



EPAMIG

INFORME AGROPECUARIO

v. 35 - n. 278 - jan./fev. 2014 ISSN 0100-3364

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



Sorgo: inovações tecnológicas



Biocombustível de sorgo, só pode ser Blade!



BLADE®

São inúmeras as razões para plantar

- ✓ Antecipação de moagem com Blade (até 60 dias)
- ✓ Iniciar a produção com Blade (maior ATR na cana)
- ✓ Incremento de bagaço na cogeração
- ✓ Matéria prima complementar (greenfields)
- ✓ Menor tempo de fermentação (6 a 8 horas)
- ✓ E muito mais! Entre em contato.

A Ceres Sementes do Brasil é uma empresa de biotecnologia que desenvolve e comercializa as sementes de sorgo Blade para produção de biocombustíveis e bioenergia, voltados para o uso em transporte, geração de energia elétrica e calor. Líder no desenvolvimento dessas culturas, a empresa une o melhoramento genético por meio de um dos maiores bancos de germoplasma do mundo, em busca dos melhores resultados para atender aos diversos mercados consumidores e usuários finais, sempre com qualidade e sustentabilidade. Blade, cultivando energia! Saiba mais em ceresementes.com.br e facebook.com/ceresdobrasil

Informe Agropecuário

Uma publicação da EPAMIG

v.35 n.278 jan./fev. 2014

Belo Horizonte-MG



Apresentação

A agropecuária brasileira vem, ao longo de sua história, superando barreiras, que, até pouco tempo, eram tidas como intransponíveis, principalmente no que se refere a aumento da produtividade e possibilidades de utilização de áreas agricultáveis para a produção agrícola, com menores impactos sociais e ambientais.

Graças ao desenvolvimento de novas tecnologias, pôde-se aperfeiçoar os diferentes sistemas de produção, tornando-os mais eficientes e eficazes. Esse resultado é fruto de esforço multi-institucional, que envolveu tanto o setor público quanto o privado, visando atender a uma sociedade cada vez mais exigente em qualidade e preocupada com a procedência do produto.

Neste contexto, o sorgo é uma cultura de importância singular para a agropecuária brasileira, por ser uma alternativa como espécie forrageira e alimentar humana, principalmente para regiões ou épocas de cultivo com maior probabilidade de ocorrência de eventos climáticos desfavoráveis para outras culturas agrícolas. Mais recentemente, novos estudos têm atestado o potencial do sorgo como matéria-prima energética, correlacionada com o setor sucroenergético brasileiro. Assim, esta edição do Informe Agropecuário, resultante da colaboração de especialistas de sorgo do País, visa demonstrar o potencial dessa cultura para os diversos fins, destacando aspectos importantes para o seu cultivo em larga escala.

Carlos Juliano Brant Albuquerque
Rogério Soares de Freitas
André May

Sumário

EDITORIAL	3
ENTREVISTA	4
Potencial do sorgo para uso na alimentação humana <i>Valéria Aparecida Vieira Queiroz, Érica Aguiar Moraes, Hércia Stampini Duarte Martino, Caroline Liboreiro Paiva e Cícero Beserra de Menezes</i>	7
Sorgo como matéria-prima para produção de bioenergia: etanol e cogeração <i>André May, Rafael Augusto da Costa Parrella, Cynthia Maria Borges Damasceno e Maria Lúcia Ferreira Simeone</i>	14
Viabilidades técnica e econômica da utilização de grãos de sorgo para monogástricos <i>Evandro de Abreu Fernandes, Carolina Magalhães Caires de Carvalho, Fernanda Heloisa Litz, Julyana Machado da Silva Martins, Márcia Marques Silveira, Marina Cruvinel Assunção Silva e Leandro Martins Barbero</i>	22
Viabilidades técnica e econômica dos grãos de sorgo para ruminantes <i>Leandro Martins Barbero, Alex de Matos Teixeira, Gilberto de Lima Macedo Junior, Kelen Cristina Basso, João Paulo Franco da Silveira e Fernanda Carvalho Basso</i>	33
Sorgo granífero: manejo, colheita e armazenamento <i>Carlos Juliano Brant Albuquerque, Evandro Chartuni Mantovani, Cícero Beserra de Menezes, Flávio Dessaune Tardin, Rogério Soares de Freitas, André May e César Henrique Souza Zandonadi</i>	41
Sorgo forrageiro para silagem, corte e pastejo <i>José Avelino Santos Rodrigues, Thierry Ribeiro Tomich, Lúcio Carlos Gonçalves, Carlos Juliano Brant Albuquerque, Adriano de Souza Guimarães, Leonardo de Oliveira Fernandes e José Mauro Valente Paes</i>	50
Cultura do sorgo em sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta <i>Carlos Juliano Brant Albuquerque, Ramon Costa Alvarenga, Maria Celuta Machado Viana, Marina Alves Clemente, Beno Wendling e Saulo Alberto do Carmo Araújo</i>	63
Correção do solo e adubação na cultura do sorgo <i>Flávia Cristina dos Santos, Antônio Marcos Coelho, Álvaro Vilela de Resende e Rubens Augusto de Miranda</i>	76
Manejo de pragas na cultura do sorgo <i>Simone Martins Mendes, José Magid Waquil, José Avelino Santos Rodrigues, Marcus Vinicius Sampaio e Paulo Afonso Viana</i>	89
Principais doenças do sorgo <i>Dagma Dionísia da Silva, Luciano Viana Cota, Rodrigo Vêras da Costa e Douglas Ferreira Parreira</i>	102
Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do sorgo <i>Rogério Soares de Freitas, Andréia Cristina Silva Hirata, Carlos Juliano Brant Albuquerque e Wander Luis Barbosa Borges</i>	112
Tecnologia de produção de sementes de sorgo <i>Paulo Eduardo Dion, Nelson Scavone e José Perri Junior</i>	120

ISSN 0100-3364

Informe Agropecuário	Belo Horizonte	v.35	n.278	p. 1-128	jan./fev.	2014
----------------------	----------------	------	-------	----------	-----------	------

© 1977 EPAMIG

ISSN 0100-3364

INPI: 006505007

CONSELHO DE PUBLICAÇÕES

Marcelo Lana Franco

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

Carlos Juliano Brant Albuquerque, Rogério Soares de Freitas e

André May

PRODUÇÃO

DEPARTAMENTO DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA

Telefone: (31) 3489-5075 - dpit@epamig.br

EDITORA-CHEFE

Vânia Lúcia Alves Lacerda

DIVISÃO DE PUBLICAÇÕES

Fabriciano Chaves Amaral

REVISÃO LINGUÍSTICA E GRÁFICA

Maria Lourdes de Aguiar Machado, 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 e Rosiane Izidoro dos Santos (estagiária)*

Coordenação de Produção Gráfica

Ângela Batista P. Carvalho

Capa: *Ângela Batista P. Carvalho*

Foto: *Bruna Nunes*

Publicidade: *Décio Corrêa*

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

DIFUSÃO INTERINSTITUCIONAL

Dorotéia Resende de Moraes e Maria Lúcia de Melo Silveira

Biblioteca Professor Octávio de Almeida Drumond

Telefone: (31) 3489-5073 - biblioteca@epamig.br

EPAMIG Sede

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

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
José Silva Soares
Secretário



Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Conselho de Administração

José Silva Soares
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

Rodrigo Ferreira Matias
Márcia Dias da Cruz
Leide Nanci Teixeira

Lúcio Oliveira Silva
Evandro de Oliveira Neiva
Tatiana Luzia Rodrigues de Almeida

Presidência

Marcelo Lana Franco

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 Almoxarifado

Rogério Rocha de Souza

Departamento de Contabilidade e Finanças

Carlos Frederico Aguiar 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 Irenilda de Almeida



Sorgo: resistência à seca e múltiplas utilizações

O setor agrícola, em função de suas características e sensibilidade ao clima, é extremamente vulnerável às prováveis mudanças climáticas, distinguindo-se dos demais setores.

A cultura do sorgo, em virtude de possuir maior tolerância a estresses abióticos, provenientes de temperaturas elevadas e irregularidades das chuvas, tem proporcionado avanço nos biomas Cerrado e Semiárido. Além disso, o sorgo mostrou-se viável tanto em condições de déficit hídrico, onde o cultivo e o potencial produtivo da cultura do milho sofrem limitações, quanto em interesse comercial, seja por sua reconhecida rusticidade, seja por sua ampla variedade de utilização.

Existem tipos distintos de sorgo para fins de grãos, silagem, pastejo, bioenergia ou produção de vassoura. Essa variabilidade confere um diferencial a esta espécie por atender a diversos mercados, interesses e necessidades. Este cereal tem-se destacado ainda como boa opção na alimentação humana, por suas características funcionais e pela ausência de glúten, dieta requerida por pacientes com a doença celíaca.

Tradicionalmente, no Brasil, o sorgo é plantado em áreas pouco férteis ou em época de maior déficit hídrico (período da safrinha), como segunda opção e, por isso, tecnologias e processos para aumento da produtividade, como o manejo da fertilidade do solo, não têm sido muito utilizados.

Pesquisas que envolvem o uso de culturas adaptadas a condições de elevada temperatura e deficiência hídrica, associadas a outras técnicas de cultivo para maior tolerância às intempéries ambientais, são fundamentais para o direcionamento de políticas públicas que visam o enfrentamento das alterações climáticas, bem como o cultivo em regiões áridas.

Assim, esta edição do Informe Agropecuário traz informações e tecnologias para o desenvolvimento da cultura do sorgo e o melhor aproveitamento de seu potencial para os diferentes usos e sistemas de produção.

Marcelo Lana Franco
Presidente da EPAMIG

Informação e tecnologia garantem bons resultados com o sorgo



Paulo Motta Ribas é consultor técnico da Valor Orientações Agropecuárias Ltda., sediada em Luz, MG. Engenheiro agrônomo, graduado pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), e pós-graduado em Marketing pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Participou de treinamentos técnicos sobre Melhoramento de Sorgo na Universidade de Purdue, Indiana, Estados Unidos e na Empresa Dekalb AgResearch Inc., Lubbock, Texas, Estados Unidos, sobre Gestão de Programa de Melhoramento de Sorgo. Foi pesquisador, gerente de pesquisa e gerente de linha de produto-sorgo na Sementes Agrocere S/A., consultor técnico da Embrapa Milho e Sorgo para o Programa de Melhoramento de Sorgo e diretor superintendente da Sementes Biomatrix Ltda. Foi também presidente da Comissão Estadual de Sementes e Mudanças do Estado de Minas Gerais. Produtor rural desde 1974 nas regiões do Triângulo Mineiro e Noroeste de Minas, Paulo Ribas acredita no potencial do sorgo, por sua habilidade de suportar melhor altas temperaturas e deficiência hídrica, em relação a outras culturas nas mesmas condições.

IA - Qual a situação da cultura do sorgo no Brasil e quais os principais desafios para que ocorra a expansão da área cultivada?

Paulo Ribas - Acompanho a cultura do sorgo no Brasil desde o fim dos anos 60. Até fins dos anos 80, a cultura encontrou enormes dificuldades para se firmar. Nesse período, a evolução da área plantada foi lenta, desestimulante. A partir dos anos 90, especialmente após o Plano Real, a área plantada deu um salto. O grão de sorgo passou a ser reconhecido como um valioso recurso para alimentação animal. A qualidade da forragem de sorgo foi igualmente difundida e mais bem aceita pelos pecuaristas. Os números da cultura passaram a frequentar as estatísticas oficiais. Estamos hoje entre os dez maiores produtores de grãos de sorgo do mundo. No entanto, a área plantada não evoluiu positivamente nos últimos cinco anos. Nossa produtividade ainda está aquém dos resultados ex-

perimentais. O consumo de silagem e de forragem fresca de sorgo é tímido. Alguns dos desafios de hoje são os mesmos de dez, quinze anos atrás. Persistem alguns bolsões de resistência ao uso dos grãos e forragem. Desenvolvemos tecnologia para atingir patamares de produtividade superiores às médias nacionais e regionais, mas a transferência das informações tecnológicas ainda é irregular. A oferta de certos insumos é restrita. É recorrente a falta de defensivos agrícolas registrados para a cultura. A capacidade de armazenagem de sorgo é limitada. Sobretudo, persiste uma visão distorcida da vocação e das potencialidades dessa cultura milenar tão útil em ambientes desfavoráveis para produção de grãos e forragem.

IA - Por que o sorgo granífero não expandiu no Semiárido brasileiro?

Paulo Ribas - Acredito que sejam duas as razões principais: a resistência dos usuários locais na adoção do sorgo na

alimentação animal e o inadequado posicionamento agrônomo da cultura na região. Apesar de as regiões Semiáridas serem carentes de matérias-primas para alimentação animal e dependentes da importação de milho de outras regiões, ainda assim o tradicionalismo dos agentes envolvidos nas políticas de abastecimento não conseguiu entender a contribuição que a cultura do sorgo poderia (e ainda poderá) oferecer aos mercados regionais para reduzir essa dependência. Em outros termos, ainda não houve uma clara e efetiva política de incentivos à cultura do sorgo em todo o Semiárido. O erro de posicionamento agrônomo diz respeito ao mau entendimento das características da espécie relativas à sua adaptação aos ambientes adversos. No Brasil, o conceito é que “o sorgo é uma cultura rústica, resistente às intempéries do clima, à seca e pouco exigente ao uso de insumos”. Informações distorcidas como essas prejudicaram e, até hoje, penalizam a cultura.

A decantada rusticidade do sorgo tem que ser entendida como a habilidade da espécie para suportar melhor as altas temperaturas e a deficiência hídrica, quando confrontada com outros cultivos nas mesmas condições de investimento tecnológico. Isto significa dizer que uma lavoura de sorgo, se tão bem conduzida como uma de milho, por exemplo, produzirá mais do que esta no ambiente ruim.

IA - *Quais fatores contribuem para o aumento da rentabilidade do sorgo granífero?*

Paulo Ribas - O sorgo granífero é uma cultura definitivamente estabelecida em sucessão à soja no Sudeste, Centro-Oeste, e chegando ao Oeste da Bahia e Sul do Piauí. São quatro os fatores básicos para aumento da rentabilidade: O primeiro é a obediência às datas limites para semeadura de acordo com dados de pesquisa – ainda há produtores que apostam na extrema resistência do sorgo à seca e o semeiam até abril. O resultado dessa indisciplina é a drástica redução da produtividade, quando não, a perda total da produção. O segundo fator é a nutrição mineral insuficiente – isto é a crença de que a cultura produz sem adubação, ou de que os nutrientes residuais da soja sejam suficientes para uma boa produção de sorgo. Há ainda um raciocínio, discutível, de que não vale a pena adubar, em face do risco climático. A pesquisa já provou que plantando no tempo certo, a adubação traz resultados econômicos.

O terceiro fator é o ajuste da população de plantas – semeadura além da época preferencial e nutrição deficiente exigem população de plantas ajustada. Superpopulação sem nutrição compatível, deficiência hídrica e alta temperatura são roteiros para a frustração.

E, por último, o controle de enfermidades e insetos-praga – felizmente a maioria dos produtores já entende a necessidade de aplicação de defensivos. O maior problema, portanto, é a carência de produtos registrados no Brasil.

IA - *Quais fatores contribuem para o aumento da rentabilidade do sorgo forrageiro?*

Paulo Ribas - No Brasil, são plantados dois tipos agronômicos de sorgo com fins forrageiros: sorgos para ensilagem ou silageiros, e sorgos para pastejo e corte. O mercado oferece boas cultivares comerciais para ambas as finalidades de uso. Um sorgo silageiro não é a melhor escolha, se o objetivo é pastagem, bem como é tecnicamente inadequado usar um sorgo de pastejo para ensilar, pois a silagem perderá em qualidade. Novamente o respeito às informações da pesquisa, quanto a épocas de plantio, pode ser listado como um fator promotor de maior rentabilidade. Neste caso, em que a época preferencial vai do início das chuvas de verão até o início de janeiro, a grande questão é a sensibilidade ao fotoperíodo da maioria das cultivares comerciais. Se plantadas além de janeiro, o ciclo é reduzido, bem como o porte das plantas, resultando em menor produção de matéria seca. Muitos produtores, por falta dessa informação, ficam frustrados e criam uma imagem negativa da cultura. No que diz respeito à adubação, que normalmente é realizada, a correta reposição dos nutrientes exportados pela cultura de silagem anterior é um fator crucial para a manutenção de boas produtividades de uma safra para outra. Assim como para o sorgo granífero, estabelecer populações específicas para as cultivares de porte alto e que sejam compatíveis com o nível de manejo é fator crucial para evitar o tombamento de plantas e para colher produções econômicas. Controlar insetos-praga complementa a receita para uma boa rentabilidade da cultura de sorgo forrageiro.

IA - *Por que o sorgo forrageiro não é tão demandado pelo produtor de leite na produção de silagem como o milho?*

Paulo Ribas - O milho é a matéria-prima nobre para confecção de silagem, sem discussão. O sorgo é a segunda melhor alternativa, do ponto de vista qualitativo, também sem discussão. Muitos produtores, nutricionistas e vendedores

de insumos propagam que a silagem de sorgo é “muito pior do que a do milho, que os animais a rejeitam, que sobra muita comida no cocho, etc.” Na maioria das vezes, as comparações não são justas. Dentro do universo das cultivares de milho ofertadas no mercado, não há grande variabilidade bromatológica e nutricional, enquanto que para sorgo há. Sorgos silageiros muito altos, com baixa produção de grãos, de colmos fibrosos, com baixa relação panícula/colmo + folhas, quando comparados com milhos em geral, perdem a disputa qualitativa, embora tenham altíssimo potencial de produção de matéria seca. Para serem justas, as comparações deveriam ser feitas entre milhos e sorgos de porte mediano e de grande produção de grãos. Nesse caso, as diferenças serão muito menores.

IA - *Haveria espaço para o sorgo na eventual existência de milho resistente à seca?*

Paulo Ribas - Não considero que o advento dessas cultivares de milho resistentes à seca, convencionais ou transgênicas, inviabilize o cultivo de sorgo. Aliás, no Brasil já são disponíveis e cultivados híbridos de milho muito resistentes à seca. Não fosse verdade, como explicar o extraordinário crescimento e sucesso da cultura de milho na safrinha do Brasil Central? Em grande parte, isso se deve à disponibilização de milhos altamente resistentes à seca. E nem por isso a área plantada com sorgo granífero sofre redução significativa nas regiões comuns aos dois cultivos. É preciso entender que, além da resistência à seca, plantar sorgo é justificável por conta de outras características agronômicas desejáveis para os sistemas de produção como um todo. Por exemplo, num programa de rotação de culturas, o sorgo coltura para reduzir o potencial de inóculo de vários organismos patogênicos que afetam o desempenho de outras culturas. A palha deixada após a colheita de sorgo granífero é de excelente qualidade para a manutenção do Sistema Plantio Dire-

to na palha, e constitui excelente recurso forrageiro para alimentar rebanhos no período invernal. Comercialmente falando, o mercado já aprendeu que uma boa oferta de grãos e forragem de sorgo reduz os custos da alimentação animal sem detrimento da qualidade nutricional das dietas. Antes de ser concorrentes, milho e sorgo são estratégicos para racionalizar o sistema de produção de grãos em sequência à soja no Cerrado brasileiro.

IA - *Quais os principais gargalos técnicos do sorgo sacarino?*

Paulo Ribas - Reconhece-se que há uma “janela” de oportunidades para introduzir o sorgo sacarino no sistema de produção de álcool combustível. A entressafra da cana-de-açúcar, que vai de outubro a março, é o espaço que poderá ser técnica e economicamente ocupado pelo sorgo sacarino. Afinal, o que trava a entrada do sorgo nesta “janela”? Segundo os técnicos, não há problemas técnico-operacionais da moega da usina para dentro. Da moega para fora, dizem eles, faltam resolver alguns obstáculos. Primeiro, é preciso apresentar a cultura adequadamente aos potenciais usuários, usineiros e seus operadores de campo, que não são preparados para manejar culturas plantadas por sementes. É o consenso: treinar pessoal de campo e assessorar as usinas no planejamento da produção de sorgo são tarefas urgentes. A segunda, ofertar aos usuários um pacote tecnológico viável, que inclua práticas agrônomicas usuais e cultivares bem adaptadas, produtivas no campo e de bom rendimento industrial, desafio posto às áreas de pesquisa e de transferência de tecnologia. Sem esses dois fatores resolvidos, a adoção será muito difícil.

IA - *Explique as potencialidades e as perspectivas para incorporação dessas três culturas – sorgo sacarino, sorgo biomassa para energia e para etanol segunda geração – na cadeia produtiva bioenergética nacional.*

Paulo Ribas - Percebe-se um ar de otimismo no meio técnico-científico com rela-

ção ao futuro dos sorgos para produção de energia, sem uma correspondência equivalente do setor agroindustrial. Estudos apresentam números tentadores. Somadas todas as oportunidades, a área cultivada com sorgo-energia chegaria a estupendos 2,3 milhões de hectares/ano. Produções piloto atestam que é possível colher de 50 a 60 toneladas de massa verde/hectare, com rendimentos de 50 a 80 litros de álcool/tonelada, e de 2.500 a 4.800 litros de álcool/hectare. O setor industrial, por sua vez, trabalha atualmente com produtividades de 4.500 kg de açúcares redutores totais por hectare (ART/ha) e 45 toneladas de biomassa com 50% de umidade para geração de energia calórica. Informações técnicas, equipamentos agrícolas e insumos básicos são disponíveis para atender, no curto prazo, pelo menos parte substancial da demanda estimada. E, reiterando afirmação já passada, não há dificuldades técnicas intransponíveis de uso da matéria-prima sorgo na operação das usinas. Os maiores obstáculos concentram-se na adoção do sorgo no sistema de produção e principalmente na valorização do álcool no mercado.

IA - *O que se pode esperar em termos de melhoramento de plantas para os diferentes grupos de sorgo cultivados?*

Paulo Ribas - A Embrapa Milho e Sorgo e outras entidades de pesquisa pública, bem como empresas sementeiras privadas, estão desenvolvendo híbridos graníferos cada vez mais adaptados ao sistema de sucessão de culturas. Ciclo curto, resistência às principais enfermidades, tolerância ao alumínio tóxico, maior eficiência na absorção de nutrientes, plantas de bom colmo e grãos sem tanino de boa aceitação no mercado de rações, são algumas das características marcantes da nova geração de híbridos graníferos. Ao mesmo tempo, pesquisadores da Embrapa e de várias universidades públicas estudam o emprego de grãos de sorgo em alimentação humana. Sem glúten, os grãos de sorgo poderão ser utilizados em produtos dietéticos para pacientes portadores da doença celíaca, ou

que necessitam perder peso. Pesquisas indicam que cultivares com tanino nos grãos terão um papel na neutralização dos chamados radicais livres. Em sorgo forrageiro, as grandes expectativas se concentram no desenvolvimento de cultivares de melhor valor nutritivo, ou que mais se aproximem do valor do milho, e em cultivares resistentes aos efeitos do fotoperíodo, com melhor adaptação e desempenho em plantios tardios, quando a duração do período luminoso é reduzida. Em sorgos para produção de energia, o mercado aguarda com ansiedade o lançamento de híbridos de sorgo sacarino e, para produção de biomassa, que se adaptem agronomicamente aos ambientes tropicais e que mostrem bom desempenho industrial.

IA - *Qual a sua avaliação sobre a transgenia em sorgo, referente aos temas pragas, herbicidas, sacarose e lignina?*

Paulo Ribas - Ser a favor ou contra sorgos transgênicos é uma questão que deveria passar pela análise, caso a caso, da função e da origem dos genes utilizados na transformação. Polêmica no Brasil, a perspectiva de um sorgo geneticamente modificado (GM) resistente à herbicida tem radicalizado o debate sobre transgenia em sorgo. O risco de fluxo gênico de uma cultivar GM comercial para espécies silvestres é real. Tipos silvestres, que vegetam voluntariamente e infestam áreas agrícolas em várias regiões do Brasil, são controlados via herbicidas de manejo. Um evento que contenha gene de resistência a tais herbicidas causaria claro impacto negativo no controle desses infestantes e seria indefensável técnica, ambiental e politicamente falando. No entanto, evento que confira resistência a um herbicida eficiente no controle de outras plantas daninhas e que não tenha eficácia sobre as espécies silvestres, sem causar, portanto, impacto ambiental, merece uma análise particular.

■ Por Vânia Lacerda

Potencial do sorgo para uso na alimentação humana

Valéria Aparecida Vieira Queiroz¹

Érica Aguiar Moraes²

Hércia Stampini Duarte Martino³

Caroline Liboreiro Paiva⁴

Cícero Beserra de Menezes⁵

Resumo - Embora o sorgo seja utilizado como alimento básico para milhões de pessoas, principalmente na África e na Ásia, no Brasil, a produção nacional, apesar de crescente, tem sido destinada quase que exclusivamente para alimentação animal. No entanto, o interesse no uso desse cereal como alimento humano tem crescido em diversos países, em especial, pelos seguintes fatores: a) não possui glúten e, por isso, é totalmente seguro para o desenvolvimento de produtos para pessoas celíacas; b) possui sabor neutro, o que é uma grande vantagem na indústria de alimentos; c) apresenta menor custo de produção, vislumbrando a possibilidade de redução dos custos na indústria alimentícia; d) apresenta uma variedade de compostos bioativos, com elevada capacidade antioxidante e com potencial para utilização em produtos com apelo funcional. Resultados de pesquisas realizadas no Brasil mostraram elevada aceitação de produtos elaborados com farinha de sorgo, comprovando, dessa forma, grande potencial do cereal para uso na alimentação humana no País.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor* L. Valor nutritivo. Cereal sem glúten. Compostos bioativos.

INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L.) começou a ser empregado para consumo humano e animal na África, entre 3.000 e 5.000 anos atrás e, posteriormente, difundido para a Índia e a China (HANCOCK, 2000). Desde então, tem sido utilizado como base alimentar de milhões de pessoas. Estima-se que mais de 300 milhões de indivíduos, que vivem em países em desenvolvimento, dependem essencialmente desse cereal como fonte de energia (SANCHEZ, 2003).

Na África, os grãos de sorgo são utilizados no preparo de uma variedade de produtos alimentícios, como: mingaus, cuscuz, produtos de panificação, cervejas e farinhas pré-cozidas para uso instantâneo (SANCHEZ, 2003).

No Brasil, o sorgo vem sendo cultivado principalmente visando a produção de grãos, para suprir a demanda das indústrias de ração animal ou como forragem, para alimentação de ruminantes, sendo que, praticamente, não há consumo desse cereal na alimentação humana. Nas décadas de 1980 e 1990, estudos no Brasil mostraram que farinhas mistas de sorgo e trigo poderiam ser utilizadas na panificação, com pouca alteração na qualidade do produto. Na ocasião, buscavam-se cultivares que fornecessem farinhas brancas e isentas de tanino, pois o interesse, até então, era unicamente de substituição de um cereal por outro, já que grande parte do trigo brasileiro era importada. Entretanto, a busca por alimentos mais nutritivos, com ca-

racterísticas funcionais e sem glúten, aliada às novas descobertas sobre a importância do sorgo nesses aspectos, desencadeou uma nova e crescente demanda pelo cereal.

Este trabalho tem como objetivo apresentar pesquisas recentes desenvolvidas com grãos de sorgo, tanto no Brasil quanto em outros países, as quais comprovam o potencial desse cereal para uso na alimentação humana.

VALOR NUTRICIONAL DOS GRÃOS DE SORGO

O valor nutricional dos grãos de sorgo é semelhante ao dos grãos de milho e varia de acordo com o genótipo, sendo que, em todos esses grãos, o amido corresponde ao

¹Nutricionista, D.Sc., Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, e-mail: valeria.vieira@embrapa.br

²Nutricionista, Doutoranda UNICAMP, Campinas-SP, e-mail: erica_moraes12@hotmail.com

³Nutricionista, D.Sc., Prof^a Associada, UFV - Departamento de Nutrição e Saúde, Viçosa-MG, e-mail: hercia@ufv.br

⁴Eng^a Alimentos, Doutoranda UFMG, Belo Horizonte-MG, e-mail: carolinepaiva7@gmail.com

⁵Eng^a Agr^o, D.Sc., Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, e-mail: cicero.menezes@embrapa.br

principal macronutriente, com variação entre 55,6% e 75,2% do cereal. Os teores de proteínas nos grãos são em torno de 7,3% e 15,6%, os de fibras entre 1,2% e 6,6%; os de lipídios, entre 0,5% e 5,2% e os de cinzas, entre 1,1% e 2,5% (WANISKA; ROONEY, 2000).

Em oito genótipos de sorgo da Embrapa Milho e Sorgo, verificou-se que a concentração proteica das amostras variou entre 8,57% e 11,59%, os teores de lipídios, entre 1,24% e 3,07%, os de carboidratos entre 57,3% e 64,7%, e a fibra alimentar total variou entre 9,13% e 15,09% (MARTINO et al., 2012). Os lipídios dos grãos de sorgo são ricos em ácidos graxos poli-insaturados e estão presentes, principalmente, no gérmen, e as fibras, no pericarpo dos grãos. Assim, tanto a concentração de lipídios quanto a de fibras na farinha de sorgo dependerão da extensão da remoção do pericarpo e do gérmen, nos processos de decorticação, degerminação e moagem dos grãos (ANGLANI, 1998).

POTENCIAL DO SORGO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

A cultura do sorgo possui a grande vantagem de ser mais eficiente no uso da água e dos nutrientes do solo, o que permite que seja cultivado em áreas e situações ambientais muito secas e/ou muito quentes onde a produtividade de outros cereais seria antieconômica. Por causa dessa eficiência, apresenta, também, menor custo de produção que a cultura do milho, sendo comercializado por um valor mais baixo no mercado (LOPES, 2004). Esse fato coloca o sorgo em uma posição de destaque entre outros cereais, vislumbrando a possibilidade de redução dos custos com matéria-prima na confecção de produtos de confeitaria e de panificação na indústria alimentícia.

Segundo Rooney (2001), é possível confeccionar produtos alimentícios de qualidade, a partir de cultivares de sorgo selecionadas com características tecnológicas adequadas. Cultivares de grãos brancos apresentam boas propriedades para processamento e têm sido usadas com

sucesso na confecção de uma variedade de produtos usualmente elaborados com outros cereais, como biscoitos, tortilhas e massas alimentícias. Esses produtos de sorgo, normalmente, apresentaram sabor suave, o que é bastante desejável (SANCHEZ, 2003).

Em países, como Japão e Estados Unidos, o sorgo branco tem sido processado em farinha e outros produtos e ganhado popularidade. Em El Salvador, farinhas provenientes de cultivares melhoradas de sorgo têm sido usadas em pequenas padarias, para produzir pães, *muffins*, roscas e outras variações desses produtos (ROONEY, 2007).

Extrudados expandidos, como *snacks* e cereais matinais, são muito populares pela crocância e facilidade de consumo. Nos EUA e em outros países, incluindo o Brasil, esses produtos são feitos, normalmente, com milho, embora o arroz e o trigo sejam também usados. O sorgo, apesar de seu custo mais baixo e facilidade de produção em relação ao milho, até pouco

tempo não havia sido usado, ainda, para esse fim. No entanto, nos últimos anos, estudos vêm sendo conduzidos a fim de otimizar o uso desse cereal na elaboração desse tipo de produto. De acordo com González (2005), extrudados de excelente sabor, aparência e textura foram obtidos tanto de grãos integrais, quanto de decorticados a partir de sorgo branco e marrom, podendo ser uma excelente opção para processadores de alimentos (Fig. 1). Nesse mesmo trabalho, o autor concluiu que o sorgo com tanino também produziu bons extrudados, o que possibilitou a agregação de valor ao produto, por suas propriedades nutracêuticas. Além disso, sua aparência marrom-avermelhada pode ser uma vantagem em produtos especiais. Da mesma forma, Sanchez (2003) relatou que a farinha de sorgo, com composição e distribuição de tamanho de partículas similares às de milho, produziu extrudados com maior expansão, menor densidade e aceitação igual àqueles feitos com farinha de milho em condições semelhantes.



Figura 1 - Aparência física de extrudados feitos com grãos de sorgo

FONTE: Dados básicos: Sanchez (2003).

NOTA: A - Com grãos inteiros integrais; B - Com grãos de sorgo inteiros 20% decorticados; C - Com farinha de sorgo; D - Com farinha de milho.

Extrudados elaborados a partir de arroz polido também expandiram menos que os extrudados feitos a partir de sorgo.

Em outro estudo, demonstrou-se que farelos provenientes de cultivares de sorgo mais pigmentados, como os marrons e os vermelhos, em combinação com outros ingredientes, fornecem produtos de panificação de coloração mais escura, bastante desejáveis, pela aparência natural e saudável de produto integral. Usualmente, na indústria alimentícia, são utilizados corantes para conseguir tal efeito, podendo-se mencionar, como exemplo, o caramelo no pão de centeio (AWIKA; ROONEY, 2004).

POTENCIAL DO SORGO NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS SEM GLÚTEN

Outra forte tendência para aplicação do sorgo é que, por não possuir glúten, esse cereal poderá ser uma alternativa viável para substituir o trigo na elaboração de produtos destinados a celíacos.

O aumento progressivo de casos de intolerância ao glúten tem resultado em demanda ascendente por novos produtos nutritivos e de alta qualidade, que sejam isentos dessa proteína, já que o tratamento para a doença celíaca e as demais formas de intolerância consiste na exclusão total do glúten da dieta (SDEPANIAN et al., 2001). No entanto, considerando que o trigo é o cereal mais utilizado como fonte de matéria-prima na panificação, a disponibilidade de alimentos saudáveis e com preço acessível no mercado é o principal desafio para os celíacos. Para a indústria, o desafio está na busca por matérias-primas alternativas que sejam, ao mesmo tempo, isentas de glúten, de sabor neutro, integrais e de custo mais baixo (SCHOBBER et al., 2005). Os produtos atualmente existentes no mercado são, em sua maioria, importados e confeccionados com farinhas de arroz, fécula de mandioca ou de batata ou, ainda, uma mistura destas. Entretanto, essas farinhas possuem custo elevado e não são integrais, o que origina produtos com preços finais muito altos e com baixo valor nutritivo, predispondo os

celíacos a uma escassez enorme de produtos integrais e com preços acessíveis no mercado. É nesse contexto que o sorgo desponta como alternativa totalmente viável e segura para suprir essa demanda ascendente da indústria alimentícia.

Estudos no exterior têm sido conduzidos, com a finalidade de desenvolver produtos com sorgo destinados às pessoas com intolerância ao glúten (SCHOBBER et al., 2005; HAMAKER, 2007; SCHOBBER; BEAN; BOYLE, 2007). Porém, no Brasil, esses trabalhos estão apenas começando. A Embrapa Milho e Sorgo, em parceria com a Embrapa Agroindústria de Alimentos, Embrapa Agroindústria Tropical, Embrapa Clima Temperado e com a Universidade Federal de Viçosa (UFV), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal de São João del-Rei - Sete Lagoas (UFSJ-SL) e Universidade de Brasília (UnB), iniciou, em 2008, uma linha de pesquisa nesse tema. Desde então, resultados do projeto “Sorgo para alimentação humana: caracterização de

genótipos quanto a compostos de interesse para a nutrição e a saúde humana e desenvolvimento de produtos sem glúten” vêm comprovando o grande potencial desse cereal para consumo humano também aqui no Brasil. Produtos, como barra de cereais, bolos, *cookies* e pães (Fig. 2), têm sido desenvolvidos e têm apresentado elevada aceitação sensorial (QUEIROZ et al., 2008, 2011ab; MARTINO et al., 2012; MORAES et al., 2012).

