aumentar a digestibilidade do amido no rúmen. É pertinente a consideração do efeito da maturidade e do tamanho de partícula do milho na silagem de milho úmido comparativamente à silagem de milho reidratado. Na silagem de milho úmido, o grão é colhido no estágio de linha negra, quando o endosperma contém menor teor de prolamina e maior digestibilidade que o grão maduro utilizado na silagem de milho reidratado. Entretanto, o alto teor de umi-

dade do grão úmido não permite a adoção de moagem fina, enquanto o tamanho médio de partícula pode ser substancialmente reduzido na silagem de milho reidratado. Apesar de uma comparação direta entre silagem de milho úmido e a de reidratado não ter sido realizada em pesquisa, a experiência tem demonstrado que esses alimentos comportam-se de forma similar. No caso, a menor digestibilidade do grão maduro, comparativamente ao grão na linha negra, é compensada pela moagem mais fina do primeiro, resultando em fermentabilidade ruminal aparentemente similar.

Uma prática fundamental para a qualidade da silagem de milho reidratado é a homogeneização da água ao grão moído. Esse processo pode ser realizado por meio de uma adaptação de canos ao moinho para hidratação simultânea à moagem próxima ao silo (Fig. 1), por mistura da água ao grão já triturado em um vagão misturador ou por adição de água a uma rosca sem-fim após a moagem. A adaptação no moinho consiste em passar canos perfurados imediatamente abaixo da peneira do equipamento. Dessa maneira, o milho triturado é imediatamente misturado à água e cai no silo bem homogeneizado. Caso a água seja incorporada ao milho moído por mistura não vigorosa, a hidratação do grão não será perfeita, e pode resultar em perda do ensilado por crescimento de fungos.

Enfatizar a importância da incorporação perfeita da água ao milho moído é importante. Distintamente da prática de aspergir inoculantes em silagens, com o intuito de atuar positivamente sobre o processo fermentativo no silo, a quantidade de água necessária para trazer o teor de umidade do grão maduro para valores adequados à ensilagem é bem maior. Andrade et al. (2010b) avaliaram a incorporação de água ao milho maduro, para obter teores de umidade na silagem de 20%, 30% ou 40% (Quadro 1). Os resultados sugerem, com base no pH final das silagens, que obter teores de umidade do ensilado acima de 30% da MN foi adequado. Com base nesses dados, a recomendação prática tem sido acrescentar de 250 a 300 litros



Figura 1 - Moinho adaptado com canos para propiciar a hidratação do milho durante a moagem do grão maduro para ensilagem

QUADRO 1 - Efeito do teor de umidade e de inoculante bacteriano sobre a silagem de grãos de milho colhido em estágio maduro, reidratado e ensilado

Reconstituição	Inoculante	Umidade (% da MN)	Densidade (kg/m ³)	Perda (% da MS)	pH	N-NH ₃ (% do N)
20	Sim	20,5	835,5	0,5	4,25	0,09
30	Sim	31,2	910,7	1,1	3,73	0,42
40	Sim	41,5	972,5	1,2	3,69	0,62
20	Não	21,1	840,3	1,9	5,35	0,19
30	Não	31,7	914,7	1,8	3,98	0,60
40	Não	40,9	973,2	1,7	3,80	0,66

FONTE: Andrade et al. (2010b).

NOTA: MN - Matéria natural; MS - Matéria seca; N-NH₃ - Nitrogênio amoniacal; N - Nitrogênio

de água por tonelada de milho com teor de umidade ao redor de 12%. Ao longo do processo de moagem e incorporação da água é recomendável mensurar periodicamente o teor de umidade do grão hidratado e ajustar a vazão de água de acordo com a meta desejada. Na prática, isso pode ser feito de forma simples por tostagem em frigideira de uma quantidade conhecida de grãos, até que não ocorra mudança no peso da amostra.

Em silagem de milho reidratado, a densidade é de 900 a 1000 kg/m³, quando teores de umidade do ensilado atingem mais de 30% da MN (Quadro 1). Como a profundidade de descarga de silagens deve

ser de pelo menos 15-20 cm da face, para reduzir perdas por deterioração aeróbica durante o descarregamento, recomenda-se que silos de milho reidratado sejam menores que silos utilizados para a forragem de milho, já que a quantidade do alimento fornecido por vaca é menor e a densidade da silagem é maior no reidratado.

Simultaneamente à avaliação do teor mais adequado de umidade, foi avaliado o efeito da adição de inóculo contendo bactérias lácticas homofermentativas à silagem de milho reidratado (Quadro 1). Os menores valores de perda de MS e pH nas silagens inoculadas sugerem que o investimento nesse tipo de aditivo é re-

comendável. Apesar da ensilagem ocorrer mesmo sem o uso do inoculante, o alto valor financeiro por unidade de milho ensilado, comparativamente a uma silagem de planta inteira, pode justificar a prática de inoculação, como forma de garantir um melhor perfil fermentativo e reduzir a perda de alimento durante a estocagem no silo.

São práticas básicas para a ensilagem e o uso da silagem de milho reidratado:

- moer o milho finamente, para obter a máxima digestibilidade;
- incorporar água de forma uniforme, para obter teor de umidade acima de 30% da MN (ideal 35% a 38% de umidade) (>250 litros por tonelada de grão);
- usar inoculante bacteriano na ensilagem;
- encher o silo rapidamente e compactar bem;
- retirar camadas de, pelo menos, 15 cm/dia ao descarregar (densidade em torno de 900 kg/m³); estimar o gasto diário para dimensionar os silos;
- realizar a abertura do silo alguns dias após a ensilagem e com aumento no tempo de armazenamento ocorre ganho na digestibilidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A silagem de milho reidratado pode ser adotada tanto por pequenos como por grandes produtores de leite. A viabilidade de uso por pequenos produtores advém do fato de o momento da operação ser programável. Esta operação possibilita o uso do equipamento de moagem por vários produtores, o que viabiliza a compra conjunta por fazendas, associações de produtores ou cooperativas. A tecnologia possibilita a redução do custo de alimentos concentrados por unidade de leite produzido, em decorrência dos ganhos potenciais em eficiência de uso da mão de obra, estocagem e uso de milho cultivado na fazenda ou comprado em momento financeiramente vantajoso, e pelo ganho em digestibilidade do amido.

A silagem de milho reidratado pode ter alto impacto positivo sobre a eficiência de fazendas leiteiras no Brasil, já que a opção da indústria brasileira de sementes de milho foi por híbridos duros de baixa digestibilidade.

REFERÊNCIAS

- AIELLO, R.J.; ARMENTANO, L.E. Gluconeogenesis in goat hepatocytes is affected by calcium, ammonia and other key metabolites but not primarily through cytosolic redox state. **Comparative Biochemistry Physiology: part B: Comparative biochemistry**, v.88, n.1, p. 193-201, 1987.
- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.7, p. 1598-1624, July 2000.
- ALLEN, M.S.; BRADFORD, B.J.; OBA, M. Board-invited review: the hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. **Journal of Animal Science**, v.87, n.10, p. 3317-3334, Oct. 2009.
- ANDRADE FILHO, R. et al. Degradabilidade ruminal in situ de grãos de milho maduros do tipo *flint* ou dentado, secos ou reconstituídos e ensilados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais... Empreendedorismo e progresso científicos na zootecnia brasileira de vanguarda**. Salvador: SBZ, 2010a. 1 CD-ROM.
- ANDRADE FILHO, R. et al. Reconstituição, inoculação e ensilagem de grãos de milho maduros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais... Empreendedorismo e progresso científicos na zootecnia brasileira de vanguarda**. Salvador: SBZ, 2010b. 1 CD-ROM.
- BAILE, C.A. Metabolites as feedbacks for control of feed intake and receptor sites in goats and sheep. **Physiology & Behavior**, v.7, n.6, p. 819-826, Dec. 1971.
- BARON, V.S.; STEVENSON, K.R.; BUCHANAN-SMITH, J.G. Proteolysis and fermentation of grain-corn ensiled at several moisture levels and under several simulated storage methods. **Canadian Journal of Animal Science**, v.66, n.2, p. 451-461, June 1986.
- BITENCOURT, L.L. **Substituição de milho moído por milho reidratado e ensilado ou melaço de soja em vacas leiteiras**. 2012. 130p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- BRADFORD, B.J.; ALLEN, M.S. Short communication: rate of propionate infusion within meals does not influence feeding behavior. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.5, p.2305-2308, May 2007.
- BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. **Biochemistry & molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. 1367p.
- COORS, J.G.; CARTER, PR.; HUNTER, R.B. Corn silage. In: HALLAVER, A.R. **Specialty corns**. Ames: CRC, 1994. p.305-340.
- CORREA, C.E.S. et al. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.11, p.3008-3012, Nov. 2002.
- COSTA, F.M.J. **Resposta de vacas leiteiras alimentadas com polpa cítrica em substituição ao milho à suplementação com metionina e à ensilagem de grão de milho duro ou dentado**. 2008. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- DAVIDE, L.M.C. **Controle genético de caracteres associados à dureza dos grãos e à degradabilidade ruminal de milhos tropicais**. 2009. 89p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- FERRARETTO, L.F.; CRUMP, P.M.; SHAVER, R.D. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, v.96, n.1, p.533-550, Jan. 2013.
- FERRARETTO, L.F.; SHAVER, R.D.; HOFFMAN, P.C. Effect of time of storage on ammonia concentration and ruminal in vitro digestibility of high moisture corn: a field survey. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.149, 2013. Supplement 1.
- HAMAKER, B.R. et al. Efficient procedure for extracting maize and sorghum kernel proteins reveals higher prolamin contents than the conventional method. **Cereal Chemistry**, v.72, n.6, p.583-588, Nov./Dec. 1995.
- HOFFMAN, P.C. et al. Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-protein matrix in high-moisture corn. **Journal of Dairy Science**, v.94, n.5, p.2465-2474, May 2011.
- HOFFMAN, P.C.; SHAVER, R.D. **UW - feed grain evaluation system**. Marshfield: University of Wisconsin, 2009. Disponível em: <<http://www.uwex.edu/ces/dairynutrition/documents/WisconsinFGES.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2010.
- HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, v.75, n.3, p. 852-867, Mar. 1997.
- JAEGER S.L. et al. Influence of corn hybrid traits on digestibility and the efficiency of gain in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.84, n.7, p.1790-1800, July 2006.
- LEEK, B.F. Sensory receptors in the ruminant alimentary tract. In: MILLIGAN, L.P.; GROVUM, W.L.; DOBSON, A. **Control of digestion and metabolism in ruminants**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1986. p.3-18.
- MERTENS, D.R. Nonstructural and structural carbohydrates. In: HORN, H.H. van; WILCOX, C.J. **Large dairy herd management**. Champaign: American Dairy Science Association, 1992. p.219-235.
- MU-FORSTER, C.; WASSERMAN, B.P. Surface localization of zein storage proteins in starch granules from maize endosperm: proteolytic removal by thermolysin and in vitro cross-linking of granule-associated polypeptides. **Plant Physiology**, v.116, n.4, p.1563-1571, Apr.1998.
- PEREIRA, M.N. et al. Ruminal degradability of hard or soft texture corn grain at three maturity stages. **Science Agriculture**, v.61, p.358-363, 2004.
- PHILIPPEAU, C. et al. Relationship between ruminal starch degradation and the physical characteristics of corn grain. **Journal of Animal Science**, v.77, n.1, p.238-243, Jan.1999.
- PHILIPPEAU, C.; MICHALET-DOREAU, B. Influence of genotype and stage of maturity of maize on rate of ruminal starch degradation. **Animal Feed Science and Technology**, v.68, n.1/2, p.25-35, Sept.1997.
- THEURER, C.B. et al. Invited review: summary of steam-flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.9, p.1950-1959, Sept.1999.

Silagem de capim-elefante

Clenderson Corradi de Mattos Gonçalves¹
Adauto Ferreira Barcelos²

Resumo - O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é uma planta originária da África Tropical. Pela alta produção de matéria seca (MS) por área e pelo bom valor nutricional, espalhou-se por todas as regiões do Brasil, principalmente por fazendas leiteiras. A ensilagem do capim-elefante deve ser armazenada no momento em que apresentar alta produção (período das águas), com bom valor nutricional, para ser utilizada no período de escassez de forragens (período seco). Na melhor época da ensilagem, em que se pode aliar produção de MS com qualidade, esse capim apresenta grande quantidade de água, interferindo no perfil da fermentação e na qualidade da silagem. Algumas técnicas como o emurchecimento, que é uma pré-secagem antes da ensilagem, e o uso de alguns aditivos microbiológicos ou subprodutos farelados, que possuem a função de aumentar a MS e agregar valor nutricional à silagem, podem melhorar a qualidade da silagem de capim-elefante. Algumas pesquisas comprovaram a melhora no desempenho de bovinos que receberam essas silagens. A silagem de capim-elefante, com uso de algumas tecnologias e seguindo os processos corretos de ensilagem, pode ser considerada uma boa alternativa de volumoso para vacas de menores produções e animais solteiros em confinamento. **Palavras-chave:** Silagem. Aditivo. Volumoso. Conservação de forragem. Nutrição animal.

INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas da pecuária que atingem quase todo o território brasileiro é a flutuação estacional do crescimento das forrageiras. Esta estacionalidade de produção está relacionada com a disponibilidade de luz (fotoperíodo), temperatura (calor) e pluviosidade (umidade), nos meses de primavera e verão, quando as forrageiras chegam a produzir, anualmente, 80% de matéria seca (MS). Para manter altas produções/animal, no período seco, é necessário que o produtor armazene alimento de qualidade e em quantidade, para fornecer aos animais nesse período. E a produção de silagem é uma tecnologia considerada como boa alternativa.

As principais culturas plantadas para ensilagem são milho e sorgo, as quais apresentam silagens de boa qualidade e são amplamente utilizadas nas propriedades.

Depois dessas culturas, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é uma das forrageiras tropicais que apresentam melhores características para ensilar (Fig. 1), por ter alta produtividade, elevado número de variedades, grande adaptabilidade, faci-

lidade de cultivo, boa aceitabilidade pelos animais e, quando novo, bom valor nutritivo (EVANGELISTA; LIMA, 2000).

É indiscutível que a silagem de milho é melhor em qualidade, quando comparada com outras tradicionais, mas a silagem de



Figura 1 - Ensilagem de capim-elefante

Fotos: Clenderson Corradi de Mattos Gonçalves

¹Zootecnista, D.Sc., Pesq. EPAMIG Sul de Minas, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: clenderson@epamig.ufla.br

²Zootecnista, D.Sc., Pesq. EPAMIG Sul de Minas, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: adauto.barcelos@epamig.ufla.br

capim surge como alternativa para propriedades pequenas, com poucas áreas de plantio, regiões com pouca chuva e para animais de produções mais baixas.

CAPIM-ELEFANTE

A espécie *Pennisetum purpureum* Schum. é uma planta originária da África (RODRIGUES; MONTEIRO; RODRIGUES, 2001), mais especificamente da África Tropical, entre 10°N e 20°S de latitude, tendo sido descoberta em 1905 pelo coronel Napier. Espalhou-se por toda a África e foi introduzida no Brasil, em 1920, vindo de Cuba. Hoje, encontra-se difundida nas cinco regiões brasileiras, principalmente nas regiões leiteiras.

A capineira é sua forma de cultivo mais comum para suplementação volumosa do rebanho leiteiro e constitui um alimento tradicional como complemento da pastagem no período chuvoso e um dos principais volumosos utilizados no período seco nas pequenas propriedades leiteiras. Sua utilização, no entanto, não é fácil em virtude da dificuldade de ajustar o corte ao estágio de maturidade da planta, apresentando, assim, valores nutritivos muito diferentes, e produções de leite bastante variáveis. Quando se pensa em cortes na época da seca, a situação torna-se ainda mais grave, pois nessa época o capim-elefante apresenta alta quantidade de MS, mas baixo valor nutricional para os animais. Dessa forma, técnicas como a ensilagem conservam um volumoso de melhor qualidade para ser utilizado no período seco.

O capim-elefante é uma planta perene, multiplicada de rizomas ou porções do colmo que, quando plantados, dão origem a novas plantas. Essa gramínea é cespitosa, atinge facilmente 3 a 4 m de altura; porém, a maioria das variedades deve ser cortada entre 1,3 e 1,8 m, ocasião quando são mais tenras. É comum conseguir produções de 40 t de massa verde por corte, quando a forrageira apresenta 1,3 a 1,5 m de altura (EVANGELISTA; ROCHA, 1997).

As variedades mais utilizadas e recomendadas são as que apresentam florescimento tardio, sem joçal, com colmos macios e tenros, onde se destacam a 'Napier', 'Mineiro', 'Cameroon', 'Porto Rico', 'Vrukwona', 'Taiwan A-148', 'Taiwan A-144' e 'Elefante-Roxo'. Estas variedades são bastante semelhantes, sendo a diferenciação feita por diâmetro, dureza e porte do colmo, comprimento, número de folhas e época de florescimento. A composição química difere-se pouco entre as variedades, ocorrendo maior variação com a idade da planta (EVANGELISTA; ROCHA, 1997).

O plantio do capim-elefante deve ser feito no verão, mais precisamente no início das chuvas. A principal forma de plantio é feita por mudas (colmos) que devem ser de boa qualidade e estar com, aproximadamente, 100 dias de idade. Essa planta, que vai ser usada como muda, deve apresentar gemas laterais bem protuberantes, porém, sem qualquer início de brotação. As melhores mudas são obtidas dos 2/3 inferiores do colmo. Em geral, utilizam-se em torno de 4 t de mudas para plantar 1 ha, ou seja, 1 ha fornece mudas para 10 ha (EVANGELISTA; LIMA, 2000).

A forma mais prática de plantar uma capineira de capim-elefante é por sulcos. Estes devem ter de 15 a 20 cm de profundidade e ser espaçados de 0,80 a 1,00 m entrelinhas. As mudas devem ser colocadas inteiras no sulco, sem a necessidade de desfolha. Duas mudas paralelas, de forma que o pé de uma trespasse a ponta da outra, melhoram a brotação e o perfilhamento por metro. Outro fator importante é que, se as mudas forem cortadas no sulco, em frações que contêm três a cinco gemas, o perfilhamento também aumenta (EVANGELISTA; LIMA, 2000).

Para conseguir boas produções por área, é importante um bom preparo do solo e adubações adequadas para a cultura. Para determinar as doses corretas de fertilizantes no plantio, é necessária uma análise de solo que expresse bem as características da área.

De acordo com o resultado da análise de solo, pode-se calcular a calagem por meio da Equação:

$$NC = (V_2 - V_1) \cdot T \div 100 \cdot PRNT$$

em que:

NC = necessidade de calcário (t/ha) para a profundidade de 0-20 cm;

V_1 = saturação por bases atual (com base na análise de solo);

V_2 = saturação por bases desejada;

T = CTC a pH 7,0;

PRNT = poder relativo de neutralização total do calcário (%).

Para capineiras, recomenda-se elevar a saturação por bases (V_2) para 70%, e a calagem deve ser feita, como em outras culturas, 90 dias antes do plantio. Em solos que possuem baixos teores de magnésio (Mg) deve-se usar o calcário dolomítico (WERNER et al., 1996).

Em solos mais pobres em fósforo (P) e potássio (K), Cantarutti et al. (1999) recomendam a aplicação no plantio de 100 a 120 kg de P_2O_5 e 30 a 60 kg de K_2O /ha. Também relatam, que em solos pobres, de Cerrado, devem-se aplicar 2 kg/ha de zinco (Zn) (10 kg/ha de sulfato de zinco) e 20 a 40 kg/ha de enxofre (S). A cobertura será feita quando o capim estiver com cerca de 40 a 50 cm de altura. Nesse momento, podem-se aplicar 200 kg de cloreto de potássio/hectare e 300 kg de sulfato de amônio/hectare, distribuídos a lança sobre a cultura, em dias chuvosos. Nova adubação de cobertura deve ser feita imediatamente após o primeiro corte, colocando-se novamente 200 kg de cloreto de potássio/hectare e 300 kg de sulfato de amônio/hectare (EVANGELISTA; LIMA, 2000). Quando se pensa em capineira de manejo intensivo, é importante que se façam análises de solos subsequentes para acompanhamento correto do sistema e reposição de nutrientes em quantidades necessárias.

O valor nutricional do capim-elefante, segundo o National Research Council

(2001), aos 30 dias de crescimento, corresponde a 20% de MS, 70% de fibra detergente neutro (FDN), 14,3% de lignina, 55% de nutrientes digestíveis totais (NDT), 8,7% de proteína bruta (PB), 2,2% de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, como % de PB), 8% de amido (% dos carboidratos não estruturais (CNE)), 3% de extrato etéreo (EE) e 9% de matéria mineral (MM). Com 60 dias de crescimento, apresenta 23% de MS, 75% de FDN, 18,7% de lignina, 53% de NDT, 7,8% de PB, 2,2% de NIDA (% da PB), 8% de amido (% dos CNE), 1% de EE e 6% de MM.

ENSILAGEM DO CAPIM-ELEFANTE

As principais vantagens em produzir silagem de capim-elefante estão relacionadas com seu alto potencial de produção, que pode chegar a 40 t de MS/ha, e bom valor nutritivo, quando comparado a outras espécies. Além disso, trata-se de uma planta perene, que evita gastos com plantios anuais. Entretanto, na época em que possui melhor valor nutritivo para colheita, fatores indesejáveis, como alto teor de umidade, baixos teores de carboidratos solúveis e alta capacidade tampão, comprometem a qualidade da silagem, sendo necessário o emprego de algumas tecnologias para obter uma silagem de boa qualidade.

Essas características indesejáveis do capim-elefante, na hora da ensilagem, influenciam negativamente o processo fermentativo, impedindo o rápido decréscimo do pH, permitindo a ocorrência de fermentações secundárias indesejáveis e, conseqüentemente, prejudicando a qualidade do produto preservado (MCDONALD, 1981; LAVEZZO, 1993). Dessa forma, a ensilagem de forrageiras com baixos teores de MS pode propiciar o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, que produz ácido butírico, provocando a degradação de proteína e ácido láctico. A formação de ácido butírico resulta em grandes perdas de MS, em decorrência da produção de CO₂ e H₂O, e de energia (MCDONALD, 1981).

Além disso, o alto teor de umidade do capim-elefante na colheita proporciona significativas perdas de nutrientes, pelo efluente (LOURES et al., 2003).

Apesar de cada cultivar de capim-elefante apresentar idade de corte diferente para ser colhida com melhor valor nutricional, a relação haste/folha igual a 1 pode ser considerada um parâmetro balizador, a qual será alcançada com a gramínea na faixa de 70 aos 90 dias de idade (LAVEZZO, 1993). Vilela (1994), de acordo com as informações levantadas, concluiu que o corte adequado seria quando o capim-elefante estivesse com 70 dias de crescimento, o que equivaleria à altura de 1,90 m, tendo a forragem, nessa oportunidade, 18,6% de MS.

Guim et al. (2002) obtiveram teores de 26% de MS e 5,53% de carboidratos solúveis na MS para o capim-elefante, cortado aos 96 dias de crescimento, para ensilagem. Enquanto, Vasconcelos et al. (2001), ao trabalharem com capim-elefante, encontraram teor de 18,6% de MS para a forragem cortada entre 75 e 84 dias de idade. Já Rezende et al. (2002) obtiveram 17,5% de MS para o capim-elefante cortado aos 70 dias de crescimento.

Uma fermentação ideal no silo é esperada quando a forragem a ser ensilada apresenta de 28% a 34% de MS. Nestas condições, teores de carboidratos solúveis de 6% a 8% seriam suficientes para desencadear fermentações lácticas, desde que o poder tampão não seja elevado (LAVEZZO, 1985).

Dessa forma, algumas tecnologias como o emurchecimento do capim antes da picagem e o uso de aditivos na ensilagem surgem como alternativas para tentar melhorar a qualidade da silagem de capim-elefante.

Emurchecimento do capim

O elevado teor de umidade da forrageira pode ser diminuído pela prática do emurchecimento, que é indicado como um dos métodos mais eficientes, técnica e economicamente, na elevação do teor de MS de forrageiras a ser ensiladas.

Recomenda-se cortar o capim e deixá-lo exposto ao sol, por um período de 6 a 8 horas, para posterior trituração (EVANGELISTA; LIMA, 2000). Essa prática pode ser viável em pequenas propriedades que produzem menos de 100 t de silagem/ano.

Ferrari Júnior e Lavezzo (2001) observaram que o emurchecimento do capim-elefante, cortado com 70 dias de crescimento, por 8 horas ao sol, proporcionou aumento da MS na ordem de 9,09 unidades percentuais, de 18,65% para 27,74% de MS, para o capim picado e emurchecido, respectivamente. Notou-se que o capim cortado exposto ao sol antes da ensilagem foi uma técnica eficiente para diminuir o teor de umidade da forragem, quando este apresenta-se no melhor período para corte, favorecendo o processo de ensilagem. Já Tosi et al. (1983) estudaram o potencial do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum, cultivar Taiwan A-148), para ensilagem, obtendo uma silagem com alto valor nutritivo, com 10,6% PB na MS. Destacaram, também, que a técnica do emurchecimento aumentou o teor de MS de 15,5% para 20,7%, melhorando o processo de ensilagem.

No entanto, Vilela et al. (2001) estudaram o capim-elefante 'Paraíso', cortado aos 90 dias de idade e emurchecido por 6 e 12 horas e, em seguida ensilado, observaram que a forragem emurchecida por 12 horas (31,2% de MS) apresentou menores valores de carboidratos solúveis e menor produção de ácido láctico, amônia e menor valor de digestibilidade in vitro da MS (DIVMS).

Em propriedades que necessitam de produções maiores que 100 t/ano e do uso de corte mecanizado, com colheitadeira tracionada por trator, que promove o corte e a picagem do material simultaneamente, esta técnica torna-se inviável.

Uso de aditivos no processo de ensilagem do capim-elefante

O uso de produtos externos ao processo de ensilagem surgiu como forma de

melhorar o resultado final da fermentação, alterando os teores de MS, carboidratos solúveis e contribuindo para diminuição do pH do material ensilado. Atualmente, em estudos sobre uso de aditivos na ensilagem, além do objetivo de melhorar a fermentação, fatores como melhora do valor nutricional da silagem e redução de perdas de MS têm despertado interesse dos pesquisadores.

McDonald, Henderson e Heron (1991) definiram aditivo como qualquer material adicionado à forragem no momento da ensilagem, tendo como funções: estimular ou inibir a fermentação, inibir a deterioração aeróbica, fornecer nutrientes para melhorar o valor nutritivo da silagem e absorvente para reduzir as perdas de nutrientes por efluentes.

Corrêa e Pott (2001) afirmaram que os aditivos podem ser divididos em três categorias gerais:

- a) estimulantes de fermentação, tais como enzimas e inoculantes bacterianos;
- b) inibidores de fermentação, tais como ácidos orgânicos e inorgânicos;
- c) substratos ou fontes de nutrientes, tais como melaço, milho desintegrado com palha, sabugo e ureia, dentre outros. Alguns substratos podem estar associados a mais de um efeito, como os que estimulam a fermentação, têm capacidade absorvente e também são fontes de nutrientes.

De acordo com Morais (1999), um aditivo ideal para silagens de gramíneas tropicais deveria possuir alto teor de MS, alta capacidade de absorção de água, alto valor nutritivo, boa aceitabilidade, elevado teor de carboidratos solúveis, fácil manipulação, boa disponibilidade no mercado e apresentar baixo custo.

O uso de aditivos com inoculantes bacterianos é uma realidade e bem aceita pelos produtores atualmente, mas os resultados de pesquisa nem sempre demonstram melhoras significativas. Dessa forma, Ranjit e Kung Júnior (2000) avaliaram inoculantes que contenham várias cepas de *Lactobacillus*

plantarum e observaram menores valores numéricos de leveduras, fungos, lactato, etanol e amônia das silagens tratadas em relação as não tratadas, e esses valores não foram significativos.

Guim et al. (2002) avaliaram o efeito de inoculantes microbianos que continham bactérias ácido lácticas (*Lactobacillus* e *Pediococcus*) e leveduras (*Sacharomices*) sobre a estabilidade aeróbica da silagem de capim-elefante pré-seco. Observaram que, no início do processo, as silagens que receberam a inoculação com microrganismos tiveram o mesmo comportamento de deterioração que as silagens-controle, porém, a partir de seis dias de exposição, as silagens inoculadas passaram a apresentar menor velocidade de deterioração.

A ureia é outro aditivo muito usado com a finalidade de aumentar a quantidade de N da forragem na forma de N não proteico. Desse modo, em algumas silagens com maiores teores de MS (30%-35% de MS) e carboidratos solúveis para uma fermentação adequada, o uso da ureia pode proporcionar melhora no valor nutritivo da silagem. No entanto, na silagem de capim-elefante, que possui baixos teores de MS e de carboidratos solúveis, a adição de ureia durante a ensilagem pode causar problemas na fermentação (EVANGELISTA; LIMA, 2000).

Uso de subprodutos e resíduos agroindustriais como aditivo na ensilagem do capim-elefante

Outros produtos utilizados como aditivos absorventes na produção de silagem de capim são os subprodutos e os resíduos da agroindústria que têm a função de aumentar a MS da silagem e melhorar sua qualidade, uma vez que a maioria desses aditivos possui algum valor nutricional. Tais aditivos podem ser adicionados no momento da ensilagem, com o objetivo de melhorar os padrões fermentativos da massa ensilada. É importante ressaltar que, para obter silagem de boa qualidade, a sua utilização não elimina as boas práticas da ensilagem, como época de corte

da forrageira, boa compactação, tempo de enchimento, correta vedação do silo, entre outras.

Evangelista e Lima (2000) mostram que o milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS) possui alta eficiência em baixa umidade da silagem, por causa da palha e do sabugo, além de possuir valor nutricional (milho quebrado e fubá). A quantidade de inclusão desse material na silagem vai depender do aspecto econômico, mas bons resultados foram observados com adição de 4% a 10% da massa ensilada, ou seja, 40 a 100 kg de MDPS por tonelada de capim picado para ensilar. Outros farelos também podem ser usados, como o de trigo, de arroz e ingredientes que compõem as rações de bovinos, gerando bons resultados nas proporções de 4% a 10% da massa ensilada, sendo seus usos balizados pelos preços.

A polpa cítrica seca e peletizada é um subproduto da agroindústria que apresenta potencial para aumentar a MS da silagem e agregar valor nutricional. No entanto, seu uso pode ser limitado pelo custo, pois grande parte da produção destina-se à exportação, ficando dessa forma, em certas épocas do ano, mais caro que outros farelos, tais como fubá, farelo de arroz, farelo de trigo, entre outros. A quantidade a ser adicionada vai depender das características da forragem e, embora a polpa cítrica apresente efeitos positivos com adição de até 30% em peso, os melhores resultados são obtidos com níveis entre 4% e 15%, que devem ser misturados à forragem no momento da ensilagem (EVANGELISTA; LIMA, 2000).

Peres (1997) avaliou a inclusão de 0%, 5%, 10% e 15% de polpa cítrica seca e peletizada como aditivo na ensilagem do capim-elefante e observou que a polpa aumentou, significativamente, o teor de MS da silagem, destacando que os dois tratamentos com maior nível de inclusão tiveram bons efeitos absorventes, semelhantes ao tratamento testemunha com 10% de fubá, diminuindo a produção de efluentes. Já Rodrigues et al. (2005) trabalharam com sete níveis (0%; 2,5%; 5%;

7,5%; 10%; 12,5% e 15%) de inclusão de polpa cítrica seca e peletizada, como aditivo na ensilagem do capim-elefante cortado com 90 dias de crescimento, adicionados com base na matéria fresca da polpa e do capim. Concluíram que inclusões de 4,7% a 7,6% de polpa cítrica peletizada foram suficientes para melhorar a qualidade de fermentação e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante.

Lobo (2006) avaliou diferentes idades de corte do capim-elefante (40, 60, 80, 100 e 120 dias de crescimento) com a inclusão de polpa cítrica peletizada (0%, 3%, 6%, 9%), com base na matéria fresca na ensilagem, e observou melhora na qualidade fermentativa e nutritiva da silagem, e, de acordo com estas observações, recomendou a inclusão de 0,7% de polpa cítrica peletizada para cada unidade porcentual de MS que o capim possuir abaixo de 32% de MS.

Outro subproduto que pode ser usado como aditivo na ensilagem do capim-elefante é a raspa ou o farelo de batata obtido da desidratação e da moagem de tubérculos de batata-inglesa que não atingiram padrões adequados para comercialização, em consequência dos danos provocados durante o processo de colheita e beneficiamento. Normalmente, esse produto é gerado durante a seleção, a classificação, a lavagem ou na escova, e recebe o nome de batata diversa. Segundo informações da Associação dos Bataticultores do Sul do Estado de Minas Gerais (Abasmig), as perdas nesses processos variam de 15% a 20% da produção (REZENDE et al., 2008). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011 apud RIBEIRO; RIBEIRO; PINTO, 2012), a produção de batata no estado de Minas Gerais, no ano de 2011, foi de 1.244 mil toneladas de tubérculos em uma área de 41 mil hectares. Se for considerada uma perda de 15%, resultaria em 186,6 mil toneladas com potencial para ser utilizado na alimentação animal.

Rezende et al. (2008) estudaram a adição da raspa de batata (10%-12% MS), nas proporções de 0%, 7%, 14% e 21%, na en-

silagem de capim-elefante cortado com 80 dias de idade, com base na matéria verde, e concluíram que os níveis de 7% e 14% produziram silagens de qualidade satisfatória, melhorando as características químicas e nutricionais. Mata Júnior (2008) estudou a inclusão do farelo de batata na silagem de capim-elefante (0%, 7% e 14%) e observou aumento de MS, PB, DIVMS e diminuição da FDN, com aumento da quantidade do farelo de batata na ensilagem.

A casca de café é um resíduo que há alguns anos vem sendo pesquisada e utilizada na alimentação animal em alguns países da América Latina e no Brasil (Fig. 2). Algumas pesquisas mostram a possibilidade de incluir a casca na alimentação de ruminantes com confiabilidade e probabilidade de

obter respostas satisfatórias na produção de leite e no ganho de peso de novilhos em terminação. Recentemente, foi estudada como aditivo na silagem de capim-elefante, buscando melhorar as características dessa silagem para utilização na alimentação de bovinos.

Barcelos et al. (2009b) avaliaram o valor nutritivo e as características de silagens de capim-elefante cortado aos 70 dias de idade, acrescidas de diferentes níveis de casca de café (Quadro 1). O material foi ensilado durante 60 dias em silos de PVC, de 150 por 750 mm, segundo os tratamentos: capim-elefante cortado aos 70 dias de idade (CE70), CE70 + 10% de casca de café (CC), CE70 + 20% de CC e CE70 + 30% de CC. Esses autores observaram au-



Fotos: Adauto Ferreira Barcelos

Figura 2 - Capim-elefante com 70 dias de idade, misturado com casca de café, antes da ensilagem

QUADRO 1 - Valores para lignina, celulose, cafeína, DIVMS, pH, N-NH₃ e perda de gás das silagens de capim-elefante cortado aos 70 dias de idade com diferentes proporções de casca de café

Tratamento	MS (%)	Lignina (% MS)	Celulose (% MS)	Cafeína (% MS)	DIVMS (%)	pH	N-NH ₃ (%)	Perda de gás (%)
CE70	16,87	4,04	35,66	0,35	64,26	4,12	44,49	6,95
CE70 + 10% CC	22,52	8,69	32,87	0,56	59,03	3,70	30,65	6,19
CE70 + 20% CC	29,19	10,54	31,12	0,57	56,68	3,68	15,02	6,58
CE70 + 30% CC	35,53	12,47	31,04	0,65	54,68	3,59	13,33	6,52
CV (%)	3,54	4,51	1,7	12,99	2,83	1,48	13,15	20,2

FONTE: Barcelos et al. (2009b).

NOTA: DIVMS - Digestibilidade in vitro da matéria seca; N-NH₃ - Nitrogênio amoniacal; CE70 - Capim-elefante com 70 dias de idade; CC - Casca de café; CV - Coeficiente de variação.

mento linear (Quadro 2) no teor de lignina, à medida que foi adicionado CC nas silagens, chegando a 12,47%, com acréscimo de 30% de CC. Houve redução linear nos teores de celulose e nos valores de DIVMS, provavelmente pelo aumento nos teores de lignina. Concluíram que a CC como aditivo foi efetiva em melhorar as características da silagem de capim-elefante, cortado aos 70 dias de idade, principalmente pelo aumento da MS das silagens e redução nas perdas de N amoniacal ($N-NH_3$), podendo ser usado até 30% de CC como aditivo na silagem de capim-elefante, proporcionando silagem com características e valor nutritivo adequados para alimentação de bovinos.

Outro resíduo agrícola que vem sendo estudado como aditivo em silagem de capim é a polpa de café (Fig. 3), pois, como informa Recinos (1976), o principal limitante de uso da polpa para alimentação animal é seu alto teor de umidade, o que dificulta seu transporte, manejo e armazenamento. Segundo Ruiz (1977), a polpa vem adquirindo características de um grande problema com implicações em saúde pública em muitos lugares da América Latina.

Com isso, a solução prática para aproveitamento da polpa é utilizá-la como aditivo, diminuindo o teor de MS de alimentos para ensilagem, até fornecer carboidratos solúveis para fermentação, visando à alimentação animal. Assim, Barcelos et al. (2009a) avaliaram a composição química de silagens de capim-elefante, cortado aos 150 dias de idade com diferentes proporções de polpa de café (Quadro 3). O material foi ensilado por 60 dias em silos de PVC de 150 por 750 mm segundo os tratamentos: capim-elefante 150 dias (CE150), CE150 + 10% de polpa de café (PC), CE150 + 20% de PC e CE150 + 30% de PC. Houve um decréscimo linear (Quadro 4) nos teores de MS e FDN, à medida que foi adicionado PC nas silagens de capim-elefante, isso é decorrente do fato de a polpa úmida de café ter um valor muito baixo de MS que neste estudo foi de 22,45%. Os teores de FDN, embora reduzidos com a adição de polpa, ainda

QUADRO 2 - Equações de regressão mostrando o efeito do nível de casca de café na silagem de CE70 no teor de MS, PB, FDN, lignina, celulose, cafeína, DIVMS, $N-NH_3$ e valores de pH

Variável	Equação de Regressão	R ² (%)
Lignina (% na MS)	$Y = 5,1507 + 0,5047x$	84,15
Celulose (% na MS)	$Y = 34,7878 - 0,2817x$	72,84
Cafeína (% na MS)	$Y = 0,4095 + 0,0164x$	72,86
DIVMS (%)	$Y = 62,9920 - 0,5774x$	83,95
Valores de pH	$Y = 3,9906 - 0,0289x$	63,84
$N-NH_3$ (%)	$Y = 41,0254 - 2,0202x$	81,69

FONTE: Barcelos et al. (2009b).

NOTA: CE70 - Capim-elefante com 70 dias de idade; MS - Matéria seca; PB - Proteína bruta; FDN - Fibra em detergente neutro; DIVMS - Digestibilidade in vitro da MS; $N-NH_3$ - Nitrogênio amoniacal.



Aduato Ferreira Barcelos

Figura 3 - Aspecto da silagem de capim-elefante com 30% de polpa de café

QUADRO 3 - Valores para MS, PB, FDN e FDA das silagens de capim-elefante ensiladas aos 150 dias de idade com diferentes proporções de polpa de café

Tratamento (silagem)	MS (%)	PB (% na MS)	FDN (% na MS)	FDA (% na MS)
CE150	38,65	8,80	71,53	38,51
CE150+10% PC	33,76	8,92	71,11	38,79
CE150+20% PC	28,72	9,43	69,53	38,47
CE150+30% PC	25,06	9,91	69,31	38,27
CV (%)	3,19	4,17	1,10	1,65

FONTE: Barcelos et al. (2009a).

NOTA: MS - Matéria seca; PB - Proteína bruta; FDN - Fibra em detergente neutro; FDA - Fibra em detergente ácido; CE150 - Capim-elefante com 150 dias de idade; PC - Polpa de café; CV - Coeficiente de variação.

QUADRO 4 - Equações de regressão mostrando o efeito do nível de casca de café na silagem de CE150 no teor de MS, PB e FDN

Variável	Equação de regressão	R ² (%)
MS (%)	$Y = 38,1344 - 0,8784x$	94,36
PB (% na MS)	$Y = 8,6901 + 0,0771x$	98,84
FDN (% na MS)	$Y = 71,5559 - 0,1578x$	86,69

FONTES: Barcelos et al. (2009a).

NOTA: CE150 - Capim-elefante com 150 dias de idade; MS - Matéria seca; PB - Proteína bruta; FDN - Fibra em detergente neutro.

são valores altos para um volumoso de boa qualidade. Quanto aos valores de PB, houve aumento linear (Quadro 4), e os de FDA não foram significativos. Estes resultados mostram que a polpa de café como aditivo foi efetiva em reduzir os teores de MS e FDN da silagem de CE150, apesar de os níveis de FDN ainda estarem altos para uma silagem de boa qualidade para alimentação animal. No entanto, é uma alternativa de uso de um resíduo que não tem utilização e com grande potencial de poluir o meio ambiente e pode ser usada entre 10% e 20% como aditivo na silagem de capim-elefante cortado com 150 dias de idade.

É importante destacar que quando se usa um aditivo farelado ou peletizado na ensilagem de capim-elefante, quanto mais homogênea for essa mistura, melhor será a fermentação e, conseqüentemente, a qualidade da silagem. Essa mistura pode ser feita polvilhando esse material sobre o capim picado no silo e posterior mistura com garfos e enxadas ou usar um vagão que promova a mistura antes de descarregar o capim. Todo o processo de ensilagem é importante e contribui para a qualidade da silagem.

USO DE SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS

Mata Júnior (2008) estudou o efeito da adição de farelo de batata como aditivo, em dois níveis de inclusão (7% e 14% com base na MS do capim-elefante), comparado com silagem de capim-elefante e silagem de milho e cana-de-açúcar (1:1 com base

na MS) na alimentação de 24 novilhos cruzados, mochos e inteiros em terminação, submetidos a um período de adaptação de 14 dias, com 44 dias de período experimental, quando alcançaram peso de abate (totalizando 58 dias de confinamento). As dietas experimentais foram constituídas das quatro silagens (silagem de capim-elefante, silagem de capim-elefante + 7% farelo de batata, silagem de capim-elefante + 14% farelo de batata e silagem de milho com cana-de-açúcar), mais um concentrado na proporção de 65:35 de volumosos: concentrado. O concentrado em questão apresentou 91,35% de MS, 16,95% de PB, 21,25% de FDN, 3,03% de EE, 8,38% de MM e 50,39% de carboidrato não fibroso (CNF). Os ganhos de peso médio diários (GPM) dos animais que receberam os tratamentos de silagem de capim-elefante com 14% de farelo de batata + concentrado e silagem de milho com cana + concentrado foram superiores

aos outros dois tratamentos, não diferindo entre si (Quadro 5). Os altos ganhos de peso pelos animais podem ter recebido influência do ganho compensatório por terem sido retirados do pasto já no período seco, segundo esse autor.

Em experimento realizado na Fazenda Experimental de Três Pontas (FETP) da EPAMIG Sul de Minas, Tavares (2009) avaliou a adição de 7% e 14% de raspa de diversas batatas na ensilagem de capim-elefante comparados à silagem de milho e à silagem de capim-elefante, como fonte de volumosos, na alimentação de vacas holandesas. As dietas eram compostas pelos volumosos (quatro silagens), acrescidas de polpa cítrica, milho, caroço de algodão, farelo de soja, sal branco, ureia e pré-mix mineral vitamínico, de acordo com o National Research Council (2001) para atender às exigências de vacas adultas, com peso de 550 kg, não gestantes, e produção média de 25 kg/dia, com 3,5% de gordura e nenhum ganho de peso. Observou-se menor ingestão de MS da dieta com silagem de capim-elefante (17,39 kg/dia), em relação às silagens de capim-elefante + 7% de raspa de batata (18,23 kg/dia); silagem de capim-elefante + 14% de raspa de batata (19,29 kg/dia) e silagem de milho (18,12 kg/dia), não havendo diferenças estatísticas entre essas três dietas. Além disso, a produção de leite das vacas que receberam silagem de milho (25,19 kg/dia) foi superior àquelas que receberam dietas com silagem

QUADRO 5 - Ganho médio de peso vivo (GMPV) e consumo médio de matéria seca (MS) de bovinos confinados alimentados com silagem de capim-elefante acrescida de farelo de batata na ensilagem

Tratamento	GMPV (kg/dia)	Consumo médio de MS (kg/animal/dia)		
		Volumoso	Concentrado	Total
T1 (SC) + C	1,46 b	7,80	4,20	12,00
T2 (SC+7%FB) + C	1,49 b	7,70	4,20	11,90
T3 (SC+14%FB) + C	1,83 a	7,80	4,20	12,00
T4 (SM+Cn) + C	1,86 a	7,70	4,20	11,90

FONTES: Mata Júnior (2008).

NOTA: Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si (Scott-Knott, 5%). SC - Silagem de capim; C - Concentrado; FB - Farelo de batata; SM - Silagem de milho; CN - Cana-de-açúcar.

de capim, com ou sem aditivo. No entanto, a produção das vacas que receberam silagem de capim + 14% de raspa de batata (24,58 kg/dia) foi bem próximas àquelas que receberam silagem de milho, e superior àquelas que receberam silagem de capim + 7% de raspa de batata (22,66 kg/dia) e silagem de capim (22,94 kg/dia). Dessa forma, concluiu-se que a adição de 14% de raspa de batata na ensilagem de capim-elefante foi semelhante à silagem de milho, para produção de leite e consumo, em dietas para vacas leiteiras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A silagem de capim-elefante surge como alternativa para propriedades que possuem limitações de áreas e necessitam de volumoso com alta produção, a ser armazenado para o período seco, pela escassez de forragens.

Apesar de ter uma qualidade nutricional inferior às silagens de milho e de sorgo, o uso de aditivos, com os cuidados corriqueiros do processo de ensilagem, pode proporcionar uma silagem de boa qualidade para utilização em dietas de vacas leiteiras menos exigentes e animais solteiros em confinamento.

REFERÊNCIAS

BARCELOS, A.F. et al. Composição bromatológica de silagens de capim elefante cortado aos 150 dias com diferentes proporções de polpa de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 19.; CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 11.; FÓRUM DE COORDENADORES DE CURSOS DE ZOOTECNIA DAS UNIVERSIDADES BRASILEIRAS, 5.; FÓRUM DE ESTUDANTES DE CURSOS DE ZOOTECNIA DAS UNIVERSIDADES BRASILEIRAS, 5.; REUNIÃO NACIONAL DE ENSINO DE ZOOTECNIA, 15.; FÓRUM DE ENTIDADES DE ZOOTECNISTAS, 22., 2009, Águas de Lindóia. **Anais...** Visão estratégica de cadeias do agronegócio. Águas de Lindóia: ABZ, 2009a. 1 CD-ROM.

BARCELOS, A.F. et al. Valor nutritivo e características de silagens de capim elefante com diferentes proporções de casca de café, cortado aos 70 dias de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE

ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 2009b. 1 CD-ROM.

CANTARUTTI, R.B. et al. Pastagens. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.G.T.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.332-341.

CORRÊA, L. A.; POTT, E. B. Silagem de capim. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 255-271.

EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. **Silagens: do cultivo ao silo**. Lavras:UFLA, 2000. 196p.

EVANGELISTA, A.R.; ROCHA, G.P. **Forragicultura**. Lavras: UFLA, 1997. 246p.

FERRARI JÚNIOR, E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) emurcheado ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.30, n.5, p.1424-1431, set./out. 2001.

GUIM, A. et al. Estabilidade aeróbica de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) emurcheado e tratado com inoculante microbiológico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.31, n.6, p.2176-2185, nov./dez. 2002.

LAVEZZO, W. Ensilagem do capim-elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 10., 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p.169-276.

LAVEZZO, W. Silagem de capim-elefante. **Informe Agropecuário**. Produção e uso de forragem, Belo Horizonte, v.11, n. 132, p.50-57, dez. 1985.

LOBO, J.R. **Avaliação da idade de corte e do uso de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e estabilidade aeróbica da silagem de capim-elefante**. 2006. 106f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

LOURES, D.R.S. et al. Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante sob diferentes níveis de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.32, n.6, p.1851-1858, nov./dez. 2003. Suplemento 2.

MCDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: J.Wiley, 1981. 207p.

MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. New York: Chalcombe, 1991. 339p.

MATA JÚNIOR, J.I. da. **Farelo de batata como aditivo na silagem de capim-elefante e em substituição ao milho no concentrado de novilhos em terminação**. 2008. 70f. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Ruminantes) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

MORAIS, J.P.G. Silagem de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7., 1999, Piracicaba. **Anais...** Alimentação suplementar. Piracicaba:FEALQ, 1999. p.89-95.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed. rev. Washington, 2001. 381p.

PERES, J.R. **Avaliação da polpa de citros seca e peletizada como aditivo na ensilagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Shum)**. 1997. 82f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

RANJIT, N.K.; KUNG JÚNIOR, L. The effects of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 3, p.526-535, Mar. 2000.

RECINOS, F.F. Pulpa de café en la alimentación de bovinos. **Agricultura en El Salvador**, San Salvador, v.15, n.3, p.3-10, 1976.

REZENDE, A.V. et al. Efeito da mistura da planta de girassol (*Helianthus annuus* L.), durante a ensilagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) no valor nutritivo da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.31, n.5, p.1938-1943, set./out. 2002.

REZENDE, A.V. de et al. Qualidade bromatológica das silagens de capim-elefante aditivadas com raspa de batata. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.2, p. 604-610, mar./abr. 2008.

RIBEIRO, J.D.R.; RIBEIRO, G.H.M.R.; PINTO, C.A.B.P. Evolução e desafios da bataticultura em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**. Batata: tecnologias e sustentabilidade da produção, Belo Horizonte, v.33, n.270, p.7, set./out. 2012.

RODRIGUES, L.R.A., MONTEIRO, F.A.; RODRIGUES, T.J.D. Capim elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., 2001, Piracicaba. **Anais...** A planta forrageira no sistema de produção. Piracicaba: FEALQ, 2001, p.203-224.

RODRIGUES, P.H.M. et al. Efeito da adição de níveis crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.34, n.4, p.1138-1145, jul./ago. 2005.

RUIZ, M.E.; RUIZ, A. Efecto del consumo de pasto verde sobre el consumo de pulpa de café y la ganancia de peso en novillos. **Turrialba**. Revista Interamericana de Ciencias Agrícolas, São José, v.27, n.1, p.23-28, enero/marzo 1977.

TAVARES, V.B. **Silagens de capim-elefante aditivadas com raspa de batata diversa na alimentação de bovinos leiteiros**. 2009. 100f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

TOSI, H. et al. Avaliação do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) cv. Taiwan A-148, como planta para ensilagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.3, p. 295-299, mar. 1983.

VASCONCELOS, S.H.L. et al. Efeito da adição de rama de meloeiro (*Cucumis melo* L.) sobre a composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), cv. Cameron. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. 1 CD-ROM.

VILELA, D. Utilização do capim-elefante na forma de forragem conservada. In: CARVALHO, M.M. et al. (Ed.). **Capim-elefante: produção e utilização**. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p.117-164.

VILELA, H. et al. Qualidade das silagens de capim-elefante paraíso (*Pennisetum hybridum* cv. Paraíso) submetido a três tempos de emurchecimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 2001. p.323-324.

WERNER, J.C. et al. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. p.263-273. (IAC. Boletim Técnico, 100).

Veja no próximo

INFORME AGROPECUÁRIO

Sorgo: inovações tecnológicas

Potencial do sorgo para alimentação humana

Sorgo para produção de bioenergia

Sistemas integrados Lavoura-Pecuária-Floresta

Correção do solo e adubação

Pragas e doenças

Sorgo granífero

Tecnologia de produção de sementes de sorgo

Leia e Assine o INFORME AGROPECUÁRIO
(31) 3489-5002 - publicacao@epamig.br
www.informeagropecuario.com.br

Produção de feno

*Antônio Ricardo Evangelista¹
Josiane Aparecida de Lima²*

Resumo - O processo de fenação propicia rápida desidratação da planta forrageira, para obter um produto de valor nutritivo e baixo nível de perdas, com possibilidade de armazenamento por longo período. O objetivo é preservar as características nutricionais da forrageira. Embora necessite de boas condições climáticas, há possibilidade de produzir feno de boa qualidade na época propícia ao crescimento das plantas forrageiras (chuvas), porém é necessário ficar atento às condições climáticas diárias, no período de execução do trabalho. É importante um gerenciamento criterioso das atividades, pois tão logo a forrageira esteja no ponto de colheita, deve-se proceder à fenação. As vantagens do uso do feno são flexibilidade de oferta de forragem e amplitude de atendimento das exigências do rebanho, conservação por longos períodos, aumento da produção de forragem por área, economia da utilização de concentrados, maior número de animais por unidade de área, produção em pequena ou grande escala, armazenamento de grande quantidade de alimento volumoso em pouco espaço e utilização de várias espécies forrageiras para produção de feno. A fenação é mais uma alternativa para conservar forragens de boa qualidade, aproveitando o potencial produtivo das épocas de abundância, suprimindo as necessidades diárias de volumosos para rebanhos ou para uso estratégico nas épocas de escassez. Sua utilização, na prática, é uma importante ferramenta para melhorar os índices zootécnicos no Brasil. Em grande escala, a fenação deve ser precedida de estudos de viabilidade econômica.

Palavras-chave: Volumoso. Desidratação. Conservação. Manejo. Nutrição animal.

INTRODUÇÃO

A produção de feno para uso como fonte de volumoso na dieta do rebanho é uma tecnologia pouco utilizada no Brasil, mas, se entendidas suas práticas de produção, observa-se que é técnica de fácil utilização e pode contribuir de forma significativa para elevar os índices zootécnicos e viabilizar economicamente o empreendimento agropecuário, tanto de forma direta como indireta.

O processo de fenação consiste em propiciar a rápida desidratação da planta forrageira para obter um produto de bom valor nutritivo e baixo nível de perdas, com possibilidade de armazenamento por longo período. O objetivo é preservar as características nutricionais da forrageira.

O clima é o principal fator limitante na produção de feno e exerce papel fundamental no processo. A temperatura, a umidade relativa (UR) do ar, a velocidade do vento e a radiação solar influenciam, significativamente, na velocidade de desidratação da forragem, interferindo, assim, na qualidade do feno. É importante salientar que, mesmo sem a ocorrência de chuvas, a velocidade do vento, a temperatura e a umidade relativa do ar podem tornar o dia inapropriado à produção de feno.

Embora necessite de boas condições climáticas, há possibilidade de produzir feno de boa qualidade na época propícia ao crescimento das plantas forrageiras (chuvas), porém é necessário manter-se atento às condições climáticas diárias, bem

como às referentes aos próximos dias. É importante um gerenciamento criterioso das atividades para que, tão logo o clima proporcione condições favoráveis à desidratação da forragem e a forrageira esteja no ponto de colheita, seja possível proceder à fenação.

VANTAGENS DO USO DE FENO

O alimento feno, em relação a outros volumosos usualmente utilizados na criação de ruminantes, tem algumas vantagens de qualidade e valor nutritivo da forragem, bem como de cunho operacional ou estratégico no dia-a-dia da propriedade, podendo destacar:

¹Eng^o Agr^o, D.Sc., Prof. Aposentado UFLA - Depto. Zootecnia/Prof. Visitante Nacional Sênior/CAPES/UFVJM - Depto. Zootecnia, Campus JK, Rod. BR 367 km 583, CEP 39100-000 Diamantina-MG. Correio eletrônico: aricardo@dzo.ufla.br

²Zootecnista, D.Sc., Pesq. INSTITUTO DE ZOOTECNIA, R. Heitor Penteado, 56, CEP 13460-000 Nova Odessa-SP. Correio eletrônico: josiane@iz.sp.gov.br

- a) mantém-se em boas condições por longos períodos: o feno pode ser armazenado por longos períodos, mas é fundamental que esteja devidamente desidratado e seja armazenado em local que contribua para a preservação do valor nutritivo, ou seja, com baixa incidência de luz, sem umidade e bem ventilado;
- b) aumenta a produção de forragem por área: quando o corte é realizado na época certa (época de chuvas), ocorrerá a rebrota das plantas e isso possibilita maior produção de forragem por unidade de área;
- c) permite a utilização da forragem com máximo valor nutritivo: desde que seja colhida na época de chuvas ou sejam realizadas irrigações; permite a utilização da forragem no momento em que a planta apresenta um bom rendimento de matéria seca (MS) aliado a alto valor nutritivo;
- d) flexibilidade de oferta e amplitude de atendimento das exigências do rebanho: o feno supre a demanda de nutrientes, o que propicia uma dieta para a manutenção ou para o ganho de peso dos animais na entressafra. Mantém, assim, a produção de diversas categorias sem oscilações na produtividade animal durante o ano;
- e) carne de melhor qualidade: disponibiliza para o mercado animais no ponto de abate em épocas de melhor preço, por meio do confinamento;
- f) economiza a utilização de concentrados: feno com bom valor nutritivo atende à demanda nutricional do rebanho, total ou parcialmente. Sendo assim, ocorre redução ou mesmo eliminação de suplementação proteica aos animais, principalmente se for feno de leguminosas, o que reflete positivamente nos custos de produção;
- g) maior número de animais por unidade de área: por proporcionar armazenamento de volumoso de boa qualidade, a carga animal nas pastagens, no período de verão, pode ser maior, uma vez que dispõe de recurso adicional para o período de carência de forragem;
- h) produção em pequena ou grande escala: o feno pode ser produzido em pequena escala, sem a necessidade de equipamentos caros, utilizando somente as ferramentas e a mão de obra disponível da propriedade. Acredita-se que, por desconhecimento da técnica, este recurso é pouco empregado no Brasil. A produção de feno em grande escala envolve o uso de equipamentos adequados como segadora, ancinho, enfardadora e trator convencional de pequena ou média potência;
- i) armazenamento de grande quantidade em pouco espaço: quando armazenado em fardos é possível ter grande quantidade de forragem em espaço reduzido;
- j) flexibilidade de armazenamento: o feno pode ser produzido em fardos ou a granel e armazenados em local próprio, denominado fenil, ou outro depósito, desde que haja condições propícias à sua conservação, ou seja, livre de umidade, incidência de radiação solar e boa ventilação. É importante que o local de armazenamento não exponha o feno às perdas quantitativas e qualitativas;
- k) facilmente comercializável e de bom valor comercial: a demanda de mercado em determinadas regiões é grande e toda a produção tem comercialização garantida. Sendo assim, essa atividade pode ser uma alternativa a mais para a empresa pecuária;
- l) não depende de processos fermentativos: para a produção de feno, a forrageira é desidratada e conservada nessa forma, sem a necessidade de passar por processo fermentativo, como ocorre com a silagem;
- m) não estraga no fornecimento, pois é um produto estável em contato com o oxigênio (estabilidade aeróbia): por ser desidratada em condições ambientais, a forragem não sofre fermentação aeróbia pelo contato com o ar;
- n) inúmeras espécies podem ser utilizadas para produção de feno: toda espécie forrageira pode ser processada na forma de feno, porém, devem-se considerar as características morfológicas de cada uma. Algumas forrageiras reúnem fatores favoráveis à produção do feno (ex. alta relação folha:caule, caules finos).

PONTOS DE ATENÇÃO PARA O PRODUTOR DE FENO

Para produção de feno com bom valor nutritivo é fundamental que alguns preceitos sejam observados:

- a) monitorar o campo de feno quanto ao controle de invasoras; fazer correção periódica da fertilidade do solo, para suprir a demanda da forrageira em função do valor nutritivo e da produtividade. Para feno, toda a massa produzida é retirada do ambiente e, com isso, a reciclagem de matéria orgânica (MO) é mínima, o que justifica a reposição periódica dos nutrientes no solo;
- b) colher a forrageira, quando esta se encontra no estágio de desenvolvimento que propicia o máximo valor nutritivo;
- c) adequar o rápido processo de desidratação às condições climáticas;
- d) colher somente a quantidade de forragem compatível com a estrutura de produção de feno na propriedade, ou seja, quantidade de forragem passível de ser trabalhada ao longo do dia em função de disponibilidade de mão de obra e de equipamentos;
- e) realizar quantos revolvimentos forem possíveis, para uniformizar e acelerar o processo de desidratação;

- f) armazenar a forragem com teor adequado de umidade (15%-18%) em ambiente propício.

FORRAGEIRAS PARA FENO

É possível produzir feno das mais diversas espécies de plantas forrageiras, sendo necessário apenas o emprego de tecnologia e equipamentos coerentes com o processamento da planta. No entanto, são indicadas as espécies que atingem rapidamente o ponto de feno, mantendo o máximo possível do valor nutricional da forrageira original e com menores riscos de perdas. Dentre as características de uma boa forrageira para fenação podem-se citar:

- valor nutritivo coerente com a demanda do rebanho;
- elevada produção de forragem por unidade de área;
- alta relação folha:caule e caules finos;
- boa capacidade de rebrota após a colheita;
- hábito de crescimento que facilite a colheita, ou seja, que propicie bom desempenho do implemento/ferramenta de corte.

Existem várias espécies forrageiras com características adequadas para ser conservadas na forma de feno, podendo-se utilizar o excedente de produção das pastagens, bem como aquelas espécies cultivadas exclusivamente para essa finalidade. Entre as mais adaptadas, citam-se as gramíneas do gênero *Cynodon* (Coastcross, Tifton, Florakirk, entre outras). Essas gramíneas, além do elevado potencial de produção de forragem com bom valor nutritivo, possuem caules finos, alta proporção de folhas e apresentam tolerância a cortes frequentes.

Quanto às leguminosas, por ser importantes fontes proteicas, exercem papel relevante no sucesso do sistema de produção animal. Por sua vez, os fenos de leguminosas são sensivelmente superiores aos de gramíneas em proteína bruta (PB) e cálcio (Quadro 1).

QUADRO 1 - Composição bromatológica, base na matéria seca, dos fenos de algumas forrageiras

Feno	Variáveis bromatológicas (% da MS)						Coeficiente de digestibilidade (%)		
	MS	MM	PB	FDN	FDA	Ca	MS	MO	PB
^(A) Alfafa	91,0	10,9	17,7	56,0	34,6	1,39	70,3	72,2	74,8
^(A) Estilosante Campo Grande	89,9	8,0	12,2	65,8	44,3	1,46	69,1	72,0	74,0
^(A) Estilosante Mineirão	89,5	8,9	11,1	67,6	46,6	1,56	67,0	69,5	69,9
^(B) Amendoim forrageiro	88,1	-	14,3	52,5	35,8	-	64,4	-	70,0
^(B) <i>Stylosanthes guianensis</i>	91,6	-	9,8	63,7	50,1	-	49,2	-	61,2
^(B) Soja perene	90,1	-	12,3	52,0	40,4	-	44,3	-	-
^(B) Leucena	92,7	-	16,3	43,3	33,8	-	55,6	-	45,3
^(C) Leucena	89,68	-	22,2	57,6	24,05	-	-	-	-
^(C) Tifton	91,63	-	11,0	62,3	38,82	-	-	-	-
^(D) Tifton 85	82,85	6,1	14,8	76,9	55,83	-	-	-	-
^(C) Cunhã	91,9	-	13,62	62,1	37,81	-	-	-	-
^(E) Coastcross	88,96	-	11,45	-	-	-	-	-	-
^(F) <i>Andropogon gayanus</i>	-	-	6,6	-	-	0,09	64,6	-	-
^(F) <i>Brachiaria brizantha</i>	-	-	7,6	-	-	0,07	60,4	-	-
^(G) Milheto	90,6	10,5	10,6	66,5	46,1	0,37	-	-	-
^(G) Capim-elfante Cameroon	90,6	11,0	6,7	71,4	49,0	0,29	-	-	-
^(G) Sorgo SF-2S	90,3	8,8	5,6	71,3	48,5	0,22	-	-	-
^(H) Coastcross	-	-	-	-	-	-	-	61,9	70,2

FONTE: Dados básicos: (A) Silva (2010), Dados básicos: (B) Ladeira et al. (2002), Dados básicos: (C) Moreira (2008), (D) Taffarel (2011), (E) Mizubuti et al. (2007), (F) Nascimento et al. (2001), (G) Aguiar et al. (2006), (H) Pedreira (2005).

NOTA: MS - Matéria seca; MM - Matéria mineral; PB - Proteína bruta; FDN - Fibra em detergente neutro; FDA - Fibra em detergente ácido; Ca - Cálcio; MO - Matéria orgânica.

ETAPAS DA PRODUÇÃO DO FENO

O processo de fenação é uma prática relativamente simples de ser executada, porém demanda alguns cuidados básicos, descritos a seguir.

Escolha da área para formação do campo de feno

A área destinada ao campo de feno deve ter acesso fácil, ser plana e possuir relevo favorável ao tráfego de máquinas e implementos. O solo deve ser bem drenado e não propenso ao encharcamento, mesmo que periódico, pois a maioria das espécies forrageiras não tolera umidade excessiva.

O campo de feno deve ser destocado, sem troncos de árvores, livre de pedras,

toscos, galhos, pedaços de madeira, plásticos, arames, metais, formigueiros e cupinzeiros ou qualquer outro material que comprometa a qualidade do feno ou, cause danos aos equipamentos ou impeçam sua trafegabilidade, com paralisações frequentes. A superfície do solo deve ser nivelada, sem a presença de picos, valetas, depressões ou buracos. Esses fatores, além de influenciar negativamente na qualidade do feno, na eficiência dos implementos e na rapidez do processo, influenciam também na produção forrageira.

Solo com boa fertilidade e livre de acidez é fator básico para a produtividade, qualidade forrageira e longevidade do campo de feno, portanto, é necessário que seja corrigido e fertilizado com frequência. Esta prática deve ser realizada com base

na análise do solo, a qual deve ser feita anualmente. Para que não ocorram gases indevidos com aplicações excessivas de adubos ou aplicações de quantidades inadequadas ao potencial de produção da espécie forrageira, após proceder à análise do solo, deve-se consultar um profissional especializado para determinar as quantidades necessárias de cada fertilizante e estas devem ser distribuídas na área de forma homogênea, para que o aproveitamento, pelas plantas, seja uniforme.

Correção da fertilidade do solo

Pelo fato de o processo de fenação promover a retirada de toda a forragem da área, a quantidade de nutrientes removida é grande, principalmente para o nitrogênio e o potássio. Por essa razão, esses minerais devem ser repostos ao solo com frequência, para que a produção e a qualidade da forrageira não sejam comprometidas. Para que haja eficiência no aproveitamento desses minerais pelas plantas, a fertilização com adubo nitrogenado e potássico deve ser fracionada, sendo aplicada ao solo após a realização dos cortes. Atenção especial também deve ser dada ao fósforo que, juntamente com o nitrogênio e potássio, deve ser mantido no solo em níveis adequados. Não há necessidade de parcelamento do adubo fosfatado, que pode ser aplicado ao solo uma única vez ao ano, no início do período de crescimento de verão.

Condução da cultura

Na condução da cultura, é importante ficar atento às ocorrências de pragas. No caso das culturas para feno, as pragas que mais têm causado danos são, em primeiro lugar, as lagartas, principalmente em veranicos de verão e, em menor escala, a cigarrinha das pastagens.

O controle de pragas nas forrageiras para produção de feno reveste-se de dificuldade, uma vez que tais pragas podem ocorrer num estágio de desenvolvimento das plantas muito próximo à colheita. Assim, a aplicação de um pesticida pode

proporcionar presença de resíduos tóxicos no feno. A aplicação de inseticidas biológicos pode ser uma alternativa, mas só é eficiente quando feita de forma preventiva, pois, como controle de ocorrência, a ação de tais inseticidas é relativamente lenta e pode não ser eficiente. Muitas vezes, o que se faz é antecipar a colheita da forrageira, que, embora se obtenha menor rendimento, pode contribuir para a redução/eliminação da população da praga na cultura.

Controle de invasoras

No campo de feno de gramíneas (ex. *Cynodon*), é comum a ocorrência das invasoras da folha larga (picão, guaxuma, entre outras) e da folha estreita (*Brachiarias*, entre outras). O controle químico pode ser feito com herbicida seletivo para gramíneas e, outro específico, para folha larga, para as quais a disponibilidade de produtos no mercado é mais ampla.

Se o campo de feno é de leguminosa e ocorre incidência de folha larga, o controle químico torna-se mais difícil em função da escassez de produto com seletividade para as espécies. O controle, nesse caso, deve ser manual.

Para o controle de invasoras sugere-se o apoio de um profissional especializado, uma vez que o uso incorreto de um produto químico pode provocar danos às pessoas, aos animais e ao ambiente.

Definição do momento de colheita

Especial atenção deve ser dada à idade da forrageira no momento da colheita. Forrageiras com baixo valor nutritivo originarão fenos de baixo valor nutritivo. A produção de feno terá sua viabilidade econômica comprometida, quando ocorrer baixa produção forrageira ou baixa qualidade da forragem.

Geralmente, o clima pode ser um fator limitante, pois às vezes a forrageira está no ponto ideal de colheita, mas não estão previstos dias de sol suficientes para a de-

sidratação. Para as espécies pertencentes ao gênero *Cynodon*, em geral, a colheita é realizada a cada 28 dias.

Livram-se do fator limitante 'clima', propriedades que dispõem de secadores específicos ou adaptáveis para desidratar a forragem artificialmente.

Colheita manual

A colheita da forragem para produção de feno em pequena escala, até 500 kg, pode ser realizada com ferramentas de uso cotidiano na propriedade, como, alfange, enxada amolada, cutelo, entre outras. A roçadora motorizada de acionamento manual, pode acelerar e aumentar o rendimento de colheita.

Para o revolvimento da forragem durante a desidratação, podem-se utilizar garfos de manusear volumosos.

No armazenamento, o feno poderá ser deixado a campo no sistema de meda (feno amontoado ao redor de um mastro ou tutor), levado solto para galpão ou enfardado por enfardadora manual.

O enfardamento manual é feito utilizando-se enfardadoras que usam o sistema de prensa manual. O equipamento produz fardos de 13 a 15 kg, que medem 40 cm de altura, 45 cm de largura e 65 cm de comprimento (Fig. 1).



Figura 1 - Enfardadeira manual

FONTE: Laboremus (2012).

NOTA: O feno enfardado acondicionado em galpão é a melhor forma de armazenamento. Os cuidados, práticas e processos na produção do feno manualmente ou mecanizado são os mesmos.

Colheita mecânica

No momento da colheita da forrageira, é importante que o implemento esteja bem regulado, para que a altura de corte seja realizada de forma homogênea em toda a área. Esta prática possibilita uniformidade de rebrota das plantas. Quando ocorrem irregularidades excessivas na altura do corte ou são deixadas linhas da forrageira sem colher, a rebrota torna-se desuniforme e a consequência desse descuido reflete no valor nutritivo do feno, pois na área haverá grande quantidade de plantas com relação folha:caule desiguais. Portanto, o campo de feno deve ser manejado com critério, visando uniformidade na altura, rebrota e produção das plantas forrageiras.

Na Figura 2, observa-se que, no processo mecanizado de produção de feno, as operações em cada fase são realizadas por diferentes máquinas.

Desidratação

Todas as fases da produção são importantes para obtenção de feno de boa qualidade, mas a desidratação da forrageira é prática que exige critério, pois a velocidade com que esta ocorre tem relação direta com a perda de nutrientes e, por consequência, com o valor nutricional do feno. Nesta fase, ocorre evaporação de grande quantidade de água e deve ser realizada no menor tempo possível. As condições ambientais que favorecem a secagem são: dias ensolarados, pouca nebulosidade, baixa umidade relativa do ar, ocorrência de ventos e temperatu-

ras elevadas. Portanto, utilizar tecnologia disponível, para assegurar a rapidez na desidratação, é fator primordial para o sucesso no empreendimento de produção de feno com boa qualidade. Entre tais tecnologias citam-se os meios de comunicação que disponibilizam informações relativas às condições climáticas, revolvimento da forragem sempre que necessário, utilização de segadora condicionadora com regulação adequada, entre outros.

O processo de secagem da forrageira a campo pode ser dividido em três fases (Fig. 3):

- a) fase I: começa logo após o corte e espalhamento da planta forrageira no campo. Nessa fase, os estômatos da planta ainda estão abertos (permanecendo assim por cerca de 2 a 3 h) e o

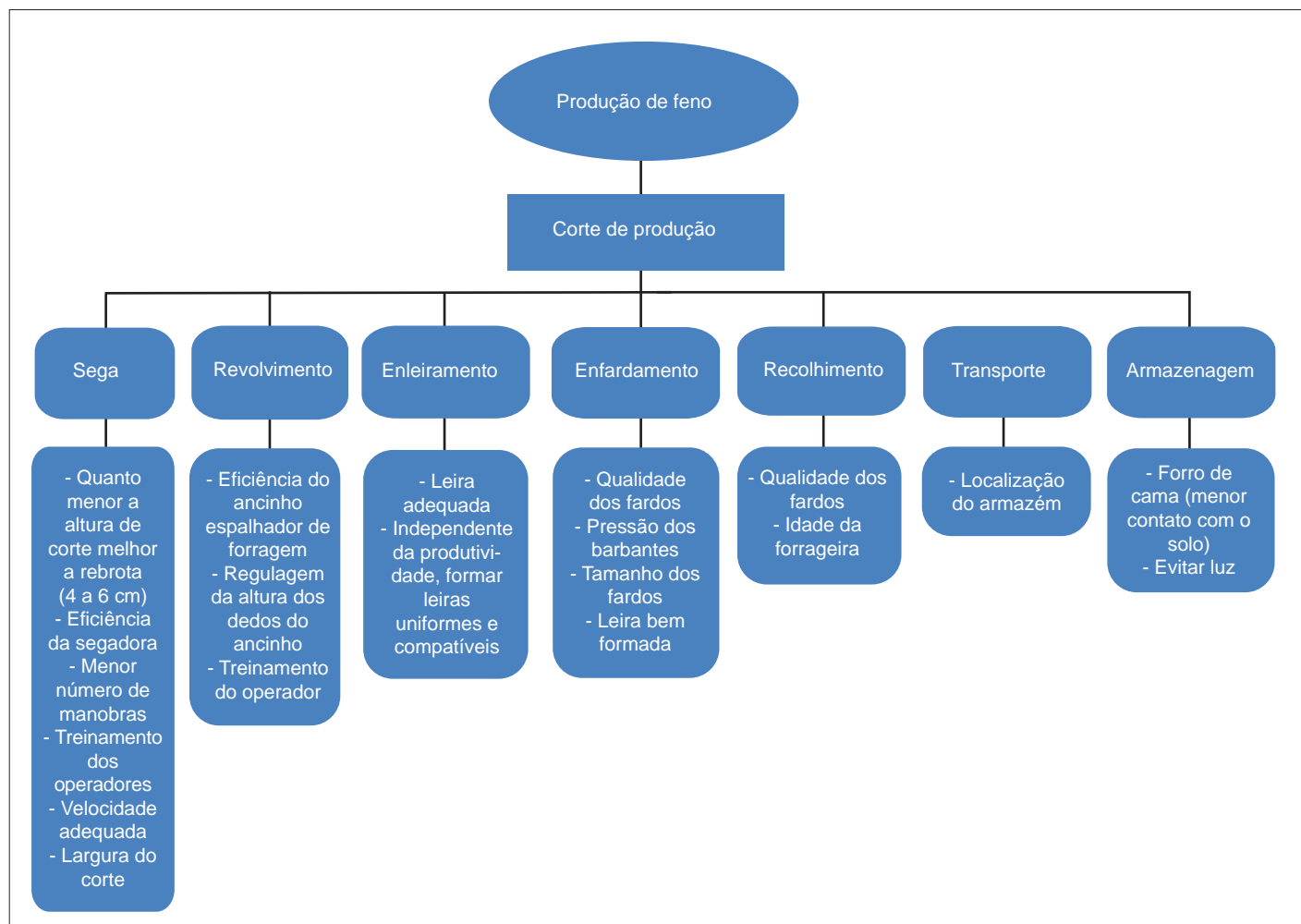


Figura 2 - Fluxograma do processo de produção de feno

FONTE: Bonato (2004).

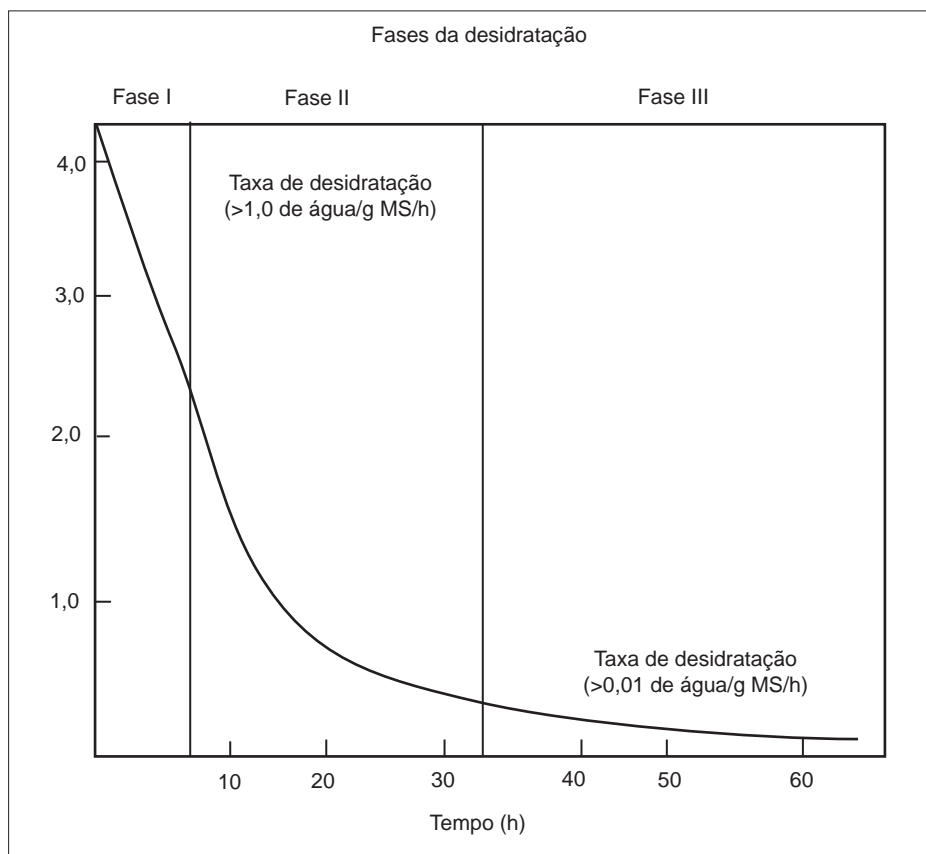


Figura 3 - Curva de secagem de plantas forrageiras em condições ambientais uniformes

FONTES: Jones e Harris (1979 apud REIS; MOREIRA; PEDREIRA, 2001).