No que se refere, especificamente, às barras de cereais, as pesquisas da Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (ABIA) indicam um forte crescimento do setor no País, a taxas bem mais expressivas que o mercado externo (ABIA, 2009; PURCELL, 2010). Assim, com o objetivo de atender a esse segmento de mercado crescente, cujo foco tem sido a busca por produtos adicionados de fibras, com ingredientes naturais, grãos integrais e incorporados de compostos benéficos à saúde, a Embrapa, em parceria com a UFMG, tem desenvolvido diversas barras



Figura 2 - Exemplos de produtos inovadores experimentais desenvolvidos à base de grãos e farinha de sorgo, na Embrapa Milho e Sorgo e parceiros

NOTA: A - Barra de cereais com pipoca de sorgo; B - Bolo de sorgo com banana; C - Pão de sorgo; D - Cookies de sorgo com amendoim.

de cereais. Dentre estas, merece destaque, a barra de cereais livre de glúten, com frutas tropicais. Tal produto é fonte de fibras, por conter, além de fibra de caju, pipoca e flocos, ambos desenvolvidos com sorgo integral. A cultivar de sorgo utilizada no produto apresenta níveis de compostos fenólicos expressivos, o que agregou qualidade ao produto. Tal produto (Fig. 3), além de ter apresentado grande aceitação em testes sensoriais aplicados tanto ao público celíaco quanto ao não celíaco, recentemente foi um dos finalistas no concurso promovido pela Associação Americana de Química de Cereais – American Association of Cereal Chemists (AACC), durante o congresso internacional da instituição, realizado em outubro de 2013, em Albuquerque, EUA.



Fotos: Caroline Libreiro Paiva

Figura 3 - Barra de cereais livre de glúten, desenvolvida em parceria com Embrapa e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

POTENCIAL FUNCIONAL DE GRÃOS DE SORGO

Altas concentrações de compostos bioativos encontradas em grãos de sorgo, com elevada capacidade antioxidante, têm despertado o interesse de profissionais de diversos países. Esses compostos concen-

tram-se, principalmente, no pericarpo dos grãos e podem contribuir para a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, como as cardiovasculares, diabetes, obesidade e câncer (AWIKA; ROONEY, 2004; FARRAR et al., 2008; DYKES et al., 2009). Os principais compostos bioativos, responsáveis por esses efeitos antioxidantes, usualmente encontrados em cultivares de sorgo, incluem ácidos fenólicos, flavonoides (antocianinas e taninos), amido resistente, fitoesteróis e policosanóis. Alguns estudos demonstraram que outros cereais, como, por exemplo, aveia, arroz e trigo, possuem menores concentrações de compostos fenólicos e baixa atividade antioxidante em comparação com o sorgo (FARRAR et al., 2008).

As antocianinas são pigmentos solúveis em água responsáveis pelas cores vermelhas, azuis e violetas das frutas e de outros alimentos e que possuem propriedades anti-inflamatórias, anticâncer, quimio-protetoras e vasoprotetoras (CEDILLO SEBASTIAN, 2005). No sorgo, esses pigmentos encontram-se concentrados no pericarpo. Assim, as cultivares de sorgo com grãos negros são as mais ricas, seguidas das marrons e das vermelhas. As antocianinas mais comuns nesse cereal são as 3-deoxiantocianidinas, que incluem a apigeninidina e a luteolinidina (AWIKA; MCDONOUGH; ROONEY, 2005; DYKES et al., 2009). Essas são relativamente raras (CLIFFORD, 2000) e apresentam boa estabilidade em meio ácido, em comparação com as outras antocianidinas normalmente encontradas nas frutas e hortaliças. Por isso, as antocianinas do sorgo têm potencial para produção de corantes naturais, com propriedades nutracêuticas, os quais, por sua vez, encontram-se em demanda crescente pela indústria de alimentos (AWIKA; ROONEY, 2004). Além disso, estudos in vitro comprovaram que essas antocianinas do sorgo são potentes inibidores da proliferação de células cancerígenas de cólon humano (YANG; BROWNING; AWIKA, 2009).

Outro importante flavonoide do sorgo é o tanino do tipo condensado, cujas con-

centrações variam largamente em função das características genéticas. Genótipos que possuem testa pigmentada apresentam taninos, bem como maiores concentrações de fenólicos totais e atividade antioxidante (DLAMINI; TAYLOR; ROONEY, 2007). Entretanto, em função do tamanho de sua molécula e sua tendência de se ligarem a moléculas dos alimentos, formando compostos insolúveis, surgiu a preocupação de que os taninos poderiam não ser tão eficazes biologicamente (AWIKA; ROONEY, 2004). Contudo, Riedl e Hagerman (2001) demonstraram que, mesmo complexados com proteínas, os taninos ainda possuíam pelo menos 50% de sua capacidade antioxidante, sendo desejáveis em cultivares para consumo humano. Recentemente, Gülçin et al. (2010) demonstraram elevada e efetiva atividade antioxidante dos taninos, sugerindo, ainda, a utilização desse composto para minimizar ou prevenir a oxidação lipídica em produtos alimentares, mantendo a qualidade nutricional, prolongando a vida de prateleira de alimentos, assim como componente nutracêutico da alimentação.

Estudos in vitro demonstraram que cultivares de sorgo com teores mais elevados de taninos inibiram a proliferação de células de câncer de esôfago e cólon (AWIKA et al., 2009). Estudos com ratos demonstraram redução de câncer de cólon nos animais alimentados com sorgo de pericarpo preto que continha tanino. Essa redução foi atribuída à atividade antioxidante dessa cultivar (TURNER et al., 2006).

A incorporação do sorgo na alimentação humana pode, também, servir de estratégia para o controle da obesidade (AWIKA; ROONEY, 2004). Estudos conduzidos com ratos e porcos (Al-MAMARY et al., 2001) demonstraram menor ganho de peso dos animais alimentados com dietas à base de sorgo que continham elevados teores de tanino, pois são digeridos lentamente pelo organismo. Essa característica também pode ser aplicada a alimentos destinados a diabéticos, em que o retardo do esvaziamento gástrico permite mais lenta absorção de glicose (DYKES; ROONEY, 2006).

EFEITO DO PROCESSAMENTO SOBRE COMPOSTOS BIOATIVOS DO SORGO

Embora a concentração de compostos fenólicos do sorgo seja determinada por fatores genéticos, métodos de processamento da matéria-prima podem alterar essas concentrações. Estudos a respeito do efeito do tratamento térmico sobre a concentração de fenólicos nas matérias-primas são, ainda, controversos.

O processo de decorticação pode contribuir com a redução de mais de 80% da atividade antioxidante de cultivares de sorgo, por causa da remoção do pericarpo e da testa, locais onde se concentram os compostos. Mesmo que a decorticação reduza os compostos fenólicos e as fibras alimentares do sorgo, esse processo melhora as características sensoriais como adstringência, e, também, a digestibilidade da farinha (DLAMINI; TAYLOR; ROONEY, 2007). A fração retirada dos grãos (farelo) pode ser utilizada como ingrediente em diversas preparações funcionais, sem afetar as demais propriedades sensoriais em alimentos como biscoito, pão e salgadinhos extrusados (MITRE-DIESTE et al., 2000; ACOSTA et al., 2003).

O processamento dos grãos de sorgo altera estruturalmente os taninos, sem prejudicar, significativamente, o seu potencial antioxidante. Awika (2003) relatou que o farelo de sorgo marrom apresentou retenção da atividade antioxidante de 60% e 78%, respectivamente, em pães e biscoitos tipo *cookies*, após o processamento. Da mesma forma, extrusados de sorgo com alto teor de tanino apresentaram retenção de 21% desse teor e 89% de sua atividade antioxidante original.

Cedillo Sebastian (2005) avaliou o efeito da adição de farelo de sorgo sobre as características sensoriais, teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de tortilha de mesa e tortilha *chip*. Essa autora observou que os níveis de fenólicos totais e a capacidade antioxidante nesses produtos aumentaram com o acréscimo de farelo. Embora o tratamento térmico tenha provocado uma perda mensurável de compostos

antioxidantes do farelo de sorgo, ambos os tipos de tortilhas ainda foram consideradas como fonte significativa de fenólicos e de atividade antioxidante. A adição de farelo de sorgo produziu tortilhas com níveis de fibra dietética e antioxidantes aumentados, sem afetar as propriedades sensoriais.

De acordo com Dlamini, Taylor e Rooney (2007), processamentos como a extrusão e a fermentação geralmente reduzem os compostos fenólicos e a atividade antioxidante do cereal. Esse fato pode ser atribuído à desnaturação proteica gerada pelo processo de cocção, o qual abre as estruturas proteicas e facilita a interação entre estas e os taninos, com redução da capacidade antioxidante.

Aumento das concentrações de compostos fenólicos foram observados por Dewanto, Wu e Liu (2002), com a exposição da matéria-prima ao tratamento térmico. Esses compostos podem ser encontrados no sorgo na forma livre ou em associação com outros componentes, como, por exemplo, aminoácidos e carboidratos (DYKES; ROONEY, 2006). Segundo Dewanto, Wu e Liu (2002), o processamento térmico pode liberar esses compostos fenólicos associados com o rompimento dos constituintes celulares. Embora a destruição das paredes celulares libere, na maioria das vezes, enzimas oxidativas e hidrolíticas que degradam os antioxidantes, o processamento térmico pode desativar essas enzimas, evitando, assim, a perda dos compostos fenólicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sorgo, que atualmente é subutilizado na alimentação humana na maior parte do mundo, é, sem dúvida, fonte potencial de fitoquímicos que têm importante papel na promoção da saúde humana. Além disso, o cereal tem diversas aplicações para consumo humano, direto e na indústria de alimentos, conforme descrito a seguir:

- a) uso alimentar direto: os grãos inteiros podem ser utilizados como cereal cozido, em produtos extrudados e em outros produtos à base de cereais como pães, biscoitos, massas, como substitutos parciais ou totais. O farelo

de sorgo pode ser utilizado para enriquecer em fibras e em compostos bioativos diversos produtos alimentícios, sem alterar os atributos sensoriais;

- b) extração de componentes ativos para uso comercial: a maioria dos fitoquímicos está concentrada no pericarpo dos grãos de sorgo (farelo). Essa fração é facilmente separada por decorticação dos grãos e poderá, então, ser usada para extrair os diversos fitoquímicos presentes no sorgo e destiná-los a aplicações terapêuticas. Como exemplo, têm-se os policosanóis, compostos de elevado valor comercial, e as antocianinas, relatadas como mais estáveis que as antocianinas de frutas, as quais poderão ser empregadas como corantes naturais com propriedades funcionais para uso em alimentos.

REFERÊNCIAS

- ABIA. **O mercado de alimentos funcionais no Brasil**. São Paulo, 2009.
- ACOSTA, D. et al. Factors affecting extrusion of white sorghum to produce whole grain snacks. In: AACC ANNUAL MEETING, 2003, Portland. **Meeting Abstracts...** St. Paul: AACC, 2003. Disponível em: <<http://www.aaccnet.org/meetings/2003/abstracts/a03ma305.htm>>. Acesso em: 10 fev. 2011.
- AL-MAMARY, M. et al. In vivo effects of dietary sorghum tannins on rabbit digestive enzymes and mineral absorption. **Nutrition Research**, Tarrytown, v.21, n.10, p.1393-1401, 2001.
- ANGLANI, C. Sorghum for human food: a review. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v.52, n.1, p.85-95, 1998.
- AWIKA, J.M. **Antioxidant properties of sorghum**. 2003. 129p. Thesis (PhD in Food Science and Technology) – Texas A&M University, College Station, TX, 2003.
- AWIKA, J.M.; MCDONOUGH, C.M.; ROONEY, L.W. Decorticating sorghum to concentrate healthy phytochemicals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.53, n.16, p.6230-6234, Aug. 2005.
- AWIKA, J.M.; ROONEY, L.W. Sorghum phytochemicals and their potential impact

- on human health. **Phytochemistry**, New York, v.65, n.9, p.1199-1221, May 2004.
- AWIKA, J.M. et al. Comparative antioxidant, antiproliferative and phase II enzyme inducing potential of sorghum (*Sorghum bicolor*) varieties. **LWT - Food Science and Technology**, London, v.42, n.6, p.1041-1046, July 2009.
- CEDILLO SEBASTIAN, G. **Nutraceutical tortillas and tortilla chips prepared with bran from specialty sorghums**. 2005. 109p. Thesis (Master of Science in Food Science and Technology) – Texas A&M University, College Station, TX, 2005.
- CLIFFORD, M.N. Anthocyanins: nature, occurrence and dietary burden. **Journal of the Science of Food Agriculture**, v.80, n.7, p.1063-1072, May 2000.
- DEWANTO, V., WU, X.; LIU, R.H. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.50, n.17, p.4959-4964, Aug. 2002.
- DLAMINI, N.R.; TAYLOR, J.R.N.; ROONEY, L.W. The effect of sorghum type and processing on the antioxidant properties of African sorghum-based foods. **Food Chemistry**, London, v.105, n.4, p.1412-1419, 2007.
- DYKES, L.; ROONEY, L.W. Sorghum and millet phenols and antioxidants. **Journal of Cereal Science**, London, v.44, n.3, p.236-251, Nov. 2006.
- DYKES, L. et al. Flavonoid composition of red sorghum genotypes. **Food Chemistry**, London, v.116, n.1, p.313-317, Sept. 2009.
- FARRAR, J.L. et al. A novel nutraceutical property of select sorghum (*Sorghum bicolor*) brans: inhibition of protein glycation. **Phytotherapy Research**, London, v.22, n.8, p.1052-1056, Aug. 2008.
- GONZÁLEZ, A.J.P. **Specialty sorghums in direct-expansion extrusion**. 2005. 103p. Thesis (Master of Science in Food Science and Technology) – Texas A&M University, College Station, TX, 2005.
- GÜLÇİN, I. et al. Radical scavenging and antioxidant activity of tannic acid. **Arabian Journal of Chemistry**, v.3, n.1, p.43-53, Jan. 2010.
- HAMAKER, B.R. Chemical and physical aspects of food and nutritional quality of sorghum and millet. In: YOHE, J.M.; CHRISTIANSEN, K.; FREDERICK, J. (Coord.). **INTSORMIL 2007 Annual Report**. Lincoln, EUA: University of Nebraska, 2007. p.85-89. (University of Nebraska. INTSORMIL. Publication, 07-01). Disponível em: <http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PDACK085.pdf>. Acesso em: 10 out. 2013.
- HANCOCK, J.D. Value of sorghum and sorghum co-products in diets for livestock. In: SMITH, C.W.; FREDERIKSEN, R.A. (Ed.). **Sorghum: origin, history, technology, and production**. New York: J. Wiley, 2000. p.731-751.
- LOPES, A.B.R.C. **Silagem de grãos úmidos de sorgo com alto e baixo tanino para suínos em fase inicial**. 2004. 125f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2004.
- MARTINO, H. S. D. et al. Chemical characterization and size distribution of sorghum genotypes for human consumption. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, Sao Paulo, v.71, n.2, p.337-344, 2012.
- MITRE-DIESTE, C.M. et al. Cookies made with sorghum brans high in phenols and catechins. In: AACC ANNUAL MEETING, 2000, Portland. **Meeting Abstracts...** St. Paul: AACC, 2000. Disponível em: <http://www.aaccnet.org/meetings/2000/abstracts/a00ma203.htm>. Acesso em: 15 maio 2010.
- MORAES, E.A. et al. In vivo protein quality of new sorghum genotypes for human consumption. **Food Chemistry**, London, v.134, n.3, p.1549-1555, Oct. 2012.
- PURCELL, D. **The cereal and snack bar market**. New York: Specialty Food, 2010. Disponível em: <http://www.specialtyfood.com/news-trends/featured-articles/article/cereal-and-snack-bar-market>. Acesso em: set. 2013.
- QUEIROZ, V.A.V. et al. **Análise sensorial de um protótipo de barra de cereais elaborada com pipoca de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 8p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 164).
- QUEIROZ, V.A.V. et al. **Como utilizar grãos de sorgo no preparo de produtos caseiros**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011a. 6p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 190).
- QUEIROZ, V.A.V. et al. Potencial funcional e tecnologia de processamento do sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], para alimentação humana. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.10, n.3, p.180-195, 2011b.
- RIEDL, K.M.; HAGERMAN, A.E. Tannin: protein complexes as radical scavengers and radical sinks. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.49, n.10, p.4917-4923, Oct. 2001.
- ROONEY, L.W. Food and nutritional quality of sorghum and millet. In: UNIVERSITY OF NEBRASKA. **INTSORMIL 2007 Annual Report**. Lincoln, EUA, 2007. p.91-93. (University of Nebraska. INTSORMIL. Publication, 07-01). Disponível em: <http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PDACK085.pdf>. Acesso em: 10 out. 2013.
- ROONEY, L.W. Food and nutritional quality of sorghum and millet. In: UNIVERSITY OF NEBRASKA. **INTSORMIL 2001 Annual Report: Project TAM-226**. [Lincoln, 2001]. p.105-114.
- SANCHEZ, D.A. **White food-type sorghum in direct-expansion extrusion applications**. 2003. 132p. Thesis (Master of Science in Food Science and Technology) – Texas A&M University, College Station, TX, 2003.
- SCHOBER, T.J.; BEAN, S.R.; BOYLE, D.L. Gluten-free sorghum bread improved by sourdough fermentation: biochemical, rheological, and microstructural background. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.55, n.13, p. 5137-5146, June 2007.
- SCHOBER, T.J. et al. Gluten-free bread from sorghum: quality differences among hybrids. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.82, n.4, p.394-404, July 2005.
- SDEPANIAN, V.L.; MORAIS, M.B. de; FAGUNDES-NETO, U. Doença celíaca: avaliação da obediência à dieta isenta de glúten e do conhecimento da doença pelos pacientes cadastrados na Associação dos Celíacos do Brasil (ACELBRA). **Arquivos de Gastroenterologia**, São Paulo, v.38, n.4, p.232-239, out./dez. 2001.
- TURNER, N. et al. Bran from black or brown sorghum suppresses colon carcinogenesis. **The FASEB Journal**, Bethesda, v.20, n.4, p.A599, Mar. 2006.
- WANISKA, R.D.; ROONEY, L.W. Structure and chemistry of the sorghum caryopsis. In: SMITH, C.W.; FREDERIKSEN, R.A. (Ed.). **Sorghum: origin, history, technology, and production**. New York: J. Wiley, 2000. p.649-688.
- YANG, L.; BROWNING, J.D.; AWIKA, J.M. Sorghum 3-Deoxyanthocyanins possess strong phase II enzyme inducer activity and cancer cell growth inhibition properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.57, n.5, p.1797-1804, Mar. 2009.

Oliveira no Brasil: tecnologias de produção

O livro *Oliveira no Brasil: tecnologias de produção* aborda temas que vão desde a distribuição da oliveira na América Latina, história de sua introdução em Minas Gerais, considerações sobre mercado consumidor, botânica, anatomia, biotecnologia e marcadores moleculares, variedades mais plantadas nos países produtores, registro e proteção de cultivares, pragas, doenças, poda, adubação, até o preparo de azeitonas para mesa, extração de azeite de oliva, índices de qualidade e legislação pertinente, e ainda vantagens do azeite de oliva para a saúde humana.



publicacao@epamig.br
(31) 3489-5002



AGRICULTURA,
PECUÁRIA E
ABASTECIMENTO

Sorgo como matéria-prima para produção de bioenergia: etanol e cogeração

André May¹

Rafael Augusto da Costa Parrella²

Cynthia Maria Borges Damasceno³

Maria Lúcia Ferreira Simeone⁴

Resumo - Atualmente, o Brasil passa por um momento de fortes demandas energéticas, em virtude da dificuldade de os sistemas convencionais de geração ofertarem para o mercado toda a necessidade demandada. Assim, os grupos produtores de energia buscam novas culturas produtoras de biomassa que se encaixem, perfeitamente, aos panoramas agrícola e industrial desses grandes empreendimentos. Dessa forma, os sorgos dos tipos sacarino e biomassa são, respectivamente, culturas promissoras para a produção de etanol de primeira geração e energia. Por serem de crescimento rápido e totalmente mecanizáveis, o interesse pelas espécies tem sido crescente. Contudo, ainda existe a necessidade de aprendizado sobre as boas práticas agrícolas da lavoura, visando máximas produtividades e ajustando o manejo cultural para cada região produtora e cultivar escolhida.

Palavras-chave: Sorgo sacarino. Sorgo biomassa. Energia. Entressafra da cana. Cultivar. Sistema de produção.

INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor*) é uma espécie bastante versátil, abrange diversos segmentos do mercado agrícola mundial. Esse cereal apresenta cinco tipos diferentes, que podem ser utilizados para a produção de grãos (sorgo granífero), para a produção de massa para ensilagem (sorgo forrageiro), para a produção de biomassa lignocelulósica (sorgo lignocelulósico ou sorgo biomassa), para a produção de etanol (sorgo sacarino) e até para a produção de vassouras (sorgo vassoura). Essa grande variabilidade entre os tipos de sorgo torna a cultura especial, por ser capaz de atender diversos mercados, interesses e necessidades em todo o Planeta.

SORGO SACARINO

O sorgo sacarino é a planta que mais se adapta ao setor sucroalcooleiro, principalmente quando cultivado no verão, pois fornece matéria-prima de qualidade para abastecer o mercado na entressafra da cana-de-açúcar, reduzindo a instabilidade do mercado de etanol no Brasil.

O sorgo sacarino é uma planta C4, caracterizada pela alta eficiência fotosintética. É uma cultura que possui alta produção de matéria seca (MS) e é rica em carboidratos fermentáveis.

É uma planta de ciclo curto (110 a 120 dias), propagada por sementes, totalmente mecanizável e possível de ser processada com a mesma tecnologia industrial desenvolvida para a cana. Além disso, o bagaço

do sorgo sacarino apresenta poder calorífico equivalente ao bagaço de cana, sendo bastante eficiente na cogeração de energia.

O interesse pela cultura está fundamentalmente relacionado com o setor sucroalcooleiro. Abrange usinas de grande porte, presentes, principalmente, no Centro-Oeste e no Sudeste do Brasil (Fig. 1 e 2), como negócio preferencial, ou miniusinas, como no Rio Grande do Sul, por meio da agricultura familiar. Nesse caso, o bagaço e os grãos de sorgo são coprodutos de qualidades utilizáveis para alimentação animal e agregam valor nas propriedades rurais.

Com os níveis tecnológicos atualmente utilizados na cultura do sorgo sacarino em áreas comerciais e enfrentando problemas no manejo cultural, ou de ordem climáti-

¹Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, e-mail: andre.may@embrapa.br

²Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, e-mail: rafael.parrella@embrapa.br

³Bióloga, D.Sc., Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, e-mail: cynthia.damasceno@embrapa.br

⁴Química, D.Sc., Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, e-mail: marialucia.simeone@embrapa.br



André May

Figura 1 - Sorgo sacarino cultivado para uma usina de grande porte do Mato Grosso do Sul - Embrapa, safra 2012



André May

Figura 2 - Sorgo sacarino cultivado em usina de grande porte de São Paulo - Embrapa, safra 2011/2012

ca, tem-se atingido produtividade média em torno de 40 t/ha de massa de colmo, principalmente em áreas de reforma de canaviais. Assim, para que o sorgo sacarino se expresse em grandes áreas produtivas de cana, são necessários investimentos em técnicas de cultivo intensivas, específicas para a espécie, com apropriado manejo da fertilidade do solo e fitossanitário, sem se esquecer da adequada escolha da época de sementeio e de materiais genéticos adaptados para cada ambiente produtivo e segmento de negócio.

A viabilização econômica da produção de etanol a partir do sorgo sacarino requer níveis mínimos de produção de açúcar e açúcares redutores totais (ART) no caldo, apresentando um ART mínimo de 12,5%, correspondente a 14,25 a 14,50 de °Brix. Verifica-se que a extração de 80 kg de açúcar por tonelada de colmos pode produzir de 2.000 a 2.200 litros de etanol por hectare, com rendimentos de biomassa de 40 t/ha, com um período de utilização industrial (PUI) de 30 dias.

Atualmente, estima-se que cultivares de sorgo sacarino no Brasil, com PUI de 30 dias, com pelo menos 50 t/ha de colmos de produtividade e ART de 14%, sejam

capazes de gerar 60 litros de etanol por tonelada de colmos, resultando em 3 mil litros de etanol por hectare.

A implantação do sorgo sacarino é de fácil instalação, pois permite mecanização completa dos processos de cultivo e colheita da cultura. Em sistemas intensivos de cultivo, o sorgo sacarino destaca-se por suas características de alta produção e boa qualidade alcançadas nos períodos mais quentes do ano. Entretanto, em relação ao cultivo dessa espécie de sorgo, a literatura é escassa, no que se refere ao manejo da cultura, em especial ao espaçamento, à densidade de semeadura, à época de plantio e à profundidade de plantio, tanto em sistema de semeadura convencional quanto direta.

Os processos de fermentação do caldo de sorgo sacarino para produção de etanol são objeto de estudo de vários projetos. Já o bagaço resultante da extração do caldo pode ser utilizado para várias finalidades, tais como: queima para obtenção de energia, fermentação para produção de etanol de segunda geração, silagem para alimentação animal, biogás e produção de papel.

O potencial de obtenção de produtos da fermentação do sorgo sacarino, além do

etanol, é amplo e inclui outros produtos de grande interesse comercial, como acetona, butanol, ácido lático, hidrogênio e metano.

Entre as culturas atualmente investigadas como fonte de matéria-prima para a obtenção de energia e potencial de industrialização, o sorgo sacarino tem-se apresentado como uma das mais promissoras.

Contudo, para que a cultura expresse todo o seu potencial genético produtivo, são necessárias técnicas de manejos adequadas, para que se tenha um sistema de produção capaz de proporcionar altos rendimentos em diferentes condições e níveis tecnológicos sustentáveis.

Implantação da cultura

O solo para o cultivo do sorgo sacarino deve ser bem preparado, para garantir um bom índice de germinação das sementes e um bom controle das plantas daninhas iniciais.

Quando o sorgo sacarino é cultivado em área de reforma de canaviais, deve-se proceder à eliminação das soqueiras da cultura da cana-de-açúcar, por método químico, associando posterior subsolagem (caso haja presença de camada compactada em subsuperfície), aração e gradagens ni-

veladoras sequenciais, visando estabelecer um bom leito de semeadura, já que as sementes não germinam uniformemente quando não há uma boa aderência destas ao solo. Contudo, como o semeio é feito em épocas muito chuvosas, deve-se atentar para a necessidade do estabelecimento de curvas de nível adequadas à área escolhida para manejo.

Muitas usinas têm-se interessado pelo semeio sob palhada de cana, com semeadoras especialmente desenvolvidas para o corte de grandes volumes de palha. A grande vantagem desse método de semeio está no controle de erosão da área e supressão das plantas daninhas. Contudo, é preciso cuidado na utilização da máquina, realizando uma boa regulagem no momento do semeio, uma vez que, para altas produtividades, o estande uniforme é fator primordial. Além disso, quando o semeio é feito diretamente sob a soqueira da cana, existem possibilidades de zonas de compactação que podem prejudicar o desenvolvimento do sorgo sacarino. Apesar disso, em linhas gerais, não se trata de um problema tão grave, já que o cultivo ocorre durante os meses mais chuvosos, não permitindo estresse hídrico das plantas por causa da baixa penetração de raízes em profundidade, graças ao eventual impedimento físico do solo. O problema mais sério nesse sistema de semeio, certamente, é o residual de herbicidas utilizados na soca da cana-de-açúcar recém-colhida. Dessa forma, quando o sorgo sacarino for semeado nessas condições, o histórico do uso de herbicidas deve ser bem estudado, evitando-se as áreas que utilizaram produtos com ingredientes ativos (i.a.) com residual muito longo.

A semeadura na época adequada, embora não tenha efeito algum no custo de produção, seguramente afeta o rendimento e, conseqüentemente, o lucro do agricultor. Para determinar a tomada de decisão quanto à época de semeadura, é importante conhecer os fatores de riscos que tendem a ser minimizados, quanto mais eficiente for o planejamento das atividades relacionadas com a produção. A cultura do sorgo

sacarino pode ser semeada visando atender à demanda das usinas durante o período de entressafra da cana-de-açúcar ou durante a safra de inverno, após uma cultura de verão. O sorgo sacarino geralmente é semeado em duas situações: na entressafra da cana-de-açúcar e na safrinha, após o cultivo da soja.

Na entressafra da cana-de-açúcar, a época de semeadura do sorgo sacarino ocorre nos meses de outubro e novembro, para suprir a produção de etanol nos meses de dezembro a março, quando as usinas estão sem matéria-prima (cana-de-açúcar) para moagem.

Já na safrinha, o sorgo sacarino é semeado após a cultura da soja, entre os meses de janeiro e abril. Porém, é importante salientar que o atraso na época de plantio pode acarretar perdas significativas na produtividade da cultura, em virtude do déficit hídrico e/ou por fortes limitações de radiação solar na fase final do seu ciclo.

De modo geral, recomenda-se que a semente de sorgo seja colocada entre 3 e 5 cm de profundidade e que o fertilizante seja depositado entre 8 e 10 cm de profundidade.

Recomendam-se, para o semeio de verão (novembro), para cultivares que perfilham pouco, densidades de 120 mil a 130 mil plantas/hectare. No entanto, para as cultivares que perfilham mais ou quando o semeio é tardio (fevereiro a março), recomendam-se 110 mil plantas/hectare. No período outono/inverno, a ocorrência de déficit hídrico pode estimular maior perfilhamento em função da cultivar utilizada. Entretanto, o produtor deve sempre optar pela densidade de semeadura recomendada para a cultivar de interesse. A quantidade de sementes por hectare, para obter densidades recomendadas, varia de 5 a 6 kg/ha, conforme o tamanho das sementes utilizadas.

É importante salientar que o aumento na produção de biomassa (folhas + colmos) não necessariamente resulta no aumento da massa de colmo por hectare, tendo em vista que o aumento da densidade pode resultar na redução do seu diâmetro. A redução de diâmetro do colmo correlaciona-se positi-

vamente com o acamamento e o quebraimento de plantas. Dessa forma, os produtores devem ficar atentos à regulagem das semeadoras, evitando o estabelecimento de altas populações. Altas doses de nitrogênio, associadas a altas populações de plantas, também podem ocasionar maiores chances de acamamento, em razão do crescimento vegetativo vigoroso, resultando em plantas altas com diâmetro reduzido. Materiais com panículas grandes e pesadas são mais propícios ao acamamento, devendo ser semeados com menor população de plantas.

Em regiões onde ocorrem ventos fortes com frequência, a escolha da densidade de semeadura e do arranjo de plantas, especialmente no período do verão, pode ocasionar sérios problemas de acamamento. Dessa forma, o uso de menores densidades de semeadura pode resultar em maior diâmetro do colmo, reduzindo as chances de acamamento. Além disso, o excesso de população de plantas também pode ocasionar o aparecimento de doenças foliares, em razão das condições microclimáticas desenvolvidas no interior da lavoura.

De maneira geral, o uso de maior número de linhas por hectare permite melhor distribuição das plantas na área, aumentando a eficiência na utilização de radiação solar, água e nutrientes; proporcionando melhor controle das plantas daninhas, em função do fechamento mais rápido do dossel; permitindo redução da erosão, pela cobertura antecipada da superfície do solo; e melhor qualidade de plantio, pela menor velocidade de rotação dos sistemas de distribuição de sementes. Tudo isso resulta em melhor plantio com menor número de falhas duplas.

Dessa forma, no caso de utilização de colhedoras de biomassa total, tipo ensiladeiras automotrizes, espaçamentos entrelinhas de 0,45 m têm apresentado maiores rendimentos em relação aos de 0,70 a 0,90 m. Entretanto, em virtude do uso de colhedoras de cana utilizadas para a colheita do sorgo sacarino, em usinas de grande porte, a escolha do espaçamento entrelinhas acaba sendo limitada, uma vez que é necessário obedecer à bitola entre as

esteiras da máquina e à distância entre os molinetes de alimentação frontal. Assim, alguns arranjos espaciais de plantas vêm sendo utilizados para esta condição, sendo que o cultivo em linhas triplas tem sido o mais adotado (1,0 x 0,5 x 0,5 m).

O sorgo sacarino é exigente na fertilidade do solo para que se alcancem altas produtividades de bioetanol. Para isso, deve-se manter atenção ao processo de fertilização da cultura, uma vez que a extração de nutrientes pela planta é elevada, em função da completa retirada de material vegetal da área no processo de colheita. Ademais, em virtude do interesse das usinas no semeio do sorgo sacarino sob palhada de cana, a fertilização nitrogenada nessas condições deve ser revista, já que há uma competição pelo nutriente aplicado com os microrganismos do solo, durante a decomposição da palha. Assim, nesse cenário, a adubação nitrogenada deve ter um aumento na dose na operação de semeio da cultura.

Cultivares

A cultivar escolhida deve possuir adaptação edafoclimática às regiões de plantio, apresentando alta produtividade tanto de biomassa quanto de açúcares fermentáveis. O PUI deve ser conhecido para planejamento da colheita no ponto de máxima produção de açúcar por hectare. Atualmente, estão sendo testadas cultivares de sorgo sacarino com diferenças acentuadas de ciclo e PUI. Neste caso, atenção especial deve ser dada ao manejo varietal, com possibilidade de escalonamento de semeio, para colheita das cultivares no período de maior produção de açúcar.

A produtividade de etanol das cultivares de sorgo sacarino está diretamente relacionada com suas características agroindustriais. Caracteres, como rendimento de colmos por hectare, umidade da biomassa, porcentagens de extração de caldo, °Brix no caldo, ART e fibra dos colmos, irão refletir em litros de etanol por tonelada de colmos. Neste contexto, a produtividade de colmos das cultivares é uma característica fortemente associada à produtividade de

etanol por hectare (MURRAY et al., 2008; RITTER et al., 2008), pois o caldo, rico em açúcares fermentescíveis, é extraído em sua totalidade dos colmos. Assim, quanto mais rendimento de colmos, maior será a produtividade de caldo por hectare e, por consequência, maior o volume de etanol produzido.

O teor de sólidos solúveis totais no caldo (°Brix) correlaciona-se diretamente com o teor de ART no caldo (MURRAY et al., 2008; RITTER et al., 2008), os quais são utilizados como alimentos das leveduras na produção de etanol, sendo desejável em maior grau possível.

A produção de grãos nas panículas do sorgo sacarino deve ser baixa, em decorrência da competição por fotoassimilados para a produção de açúcares solúveis nos colmos e de amido nos grãos.

O acúmulo de açúcares nos colmos ocorre após o florescimento, coincidindo com a fase de enchimento de grãos. Além disso, cultivares de sorgo sacarino são de porte alto (> 3,0 m) e o excesso de grãos nas panículas, no ápice das plantas, favorece o acamamento, que é indesejável, por reduzir a qualidade da matéria-prima, em razão do maior teor de impurezas na colheita das plantas acamadas.