NOTA: MS - Matéria seca.

teor de umidade da planta está entre 70%-90%. Nas primeiras horas ocorre intensa perda de água de forma rápida e o teor de umidade é reduzido para 60%-65%;

b) fase II: nesta fase os estômatos estão fechados e, por essa razão, o processo de desidratação ocorre mais lentamente, porque a perda de água ocorre por meio da cutícula foliar. O teor de umidade é reduzido para 45%-50%;

c) fase III: é a fase final da desidratação e inicia quando a umidade da planta atinge cerca de 50%. Nessa condição, a forragem é muito sensível às condições climáticas, principalmente a UR do ar. Por essa razão, enfiar a forragem em curto espaço de tempo é fundamental para preservar o seu valor nutritivo. Essa é a fase na qual a forragem atingirá cerca de

15%-18% de umidade, que é o ponto de feno, ou seja, a forragem está apta a ser enfiada e armazenada. A perda de água ocorre por meio da plasmólise celular e a forragem deve ser enfiada para a desidratação final. Esta prática proporciona a obtenção da umidade desejada de forma homogênea e também facilita o recolhimento da forragem.

Quanto maior a proporção de folhas e de caules finos, mais rapidamente ocorre o processo de desidratação da forragem. Outro fator que deve ser criteriosamente observado é a espessura da camada de forragem durante o espalhamento no campo para a desidratação, ou seja, quanto mais fina a camada mais rápido o processo de secagem. A desidratação da forragem se processa até que a umidade do feno entre em equilíbrio com a umidade do ar, Quadro 2.

Revolvimento

Após a desidratação parcial da camada superficial, o ritmo de desidratação pode ser acelerado, se, na fase inicial, a forragem for submetida ao revolvimento e afofamento para possibilitar melhoria na aeração no interior da leira, bem como penetração dos raios solares. Deve-se revolver e distribuir a massa de forragem uniformemente para acelerar a perda de água em toda a camada. Esta operação pode ser realizada com o auxílio de ancinhos mecânicos.

O revolvimento ou viragem, deve ser realizado de quatro a cinco vezes por dia, principalmente nas primeiras horas de desidratação para expor uniformemente a forragem aos raios solares.

A forragem que ainda não atingiu a umidade suficientemente baixa para ser armazenada em função de condições práticas e/ou econômicas, se possível, deve ser enfiada ao final do dia, para diminuir a superfície de contato com o ar atmosférico e evitar o seu reumedecimento durante a noite. No dia seguinte, a forragem deve ser espalhada, após a evaporação do orvalho. O feno, pronto para ser recolhido e enfiado, também deve ser enfiado. Para isto, utiliza-se o ancinho enfiador, que pode ser o mesmo empregado para o revolvimento.

Recolhimento

O recolhimento do feno deve ser realizado quando a forragem estiver no ponto de feno, ou seja, quando apresentar teor de umidade entre 10% e 18%. No ponto ideal, o feno não pode apresentar sinal de umidade nas hastas e o material, quando torcido, deve voltar à posição original, sem quebrar. Redobrar os cuidados nessa fase é importante, pois armazenar o feno com teor adequado de umidade é garantia de estar conservando a forragem sem risco de formar mofo.

A determinação do ponto de feno pode ser feita por equipamentos adequados ou por maneiras práticas. Dentre estas verificam-se:

QUADRO 2 - Relações entre umidade relativa do ar (UR) e umidade de equilíbrio do feno

UR do ar (%)	Umidade do feno (%)
95	35,0
90	30,0
80	21,5
77	20,0
70	16,0
60	12,5

FONTE: Raymond, Shepperson e Waltham (1991).

- a) tato: com um pouco de experiência, consegue-se identificar o momento adequado de recolher e enfardar o feno, associando a coloração da forragem com sua textura. Utiliza-se o tato para sentir a textura da forragem;
- b) consistência farinácea dos nós: os nós das plantas são os locais ligeiramente salientes do caule, onde surgem as folhas (brotações). No ponto de feno, ao comprimir alguns nós, o que pode ser feito com a unha do dedo polegar, estes devem ter uma característica farinácea e totalmente sem indícios de umidade;
- c) torção de feixe de forragem: torcer um feixe de forragem e observar, se surgir umidade e, ao soltar, o material voltar à posição inicial rapidamente, ainda não está no ponto. Se houver rompimento das hastes, significa que passou do ponto, e, se não eliminar umidade e, ao soltar, o material voltar lentamente à posição inicial, sem rompimento de hastes, está no ponto;
- d) uso de forno micro-ondas: são necessários um vasilhame de plástico, uma balança de precisão e um forno de micro-ondas. Para obtenção do teor de MS basta pesar uma porção da forragem e levá-la ao forno. Verifica-se, inicialmente, o peso a cada 10 min e, depois, a cada 1-2 min até obter peso constante. É importante a checagem frequente do peso até obter um valor constante.

É necessário colocar um copo com água no forno para que este não seja danificado durante a secagem da forragem. Deve-se ter o cuidado de manter o prato de vidro do aparelho para possibilitar a circulação da amostra dentro do forno com melhor distribuição da radiação.

Para evitar a combustão da forragem dentro do forno, a potência do aparelho deve ser elevada de forma gradativa: os primeiros 3 min devem ser a 20% da potência máxima do forno; os 10 min seguintes a 100% da potência máxima, e o tempo restante, a 50% da potência máxima.

Exemplo de cálculo:

Peso da forragem antes de levá-la ao forno = 200 g

Peso constante da forragem após secagem = 160 g

$$MS = \frac{160 \cdot 100}{200} = 80\%$$

Basta multiplicar o peso da forragem após a secagem (160 g) por 100 e dividir o resultado pelo peso da forragem antes de ser submetida à secagem no forno micro-ondas (200 g);

- e) aparelhos medidores de umidade: existem medidores de umidade para feno, ainda pouco usados no Brasil, que podem ser montados diretamente no interior da cabine do trator e fornecem leitura direta e constante da umidade (%), no

momento do enfardamento do feno. O aparelho possui dois sensores que são colocados em ambos os lados da câmara de enfardamento. Isto permite leituras a ser tomadas no lado esquerdo e direito, bem como em todo o fardo, aumentando a precisão da medição;

- f) determinação da MS em laboratório: aplica-se mais a condições de pesquisas, sendo de baixa viabilidade a campo ou na propriedade produtora de feno.

Enfardamento

O enfardamento não é condição única para a produção de feno, mas é condição prática para armazenamento, transporte, manuseio e comercialização. Esta estratégia reduz o volume de forragem pela compactação, o que aumenta a densidade, ou seja, maior quantidade de feno pode ser armazenada em menor espaço. Quando armazenado em fardos, o feno tem melhor conservação e possibilita também o controle da quantidade disponível.

Os fardos podem ser produzidos com diferentes formas, tamanhos e pesos, e isto depende do tipo de enfardadora utilizada. Podem ter o formato quadrado, retangular ou cilíndrico.

As enfardadoras mecânicas automáticas captam a forragem enleirada e fazem a prensagem dos fardos em dimensões variáveis. Tais enfardadoras podem ser classificadas em convencionais ou prensas-enfardadoras, que produzem fardos prismáticos com dimensões de 40 a 60 cm de largura x 30 a 40 cm de altura x 50 a 130 cm de comprimento ou, ainda, rotoenfardadoras, que produzem fardos cilíndricos com largura de 1,50 m a 1,70 m e diâmetro de 1,60 m a 1,80 m. Em 1 m³ de feno corretamente enfardado, armazenam-se, aproximadamente, 90-100 kg de material.

Armazenamento

O armazenamento do feno em condições adequadas é tão importante quanto as etapas precedentes. Nessa fase também podem ocorrer perdas quantitativas e qualitativas.

Um dos requisitos para o armazenamento correto do feno é o seu teor de umidade, que não deve exceder de 18%-20%.

Independentemente da forma de armazenamento, é importante que as condições sejam seguras, para que o feno permaneça com bom valor nutritivo e possa ser preservado por longos períodos. O local para armazenamento deve ser livre de umidade, bem ventilado e não deve ocorrer a incidência de radiação solar sobre o feno. Deve-se ter o cuidado de não colocá-lo diretamente sobre o piso ou em contato com paredes, os quais podem transferir umidade para a forragem.

Colocam-se os fardos empilhados sobre um estrado de madeira, que deve estar pelo menos a 10 cm do piso, de forma que permita a circulação de ar entre as pilhas. Se o feno foi enfardado com teor adequado de umidade, o ideal é formar pilhas menores e bem espaçadas, para melhor circulação do ar e evaporação da umidade. Essa estratégia possibilita que a temperatura no interior dos fardos não se eleve e que o valor nutritivo do feno não seja comprometido em demasia. Logicamente que esta prática somente será válida, se o teor de umidade do feno não for excessivo; caso contrário, haverá perda total resultante da fermentação.

O local de armazenamento do feno deve ser vistoriado com frequência, se possível diariamente, para observar se há fermentação. Para isso, basta introduzir o braço entre os fardos e, se for observado presença de calor, é indicativo de fermentação, em consequência de umidade excessiva. Nesse caso, os fardos devem ser abertos e colocados novamente para secar. É importante considerar que houve perda de valor nutritivo, e se for observada presença de mofo e bolores, não deve ser fornecido aos animais.

Quanto ao local de armazenamento, não há necessariamente obrigatoriedade de construções especiais. Pode-se aproveitar construção existente, desde que atenda às condições necessárias para boa preservação do feno. Se optar por construir fenil ou galpão, é importante que este tenha altura adequada para boa ventilação. Considerando fardos com

14 kg, normalmente em 1 m³ armazenam-se cerca de 100 a 200 kg de feno.

CARACTERÍSTICAS DE UM BOM FENO

Considerando a importância da qualidade da forragem para o desempenho dos animais, citam-se algumas características de um feno com boa qualidade.

Coloração esverdeada

Quando adequadamente produzido, o feno tem a coloração esverdeada. A amarelada indica desidratação excessiva e a com tom marrom é indicativo de que houve fermentação em razão de umidade elevada. Nas duas situações ocorrem perdas quantitativas e qualitativas.

Alta relação folha:caule

A folha é a parte da planta que contém maior valor nutritivo. É mais rica em nutrientes, mais digestível que o caule e também é a parte da planta preferida pelos animais. Portanto, todo o cuidado para reduzir a perda de folhas durante a produção do feno é de extrema importância, para preservar a sua qualidade, já que as folhas compõem a parte mais nobre do vegetal.

Quanto maior for a relação folha:caule, maior será a maciez e o valor nutritivo do feno. Além do aspecto nutricional, a relação folha:caule é de grande importância no processo de desidratação. As forrageiras mais folhosas são fáceis de ser desidratadas, pois necessitam de menor período de exposição ao sol para atingir o ponto de feno, o que contribui para reduzir os riscos de perdas por ocorrência de chuvas.

Quanto ao caule, quando fino e macio, também indica que o feno é de boa qualidade. Somente quando as plantas são colhidas no estágio vegetativo, portanto com elevado valor nutritivo, é possível obter feno com essa característica.

Assim, o feno adequadamente produzido deve apresentar caules macios e elevada quantidade de folhas. Nessa condição, é macio e agradável ao tato.

Odor característico de feno

Quando produzido com critério, o feno não tem odores estranhos, pelo contrário, tem odor característico do feno, o que é indicativo de desidratação e armazenamento eficientes.

Odor diferente do mencionado pode ser indicativo de fermentação e presença de fungos e bolores.

Livre de mofos, bolores e outros materiais

O feno deve ser livre de materiais que comprometem o seu valor nutritivo e a sua aceitabilidade, bem como a saúde e a integridade física dos animais. A presença de mofo e bolores é indicativa de feno armazenado com elevado teor de umidade ou de local inadequado para o armazenamento. Além de mofos e bolores, o feno também deve ser livre de outros elementos. A presença de outra espécie forrageira pode ser consequência de descuido com a fertilidade do campo de feno, o que favorece o aparecimento de plantas invasoras. Como exemplo, pode-se citar a presença de braquiária em campos de feno formados com gramíneas pertencentes ao gênero *Cynodon*.

A presença de sementes e pendões florais nos fardos indica que a forrageira foi colhida em estágio avançado de crescimento, certamente com reduzido valor nutritivo. Também é de fundamental importância focar a atenção para evitar a presença de materiais que causam rejeição do feno tais como esterco, forragem em decomposição e terra, bem como aqueles que colocam em risco a saúde e a integridade física dos animais, como plantas venenosas, arame, parafuso, plástico e graxa, entre outros. É importante vistoriar o campo de feno e tomar as devidas precauções, para que o feno seja composto unicamente pela espécie forrageira destinada à fenação.

Temperatura menor que a ambiente

A temperatura do feno deve ser menor que a temperatura ambiente. Temperatura alta é indicativo de ocorrência de fermentação e consequente perda de valor nutritivo.

Teor adequado de umidade

Este é o fator-chave para garantir a conservação do feno e preservar o valor nutritivo. É importante que a desidratação da forragem seja realizada de forma homogênea, para que não ocorram nos fardos pontos com umidade excessiva, o que poderá favorecer o desenvolvimento de fungos patogênicos. Nesse aspecto, deve-se dar atenção à importância do revolvimento da forragem durante o processo de desidratação.

Aceitabilidade

Desde que adequadamente produzido e armazenado, resguardando todos os cuidados necessários para a preservação do valor nutritivo, o feno será bem aceito pelos animais, o que refletirá positivamente na lucratividade do empreendimento.

Além dos fatores mencionados, os constituintes nutricionais do feno também fornecem indicações relativas à sua qualidade. A Embrapa Gado de Leite adota a classificação de feno nos tipos A, B e C, em função do teor de umidade, de proteína e de fibra (Quadro 3).

PERDAS NO PROCESSO DE FENAÇÃO

Ao executar operações de produção de feno na propriedade agrícola, em algumas etapas é possível a ocorrência de perdas, que podem resultar do manuseio de equipamentos e da forragem ou ainda da atividade metabólica da planta que não cessa imediatamente após o corte, podendo destacar:

- a) perdas no corte, por causa da altura do resíduo;

- b) perdas por respiração e fermentação decorrentes da velocidade de desidratação;
- c) perdas por lixiviação, o que resulta em decréscimo nos constituintes celulares solúveis;
- d) perdas de folhas em decorrência do manuseio excessivo da forragem ou do revolvimento no momento inadequado;
- e) perdas por deficiência no recolhimento da forragem;
- f) perdas por armazenamento em condições inadequadas;
- g) perdas em função da elevada umidade que possibilita a continuidade da respiração celular;
- h) desenvolvimento de bactérias, fungos e leveduras em função de umidade elevada;
- i) práticas não convencionais de produção de feno.

ALTERNATIVAS PARA PRODUÇÃO DE FENO

Na propriedade agrícola, a produção de feno pode ser realizada a partir de forragem oriunda de campo de feno, específica para este fim, ou pode ser uma opção de momento para aproveitar forragem disponível ou planta forrageira que, usualmente, não é direcionada para esse fim.

Produção de feno do excedente de pastos

A fenação do excedente da produção forrageira da pastagem é uma forma de flexibilizar o uso das forrageiras na pro-

priedade e facilitar o manejo, garantir alimento de boa qualidade para o rebanho na época seca, bem como evitar que ocorram perdas nas pastagens em função do crescimento ativo das plantas forrageiras. Na época de chuvas, o crescimento das plantas forrageiras é intenso e, muitas vezes, ultrapassa a capacidade de consumo pelos animais. Nesse caso, alguns piquetes poderão ser excluídos do sistema de pastejo e destinados à fenação.

Houve gastos de recursos econômicos para a formação e a manutenção da pastagem (preparo do solo, calcário, fertilizantes, sementes ou mudas, mão de obra, entre outros) e, se o excedente da produção for perdido, certamente estarão ocorrendo perdas econômicas. Portanto, a produção de feno é uma forma de garantir alimento volumoso para o rebanho na época seca, bem como evitar duplo prejuízo, ou seja, perda de recurso econômico utilizado na formação e manutenção da pastagem e gasto na aquisição de forragem conservada, para ser fornecida aos animais na época seca.

Produção de feno de capim-elefante

O capim-elefante possibilita a produção de feno com excelente valor nutritivo a baixo custo, pois não há necessidade de equipamentos específicos e caros. São necessários apenas alguns cuidados básicos: bom manejo da capineira, colheita do capim com idade adequada e desidratação e armazenagem corretas. O feno de capim-elefante é uma excelente opção para pequenos produtores, que não dispõem de implementos específicos para a produção de feno, e as atividades podem ser realizadas em sistema familiar ou com reduzido número de funcionários.

Uma das principais características que torna o capim-elefante uma forrageira indicada para a produção de feno é a alta relação folha:caule, logicamente quando colhido com idade adequada. Esta característica, além de elevado valor nutritivo, facilita a rapidez na desidratação.

- a) idade de corte: o capim deve ser colhido entre 30 e 60 dias de idade.

QUADRO 3 - Classificação de feno em função da qualidade

Tipo	Umidade (%)	Proteína bruta (PB) (% na MS)	Fibra em detergente neutro (FDN) (% na MS)
A	15-12	> 13	< 65
B	18-15	9-13	65-69
C	18-15	< 9	> 69

FONTE: Pedreira (2005).

NOTA: MS - Matéria seca.

Nessa fase apresenta excelente valor nutritivo, ou seja, baixo teor de fibra, elevado teor proteico e alta digestibilidade, pela alta proporção de folhas e caules finos;

- b) colheita: pode-se utilizar uma ensiladora para colher e picar o capim ou realizar a colheita manual e fracioná-lo em picadeira estacionária. As partículas devem ser pequenas (até 5 cm), para que a secagem se processe de forma rápida;
- c) desidratação: a secagem do capim-elefante é realizada de forma simples, basta espalhar a forragem picada sobre um piso pavimentado ou chão batido. A camada deve ser fina, para que a secagem se processe de forma rápida;
- d) revolvimento: esta prática auxilia na rapidez de desidratação e deve ser realizada pelo menos a cada hora. Podem-se utilizar rastelo, forca, rastelo de arrasto ou qualquer ferramenta que possibilite o revolvimento das partículas;
- e) armazenamento: a armazenagem do feno é simples e barata. Pode ser feita em sacos de ráfia ou a granel, porém é importante que o local seja bem ventilado e livre de umidade. O feno não pode ser colocado em contato direto com o piso, pois absorverá a umidade.

No Quadro 4, observam-se alguns resultados da pesquisa realizada no Instituto de Zootecnia, em Nova Odessa, SP, com feno de capim-elefante oferecido a cordeiros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fenação é mais uma alternativa para conservar forragens de boa qualidade, aproveitando o potencial produtivo das épocas de abundância, para suprir as necessidades diárias de volumosos para rebanhos ou para uso estratégico, nas épocas de escassez. Sua utilização, na prática, é uma importante ferramenta para melhorar os índices Zootécnicos do Brasil. Porém, em grande escala, deve sempre ser precedida de estudos de viabilidade econômica.

QUADRO 4 - Ganho de peso diário (GPD), consumos médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e coeficientes de digestibilidade da PB (CDPB) e fibra em detergente neutro (CDFDN) do feno produzido com capim-elefante cv. Guaçu colhido em diferentes idades

Variável	Idade de colheita do capim-elefante (dias)		
	30	45	65
GPD (g/animal/dia)	168 a	172 a	135 b
Consumo de MS (g/animal/dia)	584 a	593 a	361 b
Consumo de PB (g/animal/dia)	67,1 a	68,0 a	26,6 b
Coefficiente de digestibilidade aparente da PB (%)	64,5 a	66,6 a	46,5 b
Coefficiente de digestibilidade aparente da FDN (%)	61,5 a	57,8 a	50,1 b

FONTES: Lima et al. (2010).

NOTA: Médias com letras iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

REFERÊNCIAS

AGUIAR, E.M. de et al. Rendimento e composição químico-bromatológica de fenos triturados de gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.35, n.6, p.2226-2233, nov./dez. 2006.

BONATO, R.G. **Qualidade operacional da fenação**: análise do processo de produção. 2004. 100p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

LABOREMUS. **Enfardadeira manual EL15 Laboremus**. Campina Grande, [2012]. Disponível em: <<http://www.laboremus.com.br/fenacao/enfardadeira-manual-el15.html>>. Acesso em: 9 jan. 2013.

LADEIRA, M.M. et al. Avaliação do feno de *Arachis pintoi* utilizando o ensaio de digestibilidade in vivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.31, n.6, p. 2350-2356, nov./dez. 2002.

LIMA, J.A. et al. Feno de capim-elefante no desempenho de cordeiros confinados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010. Salvador. **Anais...** Empreendedorismo e progresso científicos na zootecnia brasileira de vanguarda. Salvador: SBZ, 2010. 1CD-ROM.

MIZUBUTI, I.Y. et al. Consumo médio e digestibilidade do feno de capim “Coast cross” (*Cynodon dactylon* (L.) pers.) e feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) em carneiros submetidos a dois regimes alimentares. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.28, n. 3, p. 513-520, jul./set. 2007.

MOREIRA, R.M. **Avaliação nutricional de**

fenos utilizados na alimentação de poedeiras. 2008. 46p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, 2008.

NASCIMENTO, H.T.S. do et al. **Produção e valor nutritivo de feno de duas gramíneas tropicais em solo de baixa fertilidade**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2001.14p. (Embrapa Meio-Norte. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 351).

PEDREIRA, C.G.S. Capins do gênero *Cynodon*: histórico e potencial para a pecuária brasileira. In: VILELA, D.; RESENDE, J.C. de; LIMA, J. (Ed.). **Cynodon forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. p. 33-58.

RAYMOND, F.; SHEPPERSON, G.; WALTHAM, R. **Forage conservation and feeding**. 3.ed. Ipswich, Suffolk: Farming Press, 1991. 208p.

REIS, R.A.; MOREIRA, A.L.; PEDREIRA, M.S. Técnicas para produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. p.1-39.

SILVA, V. P. **Avaliação nutricional de fenos de estilosantes e de alfafa em eqüinos**. 2010. 91f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

TAFFAREL, L.E. **Produtividade e qualidade da forragem do feno de capim tifton 85 adubado com N e colhido em duas idades de rebrota**. 2011. 105p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2011.

INSCRIÇÕES ABERTAS | ITAC 2014

16 | DEZ | 2013
A
31 | JAN | 2014

ESCOLHAS CERTAS MUDAM O MUNDO

TÉCNICO EM AGROPECUÁRIA
SISTEMA ESCOLA-FAZENDA
APRENDER A FAZER FAZENDO

Fundado em 1990, o Instituto Técnico de Agropecuária e Cooperativismo - ITAC - é detentor de uma estrutura física e organizacional preparada para ser referência no Ensino Técnico e na formação de profissionais para a condução do agronegócio.

Documentação necessária para matrícula: histórico escolar original; certidão de nascimento; carteira de identidade; CPF; título de eleitor; 3 fotos 3 x 4; comprovante de residência.



AGRICULTURA,
PECUÁRIA E
ABASTECIMENTO



Mais informações:
(37) 3271-4004
ensinoitac@epamig.br



Assim é
QR Code e faz a
escola certa.

Eficiência de confecção da silagem de milho: processamento de grãos e tamanho de partícula

Mikael Neumann¹
Fabiano Marafon²
Robson Kyoshi Ueno³

Resumo - Dentre os fatores que determinam a qualidade da silagem de milho (*Zea mays* L.), a fragmentação da forragem e a quebra eficaz dos grãos são etapas que exercem efeitos tanto sobre o processo de conservação como sobre a ingestão e a utilização da energia pelo animal. Um dos principais fatores que têm influência sobre o tamanho das partículas durante a colheita é o estágio em que a planta se encontra, sendo que o avanço no ciclo da cultura proporciona redução do teor de umidade, associado à maior deposição de lignina na estrutura fibrosa, caracterizando maior resistência da planta ao processamento. Algumas técnicas têm sido propostas para assegurar que as partículas estejam de acordo com os padrões definidos durante a confecção da silagem, sendo a utilização de peneiras com diferentes tamanhos de crivos, o método mais difundido para essa avaliação, o que possibilita regular a colhedora de forragem de acordo com as condições encontradas nas lavouras. A mensuração do tamanho de partículas constitui importante ferramenta para a adequada regulação do maquinário, com a finalidade de facilitar o processo fermentativo e a conservação dos nutrientes da silagem. A colheita de lavouras com ciclo reprodutivo avançado possibilita maior participação de grãos na massa total e, quando colhidos com acessório quebrador de grãos, adaptado à ensiladeira, reduz a proporção de grãos inteiros, no total da planta.

Palavras-chave: *Zea-mays*. Endosperma farináceo. Endosperma víteo. Ensilagem. Ensiladeira. Quebrador de grãos. Separador de partículas de forragem. Matriz proteica.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui, atualmente, um rebanho de 1,15 milhão de bubalinos, 14 milhões de caprinos e 16,8 milhões de ovinos. Porém, a criação que se destaca é a de bovinos, que possui um rebanho de, aproximadamente, 212,8 milhões de cabeças (IBGE, 2012), atingindo uma produção perto de 30 bilhões de litros de leite (PRODUÇÃO..., 2012) e 9,4 milhões de toneladas de equivalente carcaça (ABIEC, 2012). Juntas, as produções de leite e de carne bovina brasileira geram uma receita bruta anual de, aproximadamente, R\$ 65 bilhões.

A diversidade edafoclimática brasileira proporciona grande sazonalidade na produção forrageira. Neste sentido, os alimentos conservados, principalmente sob a forma de silagem, possuem ampla importância para o sistema pecuário, uma vez que sua utilização diária já é observada em grande parte das empresas rurais. O uso de silagens de milho (*Zea mays* L.) na alimentação de ruminantes faz-se necessário pela constância da qualidade do volumoso presente na dieta, sendo esse um fator decisivo que garante boa sanidade, desempenho animal e redução nos custos para atingir os resultados esperados.

Dentre os diferentes tipos de alimentos volumosos utilizados nos sistemas de produção animal, a silagem de milho continua representando uma importante fonte de matéria seca (MS), em razão da grande capacidade de produção de biomassa de milho por unidade de área (>15 t/ha de MS), associada à sua alta densidade energética – >68% de nutrientes digestíveis totais (NDT) – decorrente da presença intensa de amido (>30% na MS) e da baixa concentração de carboidratos fibrosos – <50% de fibra em detergente neutro (FDN).

No entanto, a qualidade da silagem de milho resultante, representada pela relação entre o potencial de consumo e a capacidade

¹Eng^o Agr^o, Dr., Prof. Adj. UNICENTRO-PR, CEP 85040-080 Guarapuava-PR. Correio eletrônico: mikaelneumann@hotmail.com

²Médico-Veterinário, M. Sc. Agronomia UNICENTRO-PR, CEP 85040-080 Guarapuava-PR. Correio eletrônico: fabiano_marafon@hotmail.com

³Médico-Veterinário, Doutorando Zootecnia UFRGS, CEP 91540-000 Porto Alegre-RS. Correio eletrônico: robsonueno@hotmail.com

de de digestão da MS, tem sido depreciada por equívocos operacionais cometidos no momento da colheita das plantas, em virtude da obtenção de padrões de tamanho de partículas e de processamento de grãos inapropriados.

De maneira geral, a inobservância de padrões de tamanho de partículas e de processamento de grãos durante a colheita das plantas para silagem pode promover perdas significativas em razão de erros cometidos relacionados com o tempo dispendido para colheita, ao fechamento do silo de armazenamento, ao consumo de óleo diesel, à compactação da massa ensilada, à geração de efluentes, ao perfil de fermentação obtido, à estabilidade aeróbia da silagem, ao consumo animal e à eficiência alimentar.

Este artigo tem por objetivo evidenciar os padrões mínimos exigidos para tamanho de partículas e processamento de grãos na confecção da silagem de milho.

COLHEITA DAS PLANTAS X PROCESSAMENTO DA FORRAGEM

A colheita das plantas de milho é realizada com equipamentos denominados ensiladeiras, que executam o ato de condicionar a forragem sob situações específicas, necessárias para o ensilamento. Tem por objetivo melhorar a qualidade física do material, por meio de um tratamento mecânico da porção vegetativa e dos grãos, realizado principalmente por cortes sucessivos, buscando uma padronização no tamanho médio das partículas das diferentes estruturas das plantas e o total rompimento da fração pericarpo dos grãos. Um perfeito processamento possibilita maior exposição das porções fibrosas da planta e dos grânulos de amido aos ácidos produzidos durante o período de fermentação no silo, além de aumentar a superfície de contato dessas porções ao ataque de bactérias, protozoários e fungos que compõem a microfauna ruminal (FACTORI, 2008).

A correta fragmentação da planta constitui estratégia importante para confecção de alimentos conservados. Existem diferentes modelos de colhedoras de forragem

disponíveis para os produtores de silagem. São divididas em duas categorias: a primeira é representada por maquinários que se acoplam a tratores, e possuem capacidade de corte variável, conforme a cultura e a tecnologia empregada; a segunda, baseia-se no uso de colhedoras de forragens de maior capacidade de colheita e processamento das plantas, designadas autopropelidas. No entanto, independentemente do modelo da colhedora, a correta regulagem desses equipamentos é fator decisivo para a qualidade do produto final.

Para obter um processamento adequado das plantas, vários fatores devem ser observados antes e durante a colheita. Fatores como a correta manutenção e regulagem do maquinário, associadas ao estágio em que as plantas se encontram, podem ser decisivos na qualidade da silagem produzida.

A regulagem de uma ensiladeira acoplada ao trator pode ser feita pela troca de engrenagens, as quais determinam a velocidade que os rolos de alimentação trabalham, aumentando ou diminuindo o fluxo do rotor que contém as facas. Geralmente, os fabricantes desses maquinários dispõem de especificações que instruem as diferentes combinações de engrenagens para adequação do tamanho de partícula desejado. Outra forma de regular o tama-

nho das partículas é a retirada de algumas facas do rotor. Essa regulagem é menos rotineira e aconselhada somente para profissionais capacitados, em razão dos riscos à segurança e ao correto funcionamento que esse componente da colhedora oferece.

Além disso, a ensiladeira pode ser regulada por ajuste da distância entre facas e contra-facas do maquinário (Fig.1). Esta parte é, na maioria das vezes, ignorada pelos produtores ou até mesmo pelo desconhecimento da existência dessa peça, o que faz com que o maquinário não proporcione o desempenho esperado. As facas e contra-facas devem estar reguladas a uma distância de 0,7 a 1 mm, umas das outras, sendo que distâncias maiores culminam em tamanhos de partículas maiores e desuniformes. Vale ressaltar que as contra-facas devem apresentar seus cantos “vivos”, ou seja, o ângulo formado em sua quina deve apresentar 90°, e quando esta peça apresentar desgaste ou estiver danificada, deve ser realizada a troca imediatamente.

A afiação das facas deve ser feita sempre antes do início dos trabalhos e repetida sempre que o maquinário perder o seu padrão de corte. Essa prática, geralmente, é feita com auxílio de pedras de afiar, que podem vir acopladas à ensiladeira ou como acessório obrigatório.

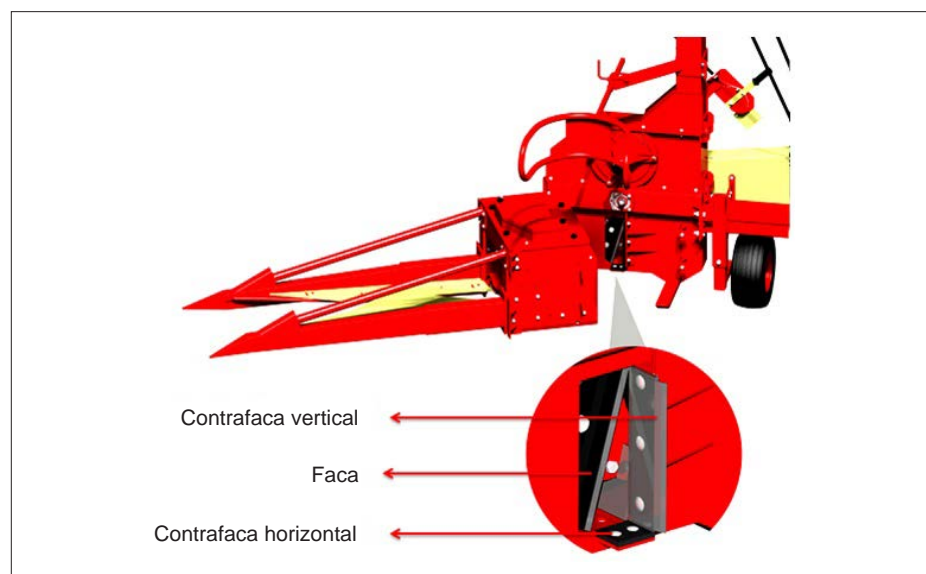


Figura 1 - Demonstração da localização das facas e contra-facas em ensiladeira de acoplamento em tratores

Maquinários denominados autopropelidos possuem suas regulagens muito parecidas com as das ensiladeiras de acoplamento em tratores, sendo a retirada de facas do rotor desses maquinários mais frequentes que em ensiladeiras normais. Entretanto, é importante ter conhecimento da estrutura e funcionamento do maquinário, pois a retirada das facas deve ser feita de forma que o rotor não fique desbalanceado, em razão da alta rotação que esta parte da ensiladeira atinge durante o trabalho, podendo trazer prejuízos de elevada monta para o maquinário. Com a retirada das facas, a velocidade de rotação do sistema de alimentação consiste em um meio para melhor administrar o tamanho de partícula desejado.

Durante a confecção de silagens, o tamanho das partículas é um ponto importante a ser observado, pois este fator pode determinar a qualidade da compactação e, conseqüentemente, o tipo de fermentação do silo, estando diretamente relacionada com as respostas na produção animal.

TAMANHO DE PARTÍCULA DA SILAGEM

Sob ambiente prático das propriedades rurais, o tamanho das partículas das silagens é muito variável e diretamente relacionado com os implementos utilizados para sua confecção, sendo a potência do trator e as condições da máquina colhedora importantes fatores para garantir um bom padrão de tamanho de partícula (NEUMANN et al., 2007).

A produção, a composição e o estágio em que a planta se encontra no momento da colheita são fatores importantes, quando se trata de tamanho de partícula. Lavouras que possuem alta produção de biomassa por unidade de área tendem a exigir um maior tempo de colheita, justificado pelo fato de possuir maior quantidade de material a ser processado pela colhedora. A participação dos diferentes constituintes na estrutura física da planta também torna-se um fator influente no tamanho de partícula, visto que partes como o colmo, sabugo e brácteas (palhas) possuem uma maior

resistência ao processamento. No entanto, o principal fator que pode dificultar a redução do tamanho de partículas em uma lavoura é o estágio de desenvolvimento em que as plantas se encontram, no momento da colheita. Sendo assim, o avanço no ciclo da cultura proporciona redução do teor de umidade da planta, associado à maior deposição de lignina na estrutura fibrosa, caracterizando maior resistência ao processamento.

Segundo Heinrichs e Kononoff (2002), existe uma variedade de tamanhos em que as partículas das forragens e/ou silagens podem ser reduzidas. O tamanho de partícula é, principalmente, atribuído ao ato da colheita no campo, porém métodos de descarga do silo, desensilagem, utilização de vagões forrageiros, misturadores de dieta total e, finalmente, o sistema de entrega de alimentos para os animais, podem ter efeitos diretos nas partículas e causarem algum grau de redução no seu tamanho.

O processamento eficiente das plantas apresenta benefícios quanto à qualidade da silagem resultante e, também, quanto ao desempenho dos animais, sendo mais expressiva para produtores que possuem exploração em larga escala e que usufruem dos serviços de maquinários. Segundo McDonald (1991), um tamanho de partícula inferior a 20 mm pode favorecer a disponibilidade de carboidratos solúveis e, conseqüentemente, estimular o crescimento das bactérias lácticas que promovem a queda do pH da silagem, fazendo com que o material se torne estável.

De acordo com National Research Council (2001), animais ruminantes necessitam de uma relação mínima de fibra na constituição da sua dieta, sendo esta importante por unir os conteúdos físico e químico da forragem e quantificar seu valor para o funcionamento do rúmen. O tamanho de partícula correlaciona-se positivamente com a taxa de passagem do alimento pelo rúmen, sendo convencionalmente que partículas menores que 1,18 mm passariam pelo esfíncter que liga o rúmen-retículo ao omaso, porém, para que as partículas maiores sigam o fluxo normal da

digestão, devem ser reduzidas do tamanho original por meio da ruminação, obtendo, como resultado, o estímulo à secreção de saliva e tamponamento do rúmen.

Ferreira (2001) sugere que a adequação do tamanho de partículas de silagens deveria considerar o teor de MS das plantas. Quanto maior o teor de MS, menor deve ser o tamanho de partículas para favorecer a compactação e a quebra dos grãos na silagem, o que contribui para obter um alimento com menores perdas de nutrientes e, portanto, maior valor nutritivo. Concomitantemente, com o avanço no ciclo de vida das plantas, ocorre redução na digestibilidade da sua porção fibrosa, fato este compensado pela maior participação e qualidade dos grânulos de amido. Nesse sentido, Ferreira (2001) sugere tamanho médio de partículas de 12 a 16 mm para plantas com teor de MS menor que 28%; 8 a 12 mm para teores de MS entre 30% e 35% e 5 a 8 mm para materiais que possuam teor de MS superior a 37%.

Algumas técnicas têm sido propostas para assegurar que as partículas estejam dentro dos padrões definidos durante a confecção das silagens de milho. Destacase o método desenvolvido por Heinrichs e Kononoff (2002), chamado Penn State Particle Size Separator (SPPS). Este método define a proporção de material retido entre peneiras que possuem diferentes tamanhos de crivos, onde, partículas maiores ficam retidas em uma peneira de diâmetro de 19,0 mm; partículas intermediárias em uma peneira de 8,0 mm e partículas menores retidas em uma peneira de crivos de 1,18 mm, restando ainda partículas que ficam retidas no fundo do equipamento, com tamanho inferior a 1,67 mm, porque os poros da peneira anterior são quadrados (1,18 x 1,18 mm), com a diagonal medindo 1,67 mm. Considera-se como ideal que de 3% a 8% das partículas fiquem retidas na peneira superior (partículas > 19,0 mm); de 45% a 65% das partículas encontrem-se no estrato intermediário (partículas entre 19,0 a 8,0 mm), de 30% a 40% das partículas fiquem retidas na peneira inferior (partículas entre 8,0 a 1,67 mm),

e que no máximo 5% fiquem depositados no fundo do equipamento (partículas < 1,67 mm), gerando um tamanho médio de partículas entre 10 e 15 mm. Desse modo, existem silagens com diferentes tamanhos de partículas, e a adequação das proporções entre os diferentes tamanhos seria a responsável pela maior aceitação e, finalmente, maior produção animal.

A relação entre tamanho de partícula e qualidade da silagem de milho foi evidenciada por Neumann et al. (2007), ao avaliarem diferentes tamanhos de partículas (2 a 6 e 10 a 20 mm para partículas pequenas e grandes, respectivamente) e diferentes alturas de corte (baixo e alto) da planta de milho, concluíram que partículas menores determinam maior eficiência de compactação da massa ensilada, diminuindo gradientes de temperatura e pH na desensilagem, quando comparadas com silagens de partículas grandes.

A utilização de partículas pequenas na confecção das silagens pode definir menores custos de produção e menores perdas durante a retirada e a distribuição das silagens aos animais. Porém, não é possível eliminar perdas de MS das silagens, especialmente quando estas apresentam teores de MS abaixo de 30% (BALSALOBRE; NUSSIO; MARTHA JUNIOR, 2001).

Máquinas que apresentem excesso de picagem e/ou dilaceração das partículas ocasionados pelo uso de equipamentos indevidos ou mal regulados, podem promover rompimento das membranas celulares do tecido vegetal com consequente extravasamento de líquido celular, lixiviação de nutrientes e formação de efluentes durante a fermentação. O resultado será uma silagem malconservada, com altos índices de perdas de nutrientes e que estará constantemente promovendo poluição ambiental. O problema torna-se mais grave, quando se trata de forragens cortadas com alta umidade (<27% de MS).

O adequado tamanho de partícula da silagem exerce efeito favorável ao consumo de MS e à taxa de passagem pelo trato digestivo, consequentemente, eleva o aporte de energia para o animal (KONO-

NOFF; HEINRICHS; LEHMAN, 2003). Por outro lado, o menor tamanho de partícula pode ter efeito negativo no rúmen, resultando em menor tempo de ruminação e, consequentemente, queda na produção de bicarbonato (NEUMANN et al., 2007), que é importante por exercer efeito de tamponamento do ambiente ruminal.

Vários trabalhos foram conduzidos, utilizando diferentes tamanhos de partículas de forragens (HEINRICHS; KONONOFF, 2002; SCHWAB et al., 2002; KONONOFF; HEINRICHS, 2003), e mostraram que a redução no tamanho de partícula tem influência em diminuir as atividades de ruminação, de produção de saliva e o favorecimento para a ocorrência de distúrbios metabólicos. De outra forma, Kononoff e Heinrichs (2003) não observaram diferenças significativas na atividade de ruminação, ingestão de MS, pH ruminal, digestão aparente de carboidratos totais e de fibras e a produção de leite de vacas em início de lactação, quando se reduziu o tamanho de partículas da silagem de milho.

À medida que as partículas da porção vegetativa da silagem de milho diminuem de tamanho, existe a tendência de, simultaneamente, ocorrer uma proporcional redução do tamanho das partículas de grãos, aumentando a área disponível para o ataque microbiano o que resulta em maior extensão da fermentação dessa fração no rúmen. Entretanto, não necessariamente, a redução no tamanho de partículas possui efeito sobre o processamento de grãos na silagem, tornando-se necessária uma atenção especial e a utilização de equipamentos apropriados para esse fim. Atualmente, os maquinários autopropelidos já possuem um equipamento que permite o processamento da planta de milho com partículas de maior tamanho na porção vegetativa, associada a uma eficaz fragmentação dos grãos.

PROCESSAMENTO DOS GRÃOS NA SILAGEM

Segundo Factori (2008), o processamento físico dos grãos constitui estratégia importante para a colheita de plantas, principalmente em avançado estágio de

maturação, sendo que, com o avançar do ciclo, ocorre maior deposição de amido nos grãos. Assim, plantas com teor de MS inferior a 35% possuem menor participação desse carboidrato em sua composição, sendo, nesse caso, difícil de prever o benefício do processamento da fração grãos. Portanto, espera-se um aumento significativo no desempenho animal, quando as plantas são colhidas no estágio de grão farináceo.

A principal intenção do processamento mecânico é quebrar o revestimento exterior do grão e facilitar o acesso microbiano para as reservas de amido e, consequentemente, aumentar a digestão ruminal do amido total (RÉMOND et al., 2004). Ainda segundo esses autores, o processamento e a digestibilidade podem variar de acordo com a vitreosidade dos grãos.

De acordo com Owens e Zinn (2005), o endosperma do grão de milho normalmente representa entre 80% a 85% de sua massa total, sendo esse basicamente composto de amido (80%). O endosperma pode ser classificado em dois tipos, o vítreo e o farináceo.

O endosperma vítreo, também chamado endosperma córneo, é a fração amarelo-escura localizada mais externamente no grão; nesse local o amido é altamente vítreo e compactado em células com formatos poligonais envoltos em uma densa matriz proteica (PEREIRA et al., 2004). O endosperma farináceo, localizado próximo ao centro do grão, é mais opaco. Os grânulos de amido contidos nesse endosperma possuem formas de grandes esferas que são pouco organizadas e não incorporadas a uma matriz proteica ou com uma matriz proteica descontínua (OWENS; ZINN, 2005).

A matriz proteica contida nos grânulos de amido, principalmente do endosperma vítreo, é um fator limitante, quando se refere à disponibilidade desse carboidrato para o aproveitamento na nutrição de ruminantes, pois impede a atuação de enzimas, de bactérias e de protozoários sobre este (LOPES et al., 2002). Segundo esses autores, o processo de ensilagem pode melhorar a disponibilidade e/ou a utilização do amido dos grãos, dependendo do método, espécie

animal e fonte dos grãos, pois a fermentação ocorrente no processo de conservação de plantas forrageiras atua de forma positiva sobre a fração grãos, rompendo esta matriz proteica e disponibilizando o amido para ser aproveitado na forma de ácidos graxos voláteis no metabolismo animal.

A quebra dos grãos durante a confecção das silagens é um ponto importante que aumenta a produção animal sem aumentar significativamente os custos produtivos e a mão de obra. Os animais de alta produtividade, principalmente aqueles com aptidão leiteira, apresentam uma alta taxa de passagem, ou seja, o alimento passa para os outros compartimentos do estômago e para os intestinos de forma rápida. Assim, quando os grãos encontram-se processados, maior é a área de contato do amido com os microrganismos ruminais, permitindo sua melhor digestão.

A digestibilidade da fração fibrosa pode variar de 30% a 55%, representando um diferencial de energia suficiente para a produção de mais de 2 litros de leite de vaca/dia; em compensação, a digestibilidade do amido pode variar de 50% a 90%, representando mais de 2,7 litros de leite/vaca/dia (FERREIRA, 2001). Essa ampla diferença na digestibilidade do amido pode ser reduzida com o processamento dos grãos, aumentando sua participação na dieta total dos animais, favorecendo o crescimento microbiano ruminal.

O melhoramento genético vegetal proporcionou a obtenção de híbridos de milho com rápida taxa de secagem dos grãos. Atualmente, é possível observar em vários híbridos de milho um estado de plantas totalmente verdes (*stay green* excelente/ótimo), porém, com os grãos já em estágio avançado de maturação fisiológica. Em silagens confeccionadas com esses materiais, existe uma grande possibilidade de encontrar aquelas com teores de MS abaixo de 30% e grãos de milho no esterco dos animais. Isto tem recebido maior atenção dos produtores e pesquisadores nos últimos tempos, os quais vêm buscando tecnologias que permitam maior aproveitamento dos grãos. Assim, acessórios opcionais para

acoplagem nas ensiladeiras, os processadores de grãos, têm sido desenvolvidos pelas indústrias, sendo um reflexo da preocupação para com essa problemática.

Em um trabalho conduzido por Szasz et al. (2007), ao avaliarem híbridos de milho com diferentes texturas de grãos, para confecção de silagens de grãos úmidos, evidenciou-se que os híbridos que apresentavam grãos com maior vitreosidade foram mais digestíveis em relação aos que apresentavam menor vitreosidade. Esses autores sugerem que os efeitos negativos da maior vitreosidade dos grãos podem ser contornados pelo seu maior processamento e a atuação dos ácidos oriundos da fermentação das silagens. Porém, Corona, Owens e Zinn (2006) só observaram melhoria na digestibilidade de grãos de milho com alta vitreosidade, quando submetidos à floculação, sugerindo melhorias no nível de carboidratos totais e da fração proteica.

De acordo com Owens e Zinn (2005), o processamento dos grãos de milho na silagem só é justificado, quando estes grãos já apresentam uma alta taxa de deposição de amido, caracterizando um estágio avançado no ciclo da cultura. No entanto, sugere-se que em se tratando de teores de MS maiores que 33%, já é possível observar resposta quanto a sua utilização.

Logo, o processamento do grão na silagem, principalmente em casos de colheita em estágio reprodutivo avançado, possui grande relação com a degradabilidade efetiva da MS. Factori (2008) efetuou um processamento, utilizando maquinário para confecção de silagem de grãos úmidos após o corte da forragem com uma ensiladeira convencional, visando obter efeito apenas sobre os grãos da massa de milho colhida em diferentes épocas, sendo estas nos estádios R4 e R6 (grão farináceo e plenamente duro, respectivamente). Esse autor concluiu que o processamento do grão influenciou em maior degradabilidade ruminal, com média de 50,3%, para o tratamento com esmagamento da forragem, e 42,0%, para o tratamento sem o esmagamento.

RESULTADOS DE PESQUISA

Casos de silagens com fragmentação ineficiente dos grãos, em que é possível visualizá-los maldigeridos no esterco dos animais, gera preocupação por representar falha na eficiência do processo. Nesses casos, grande parte dos esforços despendidos na fase agrônômica se esvai, com o baixo aproveitamento, pelos animais, do amido produzido pelas plantas. Portanto, a eficiência na digestão do amido de silagens de espécies graníferas é um desafio para os agentes do sistema produtivo de ruminantes.

Marafon (2013) avaliou uma alternativa que propunha o maior aproveitamento do amido da silagem de milho por meio do uso de um acessório acoplado à ensiladeira, desenvolvido com o intuito de proporcionar maior fragmentação dos grãos da planta. As lavouras foram colhidas em dois estádios reprodutivos, em R3-R4 ou R5 (apresentando grão pastoso a farináceo ou farináceo a duro, respectivamente), quando as plantas apresentaram teores de MS de 31,35% e 39,03%, nos respectivos estádios (Quadro 1).

Utilizando uma adaptação do método de avaliação do tamanho de partículas, sugerido por Heinrichs e Kononoff (2002), Marafon (2013) observou diferenças significativas apenas nas partículas de tamanho entre 7 a 19 mm e inferior a 7 mm, tanto para os diferentes estádios de colheita quanto para os diferentes processamentos. No entanto, as proporções de partículas retidas nas peneiras apresentaram-se de acordo com as recomendações.

Foi evidenciada grande alteração nas proporções de grãos inteiros presentes nas silagens entre os diferentes estádios de colheita, sendo 2,59% da massa total para o estágio R3-R4 e 10,27% para o estágio R5, justificados pela maior deposição de amido no estágio mais avançado da planta de milho. Portanto, a maior maturidade das plantas favorece a vitreosidade dos grãos, o que impõe maior dificuldade para a ensiladeira realizar sua fragmentação e proporciona elevada quantidade de grãos inteiros na silagem.

Esta situação remete a um contraponto bastante discutido na ciência da silagem, em que, de um lado, podem-se colher as plantas em estágio imaturo e obter uma silagem com menor proporção de grãos, porém eficientemente fragmentados; de outro, pode-se tardar a colheita das plantas e obter maior proporção de grãos na silagem, porém pode carregar em má fragmentação e digestão desses grãos. Entretanto, não se pode esquecer de considerar a faixa de teores de MS ideal à fermentação da massa.

Em outras palavras, tardar a colheita do milho para aumentar a quantidade de grãos na silagem requer maquinários eficientes para fragmentação dos grãos e compactação da massa. Apesar de a maturação da planta também causar redução na digestibilidade do grânulo de amido, pelo desenvolvimento de uma matriz proteica envoltória, geralmente a maior quantidade de amido depositada supera os efeitos da perda da digestibilidade, proporcionando melhor desempenho animal com silagens mais maduras.

No trabalho de Marafon (2013), a produção de MS apresentou diferenças, conforme o estágio de colheita da planta, demonstrando valores de 16.816 kg/ha, em R3-R4, e 18.300 kg/ha, em R5. Também foram encontradas diferenças na proporção de grãos da massa, quando plantas colhidas em R3-R4 apresentaram 32,35% de grãos, enquanto as colhidas em R5 apresentaram 39,85% de grãos.

No experimento relatado (MARAFON, 2013), quando se utilizou o acessório quebrador de grãos na ensiladeira, foi possível observar uma significativa diminuição no percentual de grãos inteiros na silagem colhida no estágio R5, reduzindo de 11,85% (sem quebrador de grãos) para 8,70% (com quebrador de grãos), demonstrando uma atuação benéfica desse acessório sobre a fragmentação desses grãos inteiros, na ordem de 26,58% (Quadro 1).

O fato de o acessório quebrador de grãos não ter influenciado drasticamente na proporção dos diferentes tamanhos de partículas da forragem pode ser considerado um ponto positivo, pois sua utilização não

QUADRO 1 - Distribuição porcentual por peneiras das partículas e grãos inteiros (base no peso in natura) presentes na massa das silagens colhidas em diferentes estádios de maturação, associadas ao uso do equipamento quebrador de grãos

Acessório quebrador de grãos	Estádio reprodutivo		Média
	R3-R4	R5	
	Peneira > 19 mm (%)		
Sem	12,00	12,00	12,00 a
Com	12,17	12,35	12,26 a
Média	12,08 A	12,17 A	
	Peneira entre 7 a 19 mm (%)		
Sem	50,00	46,62	48,31 a
Com	46,30	43,45	44,87 b
Média	48,15 A	45,03 B	
	Peneira < 7 mm (%)		
Sem	38,02	41,37	39,69 a
Com	41,52	44,25	42,88 b
Média	39,77 B	42,81 A	
	⁽¹⁾ Grãos inteiros na silagem (% na MS)		
Sem	2,60 aB	11,85 a A	7,22
Com	2,57 aB	8,70 b A	5,63
Média	2,59	10,27	

FONTE: Marafon (2013).

NOTA: Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na linha, diferem entre si pelo Teste F a 5%. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo Teste F a 5%. MS - Matéria seca.

(1) Na interação entre estágio reprodutivo e processamento de grãos, letras minúsculas diferentes na coluna, compara-se o efeito do estágio reprodutivo dentro de cada processamento, enquanto letras maiúsculas diferentes na linha, compara-se o efeito do processamento dentro de cada estágio reprodutivo, pelo Teste F a 5%.

causou efeito na fragmentação da fração fibrosa, evitando, assim, um desbalanço na proporção ideal do tamanho de partículas retidas nas peneiras.

Portanto, esses dados permitem considerar que o processo de ensilagem de milho em estágio de grãos pastosos a farináceos pode ser realizado com ensiladeiras convencionais e, desde que bem reguladas, garantem eficácia na fragmentação dos grãos e do tecido fibroso. Já ao tardar a colheita para estágio de farináceo a duro, é provável que esse processo exija equipamentos mais específicos, desenvolvidos e testados para garantir que o amido acumulado não seja desperdiçado pelos animais, por causa da dificuldade de digestão dos grãos duros e que, possivelmente, permanecerão inteiros.

O Núcleo de Produção Animal (Nupran) da Universidade Estadual do Centro-Oeste no Paraná (Unicentro), vem desenvolvendo uma pesquisa com 26 confinadores de bovinos de corte na região central do estado do Paraná, com a finalidade de caracterizar e identificar os principais pontos críticos relacionados à confecção de alimentos volumosos conservados.

Em razão do favorecimento em clima e fertilidade do solo, os produtores de bovinos dessa região, os quais utilizam volumosos conservados na dieta dos animais, fundamentam-se na cultura do milho para uso na forma de silagem. Essa pesquisa foi realizada entre as safras de 2010/2011 e 2011/2012, abrangendo cerca de 630 ha de milho cultivado para silagem em cada ano, demonstrando média de cultivo de 24,2 ha por produtor.

As lavouras atingiram produtividade média de 63.348 kg/ha de forragem úmida e 21.123 kg/ha de forragem seca. A composição dessa forragem, na MS, apresentou-se com 41,3% de grãos; 20,1% de colmo; 19,5% de folhas e 19,1% de brácteas mais sabugo.

De acordo com Neumann et al. (2011), um híbrido de milho, com boas características para produção de silagem, deve-se apresentar no dia da colheita com menos de cinco folhas secas por planta, altura de plantas entre 1,9 e 2,6 m e inserção da espiga de 0,8 a 1,2 m, produção de forragem úmida acima de 55.000 kg/ha e de forragem seca acima de 18.000 kg/ha e mais de 7.000 kg/ha de grãos, além de apresentar, em sua composição, menos de 25% de colmos, acima de 15% de folhas, menos de 20% de brácteas e sabugos e mais de 40% de grãos no momento da ensilagem.

Os valores encontrados nesse estudo situam-se dentro das faixas de recomendação de parâmetros quanti-qualitativos de híbridos de milho para ensilagem. Portanto, trata-se de lavouras com pleno potencial de originar silagens de alta qualidade e quantidade, o que possibilita reduzir custos

com alimentos concentrados pelo fornecimento de um alimento de valor nutritivo constante, ao longo do ano, e com baixo custo de produção por unidade de energia conservada.

Direcionando o foco dessa pesquisa para o ajuste ideal do tamanho de partícula e o processamento dos grãos da forragem na colheita da cultura e visando identificar problemas que os erros nessa etapa do processo podem acarretar ao longo do período de conservação e fornecimento do alimento, adotou-se como método de avaliação das partículas o sistema de peneiras portáteis (Fig. 2), adaptado do equipamento original SPPS.

O equipamento separador de partículas de forragem utilizado possui duas peneiras que permitem a estratificação da amostra em três porções, considerando o fundo fechado que retém a última parte. A peneira superior possui crivos redondos que retêm a fração da forragem picada acima de 19,0 mm; a peneira intermediária retém partículas entre 19,0 e 7,8 mm e, por fim, no fundo do equipamento ficam retidas as partículas com menos de 7,8 mm.

A avaliação do tamanho de partículas da forragem no momento do corte é uma prática importante e comumente realizada nos processos de ensilagem norte-americanos. Entretanto, no Brasil, ainda é pouco utilizada e/ou difundida por produtores e técnicos. O uso do equipamento separador de partículas consiste em um método prático para a avaliação da picagem da massa, proporcionado pelo processamento das ensiladeiras no ato da colheita da forragem.

A técnica consiste na inserção de uma amostra de forragem no equipamento, que será agitado uniformemente em uma superfície plana, para a segregação das partículas por tamanho. Em seguida, deve-se proceder à coleta e à pesagem de cada estrato, para a realização dos cálculos das proporções de forragem retida em cada peneira em relação à amostra total.

Recomenda-se que esse procedimento seja realizado no campo, durante a ensilagem, no mínimo três vezes ao dia, e que seus resultados sejam os balizadores da tomada de decisão para a regulagem e a afiação das facas das ensiladeiras. A adoção dessa recomendação permitirá o monitora-

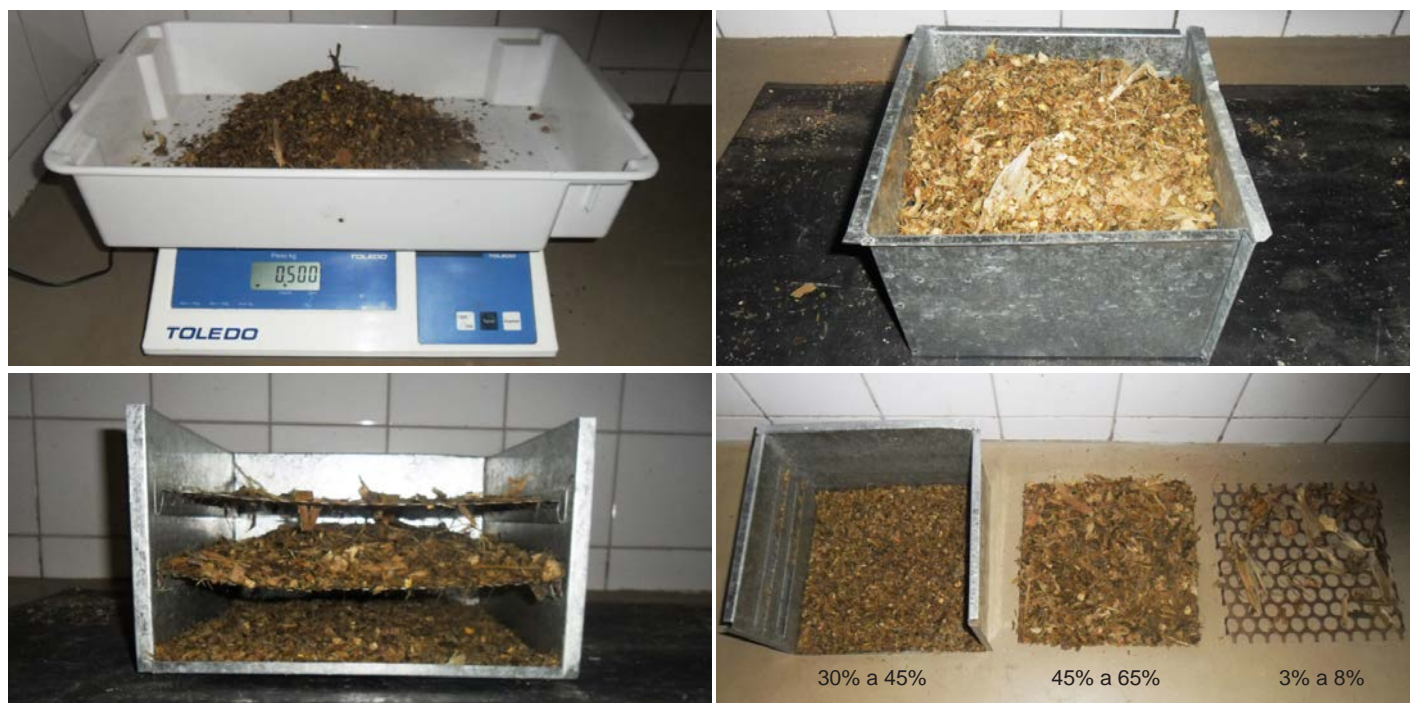


Figura 2 - Equipamento separador de partículas de forragem

NOTA: Como este equipamento não possui a peneira de 1,18 mm, diferente do equipamento sugerido por Heinrichs e Kononoff (2002), o limite máximo para o extrato inferior é de 45% da massa de forragem, e não 40%, por conter as partículas abaixo de 1,67 mm.

mento constante da qualidade da forragem picada e a afiação das facas no momento oportuno, evitando, assim, a obtenção de forragens malprocessadas ou a afiação desnecessária das facas da ensiladeira.

Em suma, forragens processadas com partículas de tamanho elevado dificultam a acomodação da massa nos reboques de transporte, diminuindo o rendimento da carga. Da mesma forma prejudicam a compactação, promovendo maior porosidade da massa e, conseqüentemente, maior quantidade de oxigênio dentro do silo.

A elevada proporção de partículas de tamanho grande permite maior seleção de alimento no cocho, que resulta em desperdícios. E tratando-se de forrageiras graníferas como o milho e o sorgo, podem apresentar grãos malfragmentados, reduzindo, dessa forma, a digestibilidade do amido.

Além dos critérios de acomodação da massa no silo, para obtenção de um ambiente favorável à fermentação desejável, a adequação do tamanho de partículas da forragem também exige atenção quanto à proporção em que esta será incluída na ração, e a espécie e categoria de animal para as quais será fornecida.

De acordo com Heinrichs e Kononoff (2002), quando a silagem de milho for a única fonte de volumoso, recomenda-se que as partículas retidas na peneira superior (>19 mm) representem em torno de 8% da amostra. Porém, quando existir outra fonte de fibra longa, é recomendável que nessa peneira fiquem retidas apenas 3% da amostra, tendo como intuito permitir um maior processamento dos grãos.

O Gráfico 1 apresenta a média da proporção de partículas retidas em cada peneira das amostras de silagem coletadas dos produtores da região central do estado do Paraná, em cada ano de avaliação.

No primeiro ano de desenvolvimento dessa pesquisa, identificou-se que a distribuição de partículas da silagem encontrava-se ligeiramente fora do intervalo da faixa recomendado para a peneira superior, a qual reteve 9,5% da amostra. O maior tamanho das partículas no primeiro

ano de avaliação determinou uma menor proporção de forragem depositada no fundo do equipamento, apresentando valor no limite da recomendação (30%).

Apesar de os desvios serem aparentemente ínfimos e pouco influentes, ao analisar o Gráfico 2 pode-se observar que, no primeiro ano, 29% da MS da silagem era composta de grãos inteiros e semi-inteiros (grãos apresentando mais que 2/3 do tamanho integral), sendo que 13,8% da massa era composta somente por grãos inteiros.

Considerando esses altos valores de grãos malfragmentados no primeiro ano, após a apresentação desses resultados

aos produtores, no segundo ano de avaliação as silagens apresentaram melhor distribuição das partículas nas peneiras (Gráfico 1). Houve menor participação de grãos inteiros e semi-inteiros (22% da MS) ou somente inteiros (8,4% da MS). O tamanho médio das partículas das silagens no primeiro ano foi de 12,4 mm na média dos produtores, enquanto que, no segundo ano, foi de 10,1 mm, sendo que o intervalo recomendado situa-se entre 10 e 15 mm.

Foi possível classificar e agrupar os produtores nas silagens avaliadas, conforme a qualidade do processamento da forragem, na ensilagem, em: Grupo A -

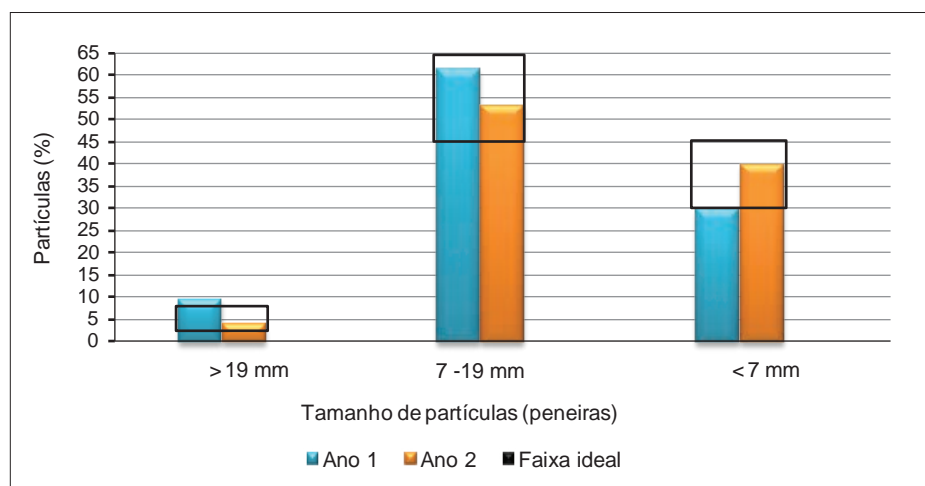


Gráfico 1 - Distribuição de partículas, conforme a peneira e o ano de avaliação da silagem de milho de produtores da região central do estado do Paraná

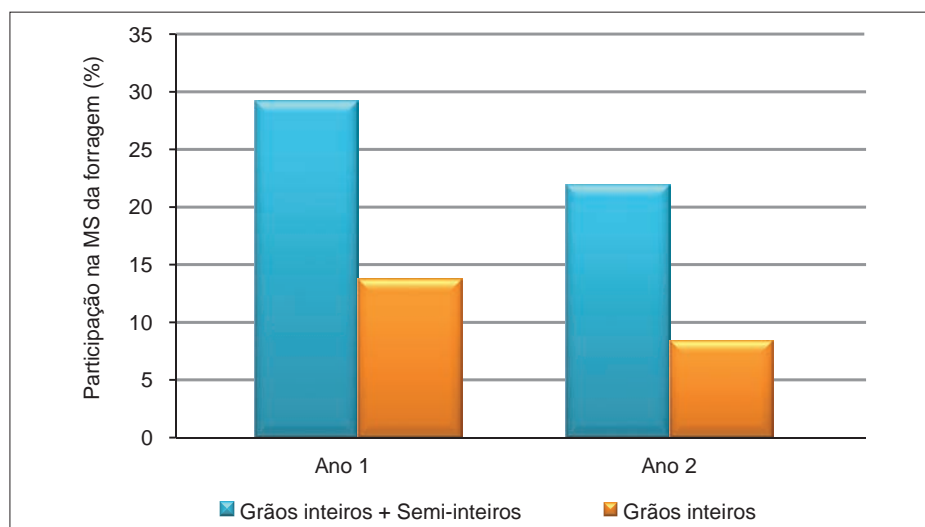


Gráfico 2 - Participação de grãos inteiros mais semi-inteiros e somente inteiros na matéria seca (MS) das silagens de milho de produtores da região central do estado do Paraná

produtores com distribuição adequada de partículas nas peneiras; Grupo B - produtores com distribuição inadequada de partículas nas peneiras.

Com base no Gráfico 3, no primeiro ano da pesquisa, 69% dos produtores cometeram falhas no processamento da forragem e tiveram sua silagem classificada como inadequada, de acordo com a recomendação de distribuição das partículas no equipamento de avaliação. É importante salientar que apenas dois dos produtores com silagem inadequada erraram pelo excesso de picagem, estando os outros produtores inadequados pela deficiência na fragmentação da forragem, sendo que a maior dificuldade foi a fragmentação abaixo de 7 mm (Gráfico 4).

Já no segundo ano de avaliação, após a identificação da dificuldade de fragmentação da forragem, somente 52% dos produtores tiveram sua silagem classificada como inadequada em tamanho de partícula. Apesar da discreta melhoria do percentual de silagens adequadas, no segundo ano de avaliação, surpreendentemente ou não, apenas um dos produtores com silagem inadequada foi penalizado pela deficiência de picagem, estando todos os demais inadequados pelo excesso de picagem do material.

No primeiro ano de avaliação, o tamanho médio de partículas das silagens adequadas foi de 11,1 mm, enquanto que as inadequadas apresentaram tamanho médio de 13,1 mm. Já no segundo ano da avaliação, silagens com picagem adequada tiveram o tamanho médio de partículas de 10,4 mm, enquanto as silagens inadequadas atingiram tamanho médio de partículas de 9,4 mm.

No Gráfico 4, é possível observar que o principal problema identificado nas silagens inadequadas do segundo ano foi o excesso de partículas abaixo de 7 mm, embora tenha sido verificado que alguns produtores não atingiram 1% da silagem retida na peneira de 19 mm.

Conforme o Gráfico 5, no primeiro ano, as silagens inadequadas apresentaram maior quantidade de grãos inteiros na massa, por causa do maior tamanho médio

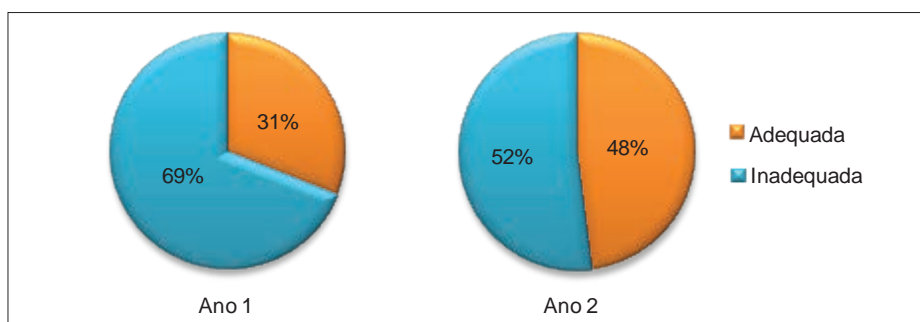


Gráfico 3 - Percentual de silagens com adequada e inadequada distribuição de partículas nas peneiras, de acordo com o ano de avaliação

NOTA: Amostras de silagens de milho de produtores da região central do estado do Paraná.

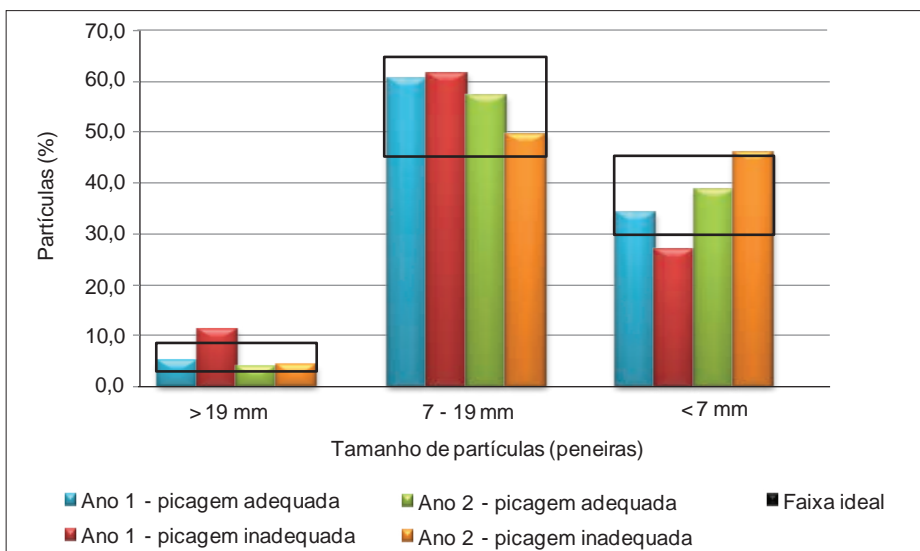


Gráfico 4 - Distribuição das partículas das silagens com tamanho adequado ou inadequado de acordo com o ano de avaliação

NOTA: Amostras de silagens de milho de produtores da região central do estado do Paraná.

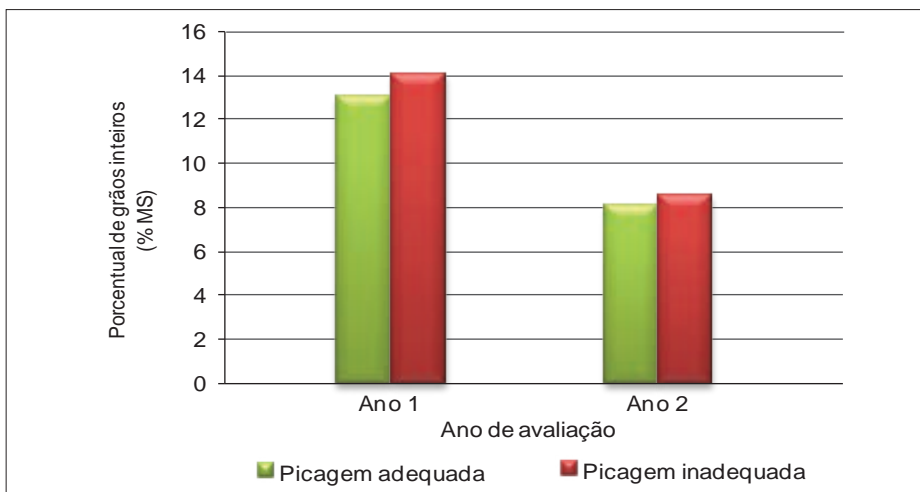


Gráfico 5 - Percentual de grãos inteiros na silagem de milho, conforme a classificação na fragmentação e ano de avaliação

NOTA: Amostras de silagens de milho de produtores da região central do estado do Paraná.

de partículas obtido. Já no segundo ano, quando as silagens estavam inadequadas pelo excesso de picagem, não se observou redução da quantidade de grãos inteiros na massa com a maior fragmentação. Portanto, o excesso de picagem da forragem não diminuiu o percentual de grãos inteiros.

A deficiência na fragmentação da forragem resulta, dentre outros problemas, na dificuldade de compactação da massa no silo, promovendo, com isso, maior aeração da massa e, conseqüentemente, elevada perda de energia da forragem. Neste estudo, conforme se observa no Gráfico 6, no primeiro ano de avaliação, quando se identificou que as silagens inadequadas estavam com tamanho de partículas acima do recomendado, observou-se pior compactação em relação às silagens adequadas. Já no segundo ano de avaliação, quando os erros de fragmentação ocorreram por excesso de picagem, as silagens apresentaram massas específicas semelhantes.

No Quadro 2, estão presentes algumas variáveis que podem auxiliar na interpretação da qualidade nutricional das silagens classificadas de acordo com a eficiência no processamento das partículas.

Houve semelhança entre os teores de MS das silagens classificadas de acordo com a distribuição das partículas, apresentando valor médio de 39,8% de MS. Maiores diferenças foram observadas para os teores de FDN e fibra em detergente ácido (FDA), sendo que as silagens com distribuição de partículas inadequadas apresentaram maiores valores para essas variáveis, principalmente no primeiro ano de avaliação, quando as silagens inadequadas estavam com tamanho de partículas acima do recomendado e apresentado menor compactação da massa.

Os maiores valores de FDN e de FDA podem estar relacionados com o maior consumo de carboidratos solúveis durante a fermentação e a armazenagem, significando maiores perdas de energia.

Não foram encontradas grandes alterações dos teores de proteína bruta (PB), apresentando valor médio de 6,4%, e dos

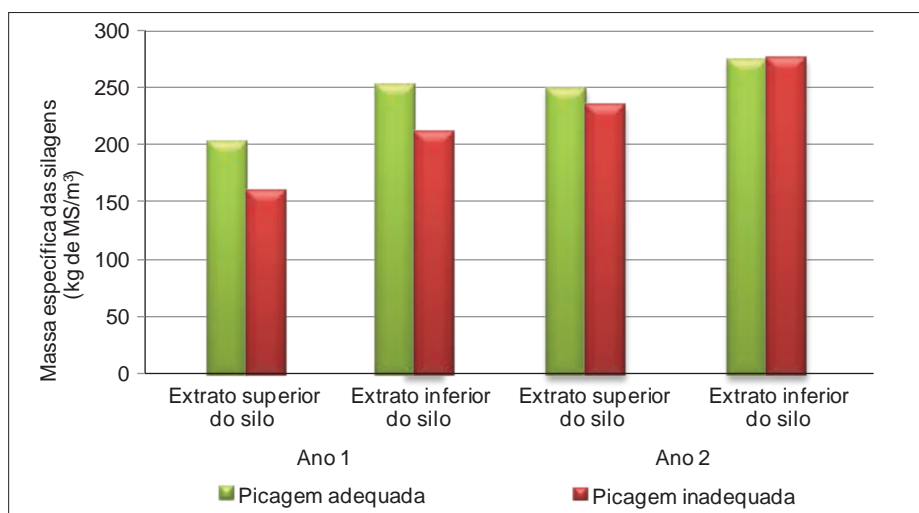


Gráfico 6 - Massa específica obtida com a compactação das silagens, conforme a classificação na fragmentação, extrato do silo e o ano de avaliação

NOTA: Amostras de silagens de milho de produtores da região central do estado do Paraná.

QUADRO 2 - Variáveis qualitativas de silagens de milho classificadas como de adequada ou inadequada distribuição de tamanho de partículas, conforme o ano de avaliação

Distribuição de partículas da silagem	Ano de avaliação		Média
	Ano 1	Ano 2	
Teor de MS (%)			
Adequada	40,4	39,2	39,8 a
Inadequada	39,1	40,6	39,8 a
Média	39,8 A	39,9 A	
Teor de FDN (%)			
Adequada	48,7	49,6	49,1 b
Inadequada	50,7	51,8	51,2 a
Média	49,7 A	50,7 A	
Teor de FDA (%)			
Adequada	27,1	26,8	26,9 b
Inadequada	29,1	28,2	28,6 a
Média	28,1 A	27,5 A	
Teor de PB (%)			
Adequada	6,8	6,0	6,4 a
Inadequada	7,2	5,5	6,4 a
Média	7,0 A	5,7 A	
pH			
Adequada	4,00	3,89	3,94 a
Inadequada	4,04	3,84	3,94 a
Média	4,02 A	3,86 A	
Índice de valor relativo do alimento			
Adequada	134,2	132,6	133,4 a
Inadequada	125,4	123,2	124,3 b
Média	129,8 A	127,7 A	

NOTA: Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na linha, diferem entre si pelo Teste F a 5%. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na coluna, diferem entre si pelo Teste F a 5%. Amostras de silagens de milho de produtores da região central do estado do Paraná.