Uma das características mais importantes é o PUI, que compreende o período em que a cultivar estará apta para a colheita no campo, mantendo os padrões mínimos de produtividade e qualidade da matéria-prima, que refletem em rendimento de etanol viável economicamente. O PUI é necessário para o planejamento de colheita e processamento da matéria-prima, devendo ser o maior possível e o mínimo de 30 dias, pois, dependendo do tamanho da área a ser plantada, as operações de semeadura podem-se estender por 15 a 30 dias. E ainda existe a possibilidade de atrasos na colheita por parte da usina, por causa de fatores operacionais (manutenção da usina) ou fatores climáticos (chuvas), necessitando, assim, de maior flexibilidade na data da colheita. Dessa forma, cultivares com PUI inferior a 10 dias apresentam grande risco para o

setor sucroalcooleiro, podendo resultar em produtividades abaixo da viabilidade econômica.

SORGO BIOMASSA

Atualmente, o Brasil enfrenta grande demanda por energia elétrica por causa do crescimento do País, com a instalação de novas indústrias, que precisam de grande quantidade de energia para atendimento de suas necessidades produtivas. Isso vem ocorrendo de forma generalizada em todo o Brasil, mas de forma mais intensiva em São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e em Goiás.

Muitas indústrias começam a fomentar a criação de negócios terceirizados para a produção de energia elétrica em caldeiras de alta pressão. Com isso, visam atender à demanda emergencial de energia elétrica, às vezes, em alguns municípios que não têm abastecimento suficiente da rede nacional de energia. Outro objetivo é assegurar fornecimento em momentos eventuais de falta de energia, a uma taxa de segurança de 15% da demanda energética da indústria, por termoeletricas acopladas à rede alimentadora de energia, a fim de não interromper seus processos produtivos.

Em muitas usinas sucroalcooleiras, o negócio de cogeração de energia elétrica é, por vezes, um importante componente da receita, já que apresenta fluidez de mercado e preços expressivos de venda do quilowatt-hora (kWh), embora muito variáveis, complementando a receita destas, podendo amortizar os altos custos industriais nesses ambientes produtivos.

Dessa forma, a demanda por biomassa para a queima direta em caldeiras tem sido crescente. Historicamente, as usinas termoeletricas trabalham com gás natural ou carvão, mas muitas começam a se interessar por queima de biomassa, redesenhadas para tal oportunidade, alimentando-se de resíduos de qualquer origem vegetal ou de biomassa produzida em ambientes intensivos, perfeitamente dimensionados para atendimento de demandas específicas de energia.

Uma das alternativas mais promissoras para o fornecimento de matéria-prima para queima direta é o sorgo biomassa, pois tem ciclo curto (cerca de 150 a 180 dias), é propagado por sementes e permite total mecanização de seus processos de produção, corte, carregamento e transporte para a unidade termoelétrica. Contudo, faltam ainda informações detalhadas sobre o manejo cultural mais adequado para altas produtividades de biomassa, havendo uma lacuna de conhecimento acerca de épocas de semente para diferentes regiões de cultivo da espécie, arranjo de plantas, fertilização da cultura, manejo fitossanitário da lavoura, sistemas de colheita e processamento da massa produzida, rentabilidade econômica e qualidade da matéria-prima do ponto de vista industrial.

Implantação da cultura

O sorgo biomassa permite uma operação de implantação completamente mecanizável, uma vez que a sua propagação é realizada por sementes. Além disso, o desenvolvimento vigoroso e rápido das plantas em ambientes tropicais, principalmente em regiões com elevadas temperaturas diurnas e noturnas, proporciona maior facilidade no manejo inicial da cultura.

Após pesquisas preliminares em sorgo biomassa, tem-se optado por populações de 120 mil a 140 mil plantas/hectare, em condições favoráveis, já que o perfilhamento das plantas é elevado. Quando há excesso de plantas por metro linear, pode haver um descontrole da população final ideal, o que resulta em uma taxa de competição excessiva entre as plantas na linha de cultivo e culmina em plantas com diâmetros de colmos finos, elevando o risco de acamamento da lavoura. O espaçamento entrelinhas ideal demanda ainda muitos estudos, mas há indicações de 0,7 m como sendo o mais adequado para a cultura.

No caso do sorgo biomassa, os espaçamentos entrelinhas mais adensados tendem a não elevar a produtividade de colmos, e, além disso, diminuem o diâmetro deles, aumentando o risco de acamamento, por cau-

sa da grande capacidade de perfilhamento das cultivares disponíveis no mercado.

Em razão das altas produtividades alcançadas pelo sorgo biomassa, as fertilizações são elevadas, já que, em virtude da retirada completa da biomassa da área no processo de colheita, a extração de nutrientes pelas plantas é intensa. Assim, as recomendações de fertilização são essenciais para o sucesso da cultura.

Cultivares

O sorgo biomassa é um tipo de sorgo sensível ao fotoperíodo, que floresce apenas quando os dias possuem menos de 12 horas e 20 minutos (ROONEY; AYDIN, 1999), período entre 21 de março e 22 de setembro, na maior parte do Brasil. No entanto, quando o sorgo biomassa é semeado nos meses de outubro a dezembro, quando o fotoperíodo é maior que 12 horas e 20 minutos, o desenvolvimento da gema floral apenas terá início a partir de 21 de março do ano seguinte, ampliando o ciclo vegetativo e o porte e, concomitantemente, possibilitando maior produção de biomassa por hectare/ciclo em comparação com cultivares insensíveis ao fotoperíodo, que florescem em qualquer época do ano e com ciclo curto. Os híbridos de sorgo biomassa, que ainda estão sendo testados pelas empresas, apresentam porte em torno de 5 m de altura com alta produtividade de biomassa e potencial para produzirem mais de 50 t/ha de MS por ciclo médio de 6 meses (Fig. 3 e 4).

A umidade da biomassa no momento da colheita é variável com a cultivar utilizada, época de colheita e ambiente de cultivo. Em geral, a porcentagem de biomassa do sorgo no momento da colheita, quando os grãos atingem a maturidade fisiológica, é em torno de 70%. Esta característica é variável entre as cultivares disponíveis no mercado, sendo que aquelas mais precoces podem apresentar umidade mais baixa, em torno de 60%, o que é desejável. Em razão do ciclo mais longo do sorgo biomassa, as colheitas são realizadas nos meses de maio a junho, período com restrição hídrica na maior parte do Brasil, favorecendo a perda

de umidade da biomassa, que pode chegar a 50%. Para viabilizar a colheita nos meses de março e abril, é necessário realizar testes com diferentes máquinas, para reduzir a umidade da biomassa ao nível desejado para queima e estocagem. Ressalte-se que pesquisas com a utilização de dessecantes para reduzir a umidade da biomassa estão em fase de testes.

Os principais carboidratos estruturais em forragens são celulose, hemicelulose e lignina. Resultados obtidos na avaliação de cultivares de sorgo biomassa têm demonstrado variação na porcentagem de lignina de 1% a 10%, de hemicelulose de 15% a 25% e de celulose de 35% a 45%. A lignina pode afetar o processo de sacarificação da biomassa em açúcares fermentáveis (PALONEN et al., 2004; MOONEY et al., 1998) para produção de etanol celulósico. Dessa forma, matérias-primas com altas porcentagens de lignina necessitam de maiores concentrações das enzimas para o processamento da biomassa, tornando-o economicamente inviável. Contudo, as baixas porcentagens de lignina verificadas no sorgo o qualificam como matéria-prima promissora.

Por outro lado, tendo por base o potencial da biomassa para cogeração de energia por meio da queima da biomassa, maiores valores de lignina são desejáveis. Resultados obtidos do poder calorífico superior e inferior da biomassa desse sorgo, em base seca (bs), têm sido verificados em torno de 4.300 Kcal/kg de MS e 3.800 Kcal/kg de MS, respectivamente. Isso mostra grande potencial desta matéria-prima para a geração de energia. Nesse caso, existe a necessidade de se realizarem mais estudos fitotécnicos e métodos de colheita, para redução da umidade na biomassa, visando maximizar o poder calorífico e a geração de energia.

Considerando-se os altos níveis de produtividade e qualidade da biomassa, bem como aspectos fitotécnicos da cultura como ciclo curto (6 meses), plantio, manejo e colheita mecanizados, o sorgo biomassa vem-se apresentando como uma cultura promissora no fornecimento de matéria-prima para produção de etanol celulósico e cogeração de energia.



Figura 3 - Sorgo biomassa, antes do florescimento, cultivado em área experimental de Minas Gerais - Embrapa, safra 2012/2013



Figura 4 - Sorgo biomassa, em fase de florescimento, cultivado em área experimental de Minas Gerais - Embrapa, safra 2012/2013

Além do sorgo sacarino, o Programa de Melhoramento de Sorgo da Embrapa Milho e Sorgo possui acessos genéticos de sorgo de alta biomassa, que, em média, podem chegar a mais de 30 t/ha de MS, sendo que alguns materiais experimentais do Programa já apresentam produtividade acima de 50 t/ha de MS. Na avaliação de 62 genótipos de sorgo biomassa, pertencentes ao Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo, foram obtidos resultados para os teores de celulose que variam de 32,38% a 49,87%, hemicelulose (16,40% a 28,20%) e lignina (6,77% a 10,96%), mostrando que os genótipos diferiram significativamente entre si quanto às características avaliadas.

Na avaliação de poder calorífico, foram encontrados valores de poder calorífico superior (PCS) entre 17 e 18 MJ/kg, comparáveis a resíduos agrícolas de outras fontes de biomassa, sendo que as diferenças de poder calorífico são influenciadas pela composição química (teores de carbono, nitrogênio, hidrogênio, oxigênio, enxofre e cloro), umidade e teor de cinzas presentes em cada tipo de biomassa.

No ano de 2011, a biomassa representava 6,5% da potência instalada no Sistema Interligado Nacional (SIN) de energia. A expectativa para o ano de 2021 é que esse número suba para 7,4% da capacidade total (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2012).

Nesse contexto, nota-se que a biomassa vem ganhando grande destaque como fonte de energia, seja elétrica, seja de combustível líquido. A utilização dessa matéria-prima nos diferentes setores da indústria nacional indica o destaque e a importância que a fonte renovável vem apresentando para a matriz nacional. É notável que a biomassa esteja sendo considerada, tanto no Brasil quanto no mercado internacional, uma das principais alternativas para a diversificação energética e para a redução da utilização de combustíveis fósseis (CENBIO, 200-).

Além disso, culturas dedicadas à produção de bioenergia, incluindo o sorgo, não foram melhoradas especificamente para o seu total aproveitamento em produção de bioenergia, e, por isso, pouco se sabe sobre as características relevantes para este sistema ou para a genética que controla tais

fenótipos (VERMERRIS et al., 2007). Para o melhoramento de sorgo, visando à produção de bioenergia, é importante identificar, caracterizar e quantificar a variabilidade genética disponível, bem como definir os fenótipos que sejam favoráveis à produção de etanol de segunda geração.

Uma característica importante é que o sorgo já apresenta naturalmente menores teores de lignina que a cana-de-açúcar, além de possuir mutantes com até 50% menos lignina que a cultivar original (BARRIÈRE, et al., 2007; SABALLOS et al., 2009; DAMASCENO et al., 2010), chamados Brow Midrib (bmr). Esses mutantes recessivos bmr e os quais apresentam nervura central marrom-avermelhada, já estão sendo utilizados no Programa de Melhoramento de Sorgo para produção de cultivares com alta biomassa e menores teores de lignina (DAMASCENO et al., 2012). Essas características fazem do sorgo uma cultura com grande potencial para produção de etanol de segunda geração.

Estudos em andamento caracterizaram um painel geneticamente diverso de sorgo com mais de 100 acessos quanto aos níveis

de lignina no colmo e de expressão dos genes envolvidos na síntese desse composto. Análises do conteúdo de lignina e outros componentes da parede celular, bem como características morfoagronômicas relacionadas com a biomassa, mostraram que o painel é bastante diverso fenotipicamente e o teor de celulose variou entre 23,49% e 44,79%, o de hemicelulose, entre 18,79% e 29,44% e o de lignina, entre 1,69% e 9,22% da MS total.

Dessa forma, o sorgo biomassa pode ser considerado como uma fonte energética promissora, em razão do seu grande potencial para a geração de calor, eletricidade ou produção de etanol celulósico.

REFERÊNCIAS

- BARRIÈRE, Y. et al. Genetics and genomics of lignification in grass cell walls based on maize as model species. **Genes, Genomes & Genomics**, v.1, n.2, p.133-156, 2007.
- CENBIO. **Conceituando biomassa**. São Paulo: [200-]. Disponível em: <<http://cenbio.iee.usp.br/saibamais/conceituando.htm>>. Acesso em: 20 out. 2013.
- DAMASCENO, C.M.B. et al. **A importância da lignina para a produção de etanol de segunda geração**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 35p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 108).
- DAMASCENO, C.M.B. et al. **Validação de marcadores moleculares para introgressão da característica nervura marrom (bmr6) em linhagens de sorgo biomassa utilizando retrocruzamento assistido**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 7p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 184).
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2012**. Brasília, 2012. 282p.
- MOONEY, C. A. et al. The effect of initial pore volume and lignin content on the enzymatic hydrolysis of softwoods. **Biore-source Technology**, v.64, n.2, p.113-119, May 1998.
- MURRAY, S. C. et al. Genetic improvement of sorghum as a biofuel feedstock: I-QTL for stem sugar and grain nonstructural carbohydrates. **Crop Science**, v.48, n.6, p.2165-2179, Nov. 2008.
- PALONEN, H. et al. Adsorption of *Trichoderma reesei* CBH I and EG II and their catalytic domains on steam pretreated softwood and isolated lignin. **Journal of Biotechnology**, v.107, n.1, p.65-72, Jan. 2004.
- RITTER, K. B. et al. Identification of QTL for sugar-related traits in a sweet x grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) recombinant inbred population. **Molecular Breeding**, v.22, n.3, p.367-384, Oct. 2008.
- ROONEY, W.L.; AYDIN, S. Genetic control of a photoperiod-sensitive response in *Sorghum bicolor* (L.) Moench. **Crop Science**, v.39, n.2, p.397-400, Mar./Apr. 1999.
- SABALLOS, A. et al. A genome wide analysis of the cinnamyl alcohol dehydrogenase family in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] identifies SbCAD2 as the Brown Midrib6 gene. **Genetics**, v.181, n.2, p.783-795, Feb. 2009.
- VERMERRIS, W. et al. Molecular breeding to enhance ethanol production from corn and sorghum stover. **Crop Science**, v.47, p.S142-S153, Dec. 2007. Supplement 3.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- PARRELLA, R. A. da C. Melhoramento genético do sorgo sacarino. **Agroenergia em Revista**, v.2, n.3, p.8-9, ago. 2011.
- PARRELLA, R. A. da C.; SCHAFFERT, R. E. Cultivares. In: MAY, A. et al. (Ed.). **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol**: Sistema BR-S1G-Tecnologia Qualidade Embrapa. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. p.14-22. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139).
- PARRELLA, R. A. da C. et al. **Desenvolvimento de híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo visando alta produtividade de biomassa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 25p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 28).

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: diagnóstico e controle* tem como objetivo disponibilizar, para técnicos e produtores, informações práticas para um diagnóstico correto e controle integrado das doenças.

publicacao@epamig.br
(31) 3489-5002



Biomassa de sorgo Blade, o futuro da bioenergia!



BLADE®

As vantagens de escolher certo!

- ✔ Cogeração na entressafra da cana de açúcar
- ✔ Fonte de biomassa para diversas indústrias
- ✔ Alto poder calorífico
- ✔ Garantia de preço da biomassa
- ✔ Rápido cultivo gerando oportunidades
- ✔ E muito mais! Entre em contato.

A Ceres Sementes do Brasil é uma empresa de biotecnologia que desenvolve e comercializa as sementes de sorgo Blade para produção de biocombustíveis e bioenergia, voltados para o uso em transporte, geração de energia elétrica e calor. Líder no desenvolvimento dessas culturas, a empresa une o melhoramento genético por meio de um dos maiores bancos de germoplasma do mundo, em busca dos melhores resultados para atender aos diversos mercados consumidores e usuários finais, sempre com qualidade e sustentabilidade. Blade, cultivando energia! Saiba mais em ceresementes.com.br e facebook.com/ceresdobrasil

Viabilidades técnica e econômica da utilização de grãos de sorgo para monogástricos

Evandro de Abreu Fernandes¹
Carolina Magalhães Caires de Carvalho²
Fernanda Heloisa Litz³
Julyana Machado da Silva Martins⁴
Márcia Marques Silveira⁵
Marina Cruvinel Assunção Silva⁶
Leandro Martins Barbero⁷

Resumo - Do ponto de vista nutricional, o sorgo apresenta-se semelhante ao milho, com poucas características inferiores a este cereal. O grão de sorgo possui características que, agronomicamente, conferem resistência à colheita, ao armazenamento e ao ataque de fungos e pragas. Essas características podem interferir negativamente na digestibilidade do amido. A matriz proteica existente no endosperma cria um tecido de suporte dos grânulos, o qual dificulta a penetração de água e enzimas, amilase e proteases ao longo do endosperma, comprometendo a digestibilidade do amido. Para contornar esse problema, híbridos melhorados de sorgo têm sido desenvolvidos. Além desse fato, o sorgo apresenta, na sua estrutura, um conjunto de compostos fenólicos que pode influenciar a qualidade nutritiva do grão: ácidos fenólicos, flavonoides e taninos, sendo que este último pode afetar negativamente a qualidade nutritiva do grão. As pesquisas de melhoramento genético de sorgo vêm sendo realizadas com o objetivo de desenvolver sementes geneticamente selecionadas sem tanino. Resultados dessas pesquisas têm mostrado que o grão de sorgo possui bom valor nutricional, semelhante ao do milho, e, por essa característica, pode ser utilizado em substituição total ou parcial ao milho em rações para poedeiras, frangos de corte e suínos. Esses fatos mostram que o sorgo contribui com a viabilidade técnica e econômica de sistemas de produção de animais monogástricos no Brasil, tornando esses setores mais competitivos na cadeia produtiva.

Palavras-chave: *Sorghum*. Melhoramento genético vegetal. Nutrição animal. Poedeira. Frango de corte. Suíno. Peru.

INTRODUÇÃO

Na produção animal, os gastos com alimentação representam cerca de 60% a 75% dos custos totais, sendo que o milho e o farelo de soja compõem a maior

parte desse custo. A falta de informações técnicas restringe, ou mesmo impede, a utilização de alimentos alternativos, que podem substituir, de forma parcial ou total, os ingredientes mais onerosos de forma

econômica, contribuindo para a viabilização da produção.

Dentre as diferentes alternativas para compor as dietas, o sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) destaca-se como um recurso

¹Médico-Veterinário, D.Sc. Genética e Bioquímica, Prof. Adj./Pesq. UFU - Faculdade de Medicina Veterinária, Uberlândia-MG, e-mail: evandrof@umuarara.ufu.br

²Zootecnista, Doutoranda UFU - Faculdade de Medicina Veterinária, Uberlândia-MG, e-mail: carollcaires@yahoo.com.br

³Médica-Veterinária, Mestranda Produção Animal UFU - Faculdade de Medicina Veterinária, Uberlândia-MG, e-mail: fernandalitz@veterinaria.med.br

⁴Zootecnista, Mestranda Produção Animal UFU - Faculdade de Medicina Veterinária, Uberlândia-MG, e-mail: julyanamachado_zoo@hotmail.com

⁵Médica-Veterinária, Mestranda Produção Animal UFU - Faculdade de Medicina Veterinária, Uberlândia-MG, e-mail: marciavet2003@yahoo.com.br

⁶Médica-Veterinária, Mestranda Produção Animal UFU - Faculdade de Medicina Veterinária, Uberlândia-MG, e-mail: marinacruvinel@hotmail.com

⁷Zootecnista, D.Sc. Ciência Animal e Pastagens, Prof./Pesq. UFU - Faculdade de Medicina Veterinária, Uberlândia-MG, e-mail: leandrobarbero@famev.ufu.br

capaz de promover significativa redução de custo, já que a substituição do milho pelo sorgo visa não só reduzir custos da dieta, mas também viabilizar este cereal que apresenta grande potencial, especialmente onde há dificuldade para estabelecer a cultura do milho. O cultivo do sorgo é vantajoso em regiões de solo arenoso e clima seco, onde apresenta bom rendimento por unidade de área.

O objetivo deste artigo é apresentar dados técnicos da utilização dos grãos de sorgo para a alimentação de animais monogástricos, com vistas ao incremento na produtividade e melhoria da rentabilidade da atividade.

PRODUÇÃO DE SORGO GRANÍFERO

O sorgo é uma gramínea de origem africana, pertencente à família Poaceae, de nome científico *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Em área plantada no mundo, é o quinto entre os cereais mais produzidos, ficando atrás apenas das culturas de trigo, arroz, milho e cevada, com uma produção mundial anual de 56 milhões de toneladas (TAYLOR; SHEWRY, 2006). Na Ásia, África, China, Rússia e América Central, o grão de sorgo é largamente utilizado na alimentação humana, enquanto na

América do Norte, América do Sul, Europa e Austrália destina-se, principalmente, ao consumo animal.

Trata-se de um cereal com uma produção pequena, cerca de 2,3 milhões de toneladas (2011/2012), equivalendo a apenas 6% da produção nacional de milho, o que permite concluir que, embora seja um importante ingrediente alternativo para uso em rações animais, não constitui em concorrente ao grão de milho.

ESTRUTURA DA SEMENTE DE SORGO

Na estrutura da semente de sorgo, o pericarpo é a camada mais externa, de constituição fibrosa, que oferece proteção física ao grão de sorgo e, logo abaixo, uma camada também envolvida na conformação da semente denominada testa.

O endosperma, camada imediatamente abaixo, é a estrutura mais abundante e de maior importância nutricional, pois é composta de grânulos de amido, que podem representar de 70% a 75% do peso do grão. Esses grânulos de amido, por sua vez, são suportados por um tecido proteico responsável pela maior fração de proteína do grão. O endosperma é composto de uma região mais externa translúcida, denominada zona vítrea ou dura, e de uma região mais interna

e opaca, denominada zona farinácea ou macia. A proporção entre essas duas áreas do endosperma, assim como a proporção de amido e proteína, variam com a cultivar. O gérmen ou estrutura germinativa é responsável pela geração de uma nova planta de sorgo, além de conter o embrião da planta que é rico em lipídeos, proteínas, minerais e enzimas (Fig. 1).

Cultivares com maior concentração de endosperma vítreo conferem ao grão maior resistência à colheita, ao armazenamento e ao ataque de fungos e pragas. No entanto, essa característica favorável do lado agrônômico pode contribuir negativamente na velocidade de digestibilidade do amido, pois a dureza do endosperma está relacionada com a maior concentração de prolaminas – proteínas de sustentação dos grânulos de amido – que formam pontes de enxofre (S) que, por sua vez, dificultam a penetração de água e enzimas.

A composição bruta e a estrutura do grão de sorgo e de milho são similares. O milho tem cerca de 1% a mais de óleo, enquanto o sorgo 1% a mais de proteína bruta (PB). Os grânulos de amido em ambos são similares em tamanho, formato e composição. Além da forma e do tamanho das sementes, a maior diferença entre o sorgo e o milho está no tipo e na distri-

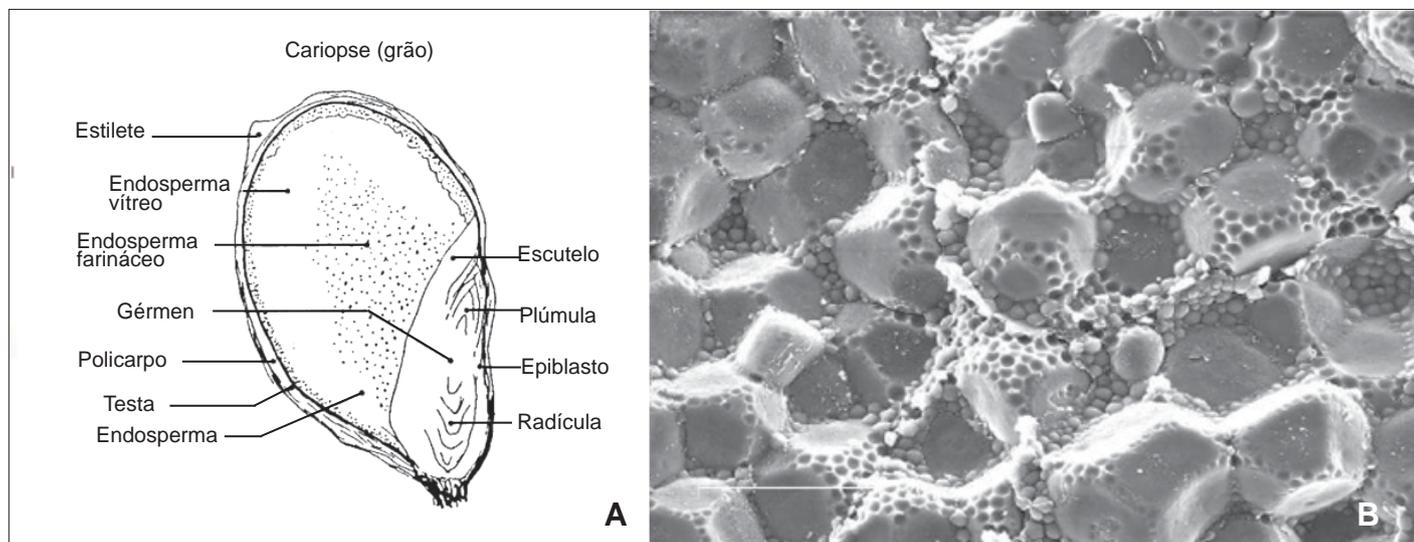


Figura 1 - Estrutura da semente do sorgo
FONTE: (A) FAO (1999) e (B) Black (2001a).

NOTA: A - Estrutura do grão de sorgo; B - Microfotografia do endosperma (grânulos de amido e prolaminas).

buição da proteína em volta do amido no endosperma.

O endosperma de ambos é dividido em periférico córneo (vítreo ou duro) e central farináceo (mole). Essa porção periférica é mais extensa no sorgo e caracteriza-se por uma região extremamente densa, dura e resistente à penetração de água. As cultivares de sorgo granífero encontradas podem ser classificadas como grãos de textura dura (endosperma vítreo), textura média (metade do endosperma vítreo e outra metade farináceo) e textura macia (endosperma completamente farináceo).

COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL

Antunes et al. (2007) encontraram, em uma amostra de 33 genótipos de sorgo, uma composição de PB que variou de 9,85% a 18,28%, com valor médio de 13,19%. Os teores de amido variaram entre 62,07% e 78,74%, enquanto o extrato etéreo, com um valor médio de 2,97%, variou entre 1,76% e 3,68%. Na mesma amostragem, a fibra bruta (FB) encontrada teve o menor valor de 0,35%, e o maior de 6,60%, e cinzas, com variação de 1,03% a 2,24%. A média de peso de mil grãos foi de 17,63 g e a densidade variou de 1,40 a 1,50 g/cm³.

Black et al. (2005) concluíram que o valor de energia metabolizável do sorgo para frangos era de 15,2 a 16,6 MJ/kg de matéria seca (3.630 a 3.965 kcal/kg de MS), valor esse que se mostrou superior aos valores de energia metabolizável do trigo, que foram de 12,4 a 15,6 MJ/kg (2.962 a 3.756 kcal/kg de MS), além de a diferença entre o menor e o maior valor de energia ter sido de 335 kcal para o sorgo, e de 794 kcal para o trigo, caracterizando uma composição de nutrientes mais consistente e com menos variações.

Rostagno et al. (2011) determinaram para o sorgo de baixo tanino um valor de 3.189 kcal/kg de energia metabolizável para aves, além de uma composição de 8,97% de proteína bruta, 2,96% de extrato etéreo, 63,24% de amido, 2,30% de FB e 1,41% de cinzas (Quadro 1).

QUADRO 1 - Composição porcentual de aminoácidos totais (AAT), aminoácidos digestíveis verdadeiros para aves (ADV aves) e suínos (ADV suínos) do sorgo com baixo teor de tanino

Aminoácido	AAT	ADV aves	ADV suínos
Lisina	0,20	0,17	0,16
Metionina	0,15	0,13	0,13
Metionina + Cistina	0,30	0,26	0,25
Treonina	0,29	0,25	0,24
Triptofano	0,10	0,09	0,08
Arginina	0,35	0,31	0,30
Valina	0,45	0,41	0,38
Isoleucina	0,36	0,33	0,32
Leucina	1,19	1,12	1,05
Histidina	0,20	0,18	0,17

FONTE: Rostagno et al. (2011).

FATORES QUE PODEM COMPROMETER A DIGESTIBILIDADE DO AMIDO E DA PROTEÍNA DO SORGO

Vários são os fatores que podem comprometer a digestibilidade do amido e da proteína do sorgo, tais como os compostos fenólicos, o fitato, os fungos e as micotoxinas.

Amido

Os grânulos de amido do sorgo variam de 2 a 30 µm de diâmetro, e podem ter forma esférica a poligonal. São pseudocristais estruturados em áreas organizadas (cristalina) e áreas relativamente não organizadas (amorfas). A região cristalina ou micelar é primariamente composta de amilopectina, enquanto a amorfa é rica em amilose. Essa região amorfa contribui para a manutenção do formato do grânulo de amido e, apesar de ser uma camada menos densa, é por onde a água flui livremente, facilitando o ataque da enzima amilase sobre a camada mais densa de amilopectina (ROONEY; PFLUGFELDER, 1986).

Os híbridos melhorados de sorgo granífero vêm sendo desenvolvidos nos últimos 25 anos. A partir dos anos 1960, várias gerações de novos híbridos com endosperma amarelo, adaptados a regiões tropicais e com outras propriedades

agronômicas, foram intensificadas. As linhas parentais de endosperma vítreo (waxy), que aumentam significativamente o valor de digestibilidade do amido e proteína, passaram a ser introduzidas em homozigose e heterozigose. Ressalte-se que a combinação das características waxy e do endosperma amarelo constitui propriedades agrônômicas desejáveis, influenciando o valor nutricional do sorgo e a produtividade nas lavouras. No Brasil, cerca de 65% das sementes de sorgo produzidas já apresentam o gene waxy em heterozigose e homozigose, o que caracteriza resultado da evolução dos Programas de Melhoramento Genético no sorgo.

O amido é um composto de glicose formado por dois tipos de organização molecular: amilose e amilopectina (Fig. 2). A amilose é um polímero linear de unidades de D-glicose, ligadas α-1,4. Tais unidades estão presentes no grânulo de amido, numa concentração que varia, em média, de 20% a 30%, dependendo do genótipo; porém, nos grãos waxy, o amido contém pouco ou nenhuma amilose. Por outro lado, a amilopectina é uma molécula mais larga, em forma de cacho e, geralmente, mais abundante no amido normal. No grânulo de amido, ao longo da cadeia linear de α-1,4 D-Glicose (amilose), a cada 20 a 25 resíduos de gli-

cose, surge uma ligação α -1,6 de cacho de amilopectina (ROONEY; PFLUGFELDER, 1986).

A digestibilidade, ao longo do intestino delgado, é inversamente proporcional ao conteúdo de amilose do amido, tanto em grãos, sob a forma natural, como cozido.

A matriz proteica existente no endosperma cria um tecido de suporte dos grânulos, que pode envolver completamente o amido, como ocorre no endosperma córneo e periférico do grão de sorgo. Dependendo dessa estrutura, pode ocorrer maior dificuldade de penetração de água e enzimas, amilase e proteases ao longo do endosperma. Isso caracteriza um comprometimento na digestibilidade, sendo esta situação comum para o grão de sorgo, quando comparado ao grão de milho. Black (2001b) relata que a digestibilidade do amido é muito mais elevada nos grãos de sorgo tipo seroso (gene waxy), por causa da menor concentração de amilose (Quadro 2).

Ao comparar dietas elaboradas com sorgo e farelo de soja, Marcacine et al. (2003) avaliaram o desempenho de frangos de corte Cobb500 até a idade de 42 dias, num experimento composto por sete cultivares diferentes de sorgo, sendo duas homozigotas waxy (S3-SAARA e S4-XBG04170) e duas heterozigotas waxy (S2-XBG00608 e S6-XBG00478). Não foram encontradas diferenças significativas para o consumo de ração, peso vivo ou viabilidade, mas a conversão alimentar das rações com grão homozigoto waxy foi significativamente melhor do que com o grão de endosperma convencional (S1, S5 e S7) (Quadro 3).

Esses resultados foram confirmados em teste de digestibilidade energética por Fernandes et al. (2004), que constataram que os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) eram significativamente maiores para os dois grãos homozigotos waxy (S3 e S4), em relação às cultivares convencionais (S5 e S1) (Quadro 4).

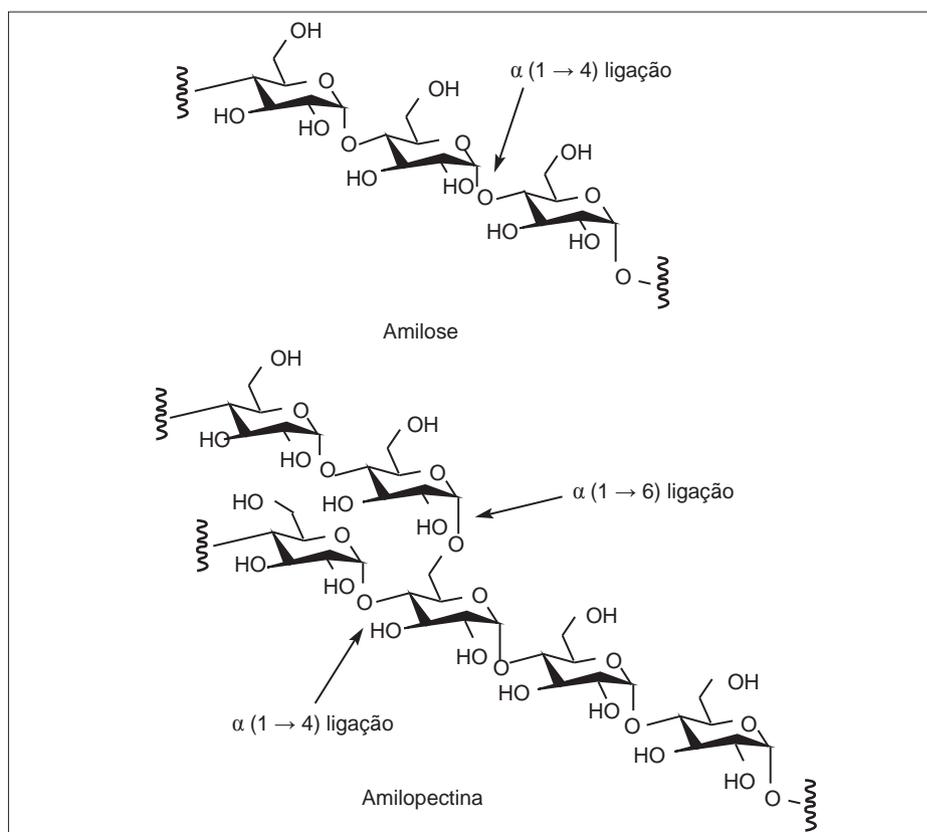


Figura 2 - Estrutura polimérica da amilose e amilopectina

FONTE: Marmuse, Nepogodiev e Field (2005).

QUADRO 2 - Digestibilidade in vitro do amido de variedades de sorgo

Grão	Conteúdo de amido (g/kg)	Amilose no amido (g/kg)	Digestão enzimática do amido (g/kg)
Convencional	660	460	300
Waxy heterozigoto	640	350	330
Waxy homozigoto	630	240	560

FONTE: Black (2001b).