MS - Matéria seca; FDN - Fibra em detergente neutro; FDA - Fibra em detergente ácido; PB - Proteína bruta.

valores de pH, com média de 3,94. Já para o valor relativo do alimento (VRA), as silagens com tamanho adequado de partícula apresentaram valor de 133,4, enquanto as de tamanho inadequado apresentaram valor de 124,3.

O VRA representa um índice que combina informações nutricionais com potencial de ingestão e digestibilidade do alimento, considerando-se que, para silagens de milho, o valor recomendado situa-se acima de 125. Portanto, a correta fragmentação das partículas garante melhor qualidade nutricional e proporciona maior consumo e digestibilidade das silagens pelos animais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, o método de avaliação do processamento das partículas e dos grãos das silagens é feito, na maioria das vezes, de forma empírica pela observação do aspecto visual da forragem picada.

O procedimento de mensuração da distribuição das partículas da forragem picada consiste em uma técnica prática e de fácil utilização, que permite a padronização do processamento mecânico da forragem e seu resultado deve ser designado como parâmetro base para a regulação do maquinário.

A padronização do tamanho de partículas dentro das faixas recomendadas de distribuição e a eficácia no quebramento dos grãos são etapas do processo de ensilagem que, quando realizadas adequadamente, podem proporcionar melhoria das condições requeridas ao correto processo de conservação, minimizando perdas de energia e também favorecendo a melhor expressão do desempenho animal.

REFERÊNCIAS

- ABIEC. **Estatísticas**: balanço da pecuária. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/texto.asp?id=8>>. Acesso em: jul. 2013.
- BALSALOBRE, M.A.; NUSSIO, L.G.; MARTHA JUNIOR, G.B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:SBZ, 2001. p.890-911.
- CORONA, L.; OWENS, F. N.; ZINN, R. A. Impact of corn vitreousness and processing on site and extent of digestion by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.84, n.11, p.3020-3031, Nov. 2006.
- FACTORI, M.A. **Degradabilidade ruminal de híbridos de milho em função do estágio de colheita e processamento na ensilagem**. 2008. 40p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2008.
- FERREIRA, J.J. Estágio de maturação ideal para ensilagem do milho e sorgo. In: CRUZ, J.C. et al. (Ed.). **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. cap. 16, p. 405-428.
- HEINRICHS, P.J.; KONONOFF, P.J. **Evaluating particle size of forages and TMRs using the New Penn State Forage Particle Separator**. State College: The Pennsylvania State University, 2002. 14p. (The Pennsylvania State University. Cooperative Extension DAS 0242).
- IBGE. **Estatística da produção pecuária**. [Rio de Janeiro], 2012. 35p.
- KONONOFF, P.F.; HEINRICHS, A.J. The effect of corn silage particle size and cottonseed hulls on cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.86, n.7, p.2438-2451, Jul. 2003.
- KONONOFF, P.J.; HEINRICHS, A.J.; LEHMAN, H.A. The effect of corn silage particle size on eating behavior, chewing activities and rumen fermentation in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.86, n.10, p.3343-3353, Oct. 2003.
- LOPES, A.B.R.C. et al. Efeito do processo de ensilagem de grãos úmidos de milho nas características microscópicas do amido. **Brazilian Journal of Food and Technology**, v.5, n.2, p.177-181, 2002.
- MCDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: J. Wiley, 1991. 207p.
- MARAFON, F. **Efeito da colheita da planta de milho em diferentes estádios reprodutivos e do processamento do grão sobre a qualidade da silagem**. 2013. 96p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava-PR, 2013.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed. rev. Washington, 2001.
- NEUMANN, M. et al. Aplicação de procedimentos técnicos na ensilagem do milho visando maior desempenho animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 4., 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: Sthampa, 2011. p.95-130.
- NEUMANN, M. 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**, Viçosa, MG, v.36, n.5, p.1395-1405, set./out. 2007.
- OWENS, F.; ZINN, R.A. Corn grain for cattle: influence of processing on site and extent of digestion. **Proceedings Southwest Nutrition Conference**, v.1, n.1, p.86-112, 2005.
- PEREIRA, M.N. et al. Ruminant degradability of hard or soft texture corn grain at three maturity stages. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n.4, p.358-363, 2004.
- PRODUÇÃO DA PECUÁRIA MUNICIPAL 2012. Rio de Janeiro: IBGE, v.40, 2012. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2012/ppm2012.pdf>. Acesso em: abr. 2013.
- RÉMOND, D. et al. Effect of corn particle size on site and extent of starch digestion in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.87, n.5, p.1389-1399, May. 2004.
- SCHWAB, E.C. et al. Processing and chop length effects in brown-midrib corn silage on intake, digestion, and milk production by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.85, n.3, p.613-623, Mar. 2002.
- SZASZ, J.I. et al. Influence of endosperm vitreousness and kernel moisture at harvest on site and extent of digestion of high-moisture grain by feedlot steers. **Journal of Animal Science**, v.85, n.9, p.2214-2221, Sept. 2007.

Utilização de aditivos na ensilagem da cana-de-açúcar

Carla Luiza da Silva Ávila¹

José Cardoso Pinto²

Beatriz Ferreira Carvalho³

Resumo - A cana-de-açúcar é tradicionalmente utilizada na alimentação animal sob a forma verde picada. Seu emprego na forma de silagem tem crescido, como opção para concentrar a colheita e facilitar o manejo do rebanho. Essa forrageira possui características favoráveis para a produção de silagem, porém é suscetível a um alto grau de fermentação alcoólica por leveduras, o que resulta em perdas de matéria seca (MS) e acúmulo de componentes fibrosos, com a redução da digestibilidade. A adição de aditivos tem sido recomendada. Dentre os aditivos mais estudados estão a ureia, aditivos alcalinizantes, aditivos sequestradores de umidade, aditivos ácidos e seus sais e inoculantes bacterianos. Alguns têm mostrado resultados benéficos, quanto ao valor nutricional da silagem, entretanto não reduzem efetivamente as perdas de MS, como é o caso da ureia e dos sequestradores de umidade. Outros, no entanto, reduzem aparentemente as perdas de MS, mas podem piorar a qualidade microbiológica das silagens, como os aditivos alcalinizantes e absorventes. Os inoculantes têm sido uma opção promissora, mas a busca por espécies bacterianas que trazem melhores benefícios deve ser contínua e incentivada. Os aditivos devem ser utilizados com o objetivo de otimizar o processo e isto é possível, quando todas as outras etapas são conduzidas de forma adequada. Além disso, os aditivos devem ser aplicados respeitando as recomendações do fabricante ou do responsável pela assistência técnica da propriedade.

Palavras-chave: Silagem. Forragem. Alcalinizante. Fermentação. Inoculante. Ureia.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma planta forrageira amplamente utilizada na alimentação animal. Pode ser utilizada como principal volumoso em fazendas produtoras de leite e em confinamentos de gado de corte. Além da alta produtividade de forragem (80 a 150 t/ha/ano de matéria fresca), apresenta, na época seca e de escassez de alimentos, seu melhor valor nutritivo, com alto conteúdo de energia por unidade de matéria seca (MS) produzida, tornando-a economicamente competitiva em relação às demais forrageiras.

A cana-de-açúcar é tradicionalmente fornecida aos animais na forma de forragem fresca picada, o que permite bom desempenho, quando corretamente suplementada com proteínas e minerais (BOIN; TEDESCHI, 1993).

Nos últimos anos, tem crescido o emprego da ensilagem da cana-de-açúcar. Para sua produção, uma grande área do canavial é colhida de uma só vez, concentrando a utilização de mão de obra e maquinário. O corte concentrado possibilita rebrotação mais uniforme e maior eficiência nos tratamentos culturais e nos cuidados pós-colheita, como capina e fertilização. A ensilagem da cana-de-açúcar é

uma boa opção em situações de incêndio, geadas e para o aproveitamento da sobra de forragem, o que evita que permaneça no campo de um ano para outro (cana bisada) e, desse modo, com possibilidade de ocorrência de tombamento e florescimento, situações que reduzem a qualidade dessa forrageira. Em um levantamento sobre as práticas de produção e uso de silagens em fazendas produtoras de leite verificou-se que a silagem de cana-de-açúcar representa cerca de 19% do total da silagem produzida em todo o País, e a adoção dessa tecnologia vem crescendo a cada ano (BERNARDES, 2012).

¹Eng^a Agr^a, D.Sc., Prof. Adj. UFLA - Depto. Zootecnia, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: carlaavila@dzo.ufla.br

²Eng^a Agr^a, D.Sc., Prof. Associado UFLA - Depto. Zootecnia, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: josecard@dzo.ufla.br

³Eng^a Agr^a, Pós-Doutoranda UFLA, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: beatrizfcarvalho@uol.com.br

A cana-de-açúcar apresenta características adequadas para uma boa fermentação no silo, principalmente em função da alta concentração de carboidratos solúveis. No entanto, durante a ensilagem da cana-de-açúcar ocorre intenso crescimento de leveduras que fermentam esses açúcares a etanol, resultando em altas perdas de MS. Por causa disso, a utilização de aditivos tem sido recomendada. No entanto, existem dúvidas com relação ao aditivo mais adequado. Dessa forma, objetiva-se com este trabalho fazer uma revisão dos principais aditivos utilizados na ensilagem da cana-de-açúcar, destacando suas características e os benefícios de sua aplicação.

ENSILAGEM DA CANA-DE-AÇÚCAR

A silagem é produzida basicamente pela fermentação dos açúcares presentes na planta forrageira por bactérias. As principais responsáveis pela fermentação de silagens são as bactérias do ácido láctico (BAL), as quais produzem, principalmente, os ácidos láctico e acético, os quais vão reduzir o pH da silagem. A condição de baixo pH associada à reduzida concentração de oxigênio obtida, principalmente pela boa compactação da silagem, inibe a maioria dos microrganismos que poderiam causar sua deterioração.

Para se obter silagem de boa qualidade é necessário que a planta forrageira apresente características que proporcionem boa fermentação no silo. Dentre essas características, as três principais incluem os teores de MS, de carboidratos solúveis em água (CHOs), (açúcares), e o poder tampão da planta no momento do corte para a ensilagem. A ensilagem de plantas com alto teor de MS, acima de 35%, dificulta a compactação e a fermentação, o que resulta em silagens com alta porosidade, favorecendo o crescimento de fungos filamentosos. Por outro lado, silagens de plantas com baixa concentração de MS, abaixo de 25%, são mais propensas ao crescimento de micror-

ganismos deterioradores, como, por exemplo, bactérias do gênero *Clostridium*, que causam o apodrecimento da silagem. Por isso, a concentração de MS da forragem deve ser monitorada, para que a colheita seja realizada no momento certo.

Os CHOs são o substrato que as BAL utilizam para produzir os ácidos, os quais vão proporcionar a queda do pH e promover a conservação da silagem. Algumas plantas forrageiras, a exemplo dos capins tropicais elefante, tanzânia, tiftons, etc., apresentam baixa concentração de CHOs, o que faz com que a taxa de crescimento da população de BAL e, conseqüentemente, a produção de ácidos e a conservação da forrageira ocorram de forma deficiente.

O poder tampão é a resistência da planta à redução do pH, mesmo diante da presença dos ácidos produzidos pelas bactérias. Silagens com alto poder tampão são mais difíceis de ser preservadas, como as das leguminosas alfafa, guandu, soja perene, etc., em comparação a gramíneas como milho, cana-de-açúcar, sorgo, etc., de poder tampão mais baixo, de modo que nessas plantas a redução do pH ocorre de forma mais rápida e intensa. Essas três características devem ser avaliadas em conjunto diante da opção de ensilar uma ou outra forrageira, e conforme tais características, a aplicação de aditivos na silagem torna-se uma opção ou uma necessidade.

A cana-de-açúcar apresenta teor muito elevado de CHOs, concentração de MS e poder tampão adequados para a ensilagem, o que a torna ideal para ser conservada por esse processo. No entanto, durante a ensilagem da cana, ocorre intenso crescimento de leveduras, que são microrganismos aeróbios facultativos, ou seja, crescem na presença e na ausência de oxigênio. Quando o oxigênio está presente, esses microrganismos crescem rapidamente e na sua ausência, fermentam os açúcares disponíveis, produzindo altas quantidades de etanol. O etanol produzido pela via metabólica $\text{Iglucose} \rightarrow 2 \text{ etanol} + 2 \text{ CO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$, resulta

em, aproximadamente, 49% de perda do substrato na forma de CO_2 (MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991).

O efeito do etanol sobre o sabor do leite ou o consumo de MS pelos animais ainda não está totalmente esclarecido. Embora o etanol possa ser utilizado como fonte de energia para animais ruminantes (DANIEL; NUSSIO, 2011), a presença desse composto na silagem de cana-de-açúcar indica que perdas de MS ocorreram durante a fermentação, resultando em redução na concentração de CHOs e ácidos orgânicos e um aumento proporcional na concentração de fibra da silagem.

Na maioria dos trabalhos realizados para avaliar a silagem da cana-de-açúcar, tem-se observado teores de etanol de 8% a 17% da MS (PEDROSO et al., 2007), resultando em perdas de, aproximadamente, 30% da MS durante o processo de fermentação. Silagens com essas características são consideradas de baixa qualidade, uma vez que os CHOs e os ácidos orgânicos são fontes de energia para o animal. A fração fibrosa das forrageiras também é potencial fonte energética, uma vez que parte da fibra é degradada por microrganismos ruminais, entretanto, a digestibilidade da fibra da cana-de-açúcar é baixa (CORRÊA et al., 2003). Assim, na silagem de cana-de-açúcar é desejável uma baixa concentração de fibra.

Em função da dominância da fermentação alcoólica por leveduras, que resulta em alta concentração de etanol e alta proporção de perdas de MS, muitos aditivos têm sido avaliados em silagem de cana-de-açúcar. O principal objetivo dessa utilização é reduzir ou inibir o crescimento de leveduras para reduzir as perdas de MS e a obtenção de silagens com melhor valor nutritivo. Dentre os aditivos mais estudados estão a ureia, aditivos alcalinizantes, aditivos sequestradores de umidade, aditivos ácidos e seus sais e inoculantes bacterianos.

TIPOS DE ADITIVOS UTILIZADOS NA ENSILAGEM DA CANA-DE-AÇÚCAR

Existem diferentes aditivos utilizados na ensilagem da cana-de-açúcar. Tais aditivos podem ser microbianos (inoculantes); produtos químicos (ácidos e seus sais); nitrogênio não proteico (amônia e ureia); subprodutos da produção de biodiesel e outros como os subprodutos da indústria de alimentos (polpa cítrica e farelos).

Ureia

A utilização da ureia, com o objetivo de reduzir as perdas de MS, baseia-se na transformação desse produto em hidróxido de amônia (NH_3OH), por meio da reação com água. O hidróxido de amônia formado eleva o pH da silagem, atuando sobre o metabolismo de microrganismos indesejáveis, principalmente leveduras, inibindo o seu crescimento, reduzindo a produção de etanol e, conseqüentemente, as perdas de MS (ALLI et al., 1983).

Na literatura, observa-se que os efeitos da utilização da ureia na silagem de cana-de-açúcar são inconsistentes. Alguns trabalhos mostraram redução na população de leveduras e redução nas perdas de MS. Pedroso et al. (2007) adicionaram ureia na base de 1,0% e 1,5% da matéria fresca e observaram que as silagens tratadas com esse aditivo foram as que apresentaram as menores perdas de MS, embora as concentrações de etanol tenham sido semelhantes às obtidas na silagem sem aditivo. Por outro lado, Siqueira et al. (2007) observaram aumentos semelhantes na fração fibrosa de silagens com e sem ureia durante a fermentação, indicando que as perdas de MS ocorreram de forma semelhante.

Em grande parte dos trabalhos, ao se avaliar a adição de ureia na ensilagem da cana-de-açúcar, tem sido observado aumento na digestibilidade da silagem. A adição de ureia pode causar redução da fração fibrosa das silagens por causa do efeito alcalinizante. Isto resultaria em aumento da digestibilidade dessas silagens

em relação àquelas sem aditivos, como observado em Siqueira et al. (2007) e Pedroso et al. (2007).

Por ser um produto com alta concentração de nitrogênio (N) (45%), a ureia tem sido utilizada na alimentação animal com a finalidade de aumentar a concentração de N da dieta. A adição de ureia nas silagens também aumenta o teor proteico. Pedroso et al. (2007) observaram aumento na concentração de proteína bruta (PB) da cana-de-açúcar de 4,3% para 7,8%; 10,0% e 19,5% na MS após a adição de 0,5; 1,0 e 1,5% de ureia, respectivamente.

Apesar de alguns trabalhos mostrarem resultados positivos, a adição de ureia em silagens de cana-de-açúcar justifica-se, principalmente com o objetivo de melhorar o valor nutritivo do que controlar o crescimento de leveduras. Nesse caso, seu fornecimento diretamente na dieta dos animais seria mais recomendado.

Aditivos alcalinizantes

Agentes alcalinizantes são produtos químicos com capacidade de aumentar, de forma expressiva, o pH dos substratos onde são adicionados. Agentes alcalinizantes fortes como o hidróxido de sódio (NaOH), conhecido como soda cáustica, e mais recentemente a cal virgem – (óxido de cálcio (CaO) ou cal hidratada – (hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)) têm sido utilizados como aditivos em silagens de cana-de-açúcar. Carbonato de cálcio e calcário também são utilizados, resultando em menor concentração de fibra e maior coeficiente de digestibilidade (AMARAL et al., 2009). Esses produtos propiciam a hidrólise alcalina dos componentes fibrosos, reduzindo a proporção de fibra e aumentando, assim, a digestibilidade das silagens. Durante o tratamento alcalino, parte da lignina, da sílica e da hemicelulose pode ser solubilizada, alterando os valores de fibra em detergente neutro (FDN) na silagem (SOEST, 1994; REIS et al., 1991).

Trabalhos têm demonstrado que os efeitos desses aditivos alcalinizantes (NaOH e CaO), sobre a redução dos componentes

fibrosos da cana-de-açúcar são imediatos (Fig. 1) (BALIEIRO NETO et al., 2007; CARVALHO et al., 2012). O tratamento de bagaço de cana-de-açúcar com hidróxido de sódio resultou na redução da concentração de fibra independente do período de estocagem (1, 3, 5 e 7 dias) (PIRES et al., 2006), comprovando, assim, a rápida atuação da hidrólise alcalina.

Os efeitos da adição de agentes alcalinos são variáveis em função da dose aplicada, sendo observada na literatura a utilização de até 3% (com base na matéria fresca) de NaOH (PEDROSO et al., 2007) e de até 2% (com base na matéria fresca) de CaO (BALIEIRO NETO et al., 2007). O aumento na dosagem dos aditivos até os níveis citados potencializa o efeito de redução de fibra e o aumento na digestibilidade da silagem.

Dentre os aditivos alcalinos discutidos, o hidróxido de sódio é o mais corrosivo. Os outros aditivos são de fácil aplicação e economicamente mais acessíveis. A adição de hidróxido de sódio tem sofrido restrições de uso na ensilagem pelos riscos inerentes à sua manipulação, ao meio ambiente e à redução da vida útil das máquinas.

Além da hidrólise alcalina da fibra, a utilização desses aditivos em silagens de cana-de-açúcar tem sido sugerida com o objetivo de inibir o crescimento de leveduras e reduzir a concentração de etanol, preservando os CHOs e reduzindo as perdas de valor nutritivo durante a ensilagem e após a abertura do silo. A forma de ação desses aditivos sobre as leveduras pode ser explicada pelo aumento da pressão osmótica e/ou aumento do pH que pode chegar a valores próximos de 12,0. Na maioria dos trabalhos conduzidos, foi observada redução na concentração de etanol em silagens tratadas com NaOH (CASTRILLÓN; SHIMADA; CALDERÓN, 1978) e CaO (AMARAL et al., 2009; CARVALHO et al., 2012). Em outras avaliações, a redução na concentração de etanol não foi verificada (PEDROSO et al., 2007).

Nieblas, Shimada e Palacios (1982) recomendaram a utilização de NaOH na

ensilagem de cana-de-açúcar, pois, segundo estes autores, esse alcalinizante foi capaz de alterar a fermentação basicamente alcoólica, para fermentação predominantemente láctica. A concentração de ácidos orgânicos na silagem está relacionada com o teor de umidade da forragem e com tamponamento dos ácidos produzidos durante a fermentação. O tamponamento desses ácidos pela

aplicação de agentes alcalinizantes pode estimular maior produção de ácidos pelos microrganismos envolvidos na fermentação. No entanto, a quantidade de moles de ácido láctico necessária para reduzir o pH em uma unidade é maior que a necessária para silagens com baixa capacidade tamponante.

Segundo Carvalho et al. (2012), apesar da menor concentração de etanol e da

maior concentração de ácidos resultantes da utilização de agentes alcalinos, a qualidade microbiológica da silagem foi prejudicada pela adição de CaO, sendo observada maior população de leveduras, clostrídeos e fungos filamentosos nessas silagens (Fig. 2). O efeito do aumento do pH sobre a inibição dos microrganismos parece ser imediato e, provavelmente,

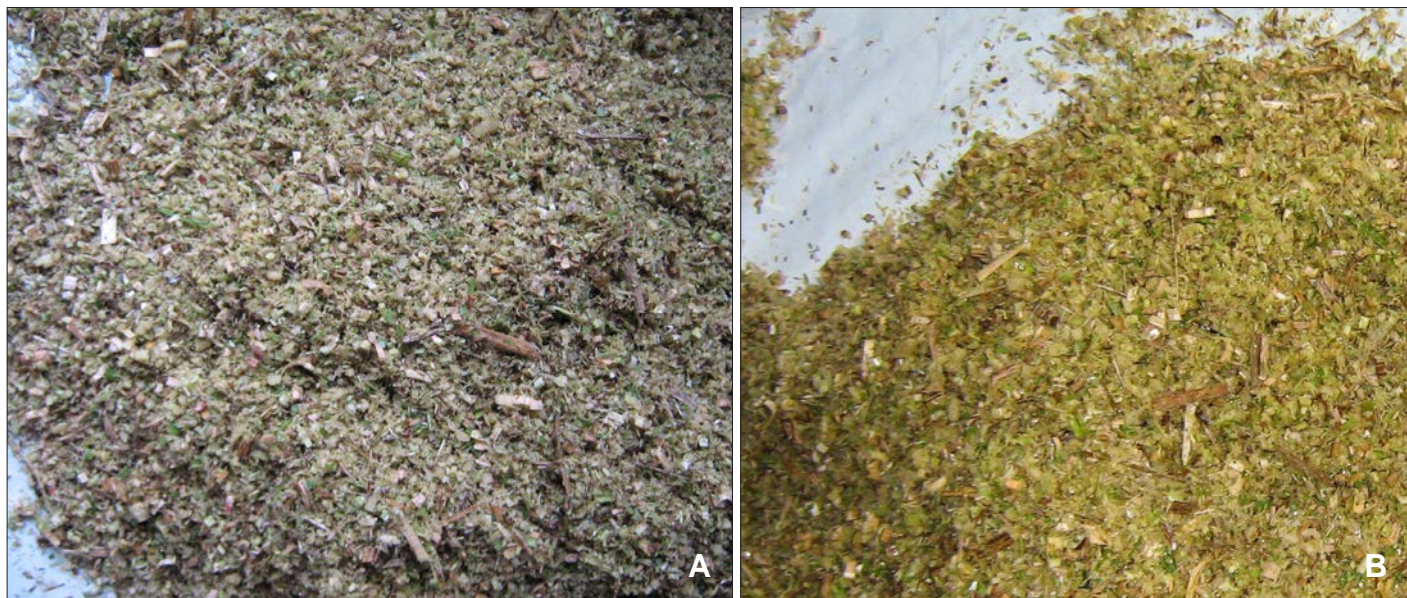


Figura 1 - Cana-de-açúcar picada antes da ensilagem
NOTA: A - Sem adição de cal; B - Com adição de cal.

Fotos: Beatriz Ferreira Carvalho



Figura 2 - Silagens de cana-de-açúcar
NOTA: A - Com adição de óxido de cálcio; B - Sem adição óxido de cálcio.

Fotos: Beatriz Ferreira Carvalho

com o decorrer da fermentação o pH cai novamente para valores adequados para o crescimento da maioria dos microrganismos. Domingues et al. (2011) observaram que o efeito da cal virgem sobre as leveduras ocorreu até as 72 horas. Depois disso, a população foi semelhante entre a cana controle e a cana tratada. Assim, a população microbiana voltou a crescer novamente e com mais intensidade do que nas silagens não adicionadas de agentes alcalinizantes.

Apesar da redução na concentração de fibra e do aumento na digestibilidade, resultados negativos, como maior concentração de ácido butírico e a presença de microrganismos indesejáveis, fazem com que a utilização de aditivos alcalinizantes não seja recomendada.

Aditivos sequestradores de umidade

Os aditivos sequestradores de umidade ou absorventes, normalmente são cereais, farelos, resíduos da indústria alimentícia, resíduos da agroindústria, dentre outros. São utilizados para elevar o teor de MS das silagens, reduzir a produção de efluentes e, assim, aumentar o valor nutritivo das silagens (MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991). Dentre os aditivos absorventes já estudados durante a ensilagem da cana-de-açúcar são citados o milho moído (LOPES; EVANGELISTA; ROCHA, 2007), a raspa de mandioca (LOPES; EVANGELISTA; ROCHA, 2007; MAEDA et al., 2012), o milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS) (BERNARDES et al., 2007; EVANGELISTA et al., 2009), os resíduos da colheita de soja (MAEDA et al., 2012), dentre outros.

O aumento no teor de MS também pode inibir o crescimento de leveduras e outros microrganismos deterioradores menos tolerantes à baixa atividade de água, melhorando, desse modo, a qualidade da fermentação. A inclusão de MDPS aumentou a concentração de MS e reduziu a de FDN (EVANGELISTA et al., 2009), sem ser observada uma redução significativa na concentração de etanol e na população

de leveduras (BERNARDES et al., 2007). A adição de resíduos da colheita da soja na silagem de cana-de-açúcar aumentou a digestibilidade (MAEDA et al., 2012), reduzindo em 33% as perdas de MS e em 60% a concentração de nitrogênio amoniacal, em relação ao nitrogênio total. Tanto o MDPS quanto os resíduos da colheita da soja são boas opções de aditivos absorventes de umidade para a ensilagem da cana-de-açúcar. Os resíduos da colheita da soja apresentam maior digestibilidade da FDN, sendo preferível ao MDPS, entretanto são de uso limitado nas áreas produtoras de soja.

Em geral, o que tem sido observado é que, quando apresentam alto valor nutricional, esses aditivos podem melhorar o valor nutritivo das silagens. Essa melhoria depende da composição bromatológica do aditivo adicionado e também das alterações que provocam durante a fermentação da silagem. A utilização de materiais fibrosos é pouco prática e reduz o valor nutritivo da forragem. Com relação às perdas de MS, esses aditivos têm sido pouco efetivos.

De modo geral, a adição de aditivos absorventes de umidade é uma prática complexa pela dificuldade da boa distribuição e homogeneização desses aditivos com a forrageira, no momento da ensilagem. No entanto, pode ser adotada principalmente como forma de aproveitar aditivos disponíveis na região.

Ácidos e seus sais

Ácidos e produtos químicos utilizados como conservantes na indústria alimentícia têm sido testados como aditivos para silagens. Ácidos orgânicos são aditivos classificados como inibidores de fermentação, por causarem abaixamento imediato do pH das silagens, inibindo o crescimento dos microrganismos presentes na forragem (KUNG JUNIOR; STOKES; LIN, 2003).

Em função da alta concentração de CHOs na cana-de-açúcar, o pH da silagem cai rapidamente. Assim, a utilização de ácidos orgânicos nessas silagens, com o objetivo de reduzir o crescimento de

microrganismos não seria justificável. Entretanto, ácidos orgânicos fracos, como o ácido acético ou propiônico, são inibidores eficientes do crescimento de fungos filamentosos e leveduras, podendo reduzir as perdas de MS durante a fermentação e aumentar a estabilidade aeróbia das silagens após a abertura dos silos.

O uso de ácidos não tamponados em silagens é inexpressivo em razão do alto custo, dos danos causados ao maquinário e do risco à saúde humana durante a manipulação. No entanto, existem muitos produtos à base de ácidos tamponados e de seus sais destinados, principalmente, ao controle do crescimento de fungos filamentosos e leveduras. Como exemplos, podem ser citados o benzoato de sódio, o sorbato de potássio e o propionato de cálcio que são comumente empregados na indústria para conservação de alimentos destinados à alimentação humana e que podem também ser utilizados na ensilagem (KUNG JUNIOR; STOKES; LIN, 2003; PEDROSO et al., 2007).

Em silagens de cana-de-açúcar, os resultados da utilização desses aditivos são variáveis. Pedroso et al. (2007) observaram aumento das perdas de MS na forma de gases e efluentes com a adição de 0,1% (com base na matéria fresca) de propionato de cálcio, resultando em redução acentuada da digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS). Segundo esses autores, tanto o benzoato de sódio quanto o sorbato de potássio não reduziram a produção de etanol, porém reduziram as perdas de MS, quando aplicados nas doses de 0,05% e 0,03% (com base na matéria fresca), respectivamente. Quando o benzoato de sódio (0,05% com base na matéria fresca) foi aplicado junto com a ureia (0,5% com base na matéria fresca), houve redução na concentração de etanol e aumento na digestibilidade, contudo não houve diferença entre os tratamentos sobre o desempenho de novilhos alimentados com essas silagens (PEDROSO et al., 2011). Schmidt et al. (2007) não observaram diferenças significativas em silagens de cana-de-açúcar tratadas com benzoato de sódio (0,1% com base na

matéria fresca) e silagens não tratadas no ganho de peso de novilhos.

Esses produtos podem ter efeito positivo após a abertura dos silos, aumentando a estabilidade aeróbia das silagens. Siqueira et al. (2007) observaram que o benzoato de sódio (0,1% com base na matéria fresca) foi mais efetivo após a abertura dos silos. Isso pode ser explicado pela maior sensibilidade das espécies de microrganismos deterioradores que atuam após a abertura dos silos. Diante de resultados contraditórios, a indicação desses aditivos deve ser feita com cautela.

Aditivos microbianos ou inoculantes

Os inoculantes bacterianos ou microbianos são os aditivos mais utilizados em todo o mundo. São seguros, naturais e não corrosivos, encontrados no mercado sob a forma liofilizada, ou seja, na forma de pó solúvel em água. Esses microrganismos têm a função de competir com os microrganismos presentes naturalmente na planta forrageira. Portanto, aumentam as populações de BAL ou bactérias do ácido propiônico (BAP), produzindo maior quantidade de ácidos, baixando o pH de forma mais rápida e intensa e inibindo os microrganismos deterioradores das silagens.

Quando se fala em inoculantes microbianos, é comum a classificação das bactérias presentes nestes, como bactérias homofermentativas, heterofermentativas obrigatórias ou heterofermentativas facultativas. Essa classificação está relacionada com o tipo de açúcar que tais bactérias utilizam e com o tipo de ácido e outros compostos que produzem. As BAL homofermentativas possuem enzimas que possibilitam a utilização de açúcares, produzindo quase exclusivamente ácido láctico. As BAL heterofermentativas obrigatórias, a partir da fermentação de açúcares, sempre produzem ácidos láctico e acético e outros compostos como etanol e gás carbônico. E, por fim, as BAL heterofermentativas facultativas podem utilizar ambas as formas de açúcares, dependendo do tipo que estiver disponível.

As espécies de bactérias mais utilizadas em inoculantes nos dias atuais são *Lactobacillus plantarum*; *L. casei*; *L. buchneri*, *Pediococcus acidilactici*; *Enterococcus faecium* e *Propionibacterium acidipropionici*. Com exceção da bactéria *P. acidipropionici*, todas as outras são BAL, sendo que dentre estas apenas a *L. plantarum* é heterofermentativa facultativa. As demais BAL são heterofermentativas obrigatórias. Dentre as opções de inoculantes no mercado, fica a dúvida de qual é a mais adequada para a ensilagem da cana-de-açúcar.

Quando se pensa em utilizar um inoculante, devem-se considerar os principais problemas envolvidos com a fermentação da forrageira em questão. O ácido láctico é o mais forte e, portanto, mais eficiente na redução do pH das silagens. Por outro lado, o ácido acético é mais eficiente em inibir o crescimento de fungos nas silagens. Inoculantes que contêm bactérias que produzem maior quantidade de ácido láctico, como *L. plantarum*, são aplicados com o objetivo de abaixar rapidamente o pH, evitando a fermentação por clostrídeos, enterobactérias e, desse modo, a degradação de proteínas. Esses inoculantes são recomendados para culturas forrageiras que apresentam teor de MS inadequado, baixa concentração de CHOs ou alto poder tampão.

Os inoculantes contendo BAL heterofermentativas, como *L. buchneri*, são mais indicados para forragens com intenso crescimento de leveduras durante a fase anaeróbia ou com problemas durante a fase aeróbia. O objetivo principal da utilização dessa espécie de inoculante é melhorar a estabilidade aeróbia e é, normalmente utilizada em forrageiras com alta concentração de CHOs residuais ou em silagens bem preservadas.

No caso da cana-de-açúcar, como já mencionado, esta forrageira apresenta boas características para a ensilagem, tendo, como principal problema, o intenso crescimento de leveduras, que conduzem a altas perdas de MS. Assim, os inoculantes microbianos, que produzem maiores con-

centrações dos ácidos acético ou propiônico, são os mais indicados para o controle das leveduras por causa do efeito fungicida desses ácidos.

A adição de espécies heterofermentativas facultativas, como *L. plantarum*, e heterofermentativas obrigatórias, como *L. buchneri*, tem sido testada na ensilagem da cana-de-açúcar. Os resultados têm sido variáveis, mas, em geral, as espécies heterofermentativas obrigatórias, como *L. buchneri*, têm mostrado os melhores resultados quanto à redução das perdas de MS e o aumento da estabilidade aeróbia (ÁVILA et al., 2009).

Por outro lado, bactérias que produzem maior concentração de ácido láctico e menor de ácido acético podem, inclusive, piorar a qualidade da silagem, pois esses ácidos podem ser usados como substratos pelas leveduras na presença do oxigênio. Pedrosa et al. (2008) observaram que a adição de *L. buchneri* melhorou o padrão fermentativo e a estabilidade aeróbia das silagens, enquanto a adição de *L. plantarum* prejudicou a fermentação e a conservação de silagens de cana-de-açúcar.

No entanto, a classificação em homo ou heterofermentativa não é suficiente para a escolha do inoculante mais adequado para determinada espécie forrageira. Atualmente, a seleção de bactérias, a serem utilizadas como inoculantes, tem ocorrido em nível de cepas bacterianas, ou seja, microrganismos diferentes, porém pertencentes à mesma espécie. Isto acontece porque os microrganismos da mesma espécie podem expressar características diferentes e, assim, ser mais ou menos adaptados a uma determinada espécie forrageira. Ávila et al. (2011), ao avaliarem diferentes cepas de BAL das espécies *L. plantarum*, *L. brevis* e *L. buchneri*, observaram que o efeito do inoculante está mais relacionado com a cepa utilizada do que com a espécie do microrganismo. Porém, as cepas heterofermentativas obrigatórias *L. brevis* e *L. buchneri* mostraram os melhores resultados quanto às perdas de MS e estabilidade aeróbia das silagens (Quadro 1).

QUADRO 1 - Perda de matéria seca (MS) e dados de estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar sem inoculantes e inoculadas com diferentes espécies de bactérias do ácido lático (BAL)

Silagem	Cepas	Perda de MS (%)	Temperatura máxima (°C)	Tempo para atingir temperatura máxima (h)	Estabilidade aeróbia (h)
Silagem sem inoculante		16,42	47	22,0	14,2
<i>Lactobacillus plantarum</i>	1	20,9	45,2	26,0	17,0
	2	21,0	43,5	42,2	20,2
	3	22,9	43,0	48,2	21,0
<i>L. brevis</i>	1	13,1	46,3	28,8	18,0
	2	12,5	45,0	33,3	18,2
	3	14,1	43,8	27,5	16,0
	4	13,8	47,2	28,0	18,3
<i>L. buchneri</i>	1	11,3	41,8	58,0	21,5
	2	11,7	43,8	54,0	30,2

Existem no mercado, inoculantes que contêm associação de diferentes espécies de microrganismos. Essa associação pode ser vantajosa em alguns casos, e é feita em função do objetivo da inoculação, ou seja, em que fase o inoculante deve atuar. A combinação de bactérias mais eficientes em produzir ácido lático, com bactérias produtoras de compostos antifúngicos (ácidos acético e propiônico), por exemplo, é interessante, pois nesse caso, os inoculantes podem atuar tanto durante a fase anaeróbia, quanto durante a fase aeróbia. Um exemplo dessa associação é a combinação, em um mesmo inoculante, de bactérias da espécie *L. plantarum* com *L. buchneri* ou *P. acidipropionici*. Nesse caso, a primeira espécie atuaria mais intensamente na fase anaeróbia (silo fechado), enquanto as duas últimas atuariam na fase de abertura dos silos.

Outro tipo de combinação de espécies bacterianas diferentes em um mesmo inoculante é a utilização de bactérias com

diferentes resistências ao pH da silagem. Algumas atuam melhor no início da fermentação, produzindo maior quantidade de ácidos, enquanto outras sobrevivem melhor às condições de acidez, atuando nos estádios finais da fermentação. A espécie *P. acidilactici* apresenta bom crescimento na faixa de pH de 6,5 -5,5, e a espécie *L. plantarum*, na faixa de 5,5 a 4,0.

Existem alguns cuidados em relação à utilização de um determinado inoculante a ser aplicado. Um dos primeiros cuidados é com a taxa de inoculação. Esta refere-se à quantidade do inoculante, ou seja, o número de células viáveis ou unidades formadoras de colônia (UFC) do microrganismo por grama (g) ou tonelada (t) de forragem. Esse número deve ser suficiente para que as bactérias inoculadas possam competir com as bactérias presentes naturalmente na forrageira e, assim, ser efetivas. Os estudos mostram que, em geral, 100 UFC a mais que a população de bactérias existente na forrageira (população epifítica) é suficiente

(MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991). Concentrações de 100 mil ou 10^5 ou 5 log UFC/g de forragem fresca têm sido sugeridas pelos pesquisadores, porém alguns sugerem duplicar ou triplicar.

Esta população está sujeita à perda de viabilidade, por causa de vários fatores, como temperatura inadequada durante o armazenamento e durante o preparo da mistura em tanques para aplicação. O teor de cloro da água utilizada para o preparo da mistura também pode interferir na viabilidade do inoculante. Recomenda-se no máximo, 1,5 a 2,0 ppm de cloro na água.

Sobre a aplicação de inoculantes devem-se considerar a necessidade específica de cada cultura a ser ensilada; respeitar as recomendações para a cultura; comprar inoculantes de empresas idôneas; ter os cuidados com o armazenamento e a utilização da silagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante ter em mente que o processo de ensilagem é dispendioso. Desse modo, todo cuidado é necessário para produzir um alimento de boa qualidade e evitar prejuízos. O processo de ensilagem é de conservação e não de melhoria do valor nutritivo, pois quando não é bem conduzido leva a perdas. As perdas por fermentação ou por respiração são inevitáveis. O objetivo é fazer com que essas perdas sejam as menores possíveis. Assim, para uma silagem de boa/ótima qualidade deve-se, primeiramente, ter os cuidados necessários com a condução da cultura. Feito isso, os cuidados relacionados ao processo propriamente dito devem ser tomados, ou seja, respeitar a época ideal de colheita; efetuar todas as etapas de picagem, compactação e vedação de forma adequada.

Os aditivos não devem, de forma nenhuma, ser vistos como uma forma de corrigir erros das etapas anteriores. São tecnologias para otimizar o processo e devem ser utilizadas quando todas as outras etapas são conduzidas de forma adequada. Para isso é importante o planejamento de toda a atividade.

Os cuidados relacionados com os aditivos, também devem ser observados, ou seja, ser de boa qualidade e aplicados de forma homogênea na silagem, sempre respeitando as recomendações do fabricante ou do responsável pela assistência técnica da propriedade.

REFERÊNCIAS

- ALLI, I. et al. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.9, n.4, p.291-299, out. 1983.
- AMARAL, R. C. et al. Cana-de-açúcar in natura ou ensilada com e sem aditivos químicos: estabilidade aeróbia dos volumosos e das rações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.38, n.10, p.1857-1864, out. 2009.
- ÁVILA, C. L. S. et al. Effects of an indigenous and a commercial *Lactobacillus buchneri* strain on quality of sugar cane silage. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.64, n.4, p.384-394, Dec. 2009.
- ÁVILA, C. L. S. et al. Potential use of native microorganisms strains of forage for silage production. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 2., 2011, São Pedro. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2011. p. 127-141.
- BALIEIRO NETO, G. et al. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.36, n.5, p.1231-1239, set./out. 2007.
- BERNARDES, T. F. **Levantamento das práticas de produção e uso de silagens em fazendas produtoras de leite no Brasil**. Lavras: MILKPOINT: UFLA, 2012. 17p. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/pdf/EBOOK-SILAGEM.PDF>>. Acesso em: 27 jul. 2013.
- BERNARDES, T. F. et al. Avaliação da queima e da adição de milho desintegrado com palha e sabugo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.36, n.2, p.269-275, mar./abr. 2007.
- BOIN, C.; TEDESCHI, L. O. Cana-de-açúcar na alimentação de gado de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p.107-126.
- CARVALHO, B. F. et al. Effects of propionic acid and *Lactobacillus buchneri* (UFLA SIL 72) addition on fermentative and microbiological characteristics of sugar cane silage treated with and without calcium oxide. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.67, n.4, p.462-471, Dec. 2012.
- CASTRILLÓN, M. V.; SHIMADA, A. S.; CALDERÓN, F. M. Manipulación de la fermentación en ensilajes de caña de azúcar y su valor alimenticio para borregos. **Técnica Pecuaria en México**, Palo Alto, n.35, p.48-55, 1978.
- CORRÊA, C. E. S. et al. Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.4, p.621-629, Oct./Dec. 2003
- DANIEL, J. L. P.; NUSSIO, L. G. Contribution of silage volatile compounds for the animal nutrition: quality and conservation. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 2., 2011, São Pedro. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2011. p. 127-141.
- DOMINGUES, F. N. et al. Estabilidade aeróbia, pH e dinâmica de desenvolvimento de microrganismos da cana-de-açúcar in natura hidrolisada com cal virgem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.40, n.4, p.715-719, abr. 2011.
- EVANGELISTA, A. R. et al. Alterações bromatológicas e fermentativas durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar com e sem milho desintegrado com palha e sabugo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.38, n.1, p.20-26, jan. 2009.
- KUNG JUNIOR, L.; STOKES, M. R.; LIN, C. J. Silage additives. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (Ed.). **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 2003. cap.7, p.305-360. (ASA. Agronomy, 42).
- LOPES, J.; EVANGELISTA, A. R.; ROCHA, G. P. Valor nutricional da silagem de cana-de-açúcar acrescida de uréia e aditivos absorventes de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.36, n.4, p.1155-1161, jul./ago. 2007. Suplemento.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **Biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe, 1991. 340p.
- MAEDA, E. M. et al. Intake, digestibility, rumen characteristics and microbial protein synthesis efficiency in bovine and bubaline fed sugar cane silage with additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.41, n.3, p.707-716, Mar. 2012.
- NIEBLAS, T. D.; SHIMADA, A. S.; PALACIOS, J. T. Manipulación de la fermentación en ensilaje de caña de azúcar y valor alimenticio para borregos: 3 - digestibilidad aparente. **Veterinaria México**, México, v.13, p.23-26, 1982.
- PEDROSO, A. de F. et al. Aditivos químicos e inoculante bacteriano na ensilagem de cana-de-açúcar: efeitos sobre a fermentação das silagens e o desempenho de garrotes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.40, n.6, p.1181-1187, jun. 2011.
- PEDROSO, A. de F. et al. Efeito do tratamento com aditivos químicos e inoculantes bacterianos nas perdas e na qualidade de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.36, n.3, p.558-564, maio/jun. 2007.
- PEDROSO, A. de F. et al. Fermentation, losses, and aerobic stability of sugarcane silages treated with chemical or bacterial additives. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.65, n.6, p.589-594, Nov./Dec. 2008.
- PIRES, A. J. V. et al. Bagaço de cana-de-açúcar tratado com hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.35, n.3, p.953-957, maio/jun. 2006. Suplemento.
- REIS, R. A. et al. Efeitos da amonização sobre a qualidade dos fenos de gramíneas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.8, 1183-1191, ago. 1991.
- SCHMIDT, P. et al. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar: 1 composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.36, n.5, p.1666-1675, set./out. 2007. Suplemento.
- SIQUEIRA, G. R. et al. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.36, n.6, p.2000-2009, nov./dez. 2007. Suplemento.
- SOEST, P. J. van. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

Manejo da silagem

Thiago Fernandes Bernardes¹

Naiara Caixeta da Silva²

Isabella Lasmar de Oliveira³

Resumo - A ensilagem passa por etapas complexas e de considerável custo e risco. É importante que sejam bem planejadas e geridas e, para isso, é necessário o conhecimento das formas corretas de manejo de cada um desses processos. Tais etapas são, geralmente, interligadas. Decisões tomadas antes da ensilagem, como tipo e dimensionamento do silo, refletem no avanço diário após sua abertura. A escolha da cultura e do ponto de colheita – matéria seca (MS) da forrageira – influencia o processo fermentativo e o valor nutritivo da silagem. Algumas práticas, apesar de simples, como a correta compactação da silagem, têm grande impacto em sua estabilidade aeróbia e qualidade final. **Palavras-chave:** Colheita. Compactação. Ensilagem. Transporte. Vedação.

INTRODUÇÃO

Para que a silagem seja produzida e utilizada de maneira adequada, a fim de reter os nutrientes provenientes da planta ou dos grãos, e ainda ter segurança alimentar, do ponto de vista de proliferação de microrganismos indesejáveis, várias etapas são exigidas, o que faz da ensilagem um processo de alto custo e risco. A produção de silagem de elevada qualidade requer de maneira contundente uma gestão precisa dos diversos estádios pelos quais passa.

A gestão dos processos deve-se iniciar no campo, quando se decidem os aspectos ligados à escolha da cultivar e os aspectos agrônômicos, passando pelo ponto de colheita da cultura, necessidade ou não de emurchecimento, necessidade de colhedoras e/ou outros equipamentos, transporte da forragem do campo até o silo, abastecimento e compactação, vedação e desabastecimento do silo.

Vários fatores, intrínsecos ou extrínsecos, podem afetar as características da

cultura e o resultado final da silagem, pela interação de alguns aspectos, tais como a matéria seca (MS) e o conteúdo de carboidratos solúveis. Por exemplo, se a cultura apresentar elevada umidade (> 70%), podem ocorrer fermentações indesejáveis e elevadas perdas de MS. Por outro lado, se a umidade for baixa (< 60%), a forragem torna-se resiliente, causando maior exigência em potência pela colhedora e dificuldade na compactação, o que afetará o valor nutritivo e a estabilidade em aerobiose da massa (WEINBERG et al., 2010). Portanto, é importante que todas as etapas sejam bem planejadas, precisamente sincronizadas e meticulosamente geridas.

As inovações tecnológicas na área de manejo da ensilagem iniciaram-se no século 19 (WILKINSON; BOLSEN; LIN, 2003). Desde então, houve importantes desenvolvimentos na engenharia de equipamentos, estruturas de estocagem (silos), filmes plásticos para a vedação e aditivos.

Essas inovações tiveram grande impacto na alimentação de ruminantes.

ESTRUTURAS ASSOCIADAS À ESTOCAGEM DA SILAGEM – SILOS

Silos são considerados estruturas onde a forragem é fermentada para se tornar silagem, que é estocada até ser utilizada na alimentação dos animais. Essas instalações devem proteger a silagem da água e do ar (O₂), para que a deterioração da massa seja evitada. Existem vários tipos de silo, os quais são selecionados pelo produtor por questões econômicas, de flexibilidade, perdas geradas, riscos de acidentes e por conveniência (este último refere-se à estrutura já existente na propriedade). Em termos de capital inicial investido, há enorme variação que vai desde o silo torre (elevado custo) até o silo superfície (baixo custo). O tamanho de cada um varia com a quantidade de forragem que está sendo estocada e com a quantidade de animais que deverão ser alimentados.

¹Eng^a Agr^a, Pós-Doc, Prof. Adj. II UFLA - Depto. Zootecnia, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: thiagobernardes@dzo.ufla.br

²Zootecnista, Mestranda em Forragicultura e Pastagem UFLA, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: naiara.caixeta.silva@hotmail.com

³Graduanda Zootecnia UFLA, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: isabellalasma@yahoo.com.br

Silo trincheira

Silos trincheira, em geral, são estruturas horizontais de concreto, constituídos por paredes nas laterais e possuem ou não parede ao fundo. Nos países da América do Norte e da Europa é comum a construção de trincheiras de alvenaria com paredes pré-fabricadas ou construídas diretamente na propriedade. A trincheira deve ter concreto de excelente qualidade, pois o efluente produzido pelas silagens durante a estocagem potencializa a corrosão das paredes. A trincheira pode ser construída sem o uso de alvenaria, permanecendo a massa ensilada em contato direto com o solo, geralmente escavada no declive natural da propriedade. Contudo, deve-se evitar o contato da silagem com a terra, para que o alimento não seja contaminado. Para esse fim, podem ser usadas lonas plásticas, inclusive reaproveitadas de anos anteriores, para revestir as paredes laterais do silo.

O abastecimento dos silos trincheira é feito com unidades transportadoras, tais como vagões ou caminhões. A distribuição e a compactação da massa são realizadas com tratores, que devem permanecer constantemente sobre a massa. Durante a distribuição da forragem, é importante que camadas de até 20 cm sejam formadas, para posterior compactação, pois quanto maior a camada distribuída, maior será a resistência da forragem em ser compactada (MUCK; HOLMES, 2000). O abastecimento de silos trincheira deve ocorrer o mais rápido possível, a fim de que a massa fique menos exposta ao O_2 . Em silos trincheira, a densidade da massa pode alcançar valores próximos a 300 kg MS/m³, mas esta densidade pode variar em função das características físicas da cultura, conteúdo de umidade e operações realizadas pelos equipamentos que colhem a forrageira e a compressão da massa (MUCK; HOLMES, 2000). Durante o abastecimento é importante que a forragem seja acomodada até a altura das paredes, deixando de causar o que se chama de abastecimento excessivo. Toda a porção de silagem que está acima das paredes

fica propensa à deterioração aeróbia pela carência de compactação. Além desse fato, ao ultrapassar o limite das paredes o produtor estará aumentando a área do painel, o que levará a um menor avanço da massa durante o desabastecimento. Após o abastecimento, a massa deve ser vedada com um filme plástico, para que a entrada de O_2 e água seja inibida.

As perdas em silos trincheira, em geral, são maiores que em silos torre, pois o ar pode penetrar pelas paredes e, principalmente, pelo plástico que está sendo utilizado na vedação. As perdas no topo, especialmente próximo às paredes, são maiores que as das massas localizadas no centro. Na zona central, são registradas perdas de MS entre 3%-10%, quando comparadas ao topo, onde os valores podem alcançar de 25%-70% (ASHBELL; KASHANCHI, 1987), o que obriga o descarte dessas porções (CHEN; WEINBERG, 2009).

Dicas de segurança: durante o abastecimento, os veículos que realizam a compactação devem transitar próximos às paredes, com atenção para evitar o capotamento. Ainda durante o abastecimento e desabastecimento do silo, vários equipamentos operam simultaneamente. Assim, é importante que haja comunicação entre os operadores, para que colisões sejam evitadas. Durante o desabastecimento ou amostragem da massa é comum ocorrer avalanches em silos de grande escala, o que pode causar acidentes.

Silo superfície

Silo superfície consiste em um amontoado de forragem picada, compactado sobre o terreno, sem a presença de paredes. Filmes plásticos podem ser posicionados sob a massa para a proteção do alimento, evitando, assim, o contato direto com o terreno. Em geral, são estocadas cerca de 30-40 t de MS, quando se usa este tipo de silo. Pela ausência de paredes, os silos superfície são altamente dependentes do uso de filmes plásticos. Para que a vedação ocorra de maneira satisfatória é

importante que o filme plástico esteja bem preso nas laterais. Essa operação pode ser alcançada com êxito, quando se utilizam sacos de areia ou até mesmo terra, para que ocorra a aproximação entre a lona e a massa de silagem, reduzindo o contato direto com O_2 . As perdas em silos superfície podem ser altas, principalmente se a massa ultrapassar os 2 m de altura. Cerca de 15% a 40% de MS podem ser perdidas, se a massa não for devidamente compactada (60 kg MS/m³). Contudo, é importante ressaltar que o silo superfície não é sinônimo de elevadas perdas. Em alguns casos, silos trincheira malmanejados podem promover maiores perdas que silos superfície com gestão adequada.

Silo tubular horizontal – bag

A silagem estocada em bags é produzida com máquinas que empacotam a forragem ou grãos em tubos plásticos horizontais. Os silos bag apresentam-se em diversos tamanhos, que podem variar de 1,2 a 3,6 m de diâmetro e 30, 60 ou 90 m de comprimento, sendo que a dimensão de 1,8 por 60 m é a mais comum no Brasil.

O silo bag apresenta os seguintes aspectos positivos como estrutura, para estocar silagem:

- a) anaerobiose é rapidamente alcançada pelo fato de a forragem picada sair do vagão forrageiro e ser colocada e compactada diretamente no bag. A fermentação inicia-se rapidamente, reduzindo as perdas pela menor respiração da massa e crescimento de microrganismos aeróbios;
- b) flexibilidade quanto ao local de confecção do silo: o silo bag deve ser confeccionado em local onde facilite a logística de máquinas e de mão de obra dentro da fazenda. É importante que o terreno seja plano e esteja limpo, para facilitar o trabalho no momento da confecção do bag e evitar furos acidentais no plástico;
- c) é permitido o uso de glebas com histórico agrônomo diferenciado,

ou seja, a propriedade pode destinar glebas com diferentes históricos agrônômicos para cada silo, permitindo maior uniformidade entre os volumosos, facilitando o manejo alimentar dos animais;

- d) variabilidade na capacidade de estocagem: como o mercado possui diferentes dimensões de bags é possível confeccionar silos de vários tamanhos;
- e) menor uso de plástico: a quantidade de plástico utilizada para estocar uma tonelada de silagem é menor em silo bag, quando comparada ao silo fardo revestido por filme plástico;
- f) menor exposição do painel ao oxigênio atmosférico: a etapa de abertura do silo é uma das mais críticas para o processo de ensilagem, pois a massa de silagem entra em contato direto com o ar. Como o painel do bag é de pequena dimensão, quando comparado a um silo trincheira, por exemplo, menores perdas por deterioração aeróbia podem ocorrer, por causa do menor fluxo de ar que entra na massa de silagem.

Esse tipo de estrutura de estocagem apresenta dois aspectos que podem ser considerados como negativos: investimento inicial em equipamentos e lentidão no tocante ao desabastecimento do silo. Tal lentidão tem sido uma barreira, porque grandes rebanhos necessitam de rapidez durante a mistura da dieta e seu fornecimento aos animais. Máquinas com a função de desensilar e misturar os ingredientes ficam impossibilitadas de desabastecer silos bag. Desse modo, na maioria das fazendas, a retirada da silagem tem que ser feita manualmente, o que pode dificultar a logística de alimentação dos rebanhos.

O silo bag é bastante atrativo para pequenos volumes de silagem, principalmente quando esta é direcionada a animais de alta exigência nutricional. A silagem de grãos úmidos de cereais é uma interessante estratégia para ser estocada nesse tipo de

silo. Como a aquisição da embutidora torna-se um problema inicial, a terceirização dos serviços e o aluguel do equipamento podem ser as saídas para produtores que não desejam realizar a compra da máquina.

Silo fardo revestido por filme plástico

O silo fardo é constituído por um fardo envolto com filme plástico, o qual pode ser oval ou retangular. Essa tecnologia vem ganhando popularidade em vários países, pela sua flexibilidade de confecção e uso, principalmente em áreas produtoras de feno. A presença do plástico produz condições anaeróbias ao fardo, conduzindo a uma fermentação láctica como ocorre em outros tipos de silo. No passado, a fermentação dos fardos era comprometida, por causa do elevado tamanho de partícula da forragem. Atualmente, alguns modelos de enfardadoras possuem um dispositivo de corte, localizado após o dispositivo de recolhimento da forragem e antes da câmara enfardadora, o que tem melhorado a qualidade da fermentação (BORREANI; TABACCO, 2006). Os fardos devem ser confeccionados com elevada concentração de MS (acima de 40%), pois quanto menor a umidade da forragem nesse momento, maior a densidade da massa e menor o número, o peso de fardos e a quantidade de plástico utilizada para o revestimento (TABACCO, BORREANI, 2004).

Após o enfardamento, a plastificada, por meio de uma mesa giratória que tenciona o filme plástico, aplica de seis a oito camadas de plástico, com 50% de sobreposição entre duas camadas sucessivas. Os plásticos utilizados na confecção dos fardos, em geral, possuem 0,5 m de largura, 25 micras de espessura e estiram até 50% do seu comprimento original. Silagens produzidas em fardos têm de seis a oito vezes a área de contato com o filme, quando comparado às que são confeccionadas em trincheiras. Cerca de 40%-50% do volume do fardo estão localizados nos 15 cm periféricos, o que torna essas silagens mais suscetíveis à deterioração aeróbia

e à proliferação de fungos (O'KIELY et al., 2002). Um dos grandes problemas associados ao uso de fardos revestidos é o elevado descarte de plástico no ambiente.

Também se torna possível a confecção de fardos que contêm a dieta total. No Japão, essa prática está-se tornando cada vez mais difundida entre os produtores (WANG; NISHINO, 2008). Em Israel, fardos com a dieta total, pesando entre 600-700 kg, são bem preservados, quando estocados em fazendas, ao ar livre, por um período de cinco meses durante a primavera e verão (WEINBERG et al., 2011).

COLHEITA E TRANSPORTE

A produção inicia-se com a implantação da cultura a ser destinada à ensilagem.

O escalonamento da semeadura é um importante fator nas propriedades que utilizam silagem de milho e sorgo. No caso do milho, a semeadura das áreas de produção deve seguir de acordo com a perspectiva de colheita, pois, após o estágio de grãos leitosos, em média, a planta sofre aumento de 0,5% por dia no teor de MS, determinando o intervalo de dez dias, como período adequado para evolução de 30% a 35% de MS (janela de corte).

Durante a colheita, dois fatores são de extrema importância: a umidade da cultura e o tipo de colhedora utilizada. A alta umidade eleva o risco de fermentações indesejáveis e produção de efluente, e a baixa umidade pode causar inibição bacteriana, menor produção de ácidos (pH elevado), elevada porosidade (baixa densidade) e deterioração aeróbia. Portanto, existe um intervalo mais adequado para as culturas serem ensiladas. A umidade da cultura também possui relação direta com o desempenho da colhedora, interferindo em duas propriedades físicas: a força de cisalhamento e coeficiente de fricção. A força de cisalhamento eleva-se com cortes sucessivos (culturas perenes), com a maturidade da planta, e o quanto o corte distancia-se do topo do dossel. Quanto ao coeficiente de fricção, quando a umidade é elevada, a água age como um lubrificante,

e quando a umidade é baixa, a camada de cutina ajuda a reduzir a fricção. Portanto, os níveis intermediários de umidade são os mais críticos para essa variável.

Em relação aos tipos de colhedoras, estas possuem as funções de captar a forragem no campo, promover a picagem (reduzir o tamanho de partículas) e lançar a forragem picada até a unidade transportadora. O aspecto mais crítico é a picagem da forragem, pois influencia na liberação de carboidratos solúveis para a fermentação, na densidade final da massa e no consumo e digestão da silagem. Existem diversas colhedoras nos mercados nacional e internacional, as quais variam de acordo com a cultura a ser colhida e empresas produtoras. Os dois principais modelos são a tracionada por um trator (modelo mais comum no Brasil), a qual é dependente das linhas das culturas, e as autopropelidas que independem da presença das linhas. As colhedoras autopropelidas possuem as seguintes vantagens diante das tracionadas:

- a) possuem alta capacidade de colheita por hora trabalhada (alguns modelos podem colher 250 t/h);
- b) possuem a função de regular o tamanho teórico de partículas (importante do ponto de vista de manejo da ensilagem e também nutricional para a adequação das partículas da dieta total);
- c) possuem processador de grãos, o qual rompe mais de 90% dos grãos, disponibilizando mais amido, reduzindo o tamanho de partícula do sabugo, quando o milho está sendo ensilado;
- d) a operação da colhedora independe da direção, onde as linhas da cultura foram instaladas, as quais auxiliam no seu desempenho no campo.

O elevado desempenho desses modelos durante a colheita pode levar a problemas durante o abastecimento e a compactação da massa, pois o volume de forragem que chega ao silo acaba não sendo o ideal que os equipamentos são capazes de manipular, especialmente em silos trincheira e superfície.

A quantidade colhida diariamente depende da capacidade e do número de colhedora (t/h) e do tempo efetivo de colheita. Fatores como habilidade do operador, topografia do terreno, distribuição das linhas no campo, umidade do solo, altura e estrutura das plantas e mecanismos de recolhimento e picagem da máquina também estão envolvidos no sucesso da colheita, de modo que as perdas sejam reduzidas.

A capacidade real de colheita e o tempo efetivo de trabalho precisam ser avaliados na propriedade antes de a colheita iniciar. No caso de colhedora tracionada, é importante que haja correto dimensionamento entre a potência do trator e a potência exigida pela colhedora. Quando a propriedade agrícola produz silagem de milho e sorgo, não são encontrados grandes entraves, pois os modelos de máquinas que realizam o trabalho de corte evoluíram com o passar dos anos no País, porém alguns pontos podem ser ressaltados, como perdas de amido nas fezes pelo uso de máquinas que não quebram os grãos. Entretanto, o corte mecanizado de capins tropicais e de cana-de-açúcar apresenta frequentes problemas de manutenção, rendimento e longevidade dos conjuntos mecanizados, o que limita o desenvolvimento e a evolução de sistemas com base na utilização dessas culturas, quando colhedoras tracionadas são utilizadas.

As perdas iniciais no processo de ensilagem ocorrem durante a colheita e a picagem e variam em função do dia, da cultura, do tratamento que a forragem sofre (emurchecimento) e do tipo de equipamento. Em observações de campo, a deriva de material picado que não alcança o vagão de transporte em função da velocidade do vento tem colaborado com as perdas, principalmente durante o período do dia que mais venta (das 9 às 15 h). Em culturas de milho e sorgo, o tombamento de plantas também pode-se tornar uma fonte de perdas, principalmente quando o operador não é hábil.

Quanto à etapa de transporte da forragem picada, a capacidade dependerá do potencial de carga dos vagões e do tempo

gasto para a descarga no silo e retorno ao campo. A distância do local de colheita até o silo e a possível velocidade dos vagões são fatores importantes na avaliação desse item. O tipo de descarga também interfere diretamente no tempo de transporte. Aquela que utiliza a força humana é a mais lenta e aquela que utiliza o próprio veículo de transporte, a mais rápida. Com o intuito de criar sintonia entre a disponibilidade de equipamentos para o processo de ensilagem e o tamanho dos silos, são sugeridas duas equações que podem facilitar o planejamento durante a colheita e o transporte:

Equação 1:

$$QFC = NC \cdot CRC \cdot TET$$

em que:

QFC = quantidade de forragem colhida (t/dia);

NC = número de colhedoras;

CRC = capacidade real de colheita da colhedora (t/h);

TET = tempo efetivo de trabalho das colhedoras (h/dia).

Equação 2:

$$QFT = NUT \cdot [CC / (TD / NUT)] \cdot TT$$

em que:

QFT = quantidade de forragem transportada até o silo (t/dia);

NUT = número de unidades transportadoras;

CC = capacidade de carga das unidades de transporte (t);

TD = tempo gasto por unidade de transporte para ir do campo até o silo descarregar a forragem e retornar ao campo (h);

TT = tempo trabalhado por unidade de transporte (h/dia).

ABASTECIMENTO E COMPACTAÇÃO

A presença de O_2 na massa constitui fator indesejável durante a ensilagem, o processo fermentativo e o desabastecimento

do silo. As etapas de abastecimento e compactação estão intimamente ligadas às condições de aerobiose no alimento, pois têm como objetivo eliminar o ar remanescente no interior da massa, criando um ambiente anaeróbio, fundamental para o início da fermentação desejável (PAHLOW et al., 2003).

A velocidade de abastecimento e a densidade da forragem no momento do fechamento do silo determinam a quantidade de oxigênio residual na massa ensilada, o que influencia a qualidade final do produto, nas perdas durante a fermentação e após a quebra da vedação (desabastecimento). Dentre os fatores que afetam a densidade da massa em silos horizontais (trincheira e superfície) destacam-se o teor de MS da forragem, o tamanho de partícula, a altura da camada distribuída no silo durante o enchimento, o peso do veículo e a pressão que este exerce, tempo de compactação e altura do silo (MUCK; HOLMES, 2000).

A densidade da massa vegetal no silo é determinante da qualidade final da silagem, pois, aliada ao teor de MS da forragem, indica a porosidade do alimento, que condiciona a taxa de movimentação do ar e, consequentemente, o potencial de deterioração durante o armazenamento da silagem (HOLMES, 2009). A porosidade pode ser definida como o número de poros entre as partículas sólidas de um material. Os poros podem ser preenchidos com gases e/ou água nas silagens. Para que os gases se movimentem na massa é necessário que os poros sejam contínuos. Desse modo, eliminar poros significa não contribuir para o fluxo de gás na massa. Em silagens, a porosidade da massa é muito influenciada pela densidade de matéria verde, quando comparada às variações na concentração de MS da cultura. Com relação à densidade, quanto mais a forragem se torna seca, maior será a densidade de MS, contudo a porosidade também elevar-se-á. Assim, Holmes (2009) recomendou que a densidade de matéria verde de uma silagem deve atingir 705 kg/m³ e a porosidade deve ser de 0,40 em silos horizontais. Para alcançar tais objetivos, a MS da cultura deve estar entre 30% e 40%, e

as demais ações que cercam a compactação devem ser eficientes, acima disso a atenção deve ser redobrada, para que a forragem atinja a densidade e a porosidade desejadas.

Tamanho de partícula e compactação da massa

Nos diversos sistemas de produção de forragem no Brasil, é possível encontrar grande amplitude no grau de picagem da forragem ensilada. A redução no tamanho de partícula é favorável ao processo de fermentação da massa vegetal no silo pela compactação facilitada, pelo incremento na área de superfície da forragem, permitindo maior interação entre substrato e microrganismo, além de reduzir os custos de estocagem (MUCK; MOSER; PITT, 2003).

Igarasi (2002) realizou um levantamento de índices técnicos associados à produção de silagens de capins tropicais em 14 fazendas, localizadas nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. Encontrou que apenas uma propriedade se diferenciou, em relação às outras, quanto ao tamanho de partícula, apresentando 12% das partículas retidas na peneira de 19,05 mm. O tipo de colhedora usada nessa propriedade foi a autopropelida. As demais propriedades que usavam modelos de colhedora tracionada por trator apresentaram valores acima de 69,5%, ou seja, apenas 30,5% das partículas eram menores que 19,05 mm. Esse fato determinou alteração nas densidades das silagens, com exceção daquela originada colhedora autopropelida.

Atuais recomendações indicam que a quantidade de silagem de milho retida na peneira do topo deveria ser 3%-8% (HEINRICH; KONONOFF, 2002), o que refletiria em um tamanho de partícula mais desejável. Em trabalho realizado por Bernardes, Carvalho e Silva (2012), somente 13% das amostras de silagem, vindas de colhedora de uma linha, alcançaram esse valor. Enquanto, 62% das amostras provenientes de colhedora autopropelida encontravam-se dentro desse padrão. Esse estudo também indicou que colhedora autopropelida tem maior eficiência de corte, independentemente da MS do milho.

Distribuição das camadas e compactação da massa

A distribuição das cargas durante o abastecimento de forragem no silo deve ser de forma organizada, para que a espessura da camada não dificulte a compactação. Estudos têm demonstrado que a camada descarregada em silos horizontais deve estar entre 15 e 30 cm, sendo que a utilização de lâminas (frontais e traseiras), nos veículos que efetuam a compactação, facilita esse processo. Deve-se fazer um intervalo de descarregamento das cargas de forragem que chega, e ter mais tempo para a pressão de compactação da massa, já que altas densidades estão correlacionadas positivamente com o tempo de compactação. Muck e Holmes (2000), ao avaliarem os fatores que alteram a densidade em silos trincheira, recomendaram que o tempo de compactação deve ser de 1 a 4 min/t de forragem ou 1 a 1,2 vezes o turno de colheita, ou seja, ao assumir que a jornada de trabalho possa durar 10 h/dia, o tempo de compactação deve ser de 10 a 12 h/dia.

Para que a fase de deposição de forragem possa ser realizada com menor exposição ao ar, recomenda-se que, em silos trincheira, o enchimento seja executado a fim de ser criada uma rampa, onde camadas oblíquas sucessivas sejam depositadas do fundo para frente do silo (Fig. 1).

Veículo e compactação da massa

Ruppel et al. (1995) avaliaram o manejo da produção de silagens de milho e de alfafa, em 12 fazendas, nos Estados Unidos, e encontraram que o peso do veículo e a taxa de compactação, dentre os parâmetros avaliados, foram os que melhor se correlacionaram com as variações nas densidades das silagens. Dentro dessa linha de raciocínio, é possível que altas densidades sejam alcançadas, conhecendo-se a quantidade de forragem que é compactada por hora e o peso do equipamento que exerce a pressão, ou seja, o equipamento de compactação deve apresentar peso igual ou



Figura 1 - Forma correta de enchimento do silo tipo trincheira

superior a 40% da massa de forragem, que chega ao silo por hora de trabalho efetiva (RUPPEL, 1997).

VEDAÇÃO

O material mais utilizado na vedação de silagens é o filme plástico, exceto para silos torre. O plástico tem a função de proteger a silagem da água e do O_2 atmosférico. Como a silagem é um alimento produzido sob condições anaeróbias, a entrada de ar na massa é crítica, pois o O_2 ativa a multiplicação dos microrganismos aeróbios/anaeróbios facultativos, principalmente as leveduras e os fungos filamentosos, o que causa perdas e redução da qualidade higiênica da silagem (WOOLFORD, 1990). Portanto, a compactação e a vedação com filme plástico minimizam a exposição da silagem ao ar.

Vários estudos indicaram a importância da proteção da silagem do O_2 por meio do plástico. Bolsen et al. (1993) mostraram que as perdas de MS no topo de silos comerciais sem vedação alcançaram 80%, contudo, os valores foram consideravelmente reduzidos, quando a vedação com plástico foi aplicada (as perdas foram de

7% em silagens de alfafa e de, aproximadamente, 22% em silagens de milho e sorgo). A espessura do filme plástico e o cuidado com que é preso à massa e ao silo desempenham papel importante no processo de vedação (ASHBELL; WEINBERG, 1992). Savoie (1988) desenvolveu um modelo que prediz o custo efetivo da espessura com base no custo do plástico e na expectativa de perdas ao longo do tempo. Esse modelo indicou que, se a silagem for estocada por três a quatro meses, um filme de 100 micras seria suficiente para protegê-la, porém, se a armazenagem durar um ano ou mais, é recomendado que filmes de 200 micras sejam usados. Contudo, ressalta-se que os plásticos produzidos no Brasil são, em geral, de qualidade insatisfatória, o que faz com que a aplicação do modelo de Savoie não seja recomendada para as condições brasileiras.

Desde 1950, quando os filmes plásticos começaram a ser utilizados na vedação de silos, algum desenvolvimento tecnológico ocorreu. No início, o principal polímero usado na confecção de plásticos para silagem foi o cloreto de polivinila (PVC) (LARRABEE; SPRAGUE, 1957). Contu-

do, rapidamente foi substituído pelo polietileno (PE), hoje o polímero mais usado, pelo custo e pela facilidade de manipulação dentro da indústria. Recentemente, um filme coextruso de PE com poliamida foi lançado comercialmente (Silostop®, Indústria Plástica Monrelalese, Itália), o qual tem 125 micras de espessura e duas faces (interna preta e externa branca). A grande diferença dos outros filmes comerciais é que este possui baixa permeabilidade ao O_2 ($70 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24\text{h}/1 \text{ bar}$, quando comparado aos $990 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24\text{h}/1 \text{ bar}$ do PE tradicional de 180 micras). Bernardes, Nussio e Amaral (2012) mostraram que a característica do filme plástico que mais influencia na deterioração aeróbia da massa é a permeabilidade ao O_2 , ou seja, quanto menos permeável o filme, menores são as perdas de MS.

Nos últimos anos, tem havido atenção especial às questões ambientais que cercam a agropecuária. A comunidade tem-se atentado para o uso de plásticos na agricultura. Silos trincheira usam cerca de 0,3 kg de plástico/tonelada de MS de silagem estocada, já os tipo bag e os fardos revestidos gastam em torno de 1,8 e 2 a 3,6 kg/t de MS, respectivamente. Com base nesse problema, várias tecnologias têm sido criadas, tais como: filmes comestíveis (à base de amido, proteína ou óleo vegetal) e filmes biodegradáveis (à base de polímeros de ácido lático). Contudo, até este momento, apesar de essas alternativas serem melhores que a não cobertura do silo, são inferiores em termos de redução de perdas, quando comparadas aos filmes plásticos.

Em algumas propriedades observa-se o uso de cobertura sobre a lona plástica. Essa prática ajuda a evitar a deterioração aeróbia e diminui as perdas de MS no topo de silos de superfície (BERNARDES; ADESOGAN, 2012). Materiais que promovem peso sobre a lona, como cascalho, pneus e terra, promovem maior compactação das áreas periféricas, diminuindo a porosidade dessas áreas, o que é benéfico durante o período de utilização da silagem, e ajuda a manter sua estabilidade aeróbia. Cobrir a

lona também auxilia na diminuição da temperatura nas regiões periféricas dos silos, o que reduz a contagem de microrganismos indesejáveis e a permeabilidade da lona ao O_2 , uma vez que, quanto maior a temperatura, maior a permeabilidade da lona plástica. Para isso, outros materiais, além dos já citados, podem ser usados, como bagaço de cana e capins (BERNARDES; AMARAL; NUSSIO, 2009). Entretanto, as dificuldades de manipulação desses materiais durante a etapa de desabastecimento do silo dificultam seu uso em fazendas de médio e de grande porte.

DESABASTECIMENTO E FORNECIMENTO DA SILAGEM

Um grande número de fazendas tem produzido silagens de alta qualidade, pelos cuidados tomados durante todo o processo de ensilagem (colheita, picagem, compactação, vedação e uso de aditivos). Porém, com alta frequência, essas fazendas têm dimensionado erroneamente seus silos e isso tem provocado perdas durante o fornecimento da silagem aos animais.

Durante a abertura do silo, a parte que não é fornecida rapidamente aos animais, permanece exposta ao ambiente e, conseqüentemente, à presença de oxigênio. Uma vez que isso acontece, perde-se a condição de anaerobiose (principal fator que determina a estabilidade aeróbia da silagem) e, então, a massa torna-se potencialmente instável. As zonas periféricas do silo são as de maiores riscos de penetração de ar, porque essa região da silagem é mais porosa. O painel do silo deve, portanto, avançar rapidamente e, desse modo, o fornecimento da silagem torna-se uma batalha entre os microrganismos aeróbios que utilizam fontes energéticas da massa e o produtor rural que necessita manter a qualidade do produto. Por esse motivo, é indispensável assegurar velocidade de avanço na massa de modo que possa impedir sua deterioração aeróbia.

Assumindo que, em condições normais, o ar pode penetrar no painel do silo cerca de 1m, e considerando a taxa

de retirada média de 1m por semana, a silagem pode ser exposta ao oxigênio por até uma semana. Em climas tropicais, as altas temperaturas durante o desabastecimento podem aumentar a taxa de crescimento dos microrganismos espoliadores, principalmente aqueles que aumentam a deterioração aeróbia. Por isso as taxas de desabastecimento nessas regiões têm que ser de 1,5 m a 2,0 m por semana, no inverno e verão, respectivamente. Isso, aliado a boas práticas de manejo, pode prevenir a deterioração aeróbia (BERNARDES; ADESOGAN, 2012).

Portanto, o tamanho e as dimensões do silo devem ser planejados de acordo com a necessidade diária de silagem para alimentar os animais.

Equipamentos e desabastecimento do silo

A retirada e o fornecimento da silagem para os animais têm funcionado como um importante dreno de MS e energia, durante o processo de ensilagem. No Brasil, parte desse problema está na dificuldade que o produtor encontra em adquirir equipamentos que desenvolvam um trabalho considerado ideal durante o desabastecimento do silo. A remoção de silagem deve ser realizada sem promover perturbações nas camadas remanescentes, o que ocorre quando o uso de pás carregadeiras frontais são utilizadas. Esse equipamento alavanca toda a estrutura

da massa de silagem e cria condições para que o O_2 caminhe tanto no sentido horizontal, como no vertical (Fig. 2), aumentando os riscos de deterioração do alimento.

O manejo de retirada poderá ser auxiliado por vagões forrageiros que contêm dispositivo rotativo de corte, e executam o trabalho com precisão, promovendo o corte do painel no sentido de cima para baixo. Outro maquinário que tem sido utilizado com frequência nas fazendas brasileiras é o garfo hidráulico, principalmente em sistemas que trabalham com silagem de capim, o que facilita a confecção imediata da dieta total.