QUADRO 3 - Consumo de ração (CR), peso vivo (PV), conversão alimentar (CA), viabilidade (VB) e índice de eficiência produtiva (IEP) de frangos de corte aos 42 dias de idade submetidos a dietas com diferentes híbridos de sorgo

Tratamento	CR (kg)	PV (kg)	CA	VB (%)	IEP
S1	4.942 a	2.469 a	2,01 ab	93,33 a	274,71 a
S2	4.700 a	2.441 a	1,94 bc	98,92 a	298,52 a
S3	4.702 a	2.464 a	1,93 c	96,66 a	297,44 a
S4	4.662 a	2.456 a	1,92 c	97,50 a	300,19 a
S5	4.884 a	2.385 a	2,04 a	95,55 a	265,50 a
S6	4.798 a	2.432 a	1,97 abc	95,55 a	280,57 a
S7	4.756 a	2.382 a	2,02 ab	93,33 a	264,87 a

FONTE: Marcacine et al. (2003).

NOTA: Médias com letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si estatisticamente ($p < 0,05$).

QUADRO 4 - Determinação do valor de energia metabolizável aparente (EMA) e de energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) de diferentes híbridos de sorgo

Híbrido	EMA (kcal/kg)	EMAn (kcal/kg)
S1 - convencional	3.140	2.954
S3 - homozigoto waxy	3.256	3.052
S4 - homozigoto waxy	3.268	3.074
S5 - convencional	3.204	3.007

FONTE: Fernandes et al. (2004).

Proteína

Na composição da proteína do sorgo, identificou-se, inicialmente, a prolamina, também denominada cafirina, por ser o termo “cafir” alternativo para o grão (JOHNS; BREWSTER, 1916). Dois anos mais tarde, constatou-se que a lisina era o aminoácido essencial mais limitante na cafirina. A proteína do sorgo tem uma composição média de 54,7% de cafirina, 30,8% de glutelina, 7,5% de albumina e 7,0% de globulina (VIRUPAKSHA; SASTRY, 1968; ALI et al., 2009). Selle et al. (2010) relataram que, por meio de seis diferentes estudos com proteína do sorgo, chegou-se a um valor médio de 49,3% de cafirina no grão. Porém, em análises realizadas com 88 amostras, observou-se que o menor e o maior valores variaram entre 37,5% e 72,9%.

A cafirina faz parte do corpo da proteína, em seções amplamente circulares, localiza-se no endosperma e divide-se em três componentes: α -cafirina, β -cafirina e γ -cafirina. A proporção de cafirina na proteína total e a concentração relativa dos três componentes podem variar consideravelmente, e, com isso, ter um impacto sobre o perfil de aminoácido do grão. Esta suspeita pode ser avaliada por resultados de Hicks et al. (2001), que descobriram uma relação β -cafirina (68,7%), α -cafirina (23,1%) e γ -cafirina (8,2%), enquanto Chamba et al. (2005) reportaram uma relação α -cafirina (82,0%), β -cafirina (7,5%) e γ -cafirina (10,5%).

A porcentagem e a composição da cafirina são fatores determinantes da concentração e digestibilidade dos aminoácidos

essenciais no grão. A cafirina contém, consideravelmente, menor arginina e lisina do que os demais componentes da proteína do sorgo. A partir de trabalhos de Bryden et al. (2009) e de Perez-Maldonado e Rodrigues (2009), deduz-se que há correlação positiva entre a soma da concentração de arginina e lisina e a digestibilidade ideal de vários dos dez aminoácidos comuns, incluindo arginina, histidina, lisina, metionina e valina. Se a soma desses dois aminoácidos aumenta, é sinal de que a concentração total de cafirina diminui e isso está associado à maior digestibilidade dos aminoácidos daquela variedade genética. Por causa dessas possíveis variações, surgiu, nas últimas décadas (SELLE et al., 2010), a suspeita de que, na Austrália, o desempenho de frangos de corte e o rendimento de carne de peito são variados, quando comparados às dietas à base de trigo.

Compostos fenólicos

Apesar da semelhança na composição de carboidratos e proteína com o grão de milho, o sorgo apresenta, na sua estrutura, um conjunto de compostos fenólicos que pode influenciar na cor, na aparência e na qualidade nutritiva do grão, e divide-se em três grupos: ácidos fenólicos, flavonoides e taninos.

Os ácidos fenólicos são derivados do ácido cinâmico (ácido ferúlico) e do ácido benzoico (ácido vanílico), encontrados em todos os sorgos graníferos, mas não afetam os valores de digestibilidade e de palatabilidade do grão. Estes ácidos fenólicos estão dentre os compostos responsáveis por pigmentar o grão e, muitos deles, têm

a capacidade de inibir o crescimento de microrganismos, em especial de fungos antes e depois da maturação.

Os flavonoides compõem uma classe ampla de compostos fenólicos derivados de benzo-gama-pirona, com uma diversidade de grupos químicos associados a reações de hidroxilação, metilação, acilação e glicosilação. Esses flavonoides não têm efeito negativo sobre a digestibilidade e palatabilidade da dieta. Diversos ensaios *in vitro* e *in vivo* demonstram uma ampla atividade biológica desses compostos presentes nos vegetais, destacando-se ação antioxidativa, ação anti-inflamatória, efeito vasodilatador, ação antialérgica, ação antiplaquetária e mais recentemente, como inibidor de crescimento de tumores. Há pouco tempo, descobriram-se, na Medicina humana, atividades farmacocinéticas na aterosclerose, envolvendo ativação de leucócitos, adesão, agregação e secreção de plaquetas, atividades hiperlipidêmicas e aumento de atividades de receptores de lipoproteína de baixa densidade – low density lipoprotein (LDL) (LOPES et al., 2000).

O tanino, usado para o curtimento de couro, é encontrado na testa da semente de sorgo, tecido pigmentado localizado logo abaixo do pericarpo. Os taninos são polímeros fenólicos solúveis em água, capazes de precipitar a gelatina e as proteínas em solução aquosa. Apresentam, ainda, sabor amargo e adstringente, possuem capacidade de inibir enzimas, formam complexos com carboidratos e proteínas e têm atividade antimicrobiana.

Existem dois tipos de taninos:

- a) taninos hidrolisáveis, compostos de glicose e outros sacarídeos poliestericados pelo ácido gálico ou compostos por ácido gálico derivados de ácidos fenólicos. São prontamente quebrados por ácidos, bases e, em alguns casos, por hidrólise enzimática. No intestino das aves, o ácido tânico é hidrolisado a ácido gálico e glicose. Esse ácido absorvido

é primariamente metabolizado a 4-O-metil-ácido gálico e excretado na urina e nas fezes (ELKIN; ROGLER, 1991). Esse grupo de taninos não aparece no sorgo;

- b) taninos condensados, polímeros de unidades de flavan-3-diol ligados por pontes de ácido fraco, carbono-carbono, resistentes à hidrólise (ELKIN; ROGLER, 1991). Não são absorvidos no trato intestinal dos animais, onde atuam inibindo a atividade de enzimas e diminuindo a absorção de nutrientes. Podem, ainda, formar complexos com proteínas, com íons metálicos divalentes, carboidratos e outras macromoléculas.

A presença do tanino depende da constituição genética do grão onde os genótipos que possuem os genes dominantes B1 e B2 (complementares) são responsáveis pela síntese do tanino na testa da semente e gene S (segregador), que, juntamente com os genes complementares, sintetizam tanino no pericarpo. Cultivares com os três genes em recessividade não sintetizam tanino.

Em laboratórios de bromatologia, os métodos tradicionais, sensíveis e econômicos para a determinação de tanino, são procedimentos colorimétricos e dividem-se em dois tipos de protocolos. Os mais usados são aqueles que envolvem reação com grupos fenólicos, como o método Folin Dennis e o método Azul da Prússia; todavia, não são específicos para tanino. Resultados percentuais com valores abaixo de 0,70% são considerados apenas fenóis totais e não tanino condensado. Os métodos específicos para isolamento quantitativo de tanino condensado são conhecidos como método Butanol-HCl e método Vanilina-HCl. São protocolos laboriosos e de custo elevado, razão de não serem procedimentos de rotina nos laboratórios de bromatologia.

Cultivares de sorgo são divididas em três categorias, dependendo de seu genótipo e concentração de tanino:

- Tipo 1: não tem a testa pigmentada e é livre de tanino;
- Tipo 2: tem uma camada pigmentada na testa, onde há tanino condensado;
- Tipo 3 (à prova de pássaros): contém tanino condensado tanto na testa quanto no pericarpo.

Ainda hoje, muitos nutricionistas têm denominado o sorgo Tipo 1 como grão de baixo tanino, o que caracteriza um erro, pois este tipo é livre de tanino.

O estímulo ao desenvolvimento de pesquisa e melhoramento do sorgo nacional vem sendo coordenado por uma organização denominada Grupo Pró-Sorgo, que envolve a Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, e o conjunto das principais empresas de Melhoramento Genético e Produção de Sementes sediadas no território brasileiro. O objetivo é comercializar internamente sementes genéticas selecionadas sem tanino.

Ácido fitato ou fítico

O ácido fitato ou fítico é um componente químico abundante nas plantas, cerca de 5% da porção comestível de legumes, cereais, sementes de oleaginosas, pólenes e castanhas, constituindo a forma orgânica vegetal do elemento fósforo (P). Quimicamente, é identificado como mio-inositol hexa-dihidrogênio-fosfato (IP6), com peso

molecular 659,86 e fórmula molecular $C_6H_{18}O_{24}P_6$ (VOHRA; SATYANARAYANA, 2003).

Na semente, a aleurona é o principal reservatório de fitato (Fig. 3). A concentração média de P total na semente de sorgo é de 4,03 g/kg, dos quais 3,26 g/kg estão ligados ao fitato, formando o mio-inositol fosfato, representando uma fração de 81% de P não disponível (DOHERTY; FAUBION; ROONEY, 1982).

Todavia, Selle, Walker e Bryden (2003), ao trabalharem com 15 diferentes amostras, encontraram uma concentração de 2,90 g/kg de P total e 2,41 g/kg de fitato, representando 83% de P não disponível e concluíram que o sorgo, provavelmente, contém mais fitato que outros grãos de cereais, em termos absolutos e relativos.

Se, por um lado, o sorgo tem uma baixa biodisponibilidade de P, pela sua complexação com o fitato, por outro, na nutrição moderna, esta característica deixou de ser um fator de perda, com a suplementação da dieta com 500 unidades de atividade de fitase por quilo de ração (FTU/kg). A enzima fitase, por sua vez, hidrolisa o ácido fítico a mio-inositol e ácido fosfórico. Com esta inclusão, pode-se ainda observar um incremento de até 3% sobre o valor de digestibilidade dos aminoácidos essenciais e melhor utilização de energia da dieta (KIES; HEMERT; SAUER, 2001).

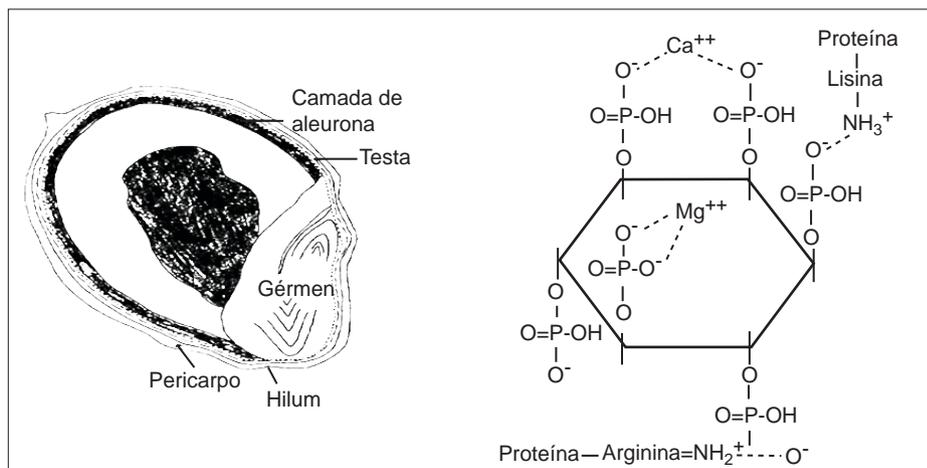


Figura 3 - Grão de sorgo e camada de aleurona, fitato estrutura química
 FONTE: (A) Raoney e Miller (1982 apud WANISKA, 200-) e (B) Fernández (2007).

FUNGOS E MICOTOXINAS

Os fungos podem-se desenvolver em condições de campo (*Fusarium* spp., *Curvularia* spp., e outros), durante o transporte ou durante o período de armazenamento (*Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp.), quando as condições são favoráveis ao seu crescimento (JOUANY, 2001), resultando em problemas de pré-colheita (Fig. 4) e de pós-colheita dos grãos (Fig. 5).

Micotoxinas são compostos tóxicos produzidos por ocorrência natural de fungos em grãos e sementes oleaginosas. Entretanto, as micotoxinas raramente ocorrem no sorgo, sendo uma opção atrativa para a agropecuária, indústria pet e segurança alimentar. Para os fungos desenvolverem-se e produzirem micotoxinas, são necessárias condições favoráveis de umidade, temperatura, pH, composição química do alimento e potencial redox (PEREIRA; CARVALHO; PRADO, 2002).



Figura 4 - Grão de sorgo contaminado no campo

FONTE: Pinto (2004).



Figura 5 - Grão de sorgo contaminado pós-colheita

FONTE: Pinto (2004).

SORGO-GRÃO NA ALIMENTAÇÃO DE MONOGÁSTRICOS

Poedeiras

O sorgo possui bom valor nutricional semelhante ao do milho, e, por essa característica, pode ser utilizado em substituição total ou parcial ao milho.

Assuena et al. (2008) avaliaram o efeito de diferentes níveis de substituição do milho pelo sorgo em rações de poedeiras da linhagem Lohmann LSL, com 31 semanas de idade, e concluíram que o sorgo pode ser utilizado para poedeiras comerciais em substituição total ao milho, sem prejuízos ao desempenho das aves e à qualidade dos ovos.

A baixa presença de carotenoides no grão de sorgo, em comparação com o milho, resulta em gema de pigmentação

muito clara, o que não atende às exigências do mercado de ovos comerciais. Todavia, essa deficiência pode ser resolvida com a inclusão de pigmentantes na dieta das poedeiras.

Moreno et al. (2007) avaliaram o efeito da substituição do milho pelo sorgo na ração de poedeiras da linhagem Hy-Line W36® com 47 semanas de idade, com e sem adição de pigmento natural, a fim de avaliar o desempenho, a qualidade e o custo de produção. Concluíram que a substituição do milho pelo sorgo em até 100% (com ou sem suplementação de páprica) não afetou o desempenho das aves, o peso do ovo, os percentuais de casca, de albúmen e de gema, além de ter diminuído o custo de produção e a suplementação com o pigmento material nas dietas à base de sorgo. A substituição também tornou a pigmentação da gema igual à das dietas à base de milho (Quadros 5 e 6). Esses auto-

QUADRO 5 - Desempenho e qualidade do ovo de poedeiras comerciais, submetidas a dietas com substituição parcial ou total de milho pelo sorgo e suplementadas ou não com páprica

Tratamento	Desempenho			Qualidade do ovo
	P (%)	CR (g/ave/dia)	CA (kg:kg)	PO (g)
100% milho	88,4 a	99,1 a	1,86 a	60,94 a
50% milho + 50% sorgo	88,5 a	96,9 a	1,79 a	60,52 a
100% sorgo	86,0 ab	96,1 a	1,84 a	60,73 a
50% milho + 50% sorgo + páprica	86,1 ab	97,6 a	1,93 a	59,89 a
100% sorgo + páprica	85,2 b	96,8 a	1,88 a	60,24 a
Média geral	86,9	97,3	1,86	60,46

Tratamento	Qualidade do ovo			
	C (%)	A (%)	G (%)	⁽¹⁾ CG
100% milho	9,01 a	63,9 a	27,2 a	7,71 c
50% milho + 50% sorgo	9,01 a	63,9 a	27,3 a	5,98 d
100% sorgo	9,14 a	63,5 a	27,5 a	3,98 e
50% milho + 50% sorgo + páprica	8,98 a	63,4 a	27,8 a	10,1 b
100% sorgo + páprica	9,18 a	63,2 a	27,8 a	11,8 a
Média geral	9,03	63,6	27,5	7,91

NOTA: Média com letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si estatisticamente ($p < 0,05$).

P - Postura; CR - Consumo de ração; CA - Conversão alimentar; PO - Peso do ovo; C - Casca; A - Albúmen; G - Gema; CG - Cor da gema.

(1) Colorímetro da Roche (DSM).

QUADRO 6 - Custo da ração e da produção de ovos nos diferentes tratamentos

Tratamento	⁽¹⁾ Custo da ração (R\$/kg)	⁽¹⁾ Custo de produção/kg de ovo produzido (R\$)
100% milho	0,568	1,056
50% milho + 50% sorgo	0,551	0,986
100% sorgo	0,534	0,983
50% milho + 50% sorgo+páprica	0,557	1,075
100% sorgo+páprica	0,546	1,026

(1) Considerando-se apenas o custo da ração consumida.

res relataram ainda o efeito significativo da substituição do milho pelo sorgo na postura e na cor da gema.

Frango de corte

O sorgo é um grão de grande interesse nas rações de monogástricos, por sua composição nutricional e suas oportunidades, como segunda safra, menor exigência em chuvas, ciclo de cultura reduzido e um menor custo de produção em relação ao milho, sem comprometer o desempenho zootécnico das aves (FERNANDES et al., 2002).

Ao avaliarem o efeito dos níveis de sorgo (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) em substituição ao milho quanto ao desempenho e à qualidade de carne, Garcia et al. (2005) mostraram, por meio dos resultados, que o sorgo pode ser recomendado em substituição ao milho em dietas de frangos, pois não houve alterações nas características avaliadas.

Fernandes et al. (2002), ao compararem o desempenho produtivo de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e sorgo – milho (50%):sorgo (50%) – não observaram diferenças significativas para as características de desempenho. Segundo esses autores, os resultados foram atribuídos à proximidade entre os valores nutricionais do milho e do sorgo e, também, porque é possível formular rações com valores nutricionais muito próximos, principalmente para energia metabolizável e PB para os dois cereais.

O tamanho das partículas dos ingre-

dientes das rações pode influenciar na digestibilidade e no aproveitamento dos nutrientes, como também no desempenho das aves e no custo da alimentação (LEANDRO, et al., 2001).

Fernandes et al. (2008) estudaram o desempenho de frangos de corte, machos e fêmeas, tratados com dietas que apresentavam diferentes formas físicas (A - milho quebrado; B - sorgo moído; C - sorgo moído (50%):inteiro (50%); D - sorgo inteiro (100%); E - milho moído), no período de 21 e 42 dias de idade. Os resultados do desempenho zootécnico estão apresentados nos Quadros 7 e 8. O uso de diferentes formas físicas do grão de sorgo, tanto para 21 como para 42 dias, conferiu igual desempenho em relação aos tratamentos com milho moído e milho quebrado. Destaca-se que o grão de sor-

go inteiro obteve o mesmo desempenho, além de eliminar os custos relativos ao processo de moagem.

Na Figura 6, são apresentados frangos de corte alimentados com ração de sorgo inteiro.

Foi conduzido experimento na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), MG, envolvendo 600 aves mistas, num delineamento inteiramente casualizado, composto de quatro tratamentos e cinco repetições cada, caracterizados pelo diâmetro de furação da peneira do moinho a martelo usado na moagem dos grãos das rações: 1,20 mm; 4,763 mm; 6,350 mm e 9,525 mm. Na primeira semana de vida, todas as aves foram alimentadas com ração moída na peneira de 3,175 mm. Aos 45 dias de idade (Quadro 9), não foram encontradas diferenças entre os tratamentos, demonstrando que a granulometria de moagem do sorgo não compromete o desempenho das aves (MURTA et al., 2004).

Ao avaliarem dietas com grãos de sorgo moídos e inteiros, em estudos morfonéticos, Fernandes et al. (2008) demonstraram que a inclusão de 50% ou 100% de grão de sorgo inteiro promoveu aumento significativo de peso na moela e no intestino delgado. A forma física da ração não influenciou as características do ceco.

QUADRO 7 - Desempenho de frangos de corte aos 21 dias de idade, com dietas de grãos moídos, mistos e inteiros

Tratamento	CMR (g)		PV (g)		CA		VB (%)	
	M	F	M	F	M	F	M	F
A	1106 a	1126 a	856 a	794 a	1,36 a	1,49 a	99,2 a	97,1 a
B	1106 a	1122 a	853 a	791 a	1,37 a	1,49 a	98,7 a	97,5 a
C	1119 a	1100 a	858 a	802 a	1,37 a	1,45 a	98,3 a	99,2 a
D	1118 a	1092 a	834 a	792 a	1,41 a	1,46 a	98,3 a	99,6 a
E	1121 a	1125 a	833 a	776 a	1,41 a	1,51 a	97,9 a	97,5 a

NOTA: Médias com letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si estatisticamente ($p < 0,05$).

CMR - Consumo médio de ração; PV - Peso vivo; CA - Conversão alimentar; VB - Viabilidade; M - Machos; F - Fêmeas; A - Milho quebrado; B - Sorgo moído; C - Sorgo moído(50%):inteiro(50%); D - Sorgo inteiro(100%); E - Milho moído.

QUADRO 8 - Desempenho de frangos de corte aos 42 dias de idade, com dietas de grãos moídos, mistos e inteiros

Tratamento	CMR (g)		PV (g)		CA		VB (%)	
	M	F	M	F	M	F	M	F
A	4173 a	4034 a	2,53 a	2,43 a	1,63 a	1,63 a	97,4 a	95,2 a
B	4268 a	3914 a	2,58 a	2,38 a	1,62 a	1,63 a	95,2 a	96,3 a
C	4268 a	4058 a	2,57 a	2,46 a	1,63 a	1,62 a	95,4 a	96,2 a
D	4201 a	3958 a	2,59 a	2,43 a	1,59 a	1,61 a	95,6 a	96,1 a
E	4216 a	3856 a	2,55 a	2,39 a	1,61 a	1,60 a	94,3 a	95,6 a

NOTA: Médias com letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si estatisticamente ($p < 0,05$).

CMR - Consumo médio de ração; PV - Peso vivo; CA - Conversão alimentar; VB - Viabilidade; M - Machos; F - Fêmeas; A - Milho quebrado; B - Sorgo moído; C - Sorgo moído(50%):inteiro(50%); D - Sorgo inteiro (100%); E - Milho moído.



Figura 6 - Frangos de corte alimentados com ração de grãos inteiros

QUADRO 9 - Consumo de ração (CR), peso vivo (PV), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) de frangos com diferentes granulometrias de moagem da ração

Peneira	CR (g)	PV (g)	CA	VB (%)
1,200 mm	5,225	2,380	2,21	96,00
4,763 mm	5,385	2,420	2,23	96,67
6,350 mm	5,462	2,429	2,24	96,00
9,525 mm	5,412	2,411	2,25	96,00
dms	0,382	0,089	0,11	7,14

FONTE: Murta et al. (2004)

NOTA: dms - Diferença mínima significativa.

Suíno

Na suinocultura, o estudo de fontes alimentares alternativas ao milho é importante, pois esta é uma atividade com alta demanda de grãos, e que gera significativo impacto no custo de produção. O sorgo destaca-se como um desses alimentos, por sua adaptabilidade a diversos tipos de climas e solos e por conter teores de nutrientes análogos ao milho (FIALHO; BARBOSA, 1992). Deve-se atentar para os valores nutricionais e para a demanda de produção do sorgo, pois estes estão diretamente relacionados com os custos de aquisição desta matéria-prima (OLIVEIRA et al., 2004).

Vários estudos têm mostrado a eficiência da utilização do sorgo como substituto ao milho. Fialho et al. (2002), em estudo com leitões na fase de creche, ao avaliarem o efeito da substituição do milho pelo sorgo (0,33% e 100%) sobre o desempenho e a digestibilidade, verificaram que o sorgo pode substituir o milho até 100% em rações de leitões em recria (10 kg aos 30 kg), sem prejudicar a digestibilidade dos nutrientes e o desempenho dos animais. Por sua vez, Cabral, Vale e Soares (2012), ao avaliarem o efeito do uso da baunilha como palatabilizante em rações de sorgo para leitões desmamados, verificaram que podem ser adicionados até 30% de grãos de sorgo em rações para suínos desmamados aos 35 dias, sem prejuízo ao desempenho dos animais, não necessitando da utilização de palatabilizante.

Em estudo com marrãs, Costa et al. (2008) analisaram a substituição do milho por dois níveis de sorgo granífero (25% e 50%) e concluíram que a inclusão do sorgo granífero, em níveis de 25% e 50% das dietas de leitões na fase de crescimento até a puberdade, propicia um desempenho similar ao das dietas que contêm 100% de milho.

Em machos castrados, Marques et al. (2007) avaliaram os efeitos digestivos e metabólicos da substituição de milho por sorgo. Esses autores verificaram que a substituição de milho por sorgo em dietas

para suínos em crescimento pode ser feita sem comprometer a digestibilidade e a metabolização dos nutrientes, em até 50% do volume.

Benz et al. (2011), ao analisarem os efeitos da adição dietética de gordura para dietas à base de milho e sorgo, no desempenho de suínos em terminação, concluíram que o milho pode ser substituído pelo sorgo, a fim de garantir depósito satisfatório de gordura na carcaça e evitar excesso dos níveis de iodo na dieta.

Liu, Selle e Cowieson (2013), em revisão sobre estratégias que melhorassem o desempenho de aves e suínos alimentados com dietas à base de sorgo, mostraram que o processamento do sorgo pode alterar as propriedades físico-químicas da proteína e do amido e o valor nutricional para aves e suínos, e concluíram que são necessárias mais pesquisas sobre estratégias para melhorar o valor do sorgo.

REFERÊNCIAS

- ALI, N.M.M. et al. Effect of alkaline pretreatment and cooking on protein fractions of a high-tannin sorghum cultivar. **Food Chemistry**, v.114, n.2, p.646-648, May 2009.
- ANTUNES, R.C. et al. Composição bromatológica e parâmetros físicos de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.5, p.1351-1354, out. 2007.
- ASSUENA, V. et al. Substituição do milho pelo sorgo em rações para poedeiras comerciais formuladas com diferentes critérios de atendimento das exigências em aminoácidos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.9, n.1, p.93-99, jan./mar. 2008.
- BENZ, J.M. et al. Effects of increasing choice white grease in corn – and sorghum – based diets on growth performance, carcass characteristics, and fat quality characteristics of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.89, n.3, p.773-782, Mar. 2011.
- BLACK, J.L. Quality feed grains: research highlights and opportunities. In: AUSTRALIAN BARLEY TECHNICAL SYMPOSIUM, 10., 2001, Canberra. **Proceedings...** [Canberra: s.n., 2001a]. Disponível em: <http://www.regional.org.au/au/abts/2001/m3/black.htm>. Acesso em: 10 out. 2013.
- BLACK, J.L. Variation in nutritional value of cereal grains across livestock species. **Proceedings of the Australian Poultry Science Symposium**, v.13, p.22-29, 2001b.
- BLACK, J.L. et al. The energy value of cereal grains, particularly wheat and sorghum, for poultry. **Proceedings of the Australian Poultry Science Symposium**, v.17, p.21-29, 2005.
- BRYDEN, W.L. et al. **A review of the nutritive value of sorghum for broiler**. Canberra: RIRDC, 2009. (Rural Industries Research and Development Corporation. Publication, 09/077).
- CABRAL, N. de O.; VALE, P. de A.C.B. do; SOARES, R. da T.R.N. Utilização de baunilha em rações contendo sorgo para leitões. **Global Science and Technology**, v.5, n.3, p.170-176, set./dez. 2012.
- CHAMBA, E.B. et al. Molecular cloning of β -kafirin, a methionine-rich protein of sorghum grain. **Journal of Cereal Science**, v.41, n.3, p.381-383, May 2005.
- COSTA, N.A. et al. Substituição parcial do milho por sorgo granífero em dietas de leitões híbridas de reposição. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 18.; CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 10., 2008, João Pessoa. **Anais...** Zootec. João Pessoa: UFPB: ABZ, 2008.
- DOHERTY, C.; FAUBION, J.M.; ROONEY, L.W. Semiautomated determination of phytate in sorghum and sorghum products. **Cereal Chemistry**, v.59, n.5, p.373-377, Sept./Oct.1982.
- ELKIN, R.G.; ROGLER, J.C. Nutritional value of sorghum grain as a feedstuff for poultry. In: TECHNICAL SYMPOSIA, Aruba, 1991. **Proceedings...** Aruba: Novus International, 1991. p.127-154.
- FAO. **Sorghum: post-harvest operations**. [Rome], 1999. (FAO. INPhO. Post-Harvest Compendium). Disponível em:<http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/inpho/docs/Post_Harvest_Compendium_-_SORGHUM.pdf>. Acesso em: 10 out. 2013.
- FERNANDES, E.A. et al. Substituição do fosfato bicálcico por fosfato monoamônio na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, p.35, 2004. Suplemento 6.
- FERNANDES, E.A. et al. Substituição do milho por sorgo com e sem adição de enzimas em rações para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2002. p.34.
- FERNANDES, E.A. et al. Uso do sorgo integral na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, p.87, 2008. Suplemento 10.
- FERNÁNDEZ, S.R. **Uso de enzimas termoestables em la alimentación animal**. [S.l.]: ENGORMIX, 2007. Disponível em: <http://www.engormix.com/MA-avicultura/nutricion/articulos/uso-enzimas-termoestables-alimentacion-t1489/141-p0.htm>. Acesso em: 10 out. 2013.
- FIALHO, E.T.; BARBOSA, H.P. **Utilização de sorgo em rações para suínos e aves**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1992. 19p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 16).
- FIALHO, E.T. et al. Substituição do milho pelo sorgo sem tanino em rações de leitões: digestibilidade dos nutrientes e desempenho animal. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.1, n.1, p.105-111, 2002.
- GARCIA, R.G. et al. Desempenho e qualidade da carne de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de sorgo em substituição ao milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.57, n.5, p.634-643, out. 2005.
- HICKS, C. et al. Genetic analysis of kafirins and their phenotypic correlation with feed quality traits, in vitro digestibility, and seed weight in grain sorghum. **Cereal Chemistry**, v.78, n.4, p.412-416, July/Aug. 2001.
- JOHNS, C.O.; BREWSTER, J.F. Kafirin, and alcohol-soluble protein from kafir, andropogon sorghum. **The Journal of Biological Chemistry**, v.28, n.1, p.59-65, Dec. 1916.
- JOUANY, J.P. The impact of mycotoxins on performance and health of dairy cattle. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 17., 2001. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2001. p.191-222.
- KIES, A.K.; HEMERT, K.H.F. van; SAUER, W.C. Effect of phytase on protein and ami-

no acid digestibility and energy utilization. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v.57, n.2, p.109-126, June 2001.

LEANDRO, N.S.M. et al. Efeito da granulometria do milho e do farelo de soja sobre o desempenho de codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.30, n.4, p.1266-1271, jul./ago. 2001.

LIU, S.Y.; SELLE, P.H.; COWIESON, A.J. Strategies to enhance the performance of pigs and poultry on sorghum-based diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.181, n.1/4, p.1-14, Apr. 2013.

LOPES, R.M. et al. Flavonóides. **Biociência & Desenvolvimento**, v.3, n.17, p.18-22, nov./dez. 2000.

MARCACINE, B.A. et al. Estudo comparativo entre híbridos de sorgo na dieta de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, p.34, 2003. Suplemento 5.

MARMUSE, L.; NEPOGODIEV, S. A.; FIELD, R.A. Exploiting an aromatic aglycone as a reporter of glycosylation stereochemistry in the synthesis of 1,6-linked maltooligosaccharides. **Tetrahedron: Asymmetry**, v.16, n.2, p.477-485, Jan. 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095741660400895X>>. Acesso em: 10 out. 2013.

MARQUES, B.M.F.P.P. et al. Substituição de milho por sorgo baixo tanino em dietas para suínos: digestibilidade e metabolismo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.3, p.767-772, jun. 2007.

MORENO, J. de O. et al. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais, alimentadas com dietas contendo sorgo e páprica em substituição ao milho. **Acta Scientiarum**. Animal sciences, Maringá, v.29, n.2, p.159-163, 2007.

MURTA, G.P.O. et al. Efeito da moagem do sorgo grão sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, p.32, 2004. Suplemento 6.

OLIVEIRA, R.P. de et al. Valor nutritivo e desempenho de leitões alimentados com rações contendo silagem de grãos úmidos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.33, n.1, p.146-156, jan./fev. 2004.

PEREIRA, M.L.G.; CARVALHO, E.P. de; PRADO, G. Crescimento e produção de aflatoxinas por *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*. **Boletim do Ceppa**, Curitiba, v.20, n.1, p.141-156, jan./jun. 2002.

PEREZ-MALDONADO, R.A.; RODRIGUES, H.D. **Nutritional characteristics of sorghum from Queensland and New South Wales for chicken meat production**. Canberra: RIRDC, 2009. (Rural Industries Research and Development Corporation. Publication, 09/07).

PINTO, N.F.J.A. **Patologia de grãos de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. 10p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 40).

ROONEY, L.W.; PFLUGFELDER, R.L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum end corn. **Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p.1607-1623, Nov. 1986.

ROSTAGNO, H.S. et al. (Ed.). **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2011. 252p.

SELLE, P.H.; WALKER, A.R.; BRYDEN, W.L. Total and phytate-phosphorus contents and phytase activity of Australian-sourced feed ingredients for pigs and poultry. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.43, n.5, p.475-479, 2003.

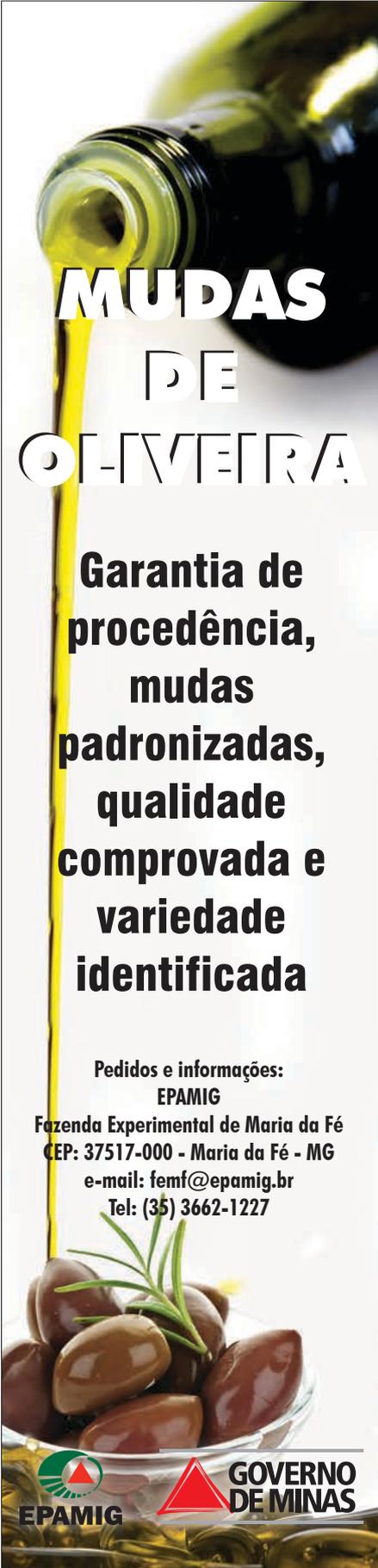
SELLE, P.H. et al. Implications of sorghum in broiler chicken nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, v.156, n.3/4, p.57-74, Mar. 2010.

TAYLOR, J.; SHEWRY, P. Preface to sorghum and millets reviews. **Journal of Cereal Science**, v.44, n. 3, p.223, Nov. 2006.

VIRUPAKSHA, T.K.; SASTRY, L.V.S. Protein content and amino acid composition of some varieties of grain sorghum. **Journal of Agricultural and Food Chemical**, v.16, n.2, p.199-203, Mar.1968.

VOHRA, A.; SATYANARAYANA, T. Phytases: microbial sources, production, purification, and potential biotechnological applications. **Critical Reviews in Biotechnology**, v.23, n.1, p.29-60, Jan. 2003.

WANISKA, R.D. **Structure, phenolic compounds, and antifungal proteins of Sorghum caryopses**. Andhra Pradesh: ICRISAT, [200-]. Disponível em: <<http://www.icrisat.org/text/research/grep/homepage/sgmm/chapter4.htm>>. Acesso em: 10 out. 2013.



**MUDAS
DE
OLIVEIRA**

Garantia de procedência, mudas padronizadas, qualidade comprovada e variedade identificada

Pedidos e informações:
EPAMIG
Fazenda Experimental de Maria da Fé
CEP: 37517-000 - Maria da Fé - MG
e-mail: femf@epamig.br
Tel: (35) 3662-1227

EPAMIG GOVERNO DE MINAS

Viabilidades técnica e econômica dos grãos de sorgo para ruminantes

Leandro Martins Barbero¹
Alex de Matos Teixeira²
Gilberto de Lima Macedo Junior³
Kelen Cristina Basso⁴
João Paulo Franco da Silveira⁵
Fernanda Carvalho Basso⁶

Resumo - O Brasil possui condições de solo e clima ideais para o cultivo da cultura do sorgo. Este cereal tem sido utilizado em dietas de ruminantes, como forma de substituição ao milho, pelo fato de o sorgo apresentar menor risco climático e menor custo de produção, além de ter o valor nutricional semelhante ao do milho. O processamento do grão de sorgo tem apresentado resultados satisfatórios no que diz respeito à eficiência da digestão do amido. Esse processamento pode ser a simples moagem fina do grão até a laminação ou floculação. O grão de sorgo também pode ser utilizado na alimentação animal, na forma de silagem. O processo de ensilagem é realizado com o grão úmido e seu uso tem apresentado desempenhos satisfatórios. Dessa forma, o emprego de grãos de sorgo na alimentação de ruminantes é uma estratégia que deve ser levada em consideração dentro do sistema de produção, com vistas à menor dependência de fatores climáticos e à obtenção de melhor relação custo/benefício na atividade.

Palavras-chave: *Sorghum*. Alimentação animal. Nutrição animal. Processamento de grão. Rentabilidade. Silagem. Grão úmido.

INTRODUÇÃO

O milho tem sido o principal cereal utilizado nos concentrados formulados para bovinos de leite e de corte no Brasil. Segundo estimativas do Sindicato Nacional das Indústrias de Alimentação Animal (SINDIRAÇÕES, 2013), o grão de milho representou, aproximadamente, 51% e 37% dos macroingredientes usados na produção de rações para a pecuária de leite e de

corte, no ano de 2012, respectivamente. Entretanto, diante dos elevados preços e do aumento da concorrência com outras atividades dependentes do milho, o setor pecuário tem buscado novas opções de concentrados energéticos para substituição desse cereal.

Por demonstrar menor risco para semeadura de safrinha ou em regiões de menor pluviosidade, o sorgo apresenta crescente disponibilidade no mercado

interno. Além disso, o menor custo e a semelhança ao valor nutricional do milho tornam o sorgo uma opção de fonte energética para o balanceamento de dietas para bovinos. Apesar de ser pouco utilizado nas rações destinadas a bovinos leiteiros, o sorgo foi o segundo ingrediente energético mais usado nas rações para bovinos de corte no País no ano de 2012 (SINDIRAÇÕES, 2013).

¹Zootecnista, D.Sc. Ciência Animal e Pastagens, Prof./Pesq. UFU - Faculdade de Medicina Veterinária, Uberlândia-MG, e-mail: leandrobarbero@famev.ufu.br

²Médico-Veterinário, D.Sc. Zootecnia, Prof. Adj. I/Pesq. UFU - Faculdade de Medicina Veterinária, Uberlândia-MG, e-mail: alexmteixeira@yahoo.com.br

³Zootecnista, D.Sc., Prof. /Pesq. UFU - Faculdade de Medicina Veterinária, Uberlândia-MG, e-mail: gilberto@famev.ufu.br

⁴Zootecnista, D.Sc., Prof./Pesq. UFSC - Campus Curitibanos, Santa Catarina-SC, e-mail: kelen.basso@ufsc.br

⁵Zootecnista, Pós-Doutorando UFU - Faculdade de Medicina Veterinária, Uberlândia-MG, e-mail: joaopaulo_franco@ig.com.br

⁶Zootecnista, Pós-Doutoranda UFU - Faculdade de Medicina Veterinária, Uberlândia-MG, e-mail: fcarvalhobasso@yahoo.com.br

VALOR NUTRICIONAL

A composição química do grão de sorgo é variável e depende do genótipo da cultura e das condições climáticas (GUALTIERI; RAPACCINI, 1990; ANTUNES et al., 2007). Ao avaliarem os grãos de 33 genótipos diferentes de sorgo, Antunes et al. (2007) relataram grandes variações nos teores de proteína (PB), cujos menor e maior valores encontrados foram 9,85% e 18,28%. Ainda nesse estudo, a porcentagem de amido variou de 62,15% a 78,74%.

Quando comparada ao milho moído, a composição química do sorgo moído apresenta semelhança (Quadro 1). De maneira geral, o sorgo possui menores teores de extrato etéreo (EE) e teores de PB ligeiramente superiores, sendo as proteínas distribuídas no endosperma (80%), gérmen (16%) e pericarpo (3%). Outra característica importante é que os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) do sorgo equivalem a, aproximadamente, 90% do valor do milho (VALADARES FILHO et al., 2013).

As maiores diferenças entre o grão de milho e o de sorgo residem na proporção e distribuição das proteínas do endosperma ao redor do amido (ROONEY; PFLUGFELDER, 1986). O grão de sorgo contém quatro tipos diferentes de proteínas. As albuminas e as globulinas estão localizadas no gérmen e na aleurona, enquanto as glutelinas e as prolaminas estão presentes no endosperma (WALL, 1964). As glutelinas e as prolaminas, por sua vez, são proteínas estruturais, que constituem a matriz proteica e os corpos proteicos, formando o arcabouço proteico-estrutural do grão (SECKINGER; WOLF, 1973; ADAMS; NOVELLIE; LIEBENBERG, 1976), que possui importantes implicações na textura do endosperma (CHANDRA-SHEKAR; MAZHART, 1999).

A textura do endosperma do grão de sorgo varia de farináceo (textura macia) a vítreo (textura dura), e sua importância está relacionada com o armazenamento, a moagem e o processamento (ANGLANI, 1998).

QUADRO 1 - Composição química dos grãos de sorgo e de milho moídos

Nutriente	Sorgo moído	Milho moído
⁽¹⁾ Matéria seca (MS, %)	88,12	87,88
⁽¹⁾ Proteína bruta (PB, %)	9,63	9,06
⁽²⁾ Nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, %)	21,92	10,31
⁽²⁾ Nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, %)	18,22	3,25
⁽¹⁾ Fibra insolúvel em detergente neutro (FDN, %)	14,80	13,93
⁽¹⁾ Fibra insolúvel em detergente ácido (FDA, %)	6,14	4,03
⁽¹⁾ Lignina	1,80	1,21
⁽¹⁾ Amido	64,51	72,09
⁽¹⁾ Carboidratos não fibrosos (CNF, %)	66,95	69,29
Nutrientes digestíveis totais (NDT, %)	79,86	85,72
⁽¹⁾ Extrato etéreo (EE, %)	2,99	4,02
⁽¹⁾ Matéria mineral (MM, %)	2,03	1,64
⁽¹⁾ Cálcio	0,04	0,03
⁽¹⁾ Fósforo	0,28	0,25

FONTES: Dados básicos: Valadares Filho et al. (2013).

(1)Porcentagem da MS; (2)Porcentagem do N total.

PROCESSAMENTO DOS GRÃOS

O uso eficiente dos grãos de cereais nas rações depende, principalmente, da otimização da digestibilidade do seu principal constituinte, o amido. Uma das principais ferramentas disponíveis para maximizar a digestibilidade do amido no trato digestivo total de bovinos é o processamento correto dos grãos de cereais, principalmente daqueles que apresentam menores valores de degradabilidade ruminal, como o milho e o sorgo (SANTOS, 2011). Ao avaliar a degradabilidade ruminal do amido de cinco diferentes cereais, Herrera-Saldana, Huber e Poore (1990) classificaram, em ordem decrescente, o amido da aveia, do trigo, da cevada, do milho e do sorgo, com valores de 98%, 95%, 90%, 62% e 49%, respectivamente.

A principal razão para essa baixa degradabilidade do sorgo é, provavelmente, a presença de uma resistente matriz proteica, composta de gluteína, que reveste os grânulos de amido (ROONEY; PFLUGFELDER, 1986). Outra característica do sorgo que merece atenção refere-se ao menor tamanho do grão, o que dificulta a quebra durante a mastigação e prejudica sua de-

gradação no rúmen. Como consequência, frequentemente observa-se a presença de grãos de sorgo inteiros nas fezes de bovinos, justificando, assim, a recomendação de uma moagem mais fina possível.

O processamento dos cereais, de maneira geral, melhora a eficiência de digestão do amido tanto no rúmen como no intestino (HUNTINGTON, 1997). No sorgo, o processamento tem particular importância, sendo observados maiores benefícios quando da utilização de processamentos mais intensos, como, por exemplo, a floculação. O processamento do grão de sorgo, como moagem, laminação ou floculação, não altera significativamente sua composição, exceto quanto à disponibilidade de energia. O sorgo floculado, por exemplo, apresenta maior teor de energia líquida que o laminado, e este, por sua vez mostra-se superior ao do grão moído. As alterações físico-químicas que ocorrem no amido aumentam sua disponibilidade e digestibilidade total, resultando em maior energia líquida para produção. Segundo o National Research Council (2001), o valor de NDT do grão de sorgo laminado a seco aumenta de 80,6% para 89,4%, quando submetido à floculação a vapor.

Alterações físicas no grão são obtidas principalmente por diferentes graus de moagem, que têm como efeito a redução no tempo de permanência do alimento no rúmen e o aumento da superfície de contato. Por outro lado, as alterações químicas do grão são resultantes do tratamento que envolve pressão e vapor, visando à gelatinização dos grânulos de amido, o que permite maior absorção de água e, conseqüentemente, melhor digestão enzimática.

O grão de sorgo, quando pouco processado, não apresenta resultado satisfatório, por não aumentar suficientemente a digestibilidade do amido. Entretanto, materiais excessivamente processados também prejudicam o desempenho animal, provavelmente por aumentarem os riscos de acidose ruminal (SANTOS, 2011). A intensidade do processamento pode ser avaliada pela densidade da partícula, de modo que, quanto mais processado, menor a densidade. Segundo Santos et al. (1997), a redução da densidade do sorgo laminado de 437 g/L para 283 g/L resultou em decréscimo linear na ingestão de matéria seca (MS), na digestibilidade da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), na produção de leite e no teor de gordura do leite.

SILAGEM DE GRÃO ÚMIDO DE SORGO

Atualmente, com a mudança nos conceitos sobre a eficiência do uso do amido pelos ruminantes, está comprovado melhor desempenho de animais alimentados com amido de alta degradação ruminal, e o aumento progressivo do processamento (quebra, esmagamento, moagem, extrusão e floculação dos grãos) favorece a digestão ruminal de amido, reduzindo seu fluxo para o intestino delgado (OWENS; ZINN; KIM, 1986; JOBIM; REIS, 2001).

Entretanto, diante do elevado custo dos processamentos industriais, floculação e extrusão, torna-se necessário avaliar novas alternativas de processamento e conservação dos grãos, a fim de minimizar o custo das rações. Assim, a ensilagem de grãos úmidos (Fig. 1) pode



Figura 1 - Ensilagem de grãos úmidos

Dimas A. Del Bosco

ser uma das poucas técnicas que consegue agrupar baixo custo com elevada qualidade nutricional ao longo do tempo de armazenamento. Isto porque resultados obtidos na avaliação da silagem de grãos úmidos de milho por períodos de armazenamento que variam entre 56 e 365 dias não revelaram alteração do valor nutricional (MADER et al., 1991; STOCK et al., 1991), fatos estes que viabilizam economicamente a técnica para grandes e pequenos produtores.

Inserido neste contexto, o sorgo destaca-se como alternativa na formulação de rações com baixo custo. Porém, para viabilizar sua utilização com eficiência similar à do milho, é necessário processar os grãos de sorgo antes de serem incorporados às rações, para o melhor aproveitamento do amido, tanto por ruminantes, quanto por monogástricos. Desse modo, a ensilagem de grãos úmidos de sorgo destaca-se como forma eficiente de conservação dos grãos destinados à alimentação animal pelo menor custo e melhor valor nutritivo.

Para tanto, é necessário que os grãos sejam moídos (Fig. 2) ou esmagados, para facilitar a compactação no interior do silo, uma vez que no processo de ensilagem de grãos deve-se fazer a fermentação

anaeróbia, utilizada na conservação de qualquer forrageira. A colheita deve ser realizada após a maturação fisiológica dos grãos, ocasião em que o teor de umidade destes está em torno de 30% (PASSINI et al., 2002b), com amplitude aceitável de 22% a 36% (COSTA; ARRIGONI; SILVEIRA, 1999). É nessa fase que os grãos apresentam máximo teor de amido, caracterizado pelo término da translocação de nutriente da planta aos grãos.

Como principais vantagens da ensilagem de grãos de cereais na alimentação animal, pode-se destacar a viabilidade econômica em relação aos grãos secos. Paris et al. (2012) verificaram que o custo por quilo da silagem de grão úmido de milho ficou em R\$ 0,19, enquanto que, se o produtor tivesse colhido este milho seco e armazenado na cerealista, teria um custo de R\$ 0,27 e, ainda, caso não tivesse produzido na propriedade e adquirido no varejo, custaria R\$ 0,53. Tal diferença pode ser atribuída ao fato de que a silagem de grão úmido dispensa a necessidade de etapas de limpeza e secagem dos grãos. Segundo Molin, Cardoso e Devilla (1999), essas etapas podem representar até 17,5% do custo de produção, além do pagamento de taxas de estocagem, Fundo de Assistência ao Trabalhador



Dimas A. Del Bosco

Figura 2 - Silagem de grãos moídos úmidos

Rural (Funrural) e transporte dos grãos até a cerealista. Conforme Voorsluys (1989), a viabilidade da silagem de grãos úmidos resulta em economia de 11,14% em relação aos grãos secos, considerando uma distância de 40 km a ser percorrida.

Outros pontos importantes são a possibilidade de antecipação na colheita da lavoura em três ou quatro semanas (KRAMER; VOORSLUYS, 1991), permitindo a maximização do uso da terra, bem como redução das perdas quantitativas, pelo menor tombamento de plantas, e qualitativas, pelo menor ataque de pássaros, fungos e insetos (BIAGI; SILVA; MARTINS, 1996). Isso, além da melhor conversão alimentar dos animais que recebem silagem de grãos úmidos, sejam ruminantes (MADER et al., 1991; STOCK et al., 1991; COSTA, 2001) sejam monogástricos (LOPES et al., 2001; SARTORI et al., 2002), refletindo menor custo de produção pela economia de alimentos.

Como desvantagem da técnica, pode-se destacar a falta de flexibilidade de comercialização em relação aos grãos secos. Além disso, os silos devem ser adequadamente dimensionados para evitar perdas após a abertura, visto que silagens de grãos úmidos estão sujeitas à rápida deterioração aeróbia (JOBIM et al., 1999).

Passini et al. (2002b) observaram que a silagem de grão úmido de sorgo pode substituir o milho seco triturado em dietas de novilhos superprecoces. O desempenho animal foi semelhante entre as fontes de amido, enquanto que as características da carcaça e a qualidade da carne (pelo aumento do rendimento de carcaça e do teor de extrato etéreo da carne) foram melhores nos animais alimentados com a silagem de grão úmido de sorgo.

Ainda em relação à ensilagem do grão com alta umidade, Igarasi et al. (2008ab) observaram que a utilização de grão úmido de sorgo, em relação ao grão úmido de milho, como principal ingrediente energético da dieta, não alterou o desempenho, as características físico-químicas das carcaças e a maciez da carne de bovinos jovens, em confinamento, alimentados com dieta de alto grão.

Desse modo, a utilização de silagem de grãos úmidos na alimentação animal pode contribuir significativamente para melhorar a produtividade do sistema pecuário, principalmente por reduzir os custos com a alimentação, um dos principais gargalos da cadeia produtiva.

DESEMPENHO ANIMAL

O milho é o principal cereal utilizado como alimento concentrado energético em

dietas formuladas para bovinos de leite e corte no Brasil. Diante dos elevados preços dos grãos de milho e da concorrência com outras atividades dependentes desse grão, bem como do aumento da demanda de alimentos, o emprego de ingredientes alternativos para compor a dieta passa a ser uma opção viável. Apesar de a produção ainda ser pequena, se comparada à do milho, o cultivo de sorgo tem-se tornado interessante, em virtude de sua maior resistência ao déficit hídrico e menor custo de produção. De modo geral, o preço do sorgo no mercado nacional tem girado em torno de 70% a 80% do preço do milho, tornando-o atrativo do ponto de vista econômico (PEDROSO; DANÉS, 2008).

Bovinos de corte

Apesar da grande vantagem de aproveitar alimentos fibrosos para alimentar os ruminantes, maiores inclusões de fontes de amido nas dietas de animais em terminação implicam em maior acúmulo de gordura na carcaça e, conseqüentemente, melhor qualidade da carne. O grão de sorgo também é um importante recurso energético que pode ser utilizado na alimentação dos ruminantes. Desse modo, a substituição do milho por sorgo em dietas de bovinos confinados na fase de terminação pode ser viável, dependendo da relação de preço entre esses dois grãos (SANTOS, 2011).

Em experimentos conduzidos no Brasil, o sorgo tem sido avaliado como suplemento para bovinos de corte, substituindo tanto o concentrado energético quanto parte do volumoso das dietas em alguns casos.

Ao revisar diversos artigos que avaliaram tipos de processamento do grão, o milho proporcionou, em média, menor consumo de MS (2,5%), maior ganho de peso (5,2%) e maior eficiência alimentar (7,6%) que o sorgo (SANTOS, 2011).

Clarindo (2006) avaliou a substituição do milho pelo sorgo em rações para bovinos de corte confinados em fase de terminação, sendo ambos os cereais submetidos ao

processo de moagem fina (partículas entre 1,0 e 1,2 mm). O consumo de MS (9,1 x 8,8 kg/dia), ganho de peso diário (1,38 x 1,29 kg/dia) e eficiência alimentar (0,153 x 0,146 kg/kg de MS) foram semelhantes entre animais alimentados com milho ou com sorgo finamente moído. Em relação às características da carcaça, como espessura de gordura subcutânea, também não houve diferença entre as fontes de amido. Esses resultados contrapõem à maioria dos dados revisados na literatura quando comparados milho e sorgo. Porém, esse autor chama a atenção para o fato de nesses experimentos não ter sido avaliado o sorgo submetido à moagem fina.

Ainda utilizando bovinos confinados para terminação, Faturi et al. (2002, 2003) estudaram a substituição do grão de sorgo pela aveia preta no concentrado, ambos submetidos à moagem. Segundo esses autores, as características da carcaça não foram influenciadas, porém houve uma redução linear no ganho de peso médio diário, à medida que aumentou o nível de substituição do grão de sorgo por aveia preta. O aumento do nível de inclusão de aveia preta na dieta reduziu a eficiência de transformação do alimento em ganho de peso, em razão do maior teor de FDN e da menor concentração de energia digestível do grão de aveia.

Menezes et al. (2009) avaliaram o emprego de silagem de planta inteira de milho e do grão de sorgo moído como suplemento (1,25% do peso vivo) no desempenho e nas características da carcaça e da carne em vacas de descarte mantidas sob pastejo restrito (2 horas por dia) em pasto de aveia + azevém. A silagem de milho como suplemento em pastagem de inverno cultivada melhorou a condição corporal de vacas de descarte, porém não alterou o desempenho e não modificou as características quantitativas e qualitativas da carcaça e da carne em relação ao grão de sorgo moído. Para esses autores, o grão de sorgo apresenta grande quantidade de amido, que pode ter resultado em queda do pH ruminal, fato este que limitaria o crescimento de bactérias celulolíticas.

Em experimento semelhante, com pastagem de inverno (aveia + azevém), Silveira et al. (2006) avaliaram o desempenho de novilhos não suplementados (pastejo de 4 horas) ou suplementados com silagem de planta inteira, silagem de grão úmido ou com grão seco de sorgo (pastejo de 2 horas + 1,0% do peso vivo com o suplemento). Os animais alimentados somente com pastagem de inverno obtiveram os maiores ganhos de peso vivo (525 g/dia), se comparados aos animais suplementados com silagem de planta inteira (282 g/dia). Os animais suplementados com grãos, tanto secos como na forma de silagem, obtiveram ganhos de peso intermediários (397 g/dia e 404 g/dia). Segundo esses autores, o uso de animais muito jovens, que apresentam maior exigência em proteína, pode ter influenciado nos resultados encontrados. O teor de PB da pastagem (18,2%) foi bastante superior ao dos suplementos, tendo sido obtidos valores de 5,1%; 6,4% e 6,2% para silagem de planta inteira, silagem de grão úmido e grão seco de sorgo, respectivamente.

O grão de sorgo apresenta alguns compostos secundários, como a presença de taninos, os quais possuem vantagens agrônomicas. Entretanto, há paralelamente desvantagens nutricionais, como o comprometimento do valor proteico das dietas para animais (DUODU et al., 2003).

Algumas cultivares de sorgo possuem elevadas concentrações de taninos nos grãos. Entre essas, destacam-se os taninos condensados, macromoléculas capazes de formar ligações com outras moléculas, como proteínas e carboidratos, resultando em um menor aproveitamento desses nutrientes pelos animais. A presença de taninos nas dietas dos animais está relacionada com alguns efeitos negativos, tais como a diminuição no consumo de MS e na digestibilidade da proteína, o aumento na perda de proteína endógena e a inibição da atividade microbiana (MAKKAR; BLUMMEL; BECKER, 1995).

Larraín et al. (2009) verificaram que bovinos alimentados com substi-

tuição total do milho da dieta por sorgo alto tanino (51,3 mg de tanino/g do grão) apresentaram menor ganho de peso diário (GPD) de, aproximadamente, 21% (1,86 x 1,47 kg/dia), o que refletiu em uma diferença no peso vivo final de 40 kg. Nesse estudo, a ingestão de MS dos animais alimentados com milho ou com sorgo alto tanino foi semelhante, indicando que o menor desempenho esteve associado a uma pior conversão alimentar, em virtude da presença do tanino.

Alguns trabalhos mostram os efeitos positivos dos taninos condensados, tais como a maior absorção de aminoácidos no intestino, a diminuição da perda de nitrogênio via urina e de endoparasitas (AERTS; BARRY; MCNABB, 1999; ATHANASIADOU et al., 2001).

Bovinos de leite

O grão de sorgo tem sido utilizado em dietas de bovinos de leite, principalmente em substituição ao milho, como a base energética de concentrados. Sua utilização é verificada em todas as categorias animais, desde bezerras a adultos, seja em confinamento, seja em regime de pastejo.

Almeida Júnior et al. (2008abc) conduziram uma sequência de trabalhos para avaliar os efeitos do fornecimento de milho ou sorgo nas formas de silagem de grão úmido inteiro ou de grão seco moído sobre o desempenho de bezerras holandeses destinados à produção de vitelos de carne rosa, desde o nascimento até o desaleitamento e deste até o abate. Em ambas as fases de crescimento dos animais, não houve efeito da fonte energética ou da forma de processamento sobre a altura de cernelha, a idade ao desaleitamento/abate, o GPD e a conversão alimentar. Entretanto, os custos por quilo de ganho de peso das rações concentradas contendo sorgo foram mais baixos do que os das rações concentradas formuladas com milho, com reduções de 4% e 6%, quando na forma de grão seco moído e silagem de grão úmido, respectivamente. Nos rendimentos de carcaça quente e fria, rendimentos de traseiro e

dos outros cortes também não foram verificados efeitos da composição das rações concentradas.

Em trabalho desenvolvido com vacas da raça Holandesa no início da lactação, Santos et al. (2000) avaliaram o balanço energético e respostas reprodutivas em função da suplementação com sorgo floculado ou milho laminado. Apesar de o escore de condição corporal médio das vacas não ter diferido entre as dietas, os animais que receberam sorgo floculado apresentaram menores perdas de escore corporal durante os primeiros 45 e 90 dias pós-parto, com tendência a aumentar o balanço energético. Este resultado estaria associado à maior digestibilidade aparente da matéria orgânica (MO) e do amido do sorgo floculado em comparação ao milho laminado (SANTOS et al., 1999). A população de folículos não foi alterada pela dieta. Porém, a melhoria na condição energética das vacas que receberam sorgo floculado pode ter sido responsável pelos maiores níveis de progesterona circulantes, situação imprescindível para a manutenção da gestação e redução de morte embrionária, problemas comuns em vacas de alta produção.

Na literatura, para vacas de alta produção, tem-se encontrado desempenho semelhante na suplementação com sorgo ou milho, no mesmo nível de processamento do grão (laminado ou floculado). Theurer et al. (1999) e Mitzner, Owen e Grant (1994) concluíram que o sorgo finamente moído pode substituir o milho moído ou laminado, mantendo o mesmo nível de produção das vacas, sem comprometimento na composição do leite, apesar da menor digestibilidade do amido. Segundo Chen et al. (1994), o sorgo laminado ou floculado pode substituir totalmente o milho com o mesmo processamento, sem ônus no consumo ou na digestibilidade, o que resulta em produções e composições do leite semelhantes entre vacas suplementadas com milho ou sorgo. Corroborando com esses resultados, Oliveira et al. (1993, 1995) e Santos et al. (1999) também não identificaram diferenças

na ingestão de MS, na produção de leite ou nos teores de gordura e proteína do leite, quando vacas, com média de 100 dias de lactação, foram suplementadas com milho laminado ou sorgo laminado ou floculado.

Por outro lado, Passini et al. (2002a) observaram uma queda linear da digestibilidade aparente total do amido, quando houve substituição do grão úmido de milho pelo de sorgo ensilado, nas proporções de 50% e 100% da dieta de vacas mestiças Holandês x Zebu não lactantes e não gestantes. Contudo, a condição fisiológica dos animais desse experimento (não lactante e não gestante) pode ter influenciado no resultado, visto que a resposta animal em função de determinado suplemento, neste caso o grão de sorgo, pode ser influenciada por múltiplos fatores, como nível de inclusão, relação volumoso:concentrado da dieta, grau de moagem, entre outros.

Pequenos ruminantes

O grão de sorgo também tem sido utilizado na alimentação de pequenos ruminantes. Cabral Filho (2004), ao trabalhar com sorgo grão com e sem tanino em rações para ovinos, verificou que as dietas formuladas a partir das cultivares com taninos promoveram menor balanço de nitrogênio, embora não tenham sido identificadas reduções nas concentrações de nitrogênio microbiano no duodeno. Grãos com teores de taninos maiores do que 1% podem diminuir a digestibilidade de metionina, aminoácido limitante ao desenvolvimento de aves e suínos. Entretanto, não acarreta problemas nutricionais aos ruminantes, pois o efeito antinutricional é amenizado pela ação dos microrganismos do rúmen. Todavia, alguns estudos têm demonstrado variações na retenção de nitrogênio, na absorção de aminoácidos e no consumo de MS desses animais.

Ítavo et al. (2006), ao trabalharem com diferentes fontes de concentrado para ovinos em terminação (grãos de milho e sorgo, secos ou ensilados úmidos) e diferentes relações volumoso:concentrado

(50:50 e 30:70), verificaram que os grãos de sorgo proporcionaram maiores valores de ganho de peso aos animais (232,30 x 189,40 g/dia), independentemente do processamento. Segundo esses autores, na proporção volumoso:concentrado de 50:50, as silagens de grãos de milho e de sorgo proporcionaram ganho de peso e conversão alimentar melhores em ovinos jovens terminados em confinamento que aquelas contendo grãos secos. Já em dietas com proporção volumoso:concentrado de 30:70, os grãos de sorgo secos proporcionaram melhor conversão alimentar que os grãos de milho secos e as silagens de grãos úmidos (independentemente da cultura).

Ítavo et al. (2009) não encontraram diferença significativa no consumo e na digestibilidade aparente total de nutrientes em ovinos alimentados com feno e silagem de grãos úmidos de sorgo em substituição à silagem de grãos úmidos de milho, na relação de 40% de feno e 60% de silagem de grão úmido.

Em face das características do sorgo grão, seu uso pode ser feito na nutrição de pequenos ruminantes. Contudo, fatores ligados a preço e disponibilidade devem ser considerados, bem como questões relacionadas com a qualidade nutricional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O grão de sorgo moído tem potencial para substituir o milho em dietas de ruminantes, sem alterações no metabolismo animal ou no desempenho produtivo, e ainda pode proporcionar ganhos em termos econômicos, sendo que a sua utilização dependerá da oferta e do preço.

Os diferentes métodos de processamento aumentam significativamente o aproveitamento do grão de sorgo pelos ruminantes, melhorando o seu valor nutricional. Assim, a decisão do processamento ou não do grão e do método a ser utilizado deve levar em consideração o custo que isso representará na atividade e qual a melhoria que este processamento proporcionará à utilização dos nutrientes do grão.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, C.A.; NOVELLIE, L.; LIEBENBERG, N.V.D.W. Biochemical properties and ultrastructure of protein bodies isolated from selected cereals. **Cereal Chemistry**, v.53, n.1, p.1-12, jan./fev. 1976.
- AERTS, R.J.; BARRY, T.N.; MCNABB, W.C. Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, London, v.75, n. 1/2, p.1-12, Aug. 1999.
- ALMEIDA JÚNIOR, G.A. de et al. Características de carcaças e dos componentes não-carcaça de bezerros holandeses alimentados após o desaleitamento com silagem de grãos úmidos ou grãos secos de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.37, n.1, p.157-163, jan. 2008a.
- ALMEIDA JÚNIOR, G. A. de et al. Desempenho de bezerros holandeses alimentados após o desaleitamento com silagem de grãos úmidos ou grãos secos de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.37, n.1, p.148-156, 2008b.
- ALMEIDA JÚNIOR, G. A. de et al. Desempenho de bezerros holandeses alimentados até o desaleitamento com silagem de grãos úmidos ou grãos secos de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.37, n.1, p.140-147, jan. 2008c.
- ANGLANI, C. Sorghum endosperm texture: a review. **Plant Foods for Human Nutrition**, Walford, v.52, n.1, p.67-76, Mar. 1998.
- ANTUNES, R.C. et al. Composição bromatológica e parâmetros físicos de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.5, p.1351-1354, out. 2007.
- ATHANASIADOU, S. et al. Direct anthelmintic effects of condensed tannins towards different gastrointestinal nematodes of sheep: in vitro and in vivo studies. **Veterinary Parasitology**, Liverpool, v.99, n. 3, p.205-219, Aug. 2001.
- BIAGI, J.D.; SILVA, L.O.N.; MARTINS, R.R. Importância da qualidade dos grãos na alimentação animal. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL; SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1996. p.21-45.
- BOLETIM INFORMATIVO DO SETOR. São Paulo: SINDIRAÇÕES - Setor de Alimentação Animal, maio 2013. 8p. Disponível em: <http://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2013/05/boletim-informativo-do-setor_maio-2013_versao_portugues-final.pdf>. Acesso em: 10 out. 2013.
- CABRAL FILHO, S.L.S. **Efeito do teor de tanino do sorgo sobre a fermentação ruminal e parâmetros nutricionais de ovinos**. 2004. 77p. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- CHANDRASHEKAR, A.; MAZHAR, H. The biochemical basis and implications of grain strength in sorghum and maize. **Journal of Cereal Science**, London, v.30, n.3, p.193-207, Nov. 1999.
- CHEN, K.H. et al. Effect of steam flaking of corn and sorghum grains on performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, New York, v.77, n.4, p.1038-1043, Apr. 1994.
- CLARINDO, R.L. **Fontes energéticas e proteicas para bovinos confinados em fase de terminação**. 2006. 61f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- COSTA, C. **Valor alimentício e aspectos econômicos de volumosos e de grãos de milho ensilados e secos no confinamento de bovinos criados no sistema superprecoce**. 2001. 69f. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2001.
- COSTA, C.; ARRIGONI, M.D.B.; SILVEIRA, A.C. Silagem de grãos úmidos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p.69-87.
- DUODU, K.G. et al. Factors affecting sorghum protein digestibility. **Journal of Cereal Science**, London, v.38, n.2, p.117-131, Sept. 2003.
- FATURI, C. et al. Características de carcaça e da carne de novilhos de diferentes grupos genéticos alimentados em confinamento com diferentes proporções de grão de aveia e grão de sorgo no concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.31, n.5, p.2024-2035, set./out. 2002.
- FATURI, C. et al. Grão de aveia preta em substituição ao grão de sorgo para alimentação de novilhos na fase de terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.32, n.2, p.437-448, mar./abr. 2003.
- GUALTIERI, M.; RAPACCINI, S. Sorghum grain in poultry feeding. **World's Poultry Science Journal**, Shaftesbury, v.46, n. 3, p.246-254, Nov. 1990.
- HERRERA-SALDANA, R.E.; HUBER, J.T.; POORE, M.H. Dry matter, crude protein, and starch degradability of five cereal grains. **Journal of Dairy Science**, New York, v.73, n.9, p.2386-2393, Sept. 1990.
- HUNTINGTON, G. B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, n.3, p.852-867, Mar. 1997.
- IGARASI, M.S. et al. Características de carcaça e parâmetros de qualidade de carne de bovinos jovens alimentados com grãos úmidos de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.37, n.3, p.520-528, mar. 2008a.
- IGARASI, M.S. et al. Desempenho de bovinos jovens alimentados com dietas contendo grão úmido de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 3, p. 513-519, mar. 2008b.
- ÍTAVO, C.C.B.F. et al. Consumo e digestibilidade de nutrientes de dietas com silagens de grãos úmidos de milho ou sorgo, em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.61, n.2, p.452-459, abr. 2009.
- ÍTAVO, C.C.B.F. et al. Efeitos de diferentes fontes de concentrado sobre o consumo e a produção de cordeiros na fase de terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.35, n.1, p.139-146, jan./fev. 2006.
- JOBIM, C.C.; REIS, R.A. Produção e utilização de silagem de grãos úmidos de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p. 912-927.
- JOBIM, C.C. et al. Desenvolvimento de microorganismos durante a utilização de silagens de grãos úmidos de milho sem brácteas. **Acta Scientiarum**. Animal sciences, Maringá, v.21, n.3, p.671-676, mar. 1999.

- KRAMER, J.; VOORSLUYS, J.L. Silagem de milho úmido, uma opção para gado leiteiro. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1991. p.257-261.
- LARRAÍN, R.E. et al. Finishing steers with diets based on corn, high-tannin sorghum, or a mix of both: feedlot performance, carcass characteristics, and beef sensory attributes. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.87, n.6, p.2089-2095, June 2009.
- LOPES, A.B.R. de C. et al. Silagem de grãos úmidos de milho para suínos nas fases de crescimento e terminação. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.58, n.2, p.191-200, 2001.
- MADER, T.L. et al. Type and mixtures of high-moisture corn in beef cattle finishing diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.69, n.9, p.3480-3486, Sept. 1991.
- MAKKAR, H.P.S.; BLÜMMEL, M.; BECKER, K. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implication in gas production and true digestibility in vitro techniques. **British Journal of Nutrition**, London, v.73, n.6, p.897-913, June. 1995.
- MENEZES, L. F. G. et al. Silagem de milho e grão de sorgo como suplementos para vacas de descarte terminadas em pastagem cultivada de estação fria. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 1, p. 182-189, fev. 2009.
- MITZNER, K.C.; OWEN, F.G.; GRANT, R.J. Comparison of sorghum and corn grains in early and midlactation diets for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, New York, v.77, n.4, p.1044-1051, Apr. 1994.
- MOLIN, L.; CARDOSO, E.G.; DEVILLA, I.A. Custo de secagem e armazenamento: parte II - milho, safra, 1998. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPeL, 1999. CD-ROOM.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed. rev. Washington: National Academy, 2001. 381p.
- OLIVEIRA, J.S. et al. Effect of sorghum grain processing on site and extent of digestion of starch in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, New York, v.78, n.6, p.1318-1327, June 1995.
- OLIVEIRA, J.S. et al. Influence of sorghum grain processing on performance of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, New York, v.76, n.2, p.575-581, Feb. 1993.
- OWENS, N.F.; ZINN, R.A.; KIM, Y.K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.63, n.5, p.1634-1648, Nov. 1986.
- PARIS, M.D. et al. Viabilidade econômica da silagem de grão úmido de milho ou grão seco de milho vacas em lactação. In: CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UTFPR, 2., 2012, Dois Vizinhos. [**Anais...** Curitiba: UTFPR, 2012].
- PASSINI, R. et al. Digestibilidade de dietas a base de grão úmido de milho ou de sorgo ensilados. **Acta Scientiarum**. Animal sciences, Maringá, v.24, n.4, p.1147-1154, abr. 2002a.
- PASSINI, R. et al. Silagem de grãos úmidos de milho e de sorgo e níveis protéicos sobre desempenho e características da carcaça de novilhos superprecoceos. **Acta Scientiarum**. Animal sciences, Maringá, v.24, n.4, p.1133-1140, abr. 2002b.
- PEDROSO, A.M.; DANÉS, M.A.C. Estratégias para redução dos custos da suplementação com concentrados. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 6., 2008, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2008. p. 83-244.
- ROONEY, L.W.; PFLUGFELDER, R.L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.63, n.5, p.1607-1623, Nov. 1986.
- SANTOS, F.A.P. Processamento de grãos e uso de subprodutos para bovinos confinados. In: CONGRESSO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 10., 2011, Campo Grande. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2011. p.107-134. 1 CD-ROM.
- SANTOS, F.A.P. et al. Response of lactating dairy cows to various densities of sorghum grain. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, n. 6, p.1681-1685, June 1997.
- SANTOS, J.E.P. et al. Effects of grain processing and bovine somatotropin on metabolism and ovarian activity of dairy cows during early lactation. **Journal of Dairy Science**, New York, v.83, n.5, p.1004-1015, May 2000.
- SANTOS, J.E.P. et al. Performance and nutrient digestibility by dairy cows treated with bovine somatotropin and fed diets with steam-flaked sorghum or steam-rolled corn during early lactation. **Journal of Dairy Science**, New York, v.82, n. 2, p.404-411, Feb. 1999.
- SARTORI, J.R. et al. Silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.7, p.1009-1015, jul. 2002.
- SECKINGER, H.L.; WOLF, M.J. Sorghum protein ultrastructure as it relates to composition. **Cereal Chemistry**, v.50, n.4, p.455-465, July/Aug. 1973.
- SILVEIRA, M.F. da et al. Ganho de peso e fermentação ruminal em novilhos mantidos em pastagem cultivada de clima temperado e recebendo diferentes suplementos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.3, p.898-903, jun. 2006.
- STOCK, R. A. et al. High-moisture corn utilization in finishing cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.69, n.4, p.1645-1656, Apr. 1991.
- THEURER, C.B. et al. Invited review: summary of steam-flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, New York, v.82, n. 9, p.1950-1959, Sept. 1999.
- VALADARES FILHO, S. de C. et al. (Ed.). **CQBAL 3.0**: tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. Viçosa, MG: UFV, 2013. Disponível em: <www.ufv.br/cqbal>. Acesso em: 8 out. 2013.
- VOORSLUYS, J.L. Viabilidade da silagem de milho úmido. **Journal da Dirat**, n.69, p.9, 1989.
- WALL, J.S. Cereal proteins. In: SCHULTZ H.W.; ANGLEMIER, A.F. **Proteins and their reactions**. Westport: AVI, 1964. p. 315-341.

Sorgo granífero: manejo, colheita e armazenamento

Carlos Juliano Brant Albuquerque¹

Evandro Chartuni Mantovani²

Cícero Beserra de Menezes³

Flávio Dessaune Tardin⁴

Rogério Soares de Freitas⁵

André May⁶

César Henrique Souza Zandonadi⁷

Resumo - O sorgo é conhecido por seu uso versátil, robustez da planta, estabilidade de rendimento e adaptabilidade à ampla faixa de condições edafoclimáticas, como seca e salinidade, as quais são limitantes para a produção de outros cereais. O cultivo do sorgo tem contribuído para a oferta sustentável de alimentos de boa qualidade e baixo custo para alimentação animal. Atualmente, o produto tem liquidez para o agricultor e grande vantagem comparativa para a indústria, que, cada vez mais, procura alternativas para compor suas rações com qualidade e menor custo. Apresentam-se aspectos relacionados com a época de semeadura, escolha de cultivares, regulagem da semeadora, espaçamento e população de plantas, além da colheita e armazenamento dos grãos.

Palavras-chave: *Sorghum*. Grão. Cultivar. Produtividade. Safrinha. Sucessão. Semeadura. Semeadora. Colheita. Armazenamento.

INTRODUÇÃO

O sorgo granífero vem ocupando mais espaço como grão alimentar na formulação de rações, em substituição ao milho. Uma das grandes vantagens dessa cultura é sua adaptação à seca e a altas temperaturas, podendo ser cultivada em regiões onde o volume de chuvas não permite sucesso com lavouras de milho, como o Semiárido nordestino ou safrinha tardia no Cerrado.

Por possuir característica de adaptação à seca, o uso do sorgo granífero ocorre com maior intensidade na Região Centro-Oeste do Brasil, onde é cultivado na safrinha, em sucessão à soja. A crescente importância da safrinha ou segunda safra na Região

Central do País fez com que o sorgo assumisse grande importância, por representar menor risco de perdas, quando comparado ao milho, além de propiciar bom aporte de carbono para formação de palha para plantio direto na safra seguinte.

Além dos aspectos fisiológicos do sorgo, do ponto de vista econômico sua importância aumenta, principalmente quando ocorre escassez do milho no mercado. Em consequência, ocorre majoração no preço do milho, afetando os custos da alimentação animal e elevando a demanda pelo sorgo nas empresas de rações, pois seu valor de mercado, geralmente, é 20% menor quando comparado ao milho.

ESCOLHA DE CULTIVARES

A expansão na área cultivada com sorgo no Brasil nos últimos anos despertou o interesse de empresas de sementes. Assim, surgiram novos programas de melhoramento por empresas públicas e privadas e aumento dos investimentos naqueles já existentes. Para a safra de 2013/2014, essas empresas disponibilizam mais de 36 híbridos de sorgo granífero (Quadro 1), além de cultivares para silagem, corte e pastejo.

Apesar de ser uma cultura autógama, com baixas taxas de fecundação cruzada, o sorgo apresenta heterose para produtividade, fato que, com a descoberta da

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

²Eng^o Agr^o, Ph.D., Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, e-mail: evandro@cnpmis.embrapa.br

³Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, e-mail: cicero.menezes@embrapa.br

⁴Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, e-mail: flavio.tardin@embrapa.br

⁵Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. Científico IAC, Votuporanga-SP, e-mail: freitas@apta.sp.gov.br

⁶Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, e-mail: andre.may@embrapa.br

⁷Eng^o Agr^o, Bolsista FAPEMIG/Mestrando UFU - Instituto de Ciências Agrárias, Uberlândia-MG, e-mail: cesarzandonadi@yahoo.com.br

QUADRO 1 - Principais híbridos de sorgo granífero disponíveis para a comercialização na safra 2013/2014

Híbrido	Ciclo	Empresa
BRS 310	Precoce	Embrapa
BRS 330	Médio	Embrapa
BRS 332	Médio	Embrapa
1G 100	Superprecoce	Dow AgroSciences
1G 220	Precoce	Dow AgroSciences
1G 244	Precoce	Dow AgroSciences
1G 282	Precoce	Dow AgroSciences
50 A 10	Superprecoce	Morgan
50 A 50	Superprecoce	Morgan
50 A 70	Superprecoce	Morgan
AGN 8040	Superprecoce	Agromen
Agromen 70 G 35	Precoce	Agromen
AG 1040	Precoce	Agrocere/Monsanto
AG 1060	Precoce	Agrocere/Monsanto
AG 1080	Médio	Agrocere/Monsanto
AS 4610	Precoce	Agroeste/Monsanto
AS 4615	Precoce	Agroeste/Monsanto
AS 4625	Precoce	Agroeste/Monsanto
AS 4639	Médio	Agroeste/Monsanto
DKB 540	Precoce	Dekalb/Monsanto
DKB 550	Precoce	Dekalb/Monsanto
DKB 590	Precoce	Dekalb/Monsanto
Esmeralda	Precoce	Semeali
Ranchero	Semiprecoce	Semeali
A 6304	Precoce	Semeali
XB 6022	Precoce	Semeali
A 9902	Precoce	Semeali
BM 737	Precoce	Hélix
SHS 410	Precoce	Hélix
Buster	Precoce	Atlântica
Bravo	Superprecoce	Atlântica
MR 43	Superprecoce	Atlântica
Fox	Superprecoce	Atlântica
A 9721 R	Superprecoce	Nidera
A 9735 R	Precoce	Nidera
A 9941 W	Precoce	Nidera

FONTE: Informações de empresas produtoras de sementes.

macho-esterilidade, permitiu o desenvolvimento do mercado de sementes híbridas do sorgo. Os híbridos de sorgo são produzidos pelo cruzamento entre uma linhagem macho-estéril e uma linhagem fértil restauradora da fertilidade.

Apesar dos aumentos observados na produtividade das lavouras brasileiras, a média nacional de rendimento dos híbridos de sorgo encontrados no mercado está muito aquém do potencial. Experimentos demonstram que a produtividade desses

híbridos pode ultrapassar a 10 t/ha e 7 t/ha, respectivamente, em condições favoráveis no verão e em plantios de sucessão (SANTOS; CASELA; WAQUIL, 2005).

A escolha certa da cultivar é o primeiro passo para obtenção de altas produtividades. Todas as empresas de melhoramento genético fazem ensaios de valor de cultivo e uso (VCU), antes de registrar suas cultivares no MAPA. Portanto, o produtor deve estar atento para comprar sementes de empresas idôneas, bem consolidadas, que já tenham mais tempo de pesquisa e teste de suas cultivares na região.

No Quadro 1, para exemplificar, são informados os nomes dos principais híbridos de sorgo granífero disponíveis para a safra 2013/2014.

Na escolha do híbrido, principalmente para o plantio em sucessão, devem ser observadas as seguintes características: alta produtividade de grãos, tolerância ao estresse hídrico e ao alumínio (Al), resistência a doenças foliares, porte entre 1,00 e 1,50 m, ausência de tanino, resistência ao acamamento e ao quebraamento, ciclo precoce a médio.

O produtor deve evitar plantar híbrido desconhecido. Todos os anos, deve reservar uma pequena área para plantio de novos híbridos, para ir conhecendo a cultivar e testando sua adaptação ao sistema de cultivo.

Considerando-se o risco inerente ao sistema de plantio em sucessão, principalmente com a ocorrência de doenças e deficiência hídrica, recomenda-se que o produtor utilize uma combinação de cultivares, iniciando seu plantio com aquelas de maior teto produtivo, que geralmente possuem ciclo mais tardio, e finalizando com as mais precoces. O plantio de mais de um híbrido reduz o risco de perda de produtividade pelo surgimento de novas doenças ou raças de fungos, reduzindo a vulnerabilidade genética da cultivar.

Os híbridos expressam a produtividade máxima na primeira geração, sendo necessária a aquisição de sementes todos os anos. O plantio de sementes da segunda

geração (F2) proporcionará redução na produtividade, dependendo do híbrido, de 15% a 40% e grande variação entre plantas com efeito negativo na qualidade do produto. Portanto, não é recomendável a utilização de sementes F2 para cultivo de sorgo.

ÉPOCA DE SEMEADURA

De origem tropical, o sorgo é caracterizado pelas altas taxas fotossintéticas. Quando comparado ao milho, o sorgo exige clima quente, para atingir seu potencial de produção. A temperatura do ar ótima para o desenvolvimento da cultura varia com a cultivar. A maioria dos materiais genéticos de sorgo requer temperaturas superiores a 21 °C para um bom crescimento e desenvolvimento, não suportando, normalmente, temperaturas abaixo de 16 °C. Temperaturas superiores a 38 °C também reduzem a produtividade (MAGALHÃES; DURÃES; RODRIGUES, 2003). Temperaturas baixas, na ocasião da semeadura e do florescimento, prejudicam a produtividade dos grãos, em decorrência do atraso na germinação e da maior incidência da doença açucarada nas panículas. Esse fato justifica a inviabilidade do uso do sorgo safrinha em regiões frias no Brasil.

Nas regiões de Cerrado, o sorgo grânifero é mais utilizado na segunda safra ou safrinha. Fatores como o volume e a frequência de chuvas costumam ser oscilantes, reduzindo a probabilidade do adequado atendimento da demanda hídrica para a maioria das culturas. Nesse caso, recomenda-se a semeadura logo após a colheita da soja. Em regiões do Semiárido, recomenda-se o plantio no início da estação chuvosa.

A semeadura deve coincidir com boas precipitações, para melhor estabelecimento da cultura. Além disso, a ocorrência de déficits hídricos, principalmente na fase de florescimento e de enchimento de grãos, pode provocar redução acentuada na produção. Assim, quanto mais precoces forem as semeaduras, menores serão os riscos climáticos. A implantação do sorgo safrinha no final do período chu-

voso deixa o agricultor na expectativa de ocorrência de déficit hídrico durante o ciclo da cultura. Assim, toda estratégia de manejo de solo deve levar em consideração maior quantidade de água disponível para as plantas. Espera-se que a área já tenha sido descompactada ou corrigida antes da implantação do cultivo da primeira safra. Dessa forma, sempre que possível, deve-se optar pelo Sistema Plantio Direto (SPD), que oferece maior rapidez nas operações, principalmente no plantio realizado simultaneamente à colheita, permitindo a semeadura mais cedo.

Para redução dos riscos climáticos, no site do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), são informadas as melhores épocas de semeadura do sorgo para as diversas regiões do Brasil. É possível visualizar o calendário para o plantio, considerando-se o tipo de solo e a cultivar em diversos municípios do Brasil (BRASIL, 2013).

REGULAGEM DA SEMEADORA

Problemas de redução na densidade de plantio são comuns em SPD, onde podem ocorrer áreas com excesso de palha, palhada maldistribuída e solos com altos teores de umidade, além de causar, ainda, emergência desuniforme e atraso no desen-

volvimento inicial. Por esses problemas, e também por causa do ataque de pragas e incidência de doenças, recomenda-se colocar cerca de 10% de sementes a mais na semeadora.

Várias marcas e modelos de semeadoras-adubadoras estão disponíveis hoje no mercado brasileiro. Esses equipamentos basicamente utilizam os seguintes sistemas de distribuição de sementes:

- a) pratos ou discos: usam-se discos rotativos perfurados (Fig. 1), que devem ser trocados conforme as dimensões das sementes e a quantidade a ser distribuída no solo. Exigem também regulagem na rotação, conforme a velocidade de deslocamento da máquina;
- b) dedinhos: caracterizam-se por um disco, onde se fixa uma série de pequenas chapas curvas, pivotadas, que, sob o efeito de molas, ao mergulhar dentro do leito de sementes, fecham-se, prendendo uma única semente, elevando-a até a cavidade de distribuição. É mais utilizado para sementes graúdas;
- c) pneumático: opera também com discos dosadores perfurados rotativos, nos quais as sementes aderem em cada furo, pelo vácuo criado por



Figura 1 - Discos rotativos perfurados usados na semeadura do sorgo

uma corrente de ar que os atravessa, causando a sucção de um ventilador, sendo as sementes liberadas quando o vácuo é neutralizado.

As semeadoras podem ser classificadas em dois tipos com relação à regulagem, sendo máquinas com caixa de regulagem (engrenagens) e discos ou pratos, e máquinas com somente discos ou pratos.

Essas semeadoras possuem manual de instrução que indica o número de sementes distribuídas para cada tipo de disco e cada regulagem. Para as máquinas sem caixa de regulagem, basta escolher o disco com as características mais próximas do desejado e testá-lo de duas maneiras:

- a) rodando com a semeadora no chão e depois medindo o número de sementes por metro linear;
- b) com a semeadora levantada (Fig. 2), fazer girar a roda motriz, por exemplo, dez vezes e recolher as sementes. Nesse caso, é preciso medir o diâmetro da roda para calcular o seu perímetro, a saber:

Número de giros = 10

Número de sementes recolhidas = 350

Diâmetro da roda (d) = 0,83 m

Perímetro da roda (p) = $\pi \cdot d$

$$p = 3,1416 \cdot 0,83 \text{ m} = 2,60 \text{ m}$$

$$\text{Distância percorrida: } 2,60 \text{ m} \cdot 10 = 26 \text{ m}$$

$$\text{Número de sementes por metro} = 350/26 = 13,42 \text{ sementes}$$

Se o número de sementes encontrado não é satisfatório, testar outro disco (máquina sem caixa de engrenagem) ou mudar a relação de engrenagens (máquina com caixa de engrenagem). É comum não encontrar à disposição o disco ideal para plantio. Nesse caso, a solução é furar um disco virgem e adaptá-lo para a densidade de plantio desejada (MANTOVANI, 2012).

Espaçamento e população

O sorgo é uma das espécies de importância agrícola que apresenta 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. Em condições não estressantes, a fotossíntese é afetada não só pela quantidade de luz fotossinteticamente ativa e pela proporção dessa luz interceptada pela estrutura do dossel, como também pela distribuição ao longo do dossel (MAGALHÃES; DURÃES; RODRIGUES, 2003).

O arranjo ideal de plantas é determinado pelo espaçamento entre fileiras e pela quantidade de plantas nas linhas capazes de explorar, de maneira mais eficiente, os

recursos naturais e insumos fornecidos pelo agricultor. Isso pode variar em função de diversos fatores, dos quais se destacam as condições ambientais prevalentes no local de cultivo (ALBUQUERQUE et al., 2011).

A recomendação de densidade para o sorgo granífero em condição de maior restrição hídrica (safrinha ou semiárido) está na faixa de 140 mil plantas por hectare. A quantidade de sementes que está sendo distribuída por metro linear, durante o processo de regulagem das semeadoras, pode ser verificada, à medida que a semeadora caminha no solo compactado. Entretanto, durante a operação de semeio, é necessário conferir a distribuição dentro do sulco, retirando-se o solo na linha de semeadura e conferindo a profundidade de semeio e distribuição das sementes por metro. O sorgo, de forma geral, necessita ser semeado raso (2 a 3 cm de profundidade). Juntamente com essa densidade, está relacionado o espaçamento entre fileiras.

No Brasil, esse espaçamento é muito variável, apresentando-se a tendência de utilizar cada vez mais os espaçamentos reduzidos, por razões como o aumento no rendimento de grãos e por propiciar uma distribuição melhor de plantas na área, aumentando a eficiência na utilização de luz solar, água e nutrientes (ALBUQUERQUE et al., 2011; ALBUQUERQUE; CAMARGO; SOUZA, 2013).

Para aproveitamento dos implementos nas propriedades rurais e maior agilidade na regulagem das semeadoras, comumente os produtores utilizam o mesmo espaçamento adotado para soja, que varia entre 45 e 50 cm. Portanto, ao escolher o melhor arranjo de semeadura, deve-se levar em consideração o maquinário disponível na propriedade.

A possibilidade da utilização de espaçamentos mais estreitos, além de afetar positivamente a produtividade de grãos, influencia no melhor controle de plantas daninhas e na redução da erosão, em consequência do efeito da cobertura antecipada da superfície do solo. Em experimento conduzido em Jaíba, MG, os espaçamentos



Carlos Juliano Brant Albuquerque

Figura 2 - Giro da roda motriz para contagem de sementes

de 25 cm entre fileiras propiciaram maiores produtividades de grãos, influenciando os teores de nitrogênio (N) e enxofre (S) exportados para palhada e os teores de cálcio (Ca) e N exportados para os grãos do sorgo granífero (ALBUQUERQUE; CAMARGO; SOUZA, 2013). Esses resultados corroboram com os obtidos por Baumhardt e Howell (2006), Lopes et al. (2005) e Stichler, McFarland e Coffman (1997), segundo os quais as maiores produtividades do sorgo granífero foram verificadas nos menores espaçamentos. É importante destacar que a população não deve exceder os limites indicados em função da redução do espaçamento.

Mantendo-se a densidade de plantas constante, a redução no espaçamento entre linhas aumenta a distância entre plantas na linha de semeadura, proporcionando um arranjo mais equidistante dos indivíduos nas áreas de cultivo, contribuindo, dessa forma,

para a melhor interceptação da radiação solar. A utilização de espaçamentos reduzidos também apresenta outras vantagens, tais como: redução da quantidade de água perdida por evaporação, em função do rápido sombreamento do solo, e melhoria da distribuição do sistema radicular, por causa do arranjo mais equidistante, favorecendo a melhor absorção de água e nutrientes.

COLHEITA

A colheita mecânica do sorgo deve ser planejada adequadamente, como parte de uma série de atividades no sistema de produção que estão interligadas, para obter um grão colhido de qualidade, com porcentagem mínima de perdas e com alta eficiência operacional da colhedora (Fig. 3). Para tanto, a atividade de colheita deve ser integrada ao sistema de produção, devendo-se planejar todas as fases,

para que o grão colhido apresente bom padrão de qualidade. Considera-se que o planejamento das diferentes fases, desde a implantação da cultura até o transporte, secagem e armazenamento dos grãos, tem de estar diretamente sintonizado.

Para melhor escoamento da safra depois de colhida, alguns aspectos devem ser levados em consideração desde o planejamento de instalação. Num sistema de produção em que, por exemplo, o sorgo vai começar a ser colhido com o teor de umidade superior a 14%, há necessidade de atentar para alguns pontos decisivos:

- área total plantada (ha) e data de plantio de cada gleba;
- produtividade de cada gleba (kg/ha);
- número de dias disponíveis para a colheita;
- número de colhedoras;
- número de carretas graneleiras;
- velocidade da colheita (km/h);
- número de horas de colheita/dia;
- teor de umidade do grão (%);
- capacidade do secador (kg/h);
- capacidade do silo de armazenamento (t).

A decisão do ponto ideal para colheita depende do tipo e da finalidade de uso da cultivar de sorgo e das condições da infraestrutura do local de plantio. Por exemplo:

- na prática, a colheita poderá ser realizada a partir do ponto de formação da camada preta ou do ponto de maturação fisiológica, que significa perda de umidade ao longo do tempo. Entretanto, nessa fase, o grão está com alta umidade e requer secagem artificial;
- para a colheita de grãos, o ponto ideal está entre 14% e 17% de umidade, mas precisa de secagem artificial;
- sem recursos para secagem artificial, a recomendação de colheita deverá ser feita com a faixa de umidade entre 12% e 14%. Após a colheita, normalmente a umidade dos grãos do sorgo granífero sobe 1 a 1,5 ponto porcentual em relação à umidade da amostra sem detritos verdes.



Fotos: Bruna Nunes

Figura 3 - Colheita de grãos de sorgo na Fazenda Califórnia, município de Uberlândia, MG

Outro aspecto importante a se considerar no rendimento operacional da colhedora é o planejamento dos carregadores, para permitir melhor movimentação durante a colheita e o número de carretas graneleiras ou caminhões para descarga do grão, assim como o escoamento da colheita até o secador e/ou silo. Se a capacidade operacional do silo secador for menor que a capacidade de colheita, a colhedora não poderá continuar colhendo grãos de alta umidade, para evitar perdas. O mesmo ocorre em relação à parte de escoamento dos grãos colhidos, quando a distância das glebas até o silo secador é muito grande e o número de carretas graneleiras/caminhões não é suficiente ou foi mal dimensionado. Dessa forma, provavelmente o depósito da colhedora vai encher e não terá jeito de descarregar por falta de transporte.

Considerando-se que há um dimensionamento adequado da infraestrutura de apoio à máquina de colheita, carregadores planejados, carretas graneleiras em quantidade certa, silo secador de capacidade operacional para atender à capacidade de colheita, a colhedora deverá ser devidamente regulada para realizar uma colheita de qualidade. Para obter uma boa colheita, devem ser considerados os seguintes itens:

- a) regulagem do espaçamento entre cilindro e côncavo;
- b) velocidade de rotação do cilindro e o teor de umidade do grão;
- c) regulagem do molinete, distância e velocidade;
- d) regulagem das peneiras e ventilador;
- e) velocidade de colheita.

Regulagem do cilindro e côncavo x qualidade dos grãos

Para obter uma colheita de alta qualidade, a regulagem do conjunto formado pelo cilindro e o côncavo é primordial e pode ser chamada “coração” do sistema de colheita.

O cilindro adequado para a debulha do sorgo é o de barras. A distância entre o cilindro e o côncavo é regulada de acordo com a recomendação do fabricante e deve

ser de modo que o grão de sorgo seja trilhado sem ser quebrado e que não deixe grãos na panícula.

A rotação do cilindro é dependente do teor de umidade dos grãos e é regulada da seguinte forma:

- a) quanto mais úmidos, maior será a dificuldade de trilha, exigindo maior rotação do cilindro batedor;
- b) à medida que os grãos vão perdendo umidade, tornam-se mais quebradiços e mais fáceis de ser destacados, sendo necessário reduzir a rotação de trilha.

A regulagem de rotação por minuto (rpm) do cilindro e a abertura entre o cilindro e o côncavo são decisões entre a opção de perda e de grãos quebrados, sem nunca serem os dois fatores totalmente satisfatórios. Por exemplo, em caso de sementes, pode-se optar por uma perda maior, com menos grãos quebrados.

Pesquisas realizadas na Embrapa Milho e Sorgo com uma colhedora automotriz confirmam que, em teores de umidade mais altos, há maior dificuldade para destacar o grão da panícula, sendo recomendada colher com rotações na faixa entre 600 e 700 rpm. À proporção que os grãos vão secando no campo, as rotações mais baixas, 400 a 500 rpm, são recomendadas, pela facilidade de trilhar, além de reduzir risco de danificação mecânica na semente.

A verificação da regulagem do sistema de trilha deve ser feita em algumas partes da colhedora como:

- a) tanque graneleiro, para ver se há grãos quebrados;
- b) elevador da retrilha, para saber se há muito material voltando para o sistema de trilha;
- c) saída da máquina, a fim de verificar se está saindo grão preso à panícula.

Pontos de regulagens para redução das perdas

Além dos danos mecânicos, a colheita pode ser avaliada pelas perdas no campo, que servem como indicador para a regulagem da colhedora.

Existem quatro tipos de perdas:

- a) pré-colheita: ocorre no campo sem nenhuma intervenção da máquina de colheita e deve ser avaliada antes de iniciar-se a colheita mecânica. A pré-colheita auxilia na avaliação da cultivar sobre o problema de quebramento excessivo de colmo indicando ou não para colheita mecânica;
- b) panícula: perdas ocasionadas pela plataforma são as que causam maior preocupação, pelo efeito significativo sobre a perda total. Tem a sua origem na regulagem da máquina de colheita, mas, de maneira geral, estão relacionadas com:
 - adaptabilidade da cultivar à colhedora: uniformidade da altura das panículas, porcentagem de acamamento e de quebramento de plantas,
 - parâmetros inerentes à máquina de colheita: velocidade de deslocamento, altura da plataforma e regulagem do espaçamento entre molinete e barra de corte;
- c) grãos soltos: as perdas de grãos soltos e de grãos na panícula estão relacionadas com a regulagem da máquina. Além da regulagem, duas outras perdas ocorrem:
 - quando a máquina de colheita está chegando ao final da linha de plantio, recebe um fluxo menor de plantas e, com isso, trilha um pouco a panícula,
 - nas perdas por separação, ocorrem sobrecargas no saca-palha, as peneiras superior ou inferior ficam um pouco fechadas e o ventilador com rotação excessiva, além de sujeira nas peneiras, joga grãos para fora da máquina, na parte de trás;
- d) grãos na panícula: esse tipo de perda ocorre em função da regulagem do cilindro e do côncavo e apresenta como possíveis causas a grande folga entre o cilindro e o côncavo,

velocidade elevada de avanço da colhedora, baixa velocidade do cilindro de trilha, barras do cilindro tortas ou avariadas, o côncavo torto e existência de muito espaço entre as barras do côncavo.

Nos teores de umidade mais altos, testes da Finch, Mantovani e Reiss (1977) indicaram que a perda de grãos na panícula foi o que mais contribuiu para o aumento da perda total. Por isso, rotações mais altas (600 a 700 rpm) são mais indicadas. Já nos teores de umidade mais baixos, a perda de panículas após a colheita foi a maior responsável pelas perdas totais. E a rotação mais indicada está na faixa de 400 a 500 rpm.

A sugestão de colher o grão em um teor de umidade mais baixo, com secagem natural do sorgo no campo, apresenta vantagem para economizar energia. Entretanto, deixar a cultura por mais tempo no campo, permite o aumento significativo das plantas daninhas. Esse fato traz inúmeros problemas para a operação de colheita mecânica, como, por exemplo, o embuchamento das colhedoras com plantas daninhas, necessitando paradas sucessivas, com redução da capacidade operacional e impedimento do bom desempenho das máquinas.

Exemplo de cálculo para uso da colhedora

Considerando-se uma colhedora que trabalha a uma velocidade de 5 km/h, com plataforma de 3,6 m, em um campo cuja produtividade é de 6 mil kg/ha, a capacidade teórica (CT) de colheita é:

$$CT = \frac{(5.000 \text{ /h} \cdot 3,6 \text{ m})}{10.000 \text{ m}^2/\text{ha}} = 1,8 \text{ ha/h}$$

Se, no período de 1 hora, foi colhido 1,42 ha de sorgo, a eficiência de campo (EC) é igual a:

$$EC = \frac{1,42 \cdot 100}{1,8} = 80\%$$

No caso de colheita mecânica, são aceitáveis valores médios de EC entre 70% e 80% (MANTOVANI, 1987) ou, em outras palavras, 20% a 30% do tempo perdido em manobras, desembuchamento, consertos, dentre outros fatores.

Como as áreas a ser colhidas, de modo geral, apresentam produtividades (t/ha) desuniformes, é importante relacionar a capacidade efetiva de trabalho (CET) em t/h. De acordo com Hunt (1977), a capacidade efetiva de uma máquina em ha/h não é um indicador adequado para mostrar a eficiência das colhedoras.

Com a colhedora automotriz houve dificuldade em colher o sorgo, por infestação de plantas daninhas. A todo momento, precisava parar para desembuchar a máquina. Nessa circunstância, a colhedora colheu somente 1,00 ha/h, o que corresponde a uma EC de 55,5%, valor considerado abaixo do recomendado e aceitável para esse tipo de equipamento. A EC é igual a:

$$EC = \frac{1,0 \cdot 100}{1,8} = 55,5\%$$

Caso esteja trabalhando em dois locais diferentes, Campos A e B, com produtividades de 8 t/ha e 4 t/ha, respectivamente, e EC de 80%, o tempo necessário para colher o Campo B poderá ser menor, mas a quantidade colhida por tempo é maior no Campo A. Justifica-se, assim, a redução da velocidade de colheita, para evitar embuchamento.

Pode-se, então, fazer o seguinte cálculo de CET:

Campo A - velocidade 3 km/h:

$$CET = \frac{(3.000 \text{ m/h} \cdot 3,6 \text{ m} \cdot 0,8 \cdot 8.000 \text{ kg/ha})}{10.000 \text{ m}^2/\text{ha}} = 6.912 \text{ kg/h}$$

Campo B - velocidade 5 km/h:

$$CET = \frac{(5.000 \text{ m/h} \cdot 3,6 \text{ m} \cdot 0,8 \cdot 4.000 \text{ kg/ha})}{10.000 \text{ m}^2/\text{ha}} = 5.760 \text{ kg/h}$$

A eficiência dos conjuntos de colheita mecânica é medida em t/h e não em t/ha, como mostrado nos valores de CET dos Campos A e B. Em áreas de produção com produtividades altas, onde é necessária a redução da velocidade de trabalho para processar toda a massa e grão e evitar embuchamento, ainda assim há eficiência de colheita por hora excelente. Entretanto, a redução da EC recomendada para colheita mecânica, de 70% a 80% para 55,5% é preocupante, em decorrência dos custos operacionais envolvidos. Nessas circunstâncias, o agricultor tem que se preocupar com a limpeza dos campos de produção, evitando-se a infestação de plantas daninhas e tendo um bom planejamento da infraestrutura de suporte à colheita.

ARMAZENAMENTO

Nessa etapa, os grãos são acondicionados com o objetivo de conservá-los para posterior consumo ou comercialização. No armazenamento, é de extrema importância que as características físico-químicas, nutricionais, sensoriais e biológicas da semente sejam preservadas ao máximo. As sementes podem ser armazenadas com produtos químicos que ajudam não só na conservação dessas características e no combate contra pragas de grãos armazenados, como também no caso de germinação dessas sementes no campo.

Vanin et al., (2011) encontraram efeito benéfico em sementes de sorgo armazenadas com o inseticida fipronil e fipronil + tiametoxan que promoveram maior emergência de plântulas.

O armazenamento dessas sementes pode ser feito em:

- a) armazém: deve possuir boa ventilação, conforto térmico e reduzida umidade. Utiliza-se sacaria para o armazenamento do sorgo. As sacas devem ser colocadas sobre estrado, afastadas das paredes e empilhadas de modo que tenham coluna com vão central, que garanta a circulação de ar e reduza a possibilidade de focos de insetos e roedores;
- b) silo metálico: este tipo de instalação permite a secagem e aeração dentro do próprio silo. A aeração pode ser feita pela transferência da massa de grãos de um silo para outro, em processo conhecido como transilagem, que reduz a temperatura e renova a atmosfera do ambiente (FONSECA, 2012).

AGRADECIMENTO

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

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C.J.B.; CAMARGO, R. de; SOUZA, M.F. Extração de macronutrientes no sorgo granífero em diferentes arranjos de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.12, n.1, p.10-20, 2013.

ALBUQUERQUE, C.J.B. et al. Espaçamento e densidade de semeadura para cultivares de sorgo granífero no semiárido. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.2, p.278-285, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Zoneamento agrícola**. Brasília, [2013]. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola>>. Acesso em: 11 nov. 2013.

BAUMHARDT, R.L.; HOWELL, T.A. Seeding practices, cultivar maturity, and irrigation effects on simulated grain sorghum yield. **Agronomy Journal**, Madison, v.98, n.3, p.462-470, Apr. 2006.

FINCH, E.O.; MANTOVANI, E.C.; REISS, W.D. **Perdas na colheita mecânica do sorgo**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1977. 15p.

FONSECA, M.J. de O. Colheita e pós-colheita: secagem e armazenamento. In: RODRIGUES, J.A.S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 8.ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 2). Versão eletrônica. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_8_ed/colheita_secagem.htm>. Acesso em: 1 out. 2013.

HUNT, D. **Farm power and machinery management: laboratory manual and workbook**. 7.ed. Ames: Iowa State University, 1977. 365p.

LOPES, S.J. et al. Tamanho de parcela para produtividade de grãos de sorgo granífero em diferentes densidades de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.6, p.525-530, jun. 2005.

MANTOVANI, E.C. Colheita e pós-colheita: regulagem da colheitadeira. In: RODRIGUES, J.A.S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 8.ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 2). Versão eletrônica. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_8_ed/colheita_regulagem.htm>. Acesso em: 25 set. 2013.

MANTOVANI, E.C. Máquinas e implementos agrícolas. **Informe Agropecuário**. Manejo de solos, Belo Horizonte, v.13, n.147, p.56-63, mar.1987.

SANTOS, F.G. dos; CASELA, C.R.; WAQUIL, J.M. Melhoramento de sorgo. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. p.605-658.

STICHLER, C.; MCFARLAND, M.L.; COFFMAN, C.G. **Irrigated and dryland grain sorghum production, south and southwest Texas**. [College Station]: Texas A & M University System, 1997. 12p. (Texas Agricultural Extension Service. Bulletin, 6048).

VANIN, A. et al. Tratamento de sementes de sorgo com inseticidas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.33, n.2, p.299-309, 2011.

AVALIAÇÃO DE VARIEDADES MELHORADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR

Produção
de mudas e
capacitação
técnica para
produtores

Avaliação e
recomendação
de variedades
para produção
de cachaça,
utilização
em usinas e
alimentação
animal.

EPAMIG Centro-Oeste
Rod. MG-424 km 64 - Caixa
Postal 295 - CEP 35701-970
Prudente de Morais - MG
Telefax: (31) 3773-1980
e-mail:ctco@epamig.br





Tecnutri[®]

O mineral do nosso gado

**SILAGEM DE SORGO E SUPLEMENTOS TECNUTRI.
RESULTADO SEGURO, LUCRO GARANTIDO!**



A Tecnutri tem uma linha completa de produtos para alimentação animal e uma equipe especializada para orientar na obtenção dos melhores resultados no uso da silagem de sorgo para o seu rebanho. Venha falar conosco!

- Sais minerais
- Proteinados
- Rações
- Concentrados

38 2101-7265

www.tecnutri.com
Montes Claros - MG

Sorgo forrageiro para silagem, corte e pastejo

José Avelino Santos Rodrigues¹
Thierry Ribeiro Tomich²
Lúcio Carlos Gonçalves³
Carlos Juliano Brant Albuquerque⁴
Adriano de Souza Guimarães⁵
Leonardo de Oliveira Fernandes⁶
José Mauro Valente Paes⁷

Resumo - A cultura do sorgo tem desempenhado grande importância em sistemas de produção de ruminantes. Como opção para suplementação animal no período seco do ano, o sorgo forrageiro é considerado uma planta versátil. No uso forrageiro, pode ser destinado à produção de silagem, feno, pastejo direto ou corte para fornecimento verde no cocho. A qualidade de sua silagem é semelhante à do milho, caracterizada por elevado conteúdo energético, alta produção de matéria seca (MS) por unidade de área e de fácil confecção. Os híbridos forrageiros de sorgo (*Sorghum bicolor* cv. bicolor), com capim-sudão (*Sorghum bicolor* cv. sudanense), frequentemente chamados sorgos de corte e pastejo, são plantas adaptadas às altas temperaturas e à baixa disponibilidade de água. Possuem, ainda, ótima capacidade de germinação, grande velocidade de crescimento, boa habilidade para perfilhamento e rebrota. Quando manejados adequadamente, proporcionam bom rendimento forrageiro e produção de forragem de elevado valor nutritivo. Tais híbridos são considerados excelente alternativa para reduzir o efeito negativo da queda na disponibilidade e qualidade das pastagens. **Palavras-chave:** *Sorghum bicolor* cv. Bicolor. *Sorghum bicolor* cv. Sudanense. Cultivar. Cultivo. Tratos culturais. Valor nutritivo. Forragem. Fenação.

INTRODUÇÃO

A cultura do sorgo tem sido uma excelente opção para produção de grãos e forragem em todas as situações em que o déficit hídrico oferece maiores riscos para outras culturas, notadamente o milho. O sorgo forrageiro permite obter altos rendimentos de forragem, com qualidade comparável à do milho e com a vantagem de menor suscetibilidade aos estresses climáticos. A potencialidade forrageira

é, ainda, ponto forte dessa cultura para a pecuária bovina.

Estima-se que a cultura de sorgo para forragem no Brasil ocupe cerca de 30% a 35% da área total cultivada com esta espécie. O segmento da bovinocultura pode-se tornar, em curto prazo, um dos mais importantes para forragem e grãos de sorgo, e transformar-se no elo que falta para a consolidação dessa cultura no País.

O sistema de confinamento de bovinos de corte implantado no Brasil, na última

década, e a perspectiva de expansão de exploração leiteira mostram que a demanda por alimentos volumosos é muito grande e deveria ser suprida na maior parte do ano por alimentos conservados. A cultura de sorgo pode oferecer grande contribuição para minimizar os problemas decorrentes da estacionalidade da produção de forragem.

Quando comparado à cultura do milho, o sorgo forrageiro também produz silagens com boas características fermentativas. Depois do milho, é considerado a cultura

¹Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, e-mail: avelino.rodrigues@embrapa.br

²Médico-Veterinário, D.Sc., Pesq. EMBRAPA Gado de Leite, Juiz de Fora-MG, e-mail: thierry.tomich@embrapa.br

³Eng^o Agr^o, D.Sc., Prof. Associado I UFMG - Escola de Veterinária, Belo Horizonte-MG, e-mail: luciocg@vet.ufmg.br

⁴Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba-FEUB/Bolsista FAPEMIG, Uberlândia-MG, e-mail: carlosjuliano@epamig.br

⁵Zootecnista, M.Sc., Pesq. EPAMIG Sul de Minas/Bolsista FAPEMIG, Lavras-MG, e-mail: adriano.guimaraes@epamig.br

⁶Zootecnista, D.Sc., Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba/Bolsista FAPEMIG, Uberaba-MG, e-mail: leonardo@epamig.br

⁷Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba/Bolsista FAPEMIG, Uberaba-MG, e-mail: jpaes@epamig.br

anual mais importante para a produção de silagem.

A bovinocultura leiteira no Brasil desenvolve-se, principalmente, em médias e pequenas propriedades, com pouco investimento e uso de tecnologias que poderiam aumentar a produtividade dos animais, no quesito alimentação. A suplementação dos animais com alimentos concentrados muitas vezes torna o sistema inviável economicamente. Práticas que permitam maior utilização de volumosos de qualidade, verdes ou conservados, na dieta dos animais é uma opção valiosa para aumentar a lucratividade do sistema.

Historicamente, o cultivo de sorgo para silagem surgiu no Brasil a partir da introdução de variedades de porte alto, com elevada produtividade de matéria verde. A preocupação dos melhoristas, naquele momento, residia apenas na redução do custo da tonelada de matéria verde de silagem produzida, sem considerarem a qualidade nutricional dos materiais cultivados. Entretanto, com o passar do tempo, os produtores exigiram 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 confecção de silagem, com foco não apenas para uma boa produtividade de matéria seca (MS), mas também voltado para melhorias do valor nutritivo dos materiais.

Quando a escolha da cultivar para semeadura do sorgo silageiro é associada a adequadas práticas de manejo da lavoura, por meio de um correto tratamento do solo e adubação, época ideal de plantio, controle de pragas e de plantas daninhas e população de plantas, tem-se como resultado uma produção de forragem de alta qualidade. Para produção de silagem

de qualidade, deve-se atentar para seu processo de confecção, observando-se a escolha da cultivar, período ideal de corte, tamanho das partículas, compactação, tempo e eficiência de vedação, dentre outros.

Estratégias para o enfrentamento da diminuição da qualidade e da quantidade de forragem têm sido cada vez mais pesquisadas. Nesse contexto, o sorgo destinado ao corte e ao pastejo apresenta-se, também, como opção forrageira, sendo, contudo, necessário seguir algumas orientações técnicas no manejo dessa cultura, para obtenção de êxito produtivo. Obtidos por meio da combinação genética do sorgo (*Sorghum bicolor* cv. Bicolor) com o capim-sudão (*Sorghum bicolor* cv. Sudanense), esses híbridos apresentam rápido estabelecimento, alta velocidade de crescimento, boa capacidade de perfilhamento, resistência à seca, pouca exigência quanto à qualidade do solo e bom valor nutritivo (BOGDAN, 1977; WHEELER, 1980). Somam-se, ainda, maior proporção de folhas, período de pastejo ou corte antecipado, além da possibilidade de utilização na forma de silagem ou feno (RODRIGUES, 2000). Tais características são amplamente desejáveis em plantas forrageiras (MATTOS, 2003).

Os produtores, técnicos e extensionistas rurais devem ficar atentos aos dados sobre os diferentes materiais de sorgo disponíveis no mercado. Para tanto, é importante o conhecimento de informações sobre o comportamento produtivo dos materiais na região, onde se pretende realizar o cultivo, além do detalhamento sobre a qualidade nutricional da planta.

SORGO PARA SILAGEM

Para obter sorgo para silagem, devem-se observar os itens relacionados a seguir.

Escolha de cultivares

A escolha da cultivar é o primeiro passo para uma silagem com alta qualidade. Os produtores rurais devem sempre recorrer às empresas idôneas e com respaldo em pesquisas, porque estas divulgam informações técnicas de suma importância para a

região de cultivo, como os resultados de ensaios de híbridos sob diferentes condições experimentais.

A escolha do sorgo para a produção de silagem é, geralmente, feita com base em características agrônômicas, como boa estabilidade, alta produção de forragem, maior proporção de folhas, boa arquitetura foliar, manutenção das folhas e colmos verdes no final do ciclo (*stay green*), alta produtividade de grãos, alta digestibilidade de fibra, alta relação grãos/MS, resistência a pragas e a doenças, adaptação às condições edafoclimáticas, resistência ao acamamento e quebraimento do colmo e, por fim, ciclo vegetativo compatível com o manejo de corte da planta para ensilar.

A utilização de cultivares de porte baixo pode ser mais conveniente para a produção de forragem, porque, além de oferecer maior resistência ao acamamento, o que facilita o corte mecânico, pode, ainda, suportar um maior número de plantas por unidade de área, o que leva a uma maior produção de MS por hectare.

Outra prática que vem sendo estudada e já está sendo utilizada por alguns agricultores é o aumento da altura de corte das plantas a ser ensiladas. A razão para tal prática é aumentar a participação de grãos na MS total, o que eleva, conseqüentemente, o conteúdo energético da silagem. Entretanto, nas duas situações comentadas, deve ser levado em conta o fornecimento de uma fibra adequada, para otimizar a fermentação ruminal, visto que a fração fibrosa contribui para o enchimento do rúmen perante outros componentes nutricionais da dieta. É sabido que níveis elevados de fibra limitam a ingestão de MS e, conseqüentemente, resultam no não atendimento às exigências nutricionais dos animais ruminantes. Assim, o conceito de que a maior quantidade de grãos na silagem é que determina a sua qualidade já não expressa a mesma certeza, ressaltando que é de extrema importância a determinação da digestibilidade da planta inteira ou da qualidade da fibra.

Atualmente, estão disponíveis no mercado vários tipos de sorgo como recurso forrageiro: graníferos, forrageiros e sacarinos, além das cultivares de duplo propósito. Estas cultivares variam na altura, produção de MS e composição bromatológica, produzindo silagens com valores nutritivos diferentes. As cultivares de sorgo granífero variam de 1,00-1,60 m, com panículas bem desenvolvidas e grãos de tamanho grande que produzem silagens de valor nutritivo superior ao de silagens dos sorgos forrageiros de porte alto.

Os sorgos do tipo forrageiro são adaptados para produção de silagem e para corte verde, com altura entre 2 e 3 m. Além disso, existem cultivares de duplo propósito (forragem e grão), com altura média em torno de 2 m.

As cultivares de sorgo de porte alto produzem silagens com valores nutritivos normalmente inferiores aos de uma boa silagem de milho, por causa de uma menor proporção de grãos na massa ensilada. O sorgo forrageiro apresenta grande potencial para utilização, já que possui elevada produtividade, boa adequação à mecanização e grande versatilidade e pode ser utilizado como feno, pastejo, corte direto e silagem.

As empresas de melhoramento desenvolveram cultivares com bom equilíbrio entre colmo, folha e panícula, com o objetivo de aliar a boa produtividade de MS ao 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, assim, 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 das folhas, e, geralmente, os colmos são a parte da planta de menor digestibilidade (ALBUQUERQUE et al., 2013).

Na escolha da cultivar, os produtores devem considerar resultados regionais de experimentos, além do planejamento zootécnico e nutricional do rebanho. Por

exemplo, vacas leiteiras em lactação são mais exigentes em termos de qualidade do alimento do que novilhas ou vacas secas. Dessa forma, o uso do sorgo para duplo propósito poderá ser mais viável que o silageiro nessa situação, por proporcionar redução do uso de concentrado pela melhor qualidade da silagem nas dietas. Além da exigência nutricional, são fatores que devem ser analisados: tamanho do rebanho, custo do concentrado, área disponível e período de escassez de alimentos. Ou seja, cada produtor tem a sua particularidade. No Brasil, existem poucos híbridos de sorgo especializados e comercializados para produção de silagem, conforme pode ser observado no Quadro 1.

QUADRO 1 - Cultivares de sorgo forrageiro para silagem para safra 2013/2014

Cultivar	Empresa
BRS 610	Embrapa
BRS 655	Embrapa
BR 700	Embrapa
BR 701	Embrapa
BR 601	Embrapa
1F305	Dow AgroSciences
SS318	Dow AgroSciences
SS302	Dow AgroSciences
Volumax	Monsanto/Agrocere
Qualimax	Monsanto/Agrocere
DKB 901	Monsanto/Dekalb
AS 4420	Monsanto/Agroeste
Chopper	Atlântica Sementes
Dominator	Atlântica Sementes
Nutrigrain	Atlântica Sementes
VDH 422	Atlântica Sementes
SHS 500	Helix
BBW379F	Nidera Sementes
CMX347F	Nidera Sementes

Época de semeadura e manejo cultural

O sorgo para produção de silagem deve ser semeado no início das primeiras chuvas do ano agrícola. Geralmente, após 100 mm

de precipitação, 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, Alcântara 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 se atrasa a semeadura, há quedas de rendimentos e qualidade da forragem, motivo pelo qual 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 enchimento dos grãos. Dessa forma, quando se buscam 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, com as plantas recebendo 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. 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, conseqüentemente, a doença conhecida como mela-do-sorgo ou ergot (*Claviceps africana*). Ademais, baixas temperaturas na ocasião da semeadura

também podem prejudicar a germinação das sementes. É importante informar que regiões com altitudes superiores a 900 m são propícias a essa doença.

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 grande e, em algumas situações, subsoladores. Já o SPD é indicado, quando o solo não apresenta problemas de compactação e de 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, para possibilitar a deposição da semente na melhor posição para sua germinação, emergência e desenvolvimento. A profundidade de semeadura pode variar de 2 a 3 cm em função da textura do solo, ou seja, quanto mais argiloso o solo, menor deverá ser a profundidade. Para evitar a queima das sementes pelo adubo, este deve ser depositado no fundo do sulco de plantio, a uma distância suficiente para impedir o contato com as sementes. 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 agrícolas 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. Dentre 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 relevantes.

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,

como os sorgos silageiro, sacarino e alguns de duplo propósito, são extremamente sensíveis ao acamamento e tombamento de plantas, quando o número é superior a 120 mil plantas/hectare (ALBUQUERQUE et al., 2011, 2012). Isso pode gerar prejuízos, inviabilizando a colheita mecanizada da forragem. A redução do espaçamento nas cultivares desses grupos, associada à elevação da população, causam 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 das sementes, bem como o tamanho destas, pois isso gera maiores dificuldades 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 perdas.

Em geral, o produtor utiliza equipamentos de colheita da forragem que possui em sua propriedade ou de fácil arrendamento na região. A maioria desses equipamentos colhe no espaçamento acima de 60 cm. Assim, o uso de menores espaçamentos provoca danos na linha lateral com forrageiras inadequadas.

Ao regular a semeadora, o produtor deverá acrescentar de 10% a 30% a mais de sementes por metro linear, já pensando nas reduções do estande, por causa da germinação de sementes, do ataque de pragas, pássaros, falhas na emergência, problemas de qualidade do plantio, além de outros fatores comumente vivenciados no campo. Após a semeadura, o monitoramento para controle de pragas e doenças, além do manejo das plantas daninhas, deve ser realizado buscando uma boa qualidade de silagem.

É importante o planejamento da adubação em áreas de silagem, pois a extração de nutrientes 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. Ao contrário do que ocorre em áreas utilizadas para a colheita de grãos, a reciclagem de potássio para o solo nos locais utilizados para a produção de silagem é muito baixa e, conseqüentemente, a extração desse nutriente torna-se bastante elevada. O solo é mais exigido, quando se cultiva sorgo para silagem, por causa da maior retirada de material da área, carregando maiores quantidades de nutrientes.

Época de colheita para ensilagem

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 a composição química de sua silagem e, conseqüentemente, o desempenho animal (VILELA, 1985; RODRIGUES; SILVA; GONÇALVES, 1996).

Tecnicamente, o estágio farináceo é o mais recomendado para a colheita para ensilagem, por apresentar maior produtividade acumulada de grãos na MS total da planta. Contudo, na prática, o sorgo deve ser colhido no estágio pastoso, com o intuito de minimizar as perdas de grãos, caso haja eventuais problemas na ensilagem (corte e recolhimento do material) e o sorgo venha a ser colhido em estádios mais tardios (Quadro 2).

Deve-se ressaltar que a janela de corte do sorgo para silagem é ligeiramente superior à do milho, podendo ser, em média, de cerca de 7 a 12 dias. A verificação do ponto de colheita (estádio dos grãos) deve ser realizada por observação dos grãos contidos na porção medial da panícula. Em seguida, o grão é apertado entre as unhas, para constatação, por meio do tato, da textura do grão (Fig. 1). Nesse caso, os grãos posicionados no meio da panícula devem estar no estágio pastoso. Conseqüentemente, os grãos da base da panícula estarão no estágio leitoso, pois, no sorgo,

QUADRO 2 - 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).



Figura 1 - Avaliação do ponto de colheita dos grãos no meio da panícula

a maturação inicia-se da parte superior da panícula até a base.

Nesse estágio o sorgo estará com 30% a 35% de MS e no melhor momento para ser colhido e ensilado. Colheita anterior ao estágio pastoso implica em perda de produção de MS total e grande lixiviação de nutrientes no silo. Colheita após o estágio pastoso significa maior risco de acamamento das plantas no campo, maior incidência de doenças foliares, aumento da porcentagem de folhas secas na forragem, perda na qualidade da silagem, pela diminuição do teor de proteína bruta (PB) e significativa perda de grãos inteiros nas fezes dos animais. Para definir o ponto de colheita, deve-se realizar o monitoramento da seguinte forma: analisar ao acaso várias plantas em pontos diferentes da lavoura, observando-se a maturação dos grãos no meio da panícula, pois esta inicia a maturação de cima para baixo.

A regulagem do implemento na ocasião da colheita deve promover o corte do material a ser ensilado entre 0,5 cm e 1,5 cm. Nessas condições, ocorre maior contato físico entre as partículas, o que facilita a expulsão do ar. Isso proporciona condições para uma fermentação predominantemente anaeróbica e, conseqüentemente, aumenta a qualidade da silagem e a capacidade de armazenamento de MS por volume de silo. Para garantir o tamanho médio das partículas, é preciso redobrar a atenção na manutenção e na afiação das facas e contrafacas da ensiladeira durante a ensilagem.

SORGO DESTINADO AO CORTE E AO PASTEJO

Híbridos de sorgo com capim-sudão

Os híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* cv. Bicolor) com o capim-sudão (*Sorghum bicolor* cv. Sudanense) são, geralmente, dotados de características agrônômicas intermediárias, em relação às espécies parentais. Os colmos não são tão grossos como os do sorgo, mas são mais espessos, quando comparados aos do capim-sudão.

Fotos: Carlos Juliano Brant Albuquerque

As folhas são de largura intermediária e a habilidade de perfilhamento e rebrota após o corte também é intermediária. Contudo, produz o suficiente para possibilitar utilizações sucessivas, além de apresentar rápido estabelecimento e crescimento, resistência à seca, grande rusticidade e pouca exigência quanto à qualidade do solo (RODRIGUES, 2000).

Rendimento forrageiro

O rendimento forrageiro dos híbridos de sorgo com capim-sudão é significativamente afetado pela época anual de plantio em decorrência, principalmente, de fatores climáticos limitantes para a cultura, em especial a umidade e a temperatura. Estudos relacionados com a época de plantio dos híbridos de sorgo com capim-sudão ao rendimento forrageiro feitos por Fribourg et al. (1975) e por Farias e Winch (1987) indicaram que os atrasos no plantio dentro da estação de produção resultam em menor produtividade. Dessa forma, embora os híbridos de sorgo com capim-sudão sejam resistentes ao estresse hídrico, sendo capazes de desenvolverem-se bem em locais ou períodos anuais com baixas precipitações, a maior disponibilidade de água favorece a ocorrência de rendimentos superiores. Além disso, pela restrição que as baixas temperaturas promovem no crescimento dessas plantas, os períodos que apresentam temperatura média diária abaixo de 20 °C, devem ser evitados. Portanto, para a maior parte do Brasil, que visa, sobretudo, maior suprimento de água e temperatura adequada ao bom desenvolvimento da cultura, recomenda-se o plantio fora da estação anual de inverno.

Segundo Zago (1997), no Brasil Central, os plantios de híbridos de sorgo com capim-sudão efetuados em fevereiro têm proporcionado produções entre 9 e 12 t de MS por hectare, em três cortes sucessivos, correspondendo a rendimentos de 40 a 60 toneladas de forragem fresca por hectare. Por outro lado, Rodrigues (2000), ao avaliar o desempenho de cultivares do Ensaio Nacional de Sorgo de Corte, nos anos agrícolas 1994/1995 e 1995/1996, em

vários locais do País, relatou produções de até 104,47 toneladas de matéria verde por hectare, concluindo que, de maneira geral, algumas cultivares têm a capacidade de produzir cerca de 30 t/ha em um corte, com o potencial de até 90 t/ha em três cortes.

Além da época de plantio e da população de plantas, estudos mostraram que alterações no manejo de uma mesma cultivar resultam em variações no rendimento forrageiro. O efeito do estágio de maturidade da planta sobre a produtividade de híbridos de sorgo com capim-sudão foi estudado por Worker e Marble (1968), Edwards Fribourg e Montgomery (1971), Worker (1973), Farias e Winch (1987) e Bishnoi, Oka e Fearon (1993). Em geral, para cortes no estágio vegetativo, o aumento da frequência de colheitas, dentro da estação de crescimento, ou cortes de plantas mais novas resultou em reduções significativas na produção. Entretanto, experimento de Bishnoi, Oka e Fearon (1993) não revelou diferenças significativas no rendimento para colheitas nos estádios de emborrachamento, grão leitoso ou grão pastoso.

A comparação da produtividade de híbridos de sorgo com capim-sudão e outras forrageiras foi realizada por Clark, Hemken e Vandersall (1965), que obtiveram produtividades de MS e capacidades de suporte similares para pastagens de milheto, de capim-sudão e de sorgo x capim-sudão. Resultados de comparações do rendimento forrageiro, que variou em diferentes épocas de plantio, foram observados por Pereira et al. (1993), em estudo que conteve a aveia, o milheto e um híbrido de sorgo com capim-sudão. Por outro lado, Zago (1997) relatou produções de MS, em três cortes, de 21.312 kg/ha e 20.054 kg/ha para duas cultivares de sorgo com capim-sudão, 15.809 kg/ha para o capim-sudão, 12.809 kg/ha para o milheto e 9.790 kg/ha para o teosinto, assinalando que os híbridos de sorgo com capim-sudão apresentaram produções significativamente superiores às demais forrageiras testadas.

A variabilidade genética é um fator importante, capaz de influenciar signifi-

cativamente a produtividade dos híbridos de sorgo com capim-sudão. Entretanto, Tomich et al. (2003a), ao estudarem o desempenho produtivo de 12 híbridos em três cortes sucessivos, notaram poucas variações significativas entre híbridos em relação às produções totais de matéria verde e de MS. Nesse estudo, as produtividades médias para os três cortes foram de 68,6 t/ha e de 9,5 t/ha de matéria verde e de MS, respectivamente. Outro estudo realizado por Tomich et al. (2004b), ao avaliarem 23 genótipos experimentais e dois híbridos comerciais, não revelou variações significativas nas produções de matéria verde ou de MS em relação ao híbrido. Esses autores concluíram que as produtividades médias de 29,4 t/ha de matéria verde e 4,5 t/ha de MS obtidas em um único corte revelam o potencial dos híbridos de sorgo com capim-sudão como alternativa para produção de forragem em regime de corte.

Com relação ao efeito da sucessão de cortes sobre a produtividade de forragem em cortes individuais, Tomich et al. (2003a) observaram estabilidade nas produções de matéria verde e de MS para 10 de 12 híbridos avaliados. A persistência na produção ao longo dos cortes é uma característica desejável e importante para a exploração de espécies anuais em regime de corte, porque permite utilizações sucessivas da cultura.

Farias e Winch (1987) sugeriram que plantios tardios dentro da estação de crescimento, submetendo-se a cultura a condições climáticas desfavoráveis, é o principal fator capaz de promover reduções nas produções de híbridos de sorgo com capim-sudão, tendo em vista o menor número de colheitas que podem ser obtidas.

A predominância na estabilidade de produção com a sucessão de cortes observada pelo estudo de Tomich et al. (2003a), contrasta com os dados de Zago e Ribas (1989), que encontraram rendimentos médios decrescentes em cortes sucessivos de dois híbridos plantados em novembro no Rio Grande do Sul e em fevereiro no Brasil Central. Contudo, está de acordo com

Núñez Hernández e Cantú Brito (2000), que notaram estabilidade nas produções de MS até o terceiro corte, indicando que as condições de cultivo e utilização abrangem, provavelmente, os principais fatores que determinam a persistência na produtividade dessa forrageira.

Possibilidade de intoxicação de animais

Os glicosídeos cianogênicos são compostos que, em meio ácido ou na presença de enzimas hidrolíticas, liberam ácido cianídrico (HCN), açúcar e outros compostos. Nos sorgos, a liberação do HCN ocorre com a ação de b-glicosidase sobre o glicosídeo durrina ($C_{14}H_{17}NO_7$), presente em suas células epiteliais (WHEELER; MULCAHY, 1989). Por não possuírem o HCN pré-formado em seus tecidos, a habilidade das plantas para liberação do HCN por reação enzimática é referido como HCN potencial (HCNp) ou potencial cianogênico.

Quando absorvido, o HCN inibe a atividade de metalo-enzimas, por apresentar afinidade por íons metálicos. O íon cianeto liberado pelo HCN combina com a hemoglobina e forma a cianohemoglobina, composto incapaz de transportar o oxigênio, podendo, dessa forma, gerar quadros de anóxia (MAJAK; CHENG, 1987). Para os ruminantes, de maneira geral, os níveis de HCNp abaixo de 200 mg/kg de MS consumida não apresentam nenhum risco de intoxicação (GILLINGHAM et al., 1969). Na maioria das vezes, é perigoso para os animais, quando o conteúdo excede 750 mg/kg de MS (BOGDAN, 1977).

Nos sorgos forrageiros, os níveis de HCNp variam, em geral, entre 100 e 800 mg/kg de MS, com amostras ocasionais que ultrapassam os 1.000 mg/kg (WHEELER; MULCAHY, 1989). No capim-sudão, normalmente são observadas concentrações inferiores de HCNp, em relação aos sorgos forrageiros (BOGDAN, 1977), sendo notados por Carvalho et al. (1998) teores de HCNp entre 0 e 3,0 mg/kg de MS, em experimento onde foram

avaliadas nove cultivares. Nos híbridos de sorgo com capim-sudão, Gillingham et al. (1969), em estudo sobre o efeito da adubação nitrogenada e a idade de corte sobre a concentração de glicosídeos cianogênicos, observaram que as concentrações desses compostos foram significativamente influenciadas pela adubação, pelo genótipo e, principalmente, pela altura das plantas dos três híbridos avaliados, que apresentaram médias gerais que variaram de 326 a 396 mg/kg de MS.

Wheeler (1980), referindo-se a vários estudos, relaciona, dentre os elementos capazes de elevar o HCNp dos sorgos, a hereditariedade, as condições ambientais e o estágio de crescimento da planta. Inequivocadamente, tais fatores são capazes de aumentar o HCNp, a alta disponibilidade de nitrogênio (adubação nitrogenada), o suprimento inadequado de fósforo (P), a restrição hídrica, algum tipo de injúria nas plantas e práticas de manejo que resultem em altas proporções de folha, em relação ao colmo. Para Wheeler e Mulcahy (1989), dentre esses fatores, o genótipo e a idade da planta são os mais importantes.

Segundo Zago (1997) e Rodrigues (2000), embora os níveis elevados de glicosídeos cianogênicos possam acarretar, em situações específicas, problemas de intoxicação com animais que consumiram híbridos de sorgo com capim-sudão, geralmente o fornecimento dessa forragem não oferece nenhum risco de intoxicação, quando as plantas alcançam 60 cm de altura ou mais. De acordo com Zago (1997), a maturação da planta está associada ao declínio do nível de HCNp, porque ocorre um aumento proporcional das partes com baixos níveis de HCNp (nervuras, bainhas, colmos), em relação às partes mais altas (lâminas das folhas). Foi observada por Mulcahy et al. (1992) correlação positiva e significativa entre a largura da folha e a relação folha/haste, com o potencial cianogênico. Ainda, estudo de Wedin (1970) apontou que a utilização dessa forrageira em alturas inferiores a 0,46 m pode levar a problemas, em termos de toxidez com HCN.

Valor nutricional

Quando comparados a outros volumosos utilizados para corte, os híbridos de sorgo com capim-sudão geralmente destacam-se em relação ao alto valor nutritivo da forragem. Tomich et al. (2004a), ao estudarem a composição bromatológica e a digestão ruminal de híbridos de sorgo com capim-sudão e outras forrageiras manejadas em regime de corte, observaram que, de maneira geral, os híbridos de sorgo com capim-sudão apresentaram composição bromatológica, cinética e extensão de digestão ruminal semelhantes entre si, além de elevado teor proteico em relação aos outros volumosos. Nesse mesmo estudo, os resultados de degradabilidade ruminal dos componentes nutricionais dos híbridos de sorgo com capim-sudão foram superiores aos resultados apresentados pela cana-de-açúcar, mas não foram muito distintos em relação à cultivar de capim-elefante avaliada. Entretanto, esses autores notaram que o mais alto teor proteico dos híbridos de sorgo com capim-sudão (média de 14,5%, contra 8,2% do capim-elefante) pode representar uma vantagem na sua utilização como alternativa às pastagens, durante o período anual de seca.

Tomich et al. (2004c), ao analisarem o valor nutritivo de recursos forrageiros utilizados no período de escassez das pastagens, notaram que as cultivares de híbridos de sorgo com capim-sudão também apresentam composição bromatológica e coeficientes de digestibilidade da MS semelhantes entre si e destacam-se em relação aos outros volumosos avaliados, quanto ao elevado teor proteico e alto coeficiente de digestibilidade da MS (Quadro 3). Esses autores concluíram que os híbridos de sorgo com capim-sudão apresentam-se como opção de volumoso de elevado valor nutritivo para o período de escassez das pastagens.

Estudo para comparar a composição bromatológica de 23 genótipos experimentais e dois híbridos comerciais de sorgo com capim-sudão, conduzido por Tomich et al. (2003b), revelou médias

dos componentes nutricionais com poucas variações significativas entre híbridos. Foram observadas médias gerais de 15,3% de MS, 12,5% de PB, 67,7% de fibra em detergente neutro (FDN), 39,8% de fibra em detergente ácido (FDA) e 5,1% de lignina para a forragem colhida aos 57 dias após o plantio. Nesse mesmo estudo, resultados de avaliação da cinética de fermentação ruminal não diferiram entre híbridos, mostrando a similaridade dos híbridos estudados em relação ao valor nutritivo. Essa observação concorda com a de Rodrigues (2000), quando este afirmou que o valor nutritivo dos híbridos de sorgo com capim-sudão apresenta pouca variação entre cultivares, desde que colhidos em um mesmo estágio de desenvolvimento da planta.

Algumas condições de plantio e de utilização mostraram ser capazes de alterar a composição química de uma mesma cultivar de sorgo com capim-sudão. Burger e Hittle (1967) observaram aumento no teor proteico, quando manejaram a forrageira com menor altura de resíduo após o corte. Koller e Scholl (1968) obtiveram pequena redução no conteúdo de PB e aumento no teor de lignina, com o aumento da taxa de semeadura, para o manejo em três cortes, mas não notaram diferenças significativas na composição química para colheita de

plantas em estágio de maturação mais avançado (manejo de dois cortes). Já Worker (1973) encontrou maior teor proteico em espaçamento intermediário entrelinhas e não notou efeito desse espaçamento sobre os conteúdos de extrato etéreo, fibra e cinzas.

Considerados capazes de produzir forragem de boa qualidade, os híbridos de sorgo com capim-sudão apresentam como desvantagem o rápido declínio do valor nutritivo com o avanço do estágio de desenvolvimento da planta (WHEELER; MULCAHY, 1989). Vários trabalhos mostraram alteração na composição química e na digestibilidade dessa forrageira, quando utilizada em diferentes estágios de maturação (BURGER; HITTLE, 1967; ADEMOSUM et al., 1968; HOLT; ALSTON, 1968; WORKER; MARBLE, 1968; WEDIN, 1970; EDWARDS; FRIBOURG; MONTGOMERY, 1971; WORKER, 1973; FARIAS; WINCH, 1987; BISHNOI; OKA; FEARON, 1993).

Segundo Edwards, Fribourg e Montgomery (1971), as rápidas variações na composição desses híbridos são por causa do seu crescimento acelerado, o que pode resultar em dificuldades no manejo da forrageira para o máximo desempenho animal.

Ademosum et al. (1968) observaram decréscimos no teor proteico de 19,6%

para 10,3%, aumentos nos teores de lignina de 2,59% para 4,61% e de fibra bruta (FB), de 29,9% para 37,8%, além de reduções no consumo voluntário por carneiros de 52,4 g/kg peso^{0,75} para 41g/kg peso^{0,75} e no coeficiente de digestibilidade da MS de 71,7% para 55,8%, para uma cultivar colhida aos 52 e aos 85 dias após plantio (DAP), respectivamente.

De acordo com Zago (1997), pelo decréscimo do valor nutritivo, o capim-sudão e seus híbridos com o sorgo devem ser utilizados antes do emborrachamento, com a finalidade de obter uma forragem de alta qualidade, que possa proporcionar bom desempenho animal.

Os dados de consumo e produção animal para dietas, com base em forragem de híbridos de sorgo com capim-sudão são escassos, especialmente em relação à utilização em regime de corte. Pereira et al. (1993), em estudo que avaliou o consumo e a digestibilidade aparente por carneiros, observaram maior coeficiente de digestibilidade da MS para a aveia (71,1%) em comparação a um híbrido de sorgo com capim-sudão (60,2%). Contudo, o consumo de MS foi significativamente mais elevado para esse híbrido (60,3 g/kg de peso^{0,75}), em relação à aveia (31,2 g/kg de peso^{0,75}). Clarck, Hemken e Vandersall (1965), ao

QUADRO 3 - Composição bromatológica e médias de digestibilidade in vitro de matéria seca (DIVMS) de híbridos de sorgo com capim-sudão e de outros recursos forrageiros utilizados no período anual de escassez das pastagens

Tipo de volumoso	Cultivar/Forrageira	MS (%)	PB (% da MS)	FDN (% da MS)	FDA (% da MS)	Lignina (% da MS)	DIVMS (% da MS)
Híbrido de sorgo com capim-sudão	AG2501C	16,7	14,6	65,1	35,8	4,1	63,9 A
	BRS800	16,6	14,4	64,4	35,3	4,1	65,6 A
Pastagem diferida	Braquiarão	25,7	4,9	74,6	38,5	3,1	58,3 B
	Decumbens	28,1	3,6	78,8	45,1	4,2	54,1 C
Forrageira de corte	Cana-de-açúcar	27,5	1,3	49,8	30,8	4,9	61,5 AB
	Capim-elefante	17,4	8,2	70,8	37,6	3,4	65,5 A
Feno	Coastcross	90,4	6,0	75,4	38,3	4,8	54,5 C
	Tifton 85	88,1	7,3	81,8	39,4	4,7	52,7 C
Silagem	Milho	27,3	7,2	51,5	32,2	4,0	61,8 AB
	Sorgo	31,7	6,8	59,1	35,9	4,9	53,0 C

FONTE: Tomich et al. (2004c).

NOTA: Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste SNK (P<0,05).

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

avaliarem a produção de leite de vacas em pastagens de milheto, de capim-sudão ou de um híbrido de sorgo com capim-sudão, observaram produções similares para os três tratamentos, enquanto Dunavin (1970) encontrou ganhos de 377 e 417 kg/ha para novilhos em pastagens de duas cultivares de sorgo com capim-sudão. Já Aita (1995 apud RODRIGUES, 2000), observou ganho de peso médio de 1,121 kg/animal/dia para bovinos em pastagem de uma cultivar, mostrando a capacidade da forrageira de imprimir bons ganhos de peso.

Uma alternativa para melhorar a qualidade da fibra na forragem de sorgo é a utilização de alelos mutantes, conhecidos como Brown Midrib ou nervura marrom, os quais contribuem para melhorar a digestibilidade da porção fibrosa. No Brasil, existem híbridos de sorgo com capim-sudão comerciais disponíveis com essa característica.

Estudos que compararam o valor nutritivo de cultivares de sorgo com capim-sudão e seus respectivos mutantes de nervura marrom foram realizados por Wedig et al. (1987) e Ribas et al. (2009), que encontraram altas digestibilidades da matéria orgânica (MO) e de constituintes da parede celular para os genótipos de nervura marrom, em relação a seu respectivo mutante de nervura marrom, e por Fritz, Moore e Jasper (1988), ao avaliarem o feno desses híbridos, observaram porcentagens de digestibilidade aparente da MO e de constituintes fibrosos significativamente maiores para as dietas que continham as cultivares de nervura marrom. Não foi notado efeito do mais baixo conteúdo de lignina associado às cultivares de nervura marrom sobre a taxa de degradação *in situ* da parede celular das forrageiras ou sobre a taxa de fluxo da digestão ruminal.

Aspectos relevantes de manejo

São apresentados, a seguir, requisitos técnicos relevantes com o intuito do aprimoramento produtivo no manejo dessa forrageira.

Sorgo para pastejo

Inicialmente, devem ser consideradas todas as recomendações técnicas para a garantia de um bom estande de plantas de sorgo na pastagem. Para tanto, um criterioso planejamento deve ser realizado com o objetivo de definir o tipo de cultivo (se convencional ou direto, irrigado ou sequeiro, solteiro ou em consórcio); época ideal de plantio; preparo e correção do solo; escolha do híbrido adequado e com indicação para a região de cultivo; uso de sementes de qualidade; determinação da densidade de semeadura; correta regulação da semeadora (com supervisão da profundidade de plantio e eficiência da adubação); controle de plantas daninhas, pragas e doenças, dentre outras.

Para Magalhães, Durães e Rodrigues (2003), alguns fatores de manejo da cultura afetam o perfilhamento, como exemplo, tem-se a população de plantas. De maneira geral, quanto menor esta população, maior a possibilidade de perfilhamento, com produção de mais perfilhos em dias curtos e a temperaturas mais baixas. Qualquer dano no ápice de crescimento da planta pode iniciar o processo de perfilhamento, como, por exemplo, o dano por insetos, por estresse severo de água ou de temperatura.

Deve-se dar ênfase ao arranjo de plantas na gleba a ser pastejada, ou seja, definir o espaçamento entre as linhas de plantio e plantas de sorgo, visto que esse fator pode contribuir para o tombamento de plantas, interferir na capacidade de perfilhamento da forrageira e, conseqüentemente, influenciar a produção e a utilização da forragem.

Quando se pensa em cobertura de solo na pastagem, baixas populações de plantas podem não ser suficientes para cobrir satisfatoriamente o solo, o que pode favorecer a um processo erosivo. Ainda, não se pode deixar de elucidar que a capacidade de suporte de uma pastagem se dá em função da quantidade de forragem disponível.

Simili et al. (2011), em estudo que objetivou determinar qual a melhor densidade de semeadura (12, 16 ou 20 kg de sementes/hectare) e o melhor espaçamento

entrelinhas (0,40 ou 0,80 m) de um híbrido de sorgo com capim-sudão, não observaram diferenças na produção de forragem e na produção de folhas com o aumento da densidade de semeadura. Entretanto, observaram que o menor espaçamento entrelinhas proporcionou as maiores perdas de forragem por pisoteio animal. Assim, esses autores concluíram que, quando utilizado em pastejo, a taxa de semeadura de híbridos de sorgo com capim-sudão deve ser de 12 kg de sementes/hectare, com espaçamento de 0,80 m entrelinhas de plantio.

Já em pastagens temporárias de verão no Rio Grande do Sul, tem sido adotado o plantio a lanço, com taxa de semeadura de 15 a 40 kg/ha (EMBRAPA, 2008).

No Brasil Central, o plantio em linhas é preferido. Para tanto, há necessidade de ajuste de máquinas com observação da largura entre as linhas de plantio, visando evitar que a roda do trator sobreponha a linha colhida, prejudicando a rebrota (EMBRAPA, 2008).

Por ser uma espécie de metabolismo C4, típica de climas tropicais, o sorgo caracteriza-se por altas taxas fotossintéticas e rápida elongação de colmos (MACHADO et al., 2007). Tal fato requer cuidados no manejo de entrada e de saída dos animais nas áreas a ser pastejadas, em virtude de seu rápido crescimento.

De acordo com Sollenberger et al. (2005), o controle da massa de forragem em pastejo deve ser realizado em função de suas porções foliares, visto que é o componente do manejo que permite prever com segurança o desempenho animal, por integrar a massa de lâminas foliares com a taxa de lotação.

Para Osmari (2010), são inexistentes dados de sorgo manejado sob diferentes ofertas de forragem e sob diferentes alturas na literatura.

Simili (2011) relata que a altura ideal de pastejo para entrada dos animais em piquetes de híbridos de sorgo com capim-sudão deve ser em torno de 1 m de altura. De acordo com essa autora, quando a altura das plantas ultrapassa o patamar acima referido, há maior proporção de colmos em relação às lâminas foliares. A partir deste ponto, ganha-se

em produção de forragem, porém, perde-se em qualidade nutricional com perdas consideráveis por pisoteio animal. Ainda, há orientação de que, no caso de erro no manejo da altura pré-pastejo, deve-se proceder ao rebaixamento do pasto com o uso de roçadeira ou podão, visando favorecer a produção de folhas no pastejo subsequente.

Resultados de estudos conduzidos no sul do Brasil sugerem que híbridos de sorgo, quando semeados em época adequada, no fim do verão, e utilizados em sistema de corte ou pastejo, podem estender seu período de crescimento vegetativo, proporcionando forragem de alta qualidade durante o outono e parte do inverno (MORAES; MARASCHIN, 1988). Essa pode ser uma alternativa viável, que visa fornecer forragem de considerável valor nutricional, via pastejo direto, por exemplo para rebanhos de leite.

Para Osmari (2010), a utilização de pastagem de sorgo destinada à alimentação de animais em terminação pode ser uma alternativa recomendada aos produtores, principalmente por ser uma espécie de crescimento rápido e resistente a períodos de escassez de água.

Sorgo para corte

No manejo do sorgo como capineira para corte, as adubações tornam-se cruciais para a manutenção da produção forrageira. Esta prática deve ser embasada na análise do solo e visa à adequada reposição de nutrientes.

Com o objetivo de avaliar e comparar o potencial forrageiro de 23 genótipos experimentais e duas cultivares para controle de híbridos de sorgo com capim-sudão sob regime de corte, Tomich et al. (2004b) concluíram que as produtividades médias de 29,4 t/ha de matéria verde e 4,5 t/ha de MS em um único corte revelam o potencial dos materiais estudados, para ser utilizados como alternativa forrageira para corte nas condições do Brasil Central no início do período chuvoso. É válido ressaltar que, no referido trabalho, o corte dos materiais forrageiros deu-se aos 57 dias após o plantio, realizado a 15 cm do solo. Jung et al. (1964) descreveram aumentos no rendimento de MS com o manejo de cortes, com acréscimo nos teores de PB em resposta à adubação nitrogenada.

Gontijo et al. (2008) avaliaram seis híbridos de sorgo com capim-sudão em duas épocas de plantio e três cortes sucessivos, e observaram valores médios de 57,0% para DIVMS, 16,3% para PB, 54,8% para FDN e 31,0% para FDA.

Normalmente, os rendimentos forrageiros do sorgo sob o manejo de corte são superiores ao sorgo sob pastejo, em função de maior uniformidade do corte mecânico e, conseqüentemente, melhor resposta fisiológica das plantas na rebrota.

As maiores produções de MS geralmente são obtidas com cortes em estádios mais avançados de desenvolvimento do sorgo. Entretanto, ocorre diminuição no valor nutritivo, por decréscimo nos teores de PB e digestibilidade, por causa da elevação dos constituintes menos digestíveis da parede celular. Cortes mais frequentes possibilitam forragem de melhor qualidade. Contudo, observa-se redução na produção de MS de forragem (SILVEIRA; SAIBRO; MARKUS, 1984).

Fenação

Outra possibilidade de utilização do sorgo para corte e pastejo inclui o seu uso como feno.

Os fenos consistem em forragens secas conservadas por desidratação, normalmente por exposição ao sol e ao ar após o corte ou ceifa das plantas. A técnica correta de fenação permite que a forragem seja conservada por longos períodos, mantendo-se a qualidade nutricional muito próxima ao seu ponto de corte.

Em pequenas propriedades, a fenação pode ser realizada manualmente, por meio da utilização de ferramentas conhecidas e muitas vezes existentes na propriedade, como alfanje, foice e garfo. A utilização de uma enfardadeira manual contribui para estocar maiores quantias de material por área.

Em plantios de maior escala, a produção de feno requer o uso de equipamentos agrícolas acoplados ao trator ou mesmo autotrizes, como as segadoras, os ancinhos e as enfardadoras mecânicas, equipamentos estes de considerável valor de investimento.

A técnica de fenação exige alguns cuidados básicos. Para a correta desidratação da forragem, o clima deve ser favorável, com

umidade relativa do ar preferencialmente mais baixa (EVANGELISTA; ROCHA, 1995), com, no máximo, 60% a 65%. Faz-se necessário que o material ceifado seja revirado no campo periodicamente (a cada 2 a 3 horas, por exemplo), com o objetivo de acelerar a perda de água. É válido ressaltar que, quanto menor a umidade relativa (UR) do ar, maior é a velocidade de desidratação do material. Essa observação é detalhe importante para a escolha do dia a ser realizado o corte da forragem, o que deverá ocorrer preferencialmente nos dias ensolarados e secos e com predominância de ventos.

Há que se considerar, também, as perdas resultantes do processo de fenação durante o planejamento nutricional e orçamentação forrageira. De acordo com alguns autores (ROTZ; MUCK, 1994), as perdas podem ser da ordem de 15% a 30% podendo situar-se entre 15% e 18% em condições favoráveis de desidratação. Para Aguiar et al. (2006), as perdas podem ser acrescidas pelos processos de distribuição do material picado para desidratação, revolvimento, carregamento pelo vento e recolhimento da forragem.

Os fenos devem ser armazenados em galpões ventilados, abrigados de chuva e sol, em ambiente limpo, fresco e seco. A inspeção regular do local de armazenamento, bem como das pilhas de fardos ou rolos de feno é uma prática importante, visando garantir segurança e qualidade alimentar. Tais medidas têm por objetivo assegurar o consumo desse nobre alimento pelos animais ruminantes.

Quanto à utilização de híbridos de sorgo com capim-sudão na forma de feno, recomenda-se a realização de uma análise técnico-econômica prévia.

AGRADECIMENTO

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

REFERÊNCIAS

ADEMOSUM, A.A.; BAUMGARDT, B.R.; SCHOLL, J.M. Evaluation of a sorghum-sudangrass hybrid at varying stages of maturity on the basis of intake, digestibility and

- chemical composition. **Journal of Animal Science**, v.27, n.3, p.818-823, May 1968.
- 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, dez. 2006.
- ALBUQUERQUE, C.J.B. et al. Características agrônomicas e bromatológicas dos componentes vegetativos de genótipos de sorgo forrageiro em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n.2, p.164-182, 2013.
- 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 sacarina 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 Agrônômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 116-124, jan./mar. 2011.
- BISHNOI, U.R.; OKA, G.M.; FEARON, A.L. Quantity and quality of forage and silage of pearl millet in comparison to sudax, grain, and forage sorghums harvested at different growth stages. **Tropical Agriculture**, v.70, n.2, p.98-102, 1993.
- BOGDAN, A.V. **Tropical pasture and fodder plants**: grasses and legumes. New York: Longman, 1977. 475p.
- BURGER, A.W.; HITTLE, C.N. Yield, protein, nitrate, and prussic acid content of sudangrass, sudangrass hybrids, and pearl millets harvested at two cutting frequencies and two stubble heights. **Agronomy Journal**, v.59, n.3, p.259-262, 1967.
- CARVALHO, L.C. et al. Capim-sudão (*Sorghum sudanense*): III - fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, hemicelulose, celulose e lignina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Aditivos na produção de ruminantes e não-ruminantes: fronteiras do melhoramento genético animal. Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. v. 2, p. 593- 595.
- CLARK, N.A.; HEMKEN, R.W.; VANDER-SALL, J.H. A comparison of pearl millet, sudangrass and sorghum-sudangrass hybrid as pasture for lactating dairy cows. **Agronomy Journal**, v.57, n.3, p.266-269, 1965.
- 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. 230p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1993.
- DUNAVIN, L.S. Gahi-1 pearl millet and two sorghum x sudangrass hybrids as pasture for yearling beef cattle. **Agronomy Journal**, v.62, n.3, p.375-377, 1970.
- EDWARDS, N.C.; FRIBOURG, H.A.; MONTGOMERY, M.J. Cutting management effects on growth rate and dry matter digestibility of the sorghum-sudangrass cultivar Sudax SX. **Agronomy Journal**, v.63, n.2, p.267-271, 1971.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Sorgo para corte e pastejo - híbridos de sorgo sudão e sorgo bicolor: alternativas de forrageiras para corte e pastejo**. Sete Lagoas, 2008. Folder.
- EVANGELISTA, A.R.; ROCHA, G.P. **Produção e utilização do feno**. Lavras: UFLA, 1995. 18p. (UFLA. Circular Técnica, 35).
- FARIAS, J.M.; WINCH, J.E. Effect of planting date and harvest stage upon yield, yield distribution and quality of sorghum sudangrass in northern Mexico. **Tropical Agriculture**, v.64, n.2, p.87-90, 1987.
- FRIBOURG, H.A. et al. Performance of selected silage and summer annual grass crops as affected by soil type, planting date and moisture regime. **Agronomy Journal**, v.67, n.5, p.643-647, 1975.
- FRITZ, J.O.; MOORE, K.J.; JASTER, E.H. In situ digestion kinetics and ruminal turnover rates of normal and Brown Midrib mutant sorghum x sudangrass hays fed to non-lactating holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.12, p.3345-3351, Dec. 1988.
- GILLINGHAM, J.T. et al. Relative occurrence of toxic concentrations of cyanide and nitrate in varieties of sudangrass and sorghum-sudangrass hybrids. **Agronomy Journal**, v.61, n.5, p.727-730, 1969.
- GONTIJO, M.H.R. et al. Qualidade nutricional de seis híbridos de sorgo com capim sudão submetidos a épocas de plantio e cortes distintos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.7, n.1, p. 45-56, 2008.
- GONTIJO NETO, M.M. et al. Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação: características agrônomicas, carboidratos solúveis e estruturais da planta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.33, n.6, p.1975-1984, dez. 2004. Suplemento 2.
- HOLT, E.C.; ALSTON, G.D. Response of sudangrass hybrids to cutting practices. **Agronomy Journal**, v.60, n.3, p.303-306, 1968.
- JUNG, G.A. et al. Studies with sudangrass: 1- effect of growth stage and level of nitrogen fertilizer upon yield of dry matter; estimated digestibility of energy, matter and protein; amino acid composition; and prussic acid potential. **Agronomy Journal**, v.56, n.6, p.533-537, 1964.
- KOLLER, H.R.; SCHOLL, J.M. Effect of row spacing and seeding rate on forage production and chemical composition of two sorghum cultivars harvested at two cutting frequencies. **Agronomy Journal**, v.60, n. 5, p.456-459, 1968.
- MACHADO, L. A. Z. et al. Estrutura do dossel em pastagem de capim-marandu submetidas a quatro ofertas de lâminas foliares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 10, p. 1495-1501, out. 2007.
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; RODRIGUES, J.A.S. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 4p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 86).
- MAJAK, W.; CHENG, K.J. Hydrolysis of the cyanogenic glycosides amygdalin, prunasin and linamarin by ruminal microorganisms. **Canadian Journal of Animal Science**, v.67, n.4, p.1133-1137, Dec. 1987.
- MATTOS, J.L.S. Gramíneas forrageiras anuais alternativas para a região do Brasil Central. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.2, n.1, p.52-70, 2003.
- MORAES, A. de; MARASCHIN, G.E. Pressões de pastejo e produção animal em milho cv. Comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.23, n.2, p.197-205, fev. 1988.
- MULCAHY, C. et al. Correlations among potential selection criteria for improving the feeding value of forage sorghums. **Tropical Grasslands**, v.26, n.1, p.7-11, 1992.
- NEUMANN, M. et al. Comportamento produtivo e custo de produção de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) para si-

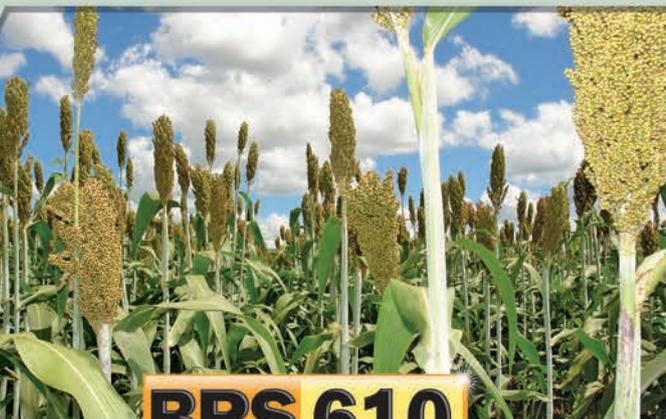
A MELHOR SELEÇÃO DE HÍBRIDOS EM GENÉTICA E ADAPTAÇÃO POR AMBIENTE

HÍBRIDOS PARA SILAGEM



PODIUM

Híbrido silageiro com excelente participação de grãos e ótima proporção folha/colmo para uma silagem de qualidade.



BRS 610

Excelente qualidade de silagem com alto volume de matéria verde.

HÍBRIDO PARA CORTE E PASTEJO



BM 500

Tecnologia BMR - "brown mid rib". Alta eficiência alimentar pela maior digestibilidade das fibras. Significa mais leite e mais carne por hectare.

HÍBRIDO PARA GRÃOS



BM 737

Híbrido com ciclo precoce e com flexibilidade de plantio, tolerante ao acamamento e às principais doenças do sorgo, além de grãos muito saudáveis, sem tanino.



Sementes Híbridas de Milho e Sorgo

biomatrix
TECNOLOGIA E CONFIANÇA

www.biomatrix.com.br

- lagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 3, p. 43-54, 2003.
- NÚÑEZ HERNÁNDEZ, G.; CANTÚ BRITO, J.E. Producción, composición química y digestibilidad del forraje de sorgo x sudán de nervadura café en la región norte de México. **Técnica Pecuaria en México**, v.38, n.3, p.177-187, sept./dic. 2000.
- NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P. Silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRENUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7., 1999, Piracicaba. **Anais...** Alimentação suplementar. Piracicaba: FEALQ, 1999. p.27-46.
- OSMARI, M.P. **Dinâmica da pastagem de sorgo em diferentes ofertas de lâminas foliares na terminação de vacas de descarte**. 2010. 117f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.
- PEREIRA, O.G. et al. Produtividade de uma variedade de milho (*Zea mays* L.) e de três variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e o valor nutritivo de suas silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.22, n.1, p.31-38, 1993.
- PEREIRA, O.G. et al. Produtividade e valor nutritivo de aveia (*Avena sativa*), milheto (*Pennisetum americanum* L.), e de um híbrido de *Sorghum bicolor* x *S. sudanense*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.22, n.1, p.22-31, 1993.
- RIBAS, M. N. et al. Frações fibrosas e digestibilidade “in vitro” de híbridos de sorgo com capim-sudão normais e mutantes BMR. 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 ZOOTECNISTAS, 22., 2009, Águas de Lindóia. **Anais...** Visão estratégica de cadeias do agronegócio - Zootec 2009. Pirassununga: Associação Brasileira de Zootecnistas, 2009.
- RODRIGUES, J.A.S. **Híbridos de sorgo sudão e sorgo bicolor**: alternativa de forrageira para corte e pastejo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 22p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 4).
- RODRIGUES, J.A.S.; SILVA, FE.; GONÇALVES, L.C. 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: IAPAR, 1996. p.269.
- ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forages quality during harvest and storage. In: FAHEY JUNIOR, G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: ASA, 1994. p. 828-868.
- SILVEIRA, C.A.M.; SAIBRO, J.C.; MARKUS, R. Efeito do nitrogênio e regimes de corte sobre o rendimento e qualidade de milheto e sorgos forrageiros, sob condições de déficit hídrico. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.13, n.2, p.141-152, 1984.
- SIMILI, FF. Manejo de pastagem e a produção de leite. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 8, n. 2, jul./dez. 2011. Disponível em: <http://www.aptaregional.sp.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=1040&Itemid=284>. Acesso em: 10 out. 2013.
- SIMILI, FF. et al. Forage mass production and grazing loss of sorghum hybrid in response to the density of the sowing and the spacing between planting lines. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 7, p. 1474-1479, jul. 2011.
- SOLLENBERGER, L.E. et al. Reporting forage allowance in grazing experiments. **Crop Science**, v.45, n.3, p. 896-900, 2005.
- TOMICH, T.R. et al. Características agrônomicas de doze híbridos de sorgo com capim sudão em manejo de cortes sucessivos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Otimizando a produção animal no Brasil no futuro. Santa Maria: SBZ, 2003a. 1 CD-ROM.
- TOMICH, T.R. et al. Composição bromatológica e cinética de fermentação ruminal de híbridos de sorgo com capim-sudão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.55, n.6, p.747-755, dez. 2003b.
- TOMICH, T.R. et al. Degradabilidade ruminal dos componentes nutricionais de híbridos de sorgo com capim-sudão em comparação a outras forrageiras de corte. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, *SPODOPTERA FRUGIPERDA*, 1., 2004, Cuiabá. **Anais...** Da agricultura familiar ao agronegócio: tecnologia, competitividade e sustentabilidade. Sete Lagoas: ABMS: Embrapa Milho e Sorgo; Cuiabá: EMPAER, 2004a. 1 CD-ROM.
- TOMICH, T.R. et al. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-sudão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.56, n.2, p.258-263, abr. 2004b.
- TOMICH, T.R. et al. Valor nutritivo de híbridos de sorgo com capim-sudão e de outros recursos forrageiros utilizados no período de escassez das pastagens. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, *SPODOPTERA FRUGIPERDA*, 1., 2004, Cuiabá. **Anais...** Da agricultura familiar ao agronegócio: tecnologia, competitividade e sustentabilidade. Sete Lagoas: ABMS: Embrapa Milho e Sorgo; Cuiabá: EMPAER, 2004c. 1 CD-ROM.
- VILELA, D. **Sistemas de conservação de forragem**: 1 - silagem. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1985. 42p. (EMBRAPA-CNPGL. Boletim de Pesquisa, 11).
- WEDIG, C.L. et al. Rumen turnover and digestion of normal and Brown Midrib sorghum x sudangrass hybrid silages in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.70, n.6, p.1220-1227, June 1987.
- WEDIN, W.F. Digestible dry matter, crude protein and dry matter yields of grazing-type sorghum cultivars as affected by harvest frequency. **Agronomy Journal**, v.62, n.3, p.359-363, 1970.
- WHEELER, J.L. Increasing animal production from sorghum forage. **World Animal Review**, Rome, n.35, p.13-22, 1980.
- WHEELER, J.L.; MULCAHY, C. Consequences for animal production of cyanogenesis in sorghum forage and hay: a review. **Tropical Grasslands**, v.23, n.4, p.193-202, Dec. 1989.
- WORKER, G.F. Sudangrass and sudangrass hybrids responses to row spacing and plant maturity on yields and chemical composition. **Agronomy Journal**, v.65, n.6, p.975-977, 1973.
- WORKER, G.F.; MARBLE, V.L. Comparison of growth stages of sorghum forage types as to yield and chemical composition. **Agronomy Journal**, v.60, n.6, p.669-672, 1968.
- ZAGO, C.P. Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes. In: EMBRAPA MILHO E SORGO. **Manejo cultural do sorgo para forragem**. 2.ed. Sete Lagoas, 1997. p. 9-26. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 17).
- ZAGO, C.P.; RIBAS, P.M. AG-2501-C novo híbrido forrageiro de sorgo x capim sudão, para corte e pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 26., 1989, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1989. p.422.

Cultura do sorgo em sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

Carlos Juliano Brant Albuquerque¹

Ramon Costa Alvarenga²

Maria Celuta Machado Viana³

Marina Alves Clemente⁴

Beno Wendling⁵

Saulo Alberto do Carmo Araújo⁶

Resumo - Dentre as opções para recuperação de pastagens degradadas no Brasil, destaca-se o sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) que agrega diversificação de atividades, intensificação no uso da terra e sustentabilidade, além de aumentar a biodiversidade. O planejamento de sistemas integrados envolve organização sistemática das atividades nas propriedades rurais. A utilização de sorgo em consórcio para renovação de pastagens tem-se mostrado uma opção interessante para amortizar custos e aumentar o incremento de carne e de leite em propriedades rurais. O uso do sorgo é destaque em condições marginais de cultivo para a maioria dos cereais. Nesse caso, prevalecem sistemas de produção em regiões Semiáridas ou como opção em áreas do Cerrado, quando o plantio do milho estiver atrasado. Em ambas as situações, o consórcio do sorgo com forrageiras tem-se mostrado uma prática vantajosa. Abordam-se aspectos importantes do uso do sorgo em sistema ILPF.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*. Sustentabilidade. Plantio direto. Sucessão de cultura.

INTRODUÇÃO

Sistemas intensivos e sustentáveis de produção agropecuária vêm ganhando interesse em função da perspectiva de aumentar a produção e a produtividade agrícola e pecuária. Uma estratégia é o planejamento em consórcio, sucessão e/ou rotação de atividades agrícolas e pecuárias, numa mesma área, podendo, ainda, agregar o componente florestal. Esses sistemas recebem o nome Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF).

Conceitualmente, Barcellos et al. (2011) definiram esses sistemas da seguinte maneira:

A ILPF é uma estratégia que visa a produção sustentável, que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado, e busca efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica. Envolve sistemas produtivos diversificados (alimentos, fibras, energia, produtos madeiros e não madeiros) de origem vegetal e animal, bem como os insumos e seus respectivos resíduos.

A ILPF agrega quatro sistemas principais:

- a) sistema Integração Pecuária-Floresta (IPF) ou Silvipastoril;
- b) sistema Integração Lavoura-Pecuária (ILP) ou Agropastoril;
- c) sistema Integração Lavoura-Floresta (ILF) ou Silviagrícola;
- d) Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta ou Agrossilvipastoril que é o sistema ILPF completo, pois integra os componentes lavoura, pecuária e floresta em fases sequenciais; primeiro ILF e depois IPF, havendo

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

²Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, e-mail: ramon.alvarenga@embrapa.br

³Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EPAMIG Centro-Oeste-FESR, Prudente de Moraes-MG, e-mail: mcv@epamig.br

⁴Eng^a Agr^a, Mestranda Agronomia UFU - Instituto de Ciências Agrárias, Uberlândia-MG, e-mail: marina_a_clemente@hotmail.com

⁵Eng^o Agr^o, D.Sc., Prof. UFU - Instituto de Ciências Agrárias, Sete Lagoas-MG, e-mail: beno@iciag.ufu.br

⁶Zootecnista, D.Sc. Produção Animal, Prof. UFVJM - Campus JK, Alto da Jacuba, Diamantina-MG, e-mail: saulo.araujo@ufvjm.edu.br

uma interface, na transição entre estes, onde os três componentes estão presentes.

A cultura do sorgo granífero ou forrageiro (silagem ou pastejo direto), dependendo do interesse do produtor e das condições edafoclimáticas regionais, ajusta-se bem aos três últimos sistemas citados.

O sorgo é um dos principais cereais cultivados no mundo. Encontra-se entre os cinco mais importantes em área cultivada, além de ser boa alternativa em regiões com deficiência hídrica. Pode ser cultivado solteiro ou em consórcio com outras forrageiras. Essa cultura adapta-se a vários ambientes e produz razoavelmente bem sob condições desfavoráveis, e, ainda, tem-se tornado uma alternativa para alimentação animal. Além disso, o sorgo produz grande quantidade de palhada e com elevada relação carbono:nitrogênio (C:N), o que é uma característica fundamental para a prática de semeadura direta em regiões quentes, na qual a lenta decomposição da palha é desejada (ALBUQUERQUE, et al., 2013a). Isso permite, ainda, proteger o solo por mais tempo contra a erosão, reduzir sua evaporação de água e aumentar a eficiência da ciclagem de nutrientes.

A cultura do sorgo tem sido utilizada na ILPF em função das inúmeras aplicações que esse cereal tem na propriedade agrícola, quer seja na alimentação animal, na forma de grãos ou de forragem verde ou conservada (silagem), quer seja na alimentação humana ou na geração de receita mediante a comercialização da produção excedente. Esta cultura é particularmente interessante para a formação de sistemas consorciados com florestas, pela simplicidade de condução e amplitude de utilização diante de diversidades climáticas, sendo o seu sistema de produção bem difundido entre os produtores (Fig. 1 e 2).

A utilização de sorgo granífero para renovação de pastagens tem-se mostrado uma opção interessante para amortizar custos. O sorgo para silagem tem crescimento mais acelerado e, quando associado com capim, em ILPF, não há queda de produção. Com o



Carlos Juliano Brant Albuquerque

Figura 1 - Sorgo granífero cultivado em consórcio com braquiária e eucalipto - EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba - Fazenda Experimental de Uberlândia (FEUB)



Maria Celuta Machado Viana

Figura 2 - Sorgo forrageiro cultivado em consórcio com braquiária e eucalipto - EPAMIG Centro-Oeste - Fazenda Experimental de Santa Rita (FESR), em Prudente de Morais, MG

componente florestal, o sorgo normalmente entra no início, quando as árvores estão pequenas e ainda não há sombreamento. Além disso, pode ser usado na diversificação e intensificação de sistemas pecuários, tanto para produção de silagem, como para corte ou pastejo.

Assim, neste artigo, pretende-se demonstrar o potencial da cultura de sorgo para integrar tais sistemas, pois, além da receita com a comercialização dos grãos ou forragens conservadas, pode ser insumo de rações balanceadas para pequenos e grandes animais, componentes ou não do próprio sistema. Dessa forma, constitui uma opção de rotação de culturas. Além disso, seus resíduos vegetais provenientes da colheita e rebrota são aproveitados nos pastejos subsequentes, resultando ainda em boa cobertura morta do solo para o Sistema Plantio Direto (SPD). O consórcio com capim potencializa o aporte de forragem para os pastejos, bem como a matéria orgânica (MO) do solo.

ADAPTAÇÃO DO SORGO ÀS CONDIÇÕES DE SOLO E CLIMA

A planta de sorgo tem ampla adaptação a condições edafoclimáticas desfavoráveis, o que permite seu cultivo em ampla faixa de condições de fertilidade de solo, apesar de ser uma planta exigente nesse quesito. O cultivo do sorgo, assim como qualquer outra cultura, inserida ou não num sistema ILPF de produção, necessita de condições mínimas de fertilidade de solo para que se estabeleça e se desenvolva normalmente. No sistema ILPF, essa adequação visa às necessidades das lavouras que são os componentes mais exigentes (ALVARENGA et al., 2010).

Experimentos que envolveram consórcio de sorgo com forrageiras em condições marginais de cultivo demonstraram o potencial produtivo da cultura nas regiões do Semiárido e safrinha (ALBUQUERQUE et al., 2013c; ALBUQUERQUE et al., 2011b). Entretanto, o produtor deve ficar atento à falta de água na ocasião da semeadura. Apesar de o sorgo ser considerado tolerante à seca, a falta de água na

primeira fase de crescimento, que vai do plantio até a iniciação da panícula, pode trazer prejuízos na germinação, emergência e estabelecimento da plântula. O mesmo dano também pode ser extrapolado para a forragem em consórcio, entretanto com perdas mais significativas, pois as sementes das forrageiras são semeadas misturadas ao adubo de cobertura exigindo rápida germinação, pela possibilidade da morte do embrião em consequência do sal existente nos adubos formulados.

Para o sorgo, tanto a maior capacidade de extrair água do solo quanto a maior eficiência na utilização podem ser atribuídas à maior taxa de exploração de volume de solo pelo sistema radicular e às características morfológicas e fisiológicas da planta. Esses caracteres e rotas fotossintéticas tornam essa planta altamente competitiva pelos recursos do ambiente.

Num sistema ILPF, essa adequação deve visar às necessidades das lavouras que são o componente mais exigente (ALVARENGA et al., 2010). Não é raro ser necessário recuperar solos degradados sob pastagens degradadas antes de iniciar um sistema ILPF. Em Minas Gerais existem mais de 32 milhões de