Desabastecimento como controlador de perdas

O aproveitamento de silos existentes na propriedade e/ou a construção de novos silos, desvinculados da previsão da camada diária a ser removida do silo, em função do número de animais a ser alimentado, constitui elevada fonte de perdas de silagem ou de qualidade. Desse modo, o layout de um silo inicia-se pelo programa de desabastecimento. O primeiro cuidado é calcular quantos animais farão uso da silagem e qual quantidade será ofertada diariamente. Com relação ao silo, deve-se conhecer a área e a expectativa da densidade que a silagem irá alcançar com respaldo de anos anteriores. Conforme as Equações:

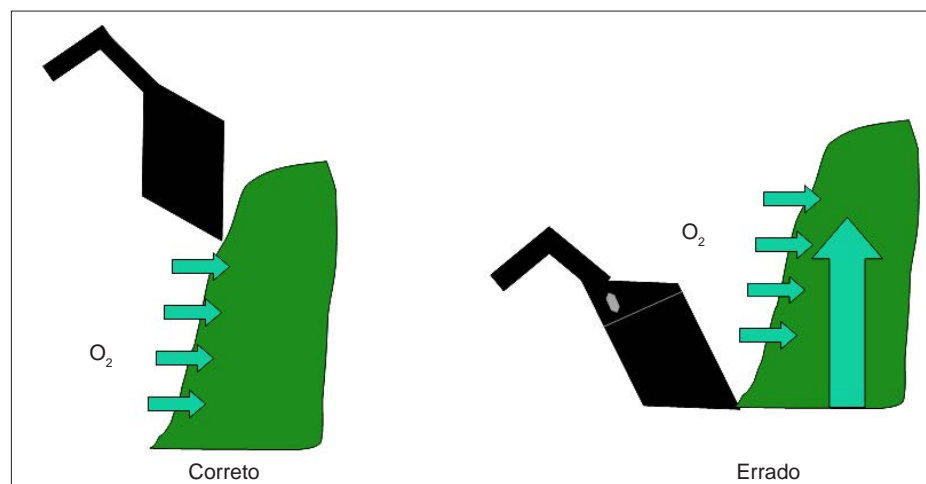


Figura 2 - Manejo correto e errôneo durante o desabastecimento do silo, e formas com que o ar penetra na massa ensilada

Equação 3:

$$FD = VD / AS$$

Equação 4:

$$VD = (NA \cdot QD) / D$$

em que:

FD = fatia diária (m);

AS = área do silo (m²);

VD = volume diário (m³);

NA = número de animais;

QD = quantidade diária fornecida por animal (kg);

D = densidade da silagem.

O correto dimensionamento do silo traduz-se em tecnologia sem custo e que propicia redução das perdas decorrentes da deterioração durante sua utilização. Deve-se atentar para a inferência realizada sobre o avanço de retirada diária, que influencia na qualidade do produto a ser oferecido aos animais, e no seu desempenho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de ensilagem engloba várias etapas que se iniciam com o planejamento da atividade, escolha da cultura, tratamentos culturais no plantio e dimensionamento do silo. Continua com a determinação da MS no momento da colheita, abastecimento, a compactação e vedação. Todas essas etapas são interligadas, e deve-se dar igual importância a cada uma delas. Entretanto, o teor de MS da cultura com a compactação e a vedação do silo são pontos-chave para obter silagens de alta qualidade. Falhas no manejo da ensilagem ou em sua utilização comprometem a qualidade final, o valor nutritivo e a sanidade das silagens ofertadas aos animais.

REFERÊNCIAS

- ASHBELL, G.; KASHANCHI, Y. In-silo losses from wheat ensiled in bunker silos in a subtropical climate. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.40, n.2, p.95-103, 1987.
- ASHBELL, G.; WEINBERG, Z.G. Top silage losses in horizontal silos. **Canadian Agricultural Engineering**, Ottawa, v. 34, n.2, p.171-175, 1992.
- BERNARDES, T.F.; ADESOGAN, A.T. Aerobic deterioration of silages in warm climates. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DE PASTAGEM, 6.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 4., 2012, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2012. p.249-268.
- BERNARDES, T.F.; AMARAL, R.C.; NUSSIO, L.G. Sealing strategies to control top losses in horizontal silos. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 1., 2009, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2009. p.209-224.
- BERNARDES, T. F.; CARVAHO, I. Q.; SILVA, N. C. A snapshot of maize silage quality on dairy farms in South Brazil. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 16., 2012, Hameenlinna. **Proceedings...** Hameenlinna, Finland: MTT Agrifood Research Finland University of Helsinki, 2012. p.322-323.
- BERNARDES, T. F.; NUSSIO, L. G.; AMARAL, R. C. do. Top spoilage losses in maize silage sealed with plastic films with different permeabilities to oxygen. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.67, n.1, p.34-42, Mar. 2012.
- BOLSEN, K. K. et al. Rate and extent of top spoilage losses in horizontal silos. **Journal of Dairy Science**, Champaign v.76, n.10, p.2940-2962, Oct. 1993.
- BORREANI, G.; TABACCO, E. The effect of a baler chopping system on fermentation and losses of wrapped big bales of alfalfa. **Agro-nomy Journal**, Madison, v.98, n.1, p.1-7, Jan. 2006.
- CHEN, Y.; WEINBERG, Z.G. Changes during aerobic exposure of wheat silage. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.154, n.1/2 p.76-82, Oct. 2009.
- HEINRICH, J.; KONONOFF, P. **Evaluating particle size of forages and TMRs using the new Penn State Forage Particle Separator**. State college: The Pennsylvania State University, 2002. (College of Agriculture Science. Cooperative Extension. Technical Bulletin, 02-42). Disponível em: <http://www.vetmed.wsu.edu/courses-jmgay/documents/DAS02421.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2012.
- HOLMES, B. J. Software applications for sizing silos to maximize silage quality. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 1., 2009, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2009. p.189-208.
- IGARASI, M.S. **Controle de perdas na ensilagem de capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano**. 2002. 132f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- LARRABEE, W. L.; SPRAGUE, M. A. Preservation of forage nutrients as silage in gas-tight enclosures of polyvinyl chloride plastic. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.40, n.7, p.800-809, July 1957.
- MUCK, R.E.; HOLMES, B.J. Factors affecting bunker silo densities. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v.16, n.6, p.613-619, Nov. 2000.
- MUCK, R.E.; MOSER, L.E.; PITT, R.E. Post-harvest factors affecting ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Ed.). **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 2003. cap.6, p.251-304. (ASA. Agronomy, 42).
- O'KIELY, P. et al. **Improved technologies for baled silage**. Dunsany, Ireland: Grange Research Centre, 2002. 128p. (Beef Production, 50).
- PAHLOW, G. et al. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Ed.). **Silage science and technology**, Madison: American Society of Agronomy, 2003. cap.2, p.31-94. (ASA. Agronomy Monograph, 42).
- RUPPEL, K. A. Economics of silage management practices: What can I do to improve the bottom line of my ensiling business? In: SILAGE: FIELD TO FEED BUNK CONFERENCE, 1997, Hershey, Pennsylvania. **Proceedings...** Hershey, Pennsylvania, 1997. p.125-136.
- RUPPEL, K.A. et al. Bunker silo management and its relationship to forage preservation on dairy farms. **Journal of Dairy**

Science, Champaign, v.78, n.1, p.141-153, Jan. 1995.

SAVOIE, P. Optimization of plastic covers for stack silos. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v.41, n.2, p.65-73, Oct. 1988.

TABACCO, E.; BORREANI, G. Rotoballe fasciate: migliorare la qualità e ridurre le perdite. **Professione Allevatore**, v.21, p.22-24, 2004.

WANG, F.; NISHINO, N. Resistance to aerobic deterioration of total mixed ra-

tion silage: effect of ration formulation, air infiltration and storage period on fermentation characteristics and aerobic stability. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.88, n.1, p.133-140, Jan. 2008.

WEINBERG, Z.G. et al. Effects of stage of maturity at harvest, wilting and LAB inoculant on aerobic stability of wheat silage. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.158, n.1/2, p.29-35, June 2010.

WEINBERG, Z.G. et al. Preservation of total mixed rations for dairy cows in bales

wrapped with polyethylene stretch film. a commercial scale experiment. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 164, n.1/2, p.125-129 Feb. 2011.

WILKINSON, J.M.; BOLSEN, K.K.; LIN, C. J. History of silage In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Ed.). **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 2003. cap.1, p.1-30. (ASA. Agronomy Monograph, 42).

WOOLFORD, M.K. The detrimental effect of air on silage. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v.68, n.2, p.101-116, Feb. 1990.

Pinhão-manso: potencial e utilizações

O livro *Pinhão-manso* é o resultado de várias décadas de pesquisa sobre a cultura, com vistas ao conhecimento de seu potencial e de suas utilizações. São abordados aspectos como melhoramento genético, sistemas de propagação, qualidade fisiológica de sementes, doenças e pragas, colheita e pós-colheita, extração do óleo e demais produtos.

Mais informações:
publicacao@epamig.br
Tel. (31) 3489-5002



Variedades de cana-de-açúcar para a alimentação de bovinos

Geraldo Antônio Resende Macêdo¹

Karina Toledo da Silva²

Resumo - A cana-de-açúcar constitui importante alternativa para alimentação volumosa do rebanho bovino, durante o período de seca e escassez de forragem, em razão de seu alto potencial produtivo. O critério de escolha da variedade deve estar voltado para aquela que reúne as melhores características agronômicas e perfil nutricional que atenda às exigências da alimentação volumosa dos bovinos. Algumas características são importantes e desejáveis, sendo que o balanço do potencial produtivo/qualitativo é que definirá a indicação de uma ou mais variedades para alimentação do rebanho. Algumas variedades de diferentes ciclos de maturação são sugeridas: precoces, médias, tardias. Além da escolha apropriada da variedade, é necessário adotar práticas de manejo que maximizem a produtividade do canavial, o que o torna um volumoso de baixo custo.

Palavras-chave: *Saccharum* spp. Variedade. Cultivar. Nutrição animal. Bovino.

INTRODUÇÃO

Para suprir as deficiências das pastagens, principalmente durante o período seco do ano, os pecuaristas têm como prática o uso da suplementação, tanto volumosa, como concentrada, de seus rebanhos, o que invariavelmente tem onerado o custo de seus sistemas de produção, principalmente quando se utilizam rações concentradas, silagens e fenos.

A cana-de-açúcar, pelo seu alto potencial produtivo, excelente capacidade de manutenção do potencial energético durante o período seco e possibilidade de redução de custo da alimentação volumosa, tem estimulado cada vez mais os pecuaristas a lançarem mão desse recurso nos períodos críticos de escassez de forragem. Conhecida desde longa data como forragem, foi, ao que tudo indica, a primeira planta empregada como recurso forrageiro na alimentação suplementar dos animais. E com razão suficiente, pelo fato de ser uma cultura de fácil cultivo, com grande

potencial de produção, por apresentar coincidência de safra com o período de escassez de forragens verdes nos pastos, manter qualidade nutritiva por longo tempo após a maturidade, ter grande aceitação por parte do gado (PEIXOTO, 1994) e ser fonte de energia por excelência, apresentando alto conteúdo de açúcares.

Visando contribuir para a melhoria da resposta animal durante o período de escassez de forragem, este artigo tem por objetivo repassar informações tecnológicas que proporcionem a profissionais da área e a pecuaristas, elementos suficientes para a escolha das variedades de cana-de-açúcar mais apropriadas para alimentação de seus rebanhos.

ESCOLHA DA VARIEDADE

No passado, os critérios adotados para indicar uma variedade de cana-de-açúcar como forrageira não eram considerados como os de maior embasamento científico, por não levarem em consideração

o valor nutritivo da variedade indicada como alimento para as diferentes espécies domésticas, mas somente se baseavam em aspectos morfológicos da produção. Assim, variedades selecionadas, com baixo rendimento em açúcar, passavam a ser indicadas como forrageiras, desde que atendessem às qualificações mínimas, tidas como importantes do ponto de vista alimentar: grande produção de massa, capacidade de perfilhamento, possibilidade de corte duas vezes por ano, capacidade de rebrota, rusticidade, resistência a pragas e a doenças e ausência de joçal (PEIXOTO, 1994).

Com o avanço das pesquisas, ocorreu uma mudança conceitual quanto à variedade de cana mais apropriada para alimentação animal. A mais adequada passou a ser a que apresenta maior concentração de sacarose, visto que contribui com a maior parte do fornecimento de energia para o animal, a que tem baixa relação fibra em detergente neutro (FDN)/teor de

¹Eng^o Agr^o, M.Sc., Pesq. EPAMIG Centro-Oeste, Caixa Postal 295, CEP 35701-970 Sete Lagoas-MG. Correio eletrônico: geraldomacedo@epamig.br

²Zootecnista, M.Sc., Pesq. EPAMIG Centro-Oeste/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 295, CEP 35701-970 Sete Lagoas-MG. Correio eletrônico: karinatoledo@epamig.br

sacarose, e a que permite maior consumo (GOODING, 1982 apud RODRIGUES; PRIMAVESI; ESTEVES, 1997). Aliada a esses aspectos, é desejável que a cana tenha porte ereto, uniformidade de diâmetro de colmo, despalha fácil e ausência de florescimento e de chochamento (MATSUOKA; HOFFMANN, 1993).

Pelo fato de existir elevado número de variedades disponíveis no mercado para atender ao setor da indústria que demanda materiais com alto teor de sacarose, essas mesmas variedades, via de regra, passaram a ser indicadas, pelo mesmo motivo, para alimentação animal. No entanto, em função de suas limitações nutricionais, principalmente em razão da baixa digestibilidade de sua fração fibrosa, trabalhos de pesquisa, em anos recentes, têm sido realizados para identificar variedades de indústria que melhor se enquadrem dentro do perfil nutricional, ou seja, menores teores de FDN, maior teor de sacarose, menor relação FDN/teor de sacarose e maior digestibilidade. Trabalhos realizados por Rodrigues, Primavesi e Esteves (1997) e Rodrigues et al. (2001, 2005, 2006), ao avaliarem um total de 48 variedades, como alimento para bovinos, apontaram dez como sendo as de melhor perfil qualitativo. No entanto, deve-se observar a capacidade produtiva dos materiais de melhor perfil qualitativo, em diferentes ambientes de produção, tendo em vista a importância da adaptabilidade às condições locais, para obtenção de produtividades compatíveis com as necessidades quantitativas de alimentos e de custos. Não havendo resposta produtiva dos materiais, de melhor perfil qualitativo em determinado ambiente de produção, deverá prevalecer a indicação daquelas variedades mais produtivas voltadas para a indústria.

CARACTERÍSTICAS DESEJÁVEIS EM UMA VARIEDADE

Por questões probabilísticas, não é possível reunir numa só variedade, por meio de estudos de melhoramento genético, todas as características desejáveis,

em termos agrônômicos, tecnológicos e nutricionais, visando à alimentação animal. No entanto, algumas características são importantes e desejáveis em uma variedade, tais como:

- a) máxima produtividade em colmo e sacarose;
- b) boa adaptação a diferentes tipos de solos e clima, com maior adaptabilidade aos ambientes de produção;
- c) rápido desenvolvimento inicial;
- d) bom fechamento das entrelinhas;
- e) boa brotação de soqueira, especialmente quando cortadas no meio da safra, quando há falta de umidade no solo;
- f) não apresente brotação tardia, o que evita maturação desuniforme;
- g) colmos com diâmetro médio e uniforme, o que facilita a operação de corte e picagem;
- h) não ocorra tombamento de colmo, pois isto propicia sua quebra e/ou enraizamento, com conseqüente redução do teor de sacarose, além de dificultar o corte;
- i) despalha espontânea ou fácil, o que facilita a colheita e o processamento, além de ser material sem valor nutricional;
- j) ausência de joçal, o que facilita o corte manual;
- k) não florescimento, chochamento ou isoporização do colmo, pois a presença destes propicia redução de sacarose e de peso da cana;
- l) longo período de utilização, o que proporciona maior cobertura do período de safra, baixa relação FDN/sacarose, o que permite maior consumo pelo animal e variedades que apresentem tolerância às principais pragas e doenças, as quais trazem prejuízos incalculáveis ao canavial, podendo dizimá-lo.

Deve-se levar em conta o balanço potencial produtivo/qualitativo, para que a indicação de uma ou mais variedades possa atender à alimentação do rebanho.

VARIEDADES RECOMENDADAS

Variedades disponibilizadas para a indústria, com bom potencial produtivo para Minas Gerais, e que, via de regra, são também utilizadas para alimentação animal, são apresentadas a seguir:

- a) variedade SP80-1842: média exigência em fertilidade do solo e em produção agrícola, rápido desenvolvimento inicial, despalha fácil, florescimento, presença de pelos caducos, frequente tombamento, maturação precoce, alto teor de sacarose, colheita em maio/agosto, suscetível à ferrugem e tolerante ao carvão, tolerância intermediária à escaldadura e suscetível a broca/podridões;
- b) variedade RB98710: exigente em ambiente de produção, alta produção agrícola, brotação cana soca muito boa, porte médio, crescimento ereto, despalha fácil, joçal regular, tombamento e florescimento raros, chochamento ausente, maturação precoce, colher no início de safra, alto teor de sacarose, baixa fibra, resistente à ferrugem marrom e moderadamente suscetível à escaldadura e ao carvão;
- c) variedade RB85-5536: média exigência em fertilidade do solo, não sendo recomendado o plantio em solos de baixa retenção de água, alta produção agrícola, mantém estabilidade de produção na cana soca, despalha fácil, ausência de florescimento e chochamento, raro tombamento, ausência de pelos, maturação média, alto teor de sacarose, colheita em junho/setembro, tolerante à ferrugem, ao carvão e tolerância intermediária à escaldadura e à broca e podridões;
- d) variedade SP80-1816: média exigência em fertilidade do solo, alta produção agrícola, porte ereto, apta para corte mecanizado, despalha média, ausência de florescimento e tombamento, presença de pelos, maturação média, alto teor de saca-

rose, colheita em junho/setembro, tolerante à ferrugem, ao carvão e à escaldadura, sensível à broca e podridões;

- e) variedade SP80-3280: média a alta exigência em fertilidade de solo, alta produção agrícola, ótimo perfilhamento, florescimento e chochamento intenso com presença de brotações laterais, apresenta boa despalha, bom teor de sacarose, colheita em junho/agosto, tolerante ao carvão e à ferrugem, tolerância intermediária à escaldadura, em regiões com presença de broca da cana-de-açúcar, deve-se ter atenção, pois esta variedade é extremamente sensível ao complexo broca e podridão;
- f) variedade RB86-7515: baixa exigência em fertilidade do solo, alta produção agrícola, despalha fácil, pouco tombamento, pode ocorrer quebra de palmito, ausência de pelos, médio chochamento, médio florescimento, maturação média, alto teor de sacarose, colheita em julho/outubro, tolerante ao carvão, à ferrugem e à escaldadura, suscetível a estrias vermelhas em solos argilosos com boa fertilidade, tolerante à broca e podridões;
- g) variedade RB92579: média restrição a ambiente de produção, alta produção agrícola, crescimento lento, despalha difícil, porte alto, ausência de pelos, pouco chochamento, eventual florescimento, pode ocorrer tombamento, rápida recuperação ao estresse hídrico (seca), alto teor de sacarose, maturação média/tardia, médio teor de fibra, tolerante à ferrugem e resistente à escaldadura;
- h) variedade RB92-8064: média exigência em ambiente de produção, alta produção agrícola, rápido crescimento, excelente brotação em cana planta e soqueira, porte alto, crescimento ereto, média despalha, tombamento eventual, florescimento raro, chochamento ausente, pouco joçal, colheita

final de safra, maturação média/tardia, médios teores de sacarose e fibra, boa sanidade, resistente à ferrugem marrom, ao carvão e ao mosaico, tolerante à escaldadura;

- i) variedade RB72454: média exigência em fertilidade do solo, alta produção agrícola, boa estabilidade de produção, excepcional longevidade, despalha difícil, raro tombamento, ausência de pelos, médio chochamento e florescimento, maturação média/tardia, alto teor de sacarose, colheita em condições de sequeiro em setembro/novembro, tolerante à ferrugem, tolerância intermediária ao carvão, às estrias vermelhas, à escaldadura e à broca e podridões.

Variedades disponibilizadas para a indústria, com bom potencial produtivo para Minas Gerais, identificadas com perfil nutricional adequado para alimentação de bovinos:

- a) variedade RB76-5418: baixa exigência em fertilidade do solo, alta produção agrícola, despalha média, tombamento frequente, ausência de florescimento e chochamento, presença de pelos, maturação precoce, alto teor de sacarose, baixa relação FDN/sacarose, colheita em abril/novembro, tolerante ao carvão, à ferrugem, às estrias vermelhas, à escaldadura e tolerância intermediária à broca e podridões;
- b) variedade SP79-1011: média exigência em fertilidade do solo, média produção agrícola, despalha natural, tombamento raro, presença de pelos, ausência de chochamento e florescimento, maturação média, alto teor de sacarose, baixa relação FDN/sacarose, colheita em junho/setembro, tolerância intermediária ao carvão, suscetível à ferrugem, tolerante a estrias vermelhas e escaldadura e tolerância intermediária à broca e podridões;
- c) variedade SP81-3250: alta exigência em fertilidade do solo, alta produção

agrícola, ótima soqueira, presença de chochamento e florescimento, maturação média, alto teor de sacarose, baixa relação FDN/sacarose, colheita em junho/agosto, tolerante à ferrugem, ao carvão, à broca e suscetível à escaldadura;

- d) variedade RB83-5486: média exigência em fertilidade do solo, produção agrícola e despalha, ocorre florescimento e chochamento, ausência de pelos, maturação precoce, alto teor de sacarose, baixa relação FDN/sacarose, longo período útil de industrialização, colheita em maio/agosto, tolerante à escaldadura, ao carvão, à broca e podridões e suscetível à ferrugem;

- e) variedade IACSP93-3046: boa adaptação aos ambientes de produção, alta produção agrícola, alto perfilhamento, ótima brotação de soqueira e fechamento de entrelinha, crescimento ereto, não há tombamento, não há florescimento, alto teor de sacarose, baixa relação FDN/sacarose, maturação média, colheita de maio a outubro, média sensibilidade a herbicida, resistente à ferrugem e tolerância intermediária ao carvão e à broca.

A variedade IAC86-2480, lançada para fins forrageiros, apresenta as seguintes características: exigência em fertilidade do solo, boa resposta de produtividade ao uso de matéria orgânica (MO), boa produtividade agrícola e capacidade de manutenção de produtividade, porte ereto, altura de colmo de média a baixa, uniformidade biométrica dos colmos, alta resistência ao acamamento, ausência de florescimento, despalha espontânea, alto teor de sacarose, relação FDN/teor de sacarose bastante favorável para alimentação de bovinos, boa digestibilidade e conversão alimentar para bovinos, colheita de maio a outubro, tolerante ao carvão e à escaldadura, tolerância intermediária à ferrugem, ao ataque da broca-do-colmo e a nematoide.

Embora ultimamente a IAC86-2480 não tenha despertado, muito interesse aos pecuaristas, por ser uma variedade exigente em fertilidade do solo, apresentar porte médio e ser atacada por ferrugem, verifica-se que, em trabalhos desenvolvidos na EPAMIG, sob condições irrigadas, essa variedade tem-se mostrado bastante produtiva (MACÊDO et al., 2007).

MANEJO DAS VARIEDADES

Além da escolha apropriada da variedade, o manejo deverá estar voltado para atender às peculiaridades da alimentação animal, levando em consideração a demanda por volumoso de qualidade durante todo o período da seca.

Em Minas Gerais, a safra da cana normalmente ocorre de maio a novembro, o que permite trabalhar com variedades de diferentes ciclos de maturação, visando cobrir todo o período. Dessa forma, o planejamento do canavial deve-se voltar para um esquema de plantio de variedades de ciclo precoce, médio e tardio. A combinação de plantio de, pelo menos, uma variedade de cada ciclo possibilitará estabilidade de produção durante todo o período de safra. Isto é vantajoso para a alimentação animal, pela oferta regular de cana a ser utilizada como forragem.

Um esquema de manejo adaptado de Barbosa et al. (2007) para as principais variedades que têm sido utilizadas em Minas Gerais, para a produção de álcool e açúcar, também poderá ser adotado para a produção de cana-de-açúcar, visando alimentação animal (Quadro 1). A este esquema de manejo estão incluídas variedades relacionadas por Rodrigues, Primavesi e Esteves (1997) e Rodrigues et al. (2001, 2005, 2006) como as mais adequadas em termos qualitativos para alimentação de bovinos, e aquelas em avaliação na EPAMIG Centro-Oeste, em Prudente de Moraes, MG, em termos de adaptação local.

Quanto ao ciclo de maturação, as variedades são classificadas em precoce, média e tardia. São de ciclo precoce, aquelas que apresentam teor de sacarose

QUADRO 1 - Sugestão de manejo de variedades de cana-de-açúcar para alimentação de bovinos em Minas Gerais

Dias de safra		
45	75	75
Precoce	Média	Tardia
(¹) RB76-5418	RB85-5536	RB72454
SP80-1842	RB86-7515	RB86-7515
RB83-5486	RB92-8064	RB92579
RB98710	(¹) SP79-1011	
	SP80-1816	
	SP80-3280	
	(¹) SP81-3250	
	(¹) IAC86-2480	
	(¹) IACSP93-3046	

(1) Variedades com menor relação fibra em detergente neutro (FDN)/teor de sacarose.

superior a outras variedades, no início da safra (abril e maio). Considerando a maturação, normalmente possuem longo período útil de industrialização (PUI); variedades médias são as que apresentam teor de sacarose superior a outras variedades no meio da safra (junho, julho, agosto), com PUI médio; variedades tardias são as que apresentam elevado teor de sacarose de meados para o final da safra, com PUI curto (70 a 120 dias).

Aliada à escolha apropriada de variedades, é importante observar certas práticas agrícolas que resultem na melhoria da produtividade. Duas épocas de plantio são mais utilizadas em Minas Gerais: plantio de cana de ano, que ocorre no início do período chuvoso, em outubro/novembro, e plantio de cana de ano e meio, em fevereiro/março. O plantio de cana de ano deverá ser feito o mais cedo possível, desde que tenha condições mínimas de umidade no solo. Dessa forma, o canavial terá melhor desenvolvimento vegetativo, pois se beneficiará das condições ideais dos meses de temperatura mais alta e de maior precipitação. Plantio tardio, como em dezembro, resultará no encurtamento do melhor período para o desenvolvimento vegetativo da cana, trazendo como consequência baixa produção no primeiro ano.

O plantio de cana de ano e meio tem como uma das vantagens melhor produtividade do primeiro corte. Outro aspecto

importante é utilizar mudas de qualidade, com dez a doze meses de idade, sadias e oriundas de viveiros formados por mudas tratadas termicamente. A quantidade de muda também é de suma importância. Devem-se utilizar de 10 a 12 toneladas de colmo por hectare, colocando-se de dezesseis a dezoito gemas por metro linear de sulco.

Igualmente importante é fazer adubação correta de plantio de acordo com análise do solo e exigência da cultura, com atenção especial para fósforo (P), potássio (K), enxofre (S) e correção do solo. Não tem havido respostas consistentes da aplicação de nitrogênio (N) no plantio, entretanto, em solos arenosos com baixo teor de MO ou em solos onde a cana será cultivada pela primeira vez, recomenda-se fazer adubação de cobertura com esse nutriente. A adubação orgânica é uma prática que poderá ser adotada tanto no plantio quanto na soqueira, acrescida, se necessário, de adubação mineral complementar. O controle de pragas de solo, principalmente cupim subterrâneo, deverá ser feito com inseticidas sobre os toletes no sulco de plantio. Existem produtos bastante eficientes no mercado, embora possam apresentar preços elevados, são aplicados a baixas dosagens, o que reduz o custo da aplicação.

Adubação da soqueira poderá ser feita sobre a palhada, mas levando em consideração possíveis perdas pelo arraste

da chuva ou pela volatilização, quando utilizada a ureia. É importante a reposição de N e K. Quanto ao P, deve-se avaliar a necessidade.

A cana deverá ser mantida sempre livre da competição de plantas daninhas, utilizando-se diferentes métodos de controle, tais como, controle manual, controle mecânico (cultivadores, grade), controle cultural (plantio de culturas nas entrelinhas da cana) ou controle químico por meio de herbicidas. Ao optar por herbicidas no plantio, utilizar, preferencialmente, os recomendados em pré e pós-emergência inicial, na fase de esporão da cana. O trato cultural da soqueira também poderá ser realizado por três operações simultâneas denominadas tríplexes operações, onde são feitas a subsolagem, adubação e cultivo. Essa prática é benéfica em áreas que apresentam compactação.

Quanto à irrigação da cana, poderá ser feita, principalmente, a de salvamento no plantio, quando a chuva estiver escassa, e, após o corte, para favorecer maior rebrota. Resultados positivos com a irrigação têm sido obtidos em regiões com restrições hídricas, como o Norte de Minas. Boa produtividade foi registrada em trabalhos de pesquisa no Jaíba, Norte de Minas, com as variedades RB76-5418, SP80-1842, SP80-1816, RB85-5536 e IAC86-2480 na cana planta (1º ano), onde a irrigação plena proporcionou produtividade superior a 100 t/ha (MACÊDO et al., 2007). Por sua vez, a cana soca dessas mesmas variedades apresentou maior acúmulo de matéria seca (MS) e de Brix sob irrigação até o 5º mês de desenvolvimento da cultura em comparação à irrigação plena (MACÊDO et al., 2008). Macêdo et al. (2009) observaram efeito positivo da irrigação das variedades RB83-5486 e RB86-7515 sobre ganho de peso de novilhas $\frac{3}{4}$ Holandês/Zebu, em comparação às produzidas em sequeiro, no município de Prudente de Morais (MG). Por outro lado, maior produtividade obtida em condição irrigada da variedade SP80-1842, também em Prudente de Morais, refletiu positivamente sobre maior ganho de peso vivo por hectare de novilhas (FERREIRA et al., 2011).

A colheita da cana deve ser feita quando esta atingir a maturidade. O corte manual deve ser feito rente ao solo. A prática correta do corte possibilita uma rebrota mais sadia e resistente dos rizomas, aumentando a longevidade do canavial. A colheita mecanizada vem-se tornando uma realidade e, ao decidir pelo seu uso, devem-se avaliar as vantagens. Diferentemente do setor sucroalcooleiro em que o corte mecanizado já é uma realidade, com avanços tecnológicos tanto do ponto de vista de máquinas para o corte, quanto do cultivo da cana, o corte mecanizado para uso na alimentação animal ainda é incipiente. O que se tem visto, na maioria das vezes, é o uso improvisado de ensiladeiras para milho, sorgo e forrageiras para o corte da cana, com resultados pouco satisfatórios e questionáveis. Esse quadro tem indicado a existência de demanda por máquinas apropriadas a esta situação de uso, bem como a necessidade de ajustes tecnológicos no cultivo da cana. Uma vez equacionadas essas questões, muito provavelmente ocorrerá um expressivo aumento da utilização da cana na alimentação animal.

Por fim, é importante enfatizar que a produtividade e a duração do canavial dependem fundamentalmente do plantio correto e do manejo adequado. Aliada à produtividade, está a obtenção de cana como material forrageiro de melhor qualidade. Para isso, devem-se adotar práticas de manejo que vão além da escolha das variedades que apresentem características mais apropriadas para alimentação animal.

Outro aspecto importante é dimensionar o canavial de acordo com as reais necessidades da propriedade agrícola. O superdimensionamento de áreas de plantio pode levar a uma situação indesejável, que é deixar a cana bisar, isto é, passar de um ano para o outro sem ser colhida. Quando não se faz o corte e com o início das chuvas, ocorrerão novas brotações na touceira e brotação das gemas dos colmos adultos, resultando, numa mesma touceira, colmos de idades diferentes, com diferentes teores

de sacarose, além de açúcares invertidos. Esta é uma das situações nas quais a cana fica passada, o que é indesejável para a obtenção de matéria-prima de qualidade para alimentação animal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos, o uso da cana-de-açúcar, na alimentação de bovinos, aumentou de forma considerável, uma vez que os pecuaristas têm afirmado que seus custos de produção têm reduzido com a adoção dessa prática. No entanto, a produtividade dos canaviais é baixa, pois ainda, na maioria das propriedades agrícolas, se cultivam variedades antigas, geneticamente degeneradas (SILVEIRA; BARBOSA; OLIVEIRA, 2002). Uma maneira de reverter essa situação é a introdução de variedades melhoradas em sistemas de produção mais adequados à realidade da região. Atualmente, existe um leque de opções de variedades melhoradas no mercado, dando ao produtor opção de escolha, garantindo maior probabilidade de sucesso. As usinas, ao buscarem maior eficiência e rentabilidade, têm sido ágeis na utilização dessas novas variedades, e logo plantam as recentemente melhoradas.

Para que o pecuarista possa se beneficiar desses avanços tecnológicos, há que disponibilizar informações, proporcionar capacitação e dar oportunidade de acesso aos materiais melhorados geneticamente e testados localmente. Já se constata que está havendo maior conexão dos trabalhos que buscam avanços tecnológicos para a produção de cana-de-açúcar para a indústria, com aqueles que visam à potencialização de seu uso na alimentação animal.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, M. H. P. et al. Variedades melhoradas de cana-de-açúcar para Minas Gerais. **Informe Agropecuário**. Cana-de-açúcar, Belo Horizonte, v.28, n.239, p.20-24, jul./ago. 2007.
- FERREIRA, J. J. et al. Desempenho de novilhas mestiças alimentadas com as variedades de cana RB83-5486 e SP80-

1842, com e sem irrigação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2011, Belém. **Anais...** O desenvolvimento da produção animal e a responsabilidade frente a novos desafios. Belém: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2011. 1 CD-ROM.

MACÊDO, G. A. R. et al. Características agronômicas e bromatológicas de variedades de cana-de-açúcar com cultivos intercalares, sob irrigação no Norte de Minas Gerais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** O avanço científico e tecnológico da produção animal. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. 1CD-ROM.

MACÊDO, G. A. R. et al. Desempenho de novilhas mestiças alimentadas com as variedades de cana RB83-5486 e RB86-7515, com e sem irrigação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Inovação científica e tecnológica em zootecnia. Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. 1CD-ROM.

MACÊDO, G. A. R. et al. Produção e quali-

dade de colmo de variedades de cana soca sob irrigação plena e com déficit no Norte de Minas Gerais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Biotecnologia e sustentabilidade. Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. 1CD-ROM.

MATSUOKA, S.; HOFFMANN, H. P. Variedades de cana-de-açúcar para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 17-35.

PEIXOTO, A. M. A cana-de-açúcar como recurso forrageiro. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C. de; FARIA, V.P. de (Ed.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 597-633.

RODRIGUES, A. de A.; PRIMAVESI, O.; ESTEVES, S. N. Efeito da qualidade de variedades de cana-de-açúcar sobre seu valor como alimento para bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 12, p. 1333-1338, dez. 1997

RODRIGUES, A. de A. et al. Qualidade de dez variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL

DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** A produção animal e o foco no agronegócio. Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. 1CD-ROM.

RODRIGUES, A. de A. et al. Qualidade de dezoito variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, p. 1111-1113.

RODRIGUES, A. de A. et al. Qualidade de nove variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** Produção animal em biomas tropicais. João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. 1CD-ROM

SILVEIRA, L.C.I. da; BARBOSA, M.H.P.; OLIVEIRA, M.W. de. Manejo de variedades de cana-de-açúcar predominantes nas principais regiões produtoras de cachaça em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**. Cachaça Artesanal de Minas, Belo Horizonte, v.23, n.217, p.25-32, 2002.

Maçã em regiões de inverno ameno



A maçã é uma das frutas frescas de clima temperado mais comercializadas no Brasil e no mundo.

Estudos para melhoramento genético possibilitaram que novas cultivares, com menor exigência em frio, fossem desenvolvidas, o que permitiu a expansão dessa cultura a novas áreas de cultivo, além do Sul do Brasil.

O Boletim Técnico *Aspectos técnicos da cultura da macieira em regiões de inverno ameno* traz recomendações importantes para quem deseja cultivar esta fruteira com produtividade e qualidade.

Informações:
publicacao@epamig.br
(31) 3489-5002



Produção Integrada de Trigo no Brasil

Casiane Salete Tibola¹
José Maurício Cunha Fernandes²

Resumo - A Produção Integrada é um sistema de certificação de adesão voluntária, regulamentado nas cadeias agrícolas e pecuárias por meio de documentos, que incluem: normas técnicas específicas que preconizam as boas práticas para a produção e pós-colheita; agrotóxicos registrados para a cultura; caderno de campo e de pós-colheita para os registros pertinentes à rastreabilidade; e listas de verificação para orientar as auditorias de avaliação da conformidade, que são requisitos para a certificação. As normas técnicas específicas para Produção Integrada de Trigo (PI Trigo) foram elaboradas com ampla participação da cadeia produtiva, preconizando as boas práticas em todas as etapas, além de registros nos cadernos de campo e de pós-colheita eletrônicos, para viabilizar a implementação de sistemas de rastreabilidade e de certificação de produtos.

Palavras-chave: Boas práticas. Rastreabilidade. Certificação. Norma técnica.

INTRODUÇÃO

A difusão da agricultura intensiva e a consequente concentração de resíduos em áreas limitadas tiveram significativo impacto no ambiente, causando problemas como: exaustão da camada arável do solo, contaminação do solo e da água, expressivo aumento nos custos de produção e êxodo rural. Assim, para promover o desenvolvimento sustentável, proteger os recursos naturais, racionalizar a utilização de insumos externos e preservar a segurança dos alimentos, está sendo preconizada a agricultura sustentável. As premissas deste desenvolvimento sustentável incluem não só a preservação do meio ambiente e dos aspectos sociais, mas também a produção de alimentos seguros com preços acessíveis e a garantia de meios de subsistência para os agricultores (SEUFERT; RAMANKUTTY; FOLEY, 2012).

Os sistemas de produção orgânica e de produção integrada são as principais formas da agricultura sustentável, em âmbito mundial. Esses sistemas de produção contemplam a adoção de boas práticas em todas as etapas do sistema produtivo, bem como a implementação de sistema de rastreabilidade, viabilizando a segregação e a certificação de produtos, atestando que estes foram obtidos de acordo com os requisitos estabelecidos em normas técnicas. Atender a esses critérios de produção sustentáveis constituem exigências comerciais, que influenciam na decisão de compra do consumidor e estão em consonância com as atuais demandas de mercado.

No mercado de grãos, há uma tendência para a diferenciação e a segregação de produtos, evidenciando características relativas à qualidade, aptidão tecnológica e/ou indicações geográficas, visando aten-

der exigências específicas de normativas e do mercado consumidor (ELBEHRI, 2007). No setor tritícola, os lotes podem ser segregados de acordo com a cultivar, classe comercial e resultados de análises, como presença de micotoxinas, dentre outros atributos que caracterizam a qualidade e a aptidão tecnológica de trigo. Esses indicadores são influenciados pelo genótipo, pelas condições climáticas e pela região produtora, demandando sistemas de rastreabilidade para identificar a procedência e disponibilizar informações sobre o manejo e a qualidade dos produtos. A segregação do trigo produzido no Brasil pode colaborar para o incremento da competitividade da produção nacional e a redução da dependência de importações, que representam, atualmente, mais da metade do consumo interno. Além disso, favorece a minimização das perdas, com melhor planejamento

¹Eng^a Agr^a, Dra., Pesq. EMBRAPA Trigo, Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo-RS. Correio eletrônico: casiane.tibola@embrapa.br

²Eng^o Agr^o, Ph.D., Pesq. EMBRAPA Trigo, Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo-RS. Correio eletrônico: mauricio.fernandes@embrapa.br

da produção, desde a escolha da cultivar até a definição de lotes no armazenamento e na comercialização.

Adicionalmente, os incidentes relacionados com a segurança dos alimentos determinaram a necessidade de estabelecer sistemas de controle de qualidade e de rastreabilidade apropriados para identificar e retirar do mercado alimentos contaminados. Para o trigo e outros cereais, a presença de contaminantes, como resíduos de agrotóxicos e micotoxinas, visualmente imperceptíveis no produto final, é um desafio para produção de alimentos seguros. O manejo desses contaminantes tornou-se uma preocupação crescente, considerando que, com base em dados de monitoramento, limites máximos de tolerância estão sendo estabelecidos em níveis cada vez mais restritivos, visando à garantia da segurança dos alimentos comercializados.

A produção de alimentos seguros, passíveis de certificação, demanda integração e participação de todos os elos da cadeia produtiva, em associação com políticas públicas que priorizem a qualidade e a rastreabilidade de alimentos. Dentre as iniciativas voluntárias que fomentam parcerias entre agentes da cadeia produtiva, visando à obtenção de alimentos seguros, rastreados e maiores oportunidades na comercialização, no Brasil, destaca-se a Produção Integrada.

A Produção Integrada envolve todas as etapas que inferem caráter de sustentabilidade ao sistema produtivo e à produção de alimentos com qualidade certificada (ANDRIGUETO; KOSOSKI, 2005). É um sistema de certificação de adesão voluntária, com base em documentos que incluem normas técnicas específicas e orientam o manejo a ser adotado na produção e na pós-colheita, os agrotóxicos registrados para a cultura, cadernos para registros pertinentes à rastreabilidade e listas de verificação, para orientar as auditorias de avaliação da conformidade.

As áreas prioritárias da Produção Integrada são: sustentabilidade, preservação dos recursos naturais, monitoramento de

pragas, doenças e condições ambientais, visando à otimização e à redução no uso de insumos; qualidade, atendimento das expectativas e das necessidades dos clientes; rastreabilidade, registro de todas as etapas que conferem a qualidade e a inocuidade dos lotes específicos; e certificação, que consiste no reconhecimento formal, por meio de auditorias conduzidas por instituições de terceira parte, não envolvidas na produção e na comercialização, atestando que o conjunto de características do produto está de acordo com os requisitos estabelecidos nas normativas (TIBOLA et al., 2007).

Dessa forma, com o objetivo de contribuir para a competitividade e a consolidação da produção de trigo no Brasil, a Embrapa Trigo, juntamente com outras instituições, está desenvolvendo e implementando a Produção Integrada de Trigo (PI Trigo), nas diferentes regiões produtoras no País, visando à obtenção de produtos com qualidade certificada e incrementando a competitividade do complexo agroindustrial do trigo em seus relacionamentos com diversas cadeias produtivas.

Este artigo contempla o histórico, o estado da arte, os principais resultados e as ações futuras da PI Trigo (PI) no Brasil.

HISTÓRICO DA PRODUÇÃO INTEGRADA

A Produção Integrada foi primeiramente discutida na Europa, em meados dos anos 1970, quando desafios como a resistência de pragas aos praguicidas e a contaminação do lençol freático, pelo excesso de adubação nitrogenada, demandaram a necessidade de adequar todos os componentes do sistema produtivo de forma integrada, para diminuir a dependência de insumos, principalmente fertilizantes e agrotóxicos. Além de contribuir para limitar a resistência de pragas e para viabilizar um sistema de produção sustentável, que promovesse a proteção dos recursos naturais e remunerasse adequadamente o produtor, pela produção de alimentos com qualidade certificada. Em 1993, a International Organisation for Bio-

logical and Integrated Control of Noxious Animals and Plants (IOBC) publicou os princípios e normas técnicas para a Produção Integrada na Europa, que foram a base para harmonização e compatibilização dos documentos específicos em outros países (BOLLER et al., 2004).

No Brasil, a Produção Integrada foi primeiramente adotada nas fruteiras, destacando-se aquelas destinadas ao consumo in natura e para exportação. O setor da maçã foi pioneiro na elaboração de normativas e no estabelecimento do processo de avaliação da conformidade, em 2002 (SANHUEZA; HOFFMANN, 2009). Como resultado, no ciclo 2003/2004, 45% da área foi submetida ao processo de avaliação de conformidade de acordo com a Produção Integrada e 55% da produção brasileira de maçãs foi comercializada com o selo da Produção Integrada.

No ano de 2005, a área cultivada com Produção Integrada de Frutas (PIF), no Brasil, foi de 35.508 ha, com produção de 1.094.615 t, distribuídas entre quinze espécies frutíferas, envolvendo 1.002 produtores (ANDRIGUETO; KOSOSKI, 2005). Os principais resultados obtidos pela PIF, no Brasil, foram: aumento de emprego e renda; indicadores de redução de pulverizações; diminuição de resíduos químicos nas frutas; melhoria na qualidade do produto consumido, da saúde do trabalhador rural e do consumidor. De acordo com Vieira e Naka (2004), esses resultados decorreram, principalmente, de ações de capacitação de técnicos e produtores em procedimentos de manejo, monitoramento e controle integrado de pragas e da intensiva incorporação tecnológica nos processos produtivos.

Em 2004, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) promoveu a extensão do sistema de Produção Integrada para outros segmentos da cadeia agroalimentar, como carne, grãos e hortaliças, por meio do Sistema Agropecuário de Produção Integrada (Sapi). A implementação do Sapi determinou o estabelecimento das condições técnicas de sustentabilidade ambiental, segurança dos alimentos, saúde

humana e responsabilidade social, além das condições requeridas em procedimentos de rastreabilidade, o que possibilitou a consolidação da posição brasileira, como importante provedora de produtos e serviços de alto valor agregado no comércio mundial de alimentos (VIEIRA; NAKA, 2004).

As premissas básicas para orientação da implantação do Sapi foram as seguintes: fomento à produção agropecuária; atuação em escala de propriedade; projetos pilotos; organismos de avaliação da conformidade (terceira parte), credenciada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro); adesão voluntária; normatização adequada à dinâmica de mercado; auditorias sistematizadas; cadastro nacional; selo ou atestado de conformidade; acreditação internacional; atuação por cadeia produtiva; produção de alimentos seguros; processo sustentável (economicamente viável, ambientalmente correto e socialmente justo); produto diferenciado e competitivo; e programa de promoção e marketing (ANDRIGUETO; KOSOSKI, 2005).

No total, foram desenvolvidos mais de 60 projetos em Produção Integrada, incluindo fruticultura, hortaliças, pecuária e grãos. No ano de 2009, a área cultivada com Produção Integrada no Brasil foi de 63.918 ha, com produção de 1.686.260 t de alimentos, envolvendo 2.333 produtores e empresas (ANDRIGUETO et al., 2009).

A Produção Integrada, os produtos e as normas técnicas específicas podem ser acessados em Zambolim et al. (2009). Mais informações quanto ao histórico e aos programas de Produção Integrada no Brasil podem ser obtidas em Souto (2011).

A Instrução Normativa nº 27, de 30 de agosto de 2010, do MAPA, estabeleceu as diretrizes gerais para fixar preceitos e orientações para programas e projetos que fomentem e desenvolvam a Produção Integrada Agropecuária (PI Brasil) (BRASIL, 2010b).

Em 2010 foram definidos os Requisitos de Avaliação da Conformidade (RAC), para a PI Brasil. O RAC regulamentou

os requisitos para a implementação da Produção Integrada, incluindo orientações para coleta de amostras para análises de qualidade tecnológica e de contaminantes; identificação de produtos finais da Produção Integrada por selos de identificação da conformidade; formulários para solicitar a certificação; e o modelo de certificação a ser adotado pelas certificadoras, de terceira parte, acreditadas pelo Inmetro (2011).

A PI Trigo iniciou no Brasil, em 2007, com a aprovação de projeto, liderado pela Embrapa Trigo, que objetivou implementar a PI Trigo nas diferentes regiões produtoras do Brasil, visando a obtenção de produtos com qualidade certificada, proteger os recursos naturais e incrementar a competitividade da cadeia produtiva. O resultado mais relevante desse projeto foi a definição da primeira versão das normas técnicas para PI Trigo, incluindo a validação do sistema na cadeia produtiva.

Em 2012, foi instalada a Comissão Técnica da Produção Integrada de Trigo (BRASIL, 2012), com representantes do setor de pesquisa, extensão, produção, armazenamento, processamento e comercialização do trigo. A comissão tem por finalidade (BRASIL, 2012):

- I - elaborar, com base nas tecnologias disponíveis, a Norma Técnica Específica da Produção Integrada de Trigo, atendendo à Instrução Normativa nº 27, de 30 de agosto de 2010, bem como os Requisitos de Avaliação de Conformidade – RAC do Inmetro para a PI Brasil;
- II - encaminhar à Comissão Técnica da Cadeia Agrícola a Norma Técnica Específica da Produção Integrada de Trigo, para avaliar e homologar, com posterior publicação no Diário Oficial da União; e
- III - revisar e promover as adequações necessárias à atualização e ao desenvolvimento da Norma Técnica Específica da Produção Integrada de Trigo, em conformidade com os requerimentos dos representantes da respectiva cadeia agrícola.

NORMAS TÉCNICAS PARA PRODUÇÃO INTEGRADA DE TRIGO

As normas e os documentos da PI Trigo foram elaborados, com a participação de equipe multidisciplinar e interinstitucional, em comum acordo entre os agentes da cadeia produtiva. Os documentos da PI Trigo são: as normas técnicas, o caderno de campo, o caderno de pós-colheita, a relação de agrotóxicos e as listas de verificação para comprovar se o que está sendo exigido nas normas está sendo efetivamente realizado na prática, para fins de certificação.

As normas técnicas específicas para trigo referem-se, conforme determinado pela Portaria nº 443, de 23 de novembro de 2011 (INMETRO, 2011), à etapa Fazenda, que abrange a produção, a colheita e a pós-colheita.

Nas normas técnicas, foram preconizadas as boas práticas em todas as etapas, além de registros nos cadernos de campo e de pós-colheita, para viabilizar sistemas de rastreabilidade e de certificação de produtos. Essa normativa está em fase final de formatação para ser publicada no Diário Oficial da União (DOU), constituindo um sistema voluntário de certificação oficial.

As normas técnicas da PI Trigo foram elaboradas a partir das indicações técnicas para a cultura do trigo, da legislação disponível para a cultura e das tecnologias consolidadas nas diferentes áreas. A norma é composta de quinze áreas temáticas (Quadro 1). Os parâmetros são classificados como obrigatórios, recomendados e proibidos, conforme sua relevância na promoção da sustentabilidade do sistema produtivo e na garantia de qualidade e segurança dos produtos. Como exemplos, critério obrigatório: adoção do monitoramento de pragas, doenças e condições meteorológicas para justificar o controle químico; critério proibido: uso de agrotóxicos não registrados para a cultura; e critério recomendado: dispor de local impermeabilizado para preparo de agrotóxicos, com estrutura adequada para coletar vazamentos e para remediar eventuais contaminações dos operadores.

QUADRO 1 - Áreas temáticas, exemplos de itens de verificação e critérios de avaliação na auditoria para certificação em Produção Integrada de Trigo (PI Trigo)

Áreas temáticas	Itens de verificação na auditoria	Critério
Capacitação	Comprova a capacitação do produtor e/ou responsável técnico em PI Trigo?	Obrigatório
Organização de produtores e assistência técnica	Possui assistência técnica com treinamento PI Trigo, credenciada pelo CREA?	Obrigatório
Responsabilidade social do estabelecimento	Atende aos critérios estabelecidos na legislação trabalhista e previdenciária vigente no Brasil?	Obrigatório
Gestão ambiental e biodiversidade do estabelecimento	Os estabelecimentos planejam as atividades de acordo com a aptidão da região?	Obrigatório
Infraestrutura do estabelecimento	Utiliza EPI adequado para preparo ou aplicação de acordo com a indicação no rótulo dos agrotóxicos?	Obrigatório
Manejo e conservação do solo	Planeja e adota o sistema de rotação de culturas?	Obrigatório
Fertilidade e nutrição	Possui laudos com as análises químicas de solo, a cada três anos?	Obrigatório
Material propagativo	Utiliza sementes de trigo produzidas de acordo com a legislação?	Obrigatório
Implantação da lavoura	Respeita o período de semeadura determinado no zoneamento agrícola para trigo?	Obrigatório
Proteção Integrada da Planta	Os agrotóxicos utilizados no tratamento de sementes são registrados para trigo?	Obrigatório
Manejo da água e irrigação	Adota sistema de irrigação adequado para trigo?	Recomendado
Colheita e transporte	A regulagem/limpeza na colhedora é efetuada antes da colheita, de acordo com a umidade dos grãos?	Obrigatório
Pós-colheita	A unidade armazenadora está certificada, de acordo com a legislação vigente?	Obrigatório
Sistema de rastreabilidade	No campo a rastreabilidade identifica a parcela de produção do trigo?	Obrigatório
Certificação	As auditorias são realizadas em, no mínimo, 20% das propriedades, da mesma organização ou cooperativa envolvida na PI Trigo?	Obrigatório

NOTA: CREA - Conselho Regional de Engenharia; EPI - Equipamento de proteção individual.

As listas de verificação definem os parâmetros que deverão ser confirmados pelas certificadoras no momento da auditoria na lavoura e na unidade armazenadora de grãos, visando conferir os atestados de conformidade da PI Trigo.

As áreas temáticas, exemplos de itens de verificação e critérios de avaliação na auditoria para certificação em PI Trigo estão discriminadas no Quadro 1.

A versão completa das normas técnicas específicas para a PI Trigo, poderá ser consultada em Tibola e Fernandes (2013).

RESULTADOS DA PRODUÇÃO INTEGRADA DE TRIGO

O projeto PI Trigo foi implementado, com a participação de agentes da cadeia produtiva, em escala piloto. A PI Trigo fomentou parcerias na cadeia produtiva, gerando

critérios claros para a comercialização e a segregação de produtos. A elaboração das normas técnicas para a PI Trigo disponibilizou um protocolo de boas práticas, para que os diferentes elos da cadeia produtiva viabilizassem o estabelecimento de contratos para a comercialização de produtos.

Essas parcerias envolveram dez instituições, incluindo cooperativas, moinhos e indústria de alimentos, 500 produtores de trigo, perfazendo uma área plantada de 25 mil hectares, que produziram mais de 75 mil toneladas de trigo. Quanto à distribuição geográfica, o projeto foi implementado nas Regiões Sul e Sudeste, respectivamente os maiores centros de produção e de consumo de trigo no Brasil.

As principais estratégias de manejo adotadas foram: seleção de cultivares, visando ao planejamento da produção, do armazenamento e da comercialização; monitoramento de doenças e de insetos-praga para justificar a utilização de agrotóxicos; registros no caderno de campo das etapas que afetam a qualidade do trigo na produção; e registros das etapas de recebimento, de padronização e de armazenamento no caderno de pós-colheita.

Nas safras 2007 e 2008, foram determinadas a qualidade tecnológica e a presença de micotoxinas nos lotes de trigo produzidos de acordo com a Produção Integrada (TIBOLA et al., 2008).

Como exemplo dessa iniciativa, os lotes foram segregados de acordo com as seguintes características: uma cultivar da classe pão, com coloração de farinha amarela, destinada à fabricação de massas alimentícias; e uma cultivar de classe pão, com farinha branca que foi utilizada na indústria de panificação; outro exemplo é a produção de trigo direcionada para alimentos infantis, onde cada carga de caminhão foi monitorada quanto aos níveis de micotoxinas. Essa produção foi mantida segregada ao longo de todas as etapas da pós-colheita, garantindo a segurança dos alimentos e o atendimento aos requisitos de legislação.

Os principais benefícios da Produção Integrada foram a liquidez na comerciali-

zação e o incremento no valor agregado, resultando em prêmio pelos lotes de trigo segregados. Na industrialização, a segregação de Trigo Pão, com farinha amarela, possibilitou a fabricação de massas alimentícias com a coloração natural, dispensando o uso de corante, melhorando a aparência do produto após o cozimento. Além disso, os lotes de trigo homogêneos proporcionaram melhor rendimento na moagem e melhoria na qualidade reológica da farinha, dispensando misturas para obter as características demandadas pela indústria para produtos finais específicos.

Os principais avanços obtidos com a implementação da PI Trigo são apresentados a seguir.

Capacitação

A capacitação em Boas Práticas Agrícolas (BPA) foi priorizada por meio da promoção de cursos como monitoramento de doenças do trigo (Fig. 1) e tecnologia de aplicação de agrotóxicos (Fig. 2A e 2B). O objetivo dos eventos foi capacitar técnicos para a identificação e monitoramento de doenças na cultura do trigo, uso correto e seguro de agrotóxicos, bem como prática em

regulagem e calibragem de pulverizadores, visando racionalizar o uso de agrotóxicos, ampliar o conhecimento e prevenir impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana. Adicionalmente, foi organizado um workshop sobre PI Trigo, visando à divulgação das atividades realizadas no projeto, além de discutir alternativas para manejo, entraves para comercialização e oportunidades de segregação de trigo. O evento contou com a participação de agentes de toda a cadeia produtiva do trigo.

Em 2012 e 2013, foram organizados dois workshops sobre sistema de rastreabilidade digital, com a finalidade de divulgar e avaliar o sistema de rastreabilidade digital aplicado na coleta e transmissão de registros de manejo na produção e na pós-colheita de trigo, incluindo relatos dos usuários da cadeia produtiva. Esses eventos contaram com a participação da cadeia produtiva de trigo, incluindo produtor, armazenador, moinho de trigo e indústria de alimentos.

Registros para rastreabilidade

Os sistemas de rastreabilidade são ferramentas que podem garantir a eficácia dos métodos de controle de qualidade adotados na produção de alimentos. Para tanto, as fases de produção, transformação e distribuição devem ser documentadas de maneira atualizada e fidedigna. O sistema



Figura 1 - Curso teórico-prático de monitoramento de doenças do trigo - Cascavel, PR, 2009

Cosiane Tibola



A



B

Fotos: Paulo Kurtz

Figura 2 - Curso Boas Práticas Agrícolas (BPA): tecnologia de aplicação de agrotóxicos - Passo Fundo, RS, 2008

NOTA: Figura 2A - Prática com pulverizador com barras. Figura 2B - Prática com pulverizador costal.

de rastreabilidade pode funcionar adequadamente em versões que se baseiam em registros manuais. No entanto, essa tarefa é dispendiosa em tempo e em recursos, o que torna difícil sua implementação em complexas cadeias alimentícias. Essa ampla e dinâmica geração, captação e transmissão de dados demanda soluções informatizadas para conferir agilidade e confiabilidade na comunicação dessas informações (TIBOLA et al., 2013a).

Para facilitar o registro e a transmissão de informações no sistema de rastreabilidade, foi elaborada uma versão digital do caderno de campo e de pós-colheita. No sistema de rastreabilidade digital preconizado para trigo, na produção, a menor unidade rastreável é a parcela, que corresponde à área homogênea semeada com a mesma cultivar de trigo. Na etapa de pós-colheita, a menor unidade rastreável é composta por um lote de trigo, que corresponde a um silo, no armazenamento.

No caderno de campo, são efetuados os registros das etapas que influenciam a qualidade do trigo na produção. Cada usuário pode adaptar os registros de acordo com o manejo adotado, entretanto algumas informações, como o monitoramento de pragas e doenças, a aplicação de agrotóxicos e de fertilizantes são registros compulsórios.

O caderno de campo é específico para cada parcela, deve ser atualizado e conter as informações do manejo adotado na lavoura, como: identificação, resultado de análise química do solo, planejamento de rotação de culturas, preparo do solo e semeadura (Fig. 3), tratamento de sementes, adubação de base e de cobertura, controle de plantas daninhas, aplicação de reguladores de crescimento, monitoramento e controle de doenças, monitoramento e controle de pragas, aplicações de fungicidas e inseticidas, regulagem de pulverizador e colhedora.

O caderno de pós-colheita é específico para cada lote e pode conter os seguintes manejos: recebimento, pré-limpeza, secagem, limpeza, termometria, monitoramento de insetos-praga, aeração, expurgo e aplicação de inseticidas. Também são disponibilizadas planilhas para inserir

resultados de análises de contaminantes, como: presença de micotoxinas, resíduos de agrotóxicos e análises microbiológicas. Os resultados de análises referentes à qualidade tecnológica de trigo também podem ser registrados. Adicionalmente, podem ser informados dados de calibragem de equipamentos, medidas de higienização, controle de roedores, resfriamento e transilagem de grãos. Como exemplo, referente à etapa de secagem deve-se registrar: data,

número do secador, capacidade, temperatura inicial e final, temperatura do ar de secagem, umidade inicial e final (Fig. 4).

A estrutura e as funcionalidades disponíveis no sistema de rastreabilidade digital para trigo e, detalhando o registro, o acesso e a transmissão de dados do manejo adotado na produção e na pós-colheita, foram sintetizados em Tibola et al. (2013b). Atualmente, estão cadastrados no sistema de rastreabilidade 254 usuários de dife-

Registro

Código: 27

Data Início: * 24/05/2011

Data Fim: * 28/05/2011

Densidade (sementes/m2): * 300

Área (ha): * 80,00

Data Emergência: 05/06/2011

Cultivar de Trigo: * BRS 328

Preparo Solo: * SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA

Renasem: RS 00273/2013

Responsável: * CASIANE TIBOLA

Observações:

Figura 3 - Planilha com registro de semeadura no sistema de rastreabilidade digital

Registro

Código: 7

Data Secagem: * 30/05/2012

Nº Secador: * 1

Capacidade (t): 20

Temp. Inicial (°C): 20

Temp. Final (°C): 30

Temp. Secagem (°C): 45

Umidade Inicial (%): 20

Umidade Final (%): 14

Responsável: * CASIANE TIBOLA

Observações:

Figura 4 - Planilha para registro na etapa de secagem de grãos na unidade armazenadora no sistema de rastreabilidade digital

rentes estruturas na cadeia produtiva de trigo, totalizando 26 instituições parceiras. Foram incluídos 544 cadernos de campo e 60 cadernos de pós-colheita.

Manejo na produção

O manejo do solo foi realizado de acordo com as tecnologias consolidadas pelo Sistema Plantio Direto (SPD), na palha, que preconiza: mobilização do solo apenas na linha de semeadura, manutenção da cobertura vegetal permanente no solo e o planejamento da rotação de culturas. A adubação foi orientada e quantificada de acordo com os resultados de análise química do solo.

O controle químico de insetos-praga e de doenças foi justificado por dados de monitoramento de incidência, pelo estágio fenológico da cultura e pelas condições meteorológicas compilados com o auxílio de modelos de simulação dinâmicos, que consideram, além dos dados ocorridos, também prognósticos de tempo. Na PI Trigo, foi utilizado o Sistema de Alerta (Sisalert) (FERNANDES et al., 2011), desenvolvido pela Embrapa Trigo e pela Universidade de Passo Fundo (UPF), que, com os dados meteorológicos ocorridos e resultados de prognósticos, monitora e emite alerta para a ocorrência de brusone e de giberela no trigo, principais doenças de espiga dessa cultura. Quanto aos agrotóxicos foram priorizados aqueles mais eficientes, mais seletivos e com menor toxicidade para o aplicador, os animais e o ambiente.

Na Produção Integrada, os lotes de trigo foram segregados, conforme a aptidão tecnológica. Para tanto, as cultivares semeadas em determinada região produtora foram previamente selecionadas para obter maior similaridade.

Manejo na pós-colheita

Na colheita e no transporte foi mantida a identificação das cargas produzidas no sistema PI Trigo.

No armazenamento, para manter a identidade e prevenir misturas, os lotes formados foram conduzidos isoladamente nas diferentes etapas, na unidade armazena-

dora (moega, secador, elevador e silo). Pelo número do lote, que corresponde a um silo, podem ser acessadas as informações contidas no caderno de campo e de pós-colheita, que incluem também análises de qualidade tecnológica e de inocuidade dos grãos.

Os procedimentos de manejo nas unidades armazenadoras de trigo foram realizados de acordo com a Instrução que regulamenta a certificação de unidades armazenadoras (BRASIL, 2011), e a Instrução Normativa nº 38, de 30 de outubro de 2010 (BRASIL, 2010c), que define padrões para qualidade tecnológica do trigo e orienta a classificação comercial. A prevenção e o manejo dos contaminantes nas unidades armazenadoras foram realizados de acordo com a metodologia definida pelo manejo integrado de pragas de grãos armazenados e pela legislação brasileira para micotoxinas (ANVISA, 2011) e para resíduos de agrotóxicos (BRASIL, 2010a).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Produção Integrada tem demonstrado resultados positivos no âmbito econômico e social, estimulando a organização e o fortalecimento das cadeias produtivas. A PI Trigo, por meio da seleção de cultivares, do monitoramento de insetos-praga e de doenças, da racionalização do uso de agrotóxicos, da seleção de métodos de controle eficientes e do planejamento do recebimento, da secagem e do armazenamento, contribui para a minimização dos principais perigos inerentes ao trigo, além de permitir a rastreabilidade dos produtos e a conformidade quanto aos programas de gestão da qualidade. Os principais resultados foram:

- a) seleção de cultivares: o planejamento, para recebimento e armazenagem, e a avaliação da aptidão tecnológica e da qualidade possibilitaram a segregação de lotes de grãos, agregando valor aos produtos diferenciados, direcionando-os para mercados específicos;
- b) registros para rastreabilidade: obtidos em cadernos de campo e de pós-colheita, permitem a operacionalização

de sistema de rastreabilidade digital, que disponibiliza informações sobre a procedência e a qualidade dos lotes de trigo em tempo real;

- c) segregação do trigo em lotes homogêneos: permite maior rendimento na moagem e farinha de melhor qualidade reológica para produtos finais específicos.

PERSPECTIVAS FUTURAS

Quanto às novas demandas para o projeto PI Trigo, enumeram-se a publicação das normas no MAPA, a qual visa reconhecimento formal do sistema de PI Trigo; a organização de cursos de capacitação em Produção Integrada, os quais priorizam a temática: gestão ambiental, boas práticas, rastreabilidade e certificação; e a certificação dos produtos, por meio de auditorias, que conferem atestados de conformidade da PI Trigo.

Outras áreas que demandam esforços são: permanente atualização em monitoramento de pragas e doenças, o qual identifica períodos críticos de ocorrência, e possibilita a adoção racional de medidas de controle; tecnologia de aplicação de agrotóxicos, incluindo o uso correto de equipamentos de proteção individual, a regulação e a manutenção de pulverizadores, bem como registros para rastreabilidade, os quais permitem identificar a procedência e o manejo adotado nas diferentes etapas de produção e de pós-colheita do trigo.

Também são prioritários investimentos em laboratórios e equipamentos, para análises de indicadores de qualidade tecnológica e de contaminantes, para estabelecer programas de monitoramento e atender requisitos de normativas de qualidade e de legislação.

Além disso, para que os consumidores reconheçam e identifiquem os produtos da Produção Integrada, é fundamental a divulgação da qualidade diferencial desses produtos, bem como, a harmonização com outros programas de gestão da qualidade, como a ISO 22000 - Sistemas de Gestão da Segurança de Alimentos.

REFERÊNCIAS

- ANDRIGUETO, J. R.; KOSOSKI, A. R. **Desenvolvimento e conquistas da produção integrada de frutas no Brasil – até 2004**: Relatório 2005. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2005. 10p.
- ANDRIGUETO, J. R. et al. Produção Integrada de Frutas e Sistema Agropecuário de Produção Integrada no Brasil. In: ZAMBOLIM, L. et al. **Produção Integrada no Brasil**: agropecuária sustentável e alimentos seguros. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo, 2009. p.31-58.
- ANVISA. Resolução RDC nº 7, de 18 de fevereiro de 2011. Dispõe sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 9 mar. 2011. Seção 1, p.66.
- BOLLER, E. F. et al. (Ed.). **Integrated production**: principles and technical guidelines. 3rd ed. Wädenswil, Switzerland: IOBC/WPRS, 2004. 49p. (IOBC/WPRS Bulletin, v.27, n.2). Disponível em: <http://www.iobc-wprs.org/ip_ipm/01_IOBC_Principles_and_Tech_Guidelines_2004.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 26, de 8 de outubro de 2010. Define, para as culturas agrícolas de abacaxi, alface, alho, amendoim, arroz, banana, batata, café, castanha-do-Brasil, feijão, laranja, limão, lima ácida, maçã, mamão, manga, melão, milho, morango, pimenta-do-reino, pimentão, soja, tomate, trigo e uva, no ano safra 2010/2011, os limites máximos de resíduos e de contaminantes tolerados para fins de monitoramentos de agrotóxicos, bem como os tipos de análises e número de amostras a serem coletadas, e respectivas legendas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 14 out. 2010a. Seção 1, p.6.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 27, de 30 de agosto de 2010. Estabelece as diretrizes gerais com vistas a fixar preceitos e orientações para os programas e projetos que fomentem e desenvolvam a Produção Integrada Agropecuária (PI-Brasil), sem prejuízo das demais disposições regulamentadoras. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 31 ago. 2010b. Seção 1.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010. Estabelece o Regulamento Técnico do Trigo, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem, nos aspectos referentes à classificação do produto. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 1 dez. 2010c. Seção 1, p.2.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 29, de 8 de junho de 2011. Aprova os Requisitos Técnicos Obrigatórios ou Recomendados para Certificação de Unidades Armazenadoras em Ambiente Natural e o Regulamento de Avaliação da Conformidade das Unidades Armazenadoras. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 9 jun. 2011. Seção 1, p.9.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 211, de 24 de julho de 2012. Designa os membros da Comissão Técnica para a Produção de Trigo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 26 jul. 2012. Seção 2, p.3.
- ELBEHRI, A. **The changing face of the U.S. grain system**: differentiation and identity preservation trends. Washington: USDA, 2007. 32p. (USDA. Economic Research Report, 35).
- FERNANDES, J. M. et al. SISALERT a generic web-based plant disease forecasting system. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE, FOOD AND ENVIRONMENT, 5., 2011, Skiathos Island. **Proceedings...** Skiathos: Hellenic Association for Information and Communication Technologies in Agriculture Food and Environment, 2011. v.1, p.225-233.
- INMETRO. Portaria nº 443, de 23 de novembro de 2011. Aprova a revisão dos Requisitos de Avaliação da Conformidade para Produção Integrada Agropecuária – PI Brasil. [Rio de Janeiro, 2011]. 24p. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001761.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2013.
- SEUFERT, V.; RAMANKUTTY, N.; FOLEY, J. A. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. **Nature**, London, v.485, n.7397, p.229-232, May 2012.
- SOUTO, R. F. O sistema brasileiro de produção integrada. In: MATOS, A. P. de. (Ed.). **Produção integrada de fruteiras tropicais**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. p.6-10.
- TIBOLA, C.S., FERNANDES, J.M.C. (Coord.). Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada de Trigo – NTEPIT. Passo Fundo: [Embrapa Trigo], 2013. 45p. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/pit>>. Acesso em: 15 out 2013.
- TIBOLA, C. S. et al. Digital Traceability System: a tool for grain segregation and quality management. In: ZACHAROULA A. et al. (Org.). **E-Innovation for sustainable development of rural resources during global economic crisis**. Hershey, PA: IGI Global, 2013a. v. 1, p. 107-125.
- TIBOLA, C. S. et al. **Produção Integrada de Trigo**: qualidade e segregação. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 6p. (Embrapa Trigo. Circular Técnica Online, 24). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/ci/p_ci24.htm>. Acesso em: 15 out. 2013.
- TIBOLA, C. S. et al. **Produção Integrada de Trigo**: safra 2007. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 8p. (Embrapa Trigo. Circular Técnica Online, 26). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/ci/p_ci26.htm>. Acesso em: 15 out. 2013.
- TIBOLA, C. S. et al. **Sistema de rastreabilidade digital para trigo**. Brasília: Embrapa; Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2013b. 90p.
- SANHUEZA, R. M. V.; HOFFMANN, A. Produção Integrada de Maçã. In: ZAMBOLIM, L. et al. **Produção Integrada no Brasil**: agropecuária sustentável e alimentos seguros. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo, 2009. p.511-532.
- VIEIRA, J. H. H.; NAKA, J. Sistema Agrícola de Produção Integrada – SAPI. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE RASTREABILIDADE DE ALIMENTOS, 1.; SEMINÁRIO FRANCO-BRASILEIRO SEGURANÇA SANITÁRIA ANIMAL, 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: FEALQ, 2004. p.201-213.
- ZAMBOLIM, L. et al. (Org.). **Produção Integrada no Brasil**: agropecuária sustentável e alimentos seguros. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo, 2009. 1008p.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

INTRODUÇÃO

O Informe Agropecuário é uma publicação seriada, periódica, bimestral, de caráter técnico-científico e tem como objetivo principal difundir tecnologias geradas ou adaptadas pela EPAMIG, seus parceiros e outras instituições para o desenvolvimento do agronegócio de Minas Gerais. Trata-se de um importante veículo de orientação e informação para todos os segmentos do agronegócio, bem como de todas as instituições de pesquisa agropecuária, universidades, escolas federais e/ou estaduais de ensino agropecuário, produtores rurais, técnicos, extensionistas, empresários e demais interessados. É peça importante para difusão de tecnologia, devendo, portanto, ser organizada para atender às necessidades de informação de seu público, respeitando sua linha editorial e a prioridade de divulgação de temas resultantes de projetos e programas de pesquisa realizados pela EPAMIG e seus parceiros.

A produção do Informe Agropecuário segue uma pauta e um cronograma previamente estabelecidos pelo Conselho de Publicações da EPAMIG e pela Comissão Editorial da Revista, conforme demanda do setor agropecuário e em atendimento às diretrizes do Governo. Cada edição versa sobre um tema específico de importância econômica para Minas Gerais.

Do ponto de vista de execução, cada edição do Informe Agropecuário terá de um a três Editores técnicos, responsáveis pelo conteúdo da publicação, pela seleção dos autores dos artigos e pela preparação da pauta.

APRESENTAÇÃO DOS ARTIGOS ORIGINAIS

Os artigos devem ser enviados em CD-ROM ou por e-mail, no programa Microsoft Word, fonte Arial, corpo 12, espaço 1,5 linha, parágrafo automático, justificado, em páginas formato A4 (21,0 x 29,7cm).

Os quadros devem ser feitos também em Word, utilizando apenas o recurso de tabulação. Não se deve utilizar a tecla Enter para formatar o quadro, bem como valer-se de “toques” para alinhar elementos gráficos de um quadro.

Os gráficos devem ser feitos em Excel e ter, no máximo, 15,5 cm de largura (em página A4). Para tanto, pode-se usar, no mínimo, corpo 6 para composição dos dados, títulos e legendas.

As fotografias a serem aplicadas nas publicações devem ser recentes, de boa qualidade e conter autoria. Podem ser enviados, preferencialmente, os arquivos originais da câmera digital (para fotografar utilizar a resolução máxima). As fotos antigas devem ser enviadas em papel fotográfico (9 x 12 cm ou maior), cromo (slide) ou digitalizadas. As fotografias digitalizadas devem ter resolução mínima de 300 DPIs no formato mínimo de 15 x 10 cm na extensão JPG.

Não serão aceitas fotografias já escaneadas, incluídas no texto, em Word. Enviar os arquivos digitalizados, separadamente, na extensão já mencionada (JPG, com resolução de 300 DPIs).

Os desenhos feitos no computador devem ser enviados na sua extensão original, acompanhados de uma cópia em PDF, e os desenhos feitos em nanquim ou papel vegetal devem ser digitalizados em JPG.

PRAZOS E ENTREGA DOS ARTIGOS

Os colaboradores técnicos da revista Informe Agropecuário devem observar os prazos estipulados formalmente para a entrega dos trabalhos, bem como priorizar o atendimento às dúvidas surgidas ao longo da produção da revista, levantadas pelo Editor técnico, pela Revisão e pela Normalização. A não observação a essas normas trará as seguintes implicações:

- a) os colaboradores convidados pela Empresa terão seus trabalhos excluídos da edição;
- b) os colaboradores da Empresa poderão ter seus trabalhos excluídos ou substituídos, a critério do respectivo Editor técnico.

O Editor técnico deverá entregar ao Departamento de Publicações (DPPU), da EPAMIG, os originais dos artigos em CD-ROM ou por e-mail, já revisados tecnicamente (com o apoio dos consultores técnico-científicos), 120 dias antes da data prevista para circular a revista. Não serão aceitos artigos entregues fora desse prazo ou após o início da revisão linguística e normalização da revista.

O prazo para divulgação de errata expira seis meses após a data de publicação da edição.

ESTRUTURAÇÃO DOS ARTIGOS

Os artigos devem obedecer à seguinte sequência:

- a) **título:** deve ser claro, conciso e indicar a ideia central, podendo ser acrescido de subtítulo. Devem-se evitar abreviaturas, parênteses e fórmulas que dificultem a sua compreensão;
- b) **nome do(s) autor(es):** deve constar por extenso, com numeração sobrescrita para indicar, no rodapé, sua formação e títulos acadêmicos, profissão, instituição a que pertence e endereço. Exemplo: Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EPAMIG Sul de Minas, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: ctsm@epamig.br;
- c) **resumo:** deve ser constituído de texto conciso (de 100 a 250 palavras), com dados relevantes sobre a metodologia, resultados principais e conclusões;
- d) **palavras-chave:** devem constar logo após o resumo. Não devem ser utilizadas palavras já contidas no título;
- e) **texto:** deve ser dividido basicamente em: Introdução, Desenvolvimento e Considerações finais. A Introdução deve ser breve e focar o objetivo do artigo;
- f) **agradecimento:** elemento opcional;
- g) **referências:** devem ser padronizadas de acordo com o “Manual para Publicações da EPAMIG”, que apresenta adaptação das normas da ABNT.

Com relação às citações de autores e ilustrações dentro do texto, também deve ser consultado o Manual para Publicações da EPAMIG.

NOTA: Estas instruções, na íntegra, encontram-se no “Manual para Publicações da EPAMIG”. Para consultá-lo, acessar: www.epamig.br, entrando em Artigos Técnicos ou Biblioteca/Normalização.

Linha GRASP para Bovinos Leiteiros

Um ciclo completo de saúde e resultado



mastersorb[®]
Premium

Premix de princípios ativos criteriosamente selecionados para vacas em lactação.



activo[®]
Premium

Combinação de óleos essenciais microencapsulados para vacas em lactação.



PROTE-N[®]

Aditivo nutricional de liberação controlada de nitrogênio não-proteico (41% de N).



Levulyc[®]
40

Suplemento funcional obtido pela hidrólise da levedura *Saccharomyces cerevisiae*.



activo[®]
Calf

Seleção de óleos essenciais destinada às bezerras em aleitamento. Uso direto no leite ou sucedâneo.



Calz-o-Phos[®]

Suplemento rico em cálcio e fósforo de alta biodisponibilidade. Fácil aplicação via oral para vacas pós-parto.



LaktaStart[®]

Suplemento estimulador da ingestão de água por vacas recém-paridas, acelerando a regeneração do organismo.



Imagens meramente ilustrativas.

FUNCTIONAL INNOVATIONS BACKED BY SCIENCE.

Tel. 41 3308 8690 | www.grasp.ind.br

GRASP[®]

CHEGOU O CUSTEIO FÁCIL CAIXA.

A NOVIDADE DO BANCO DAS MELHORES TAXAS PARA INCENTIVAR AS MELHORES SAFRAS.

O Brasil está batendo recordes no agronegócio. Para incentivar ainda mais o bom momento do setor, a CAIXA oferece uma opção de crédito mais simples de contratar: o Custeio Fácil CAIXA. Comece agora a pensar na sua próxima safra. Com a parceria da CAIXA, o agronegócio em 2014 promete muito mais. Encontre as agências da CAIXA que disponibilizam o crédito rural no site www.creditoruralcaixa.com.br.

CAIXA. A vida no campo pede mais que um banco.



Almir Sater

Paula Fernandes

caixa.gov.br

SAC CAIXA: 0800 726 0101 (informações, reclamações, sugestões e elogios)
Para pessoas com deficiência auditiva ou de fala: 0800 726 2492

Ouvidoria: 0800 725 7474

Crédito sujeito a análise.

CAIXA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA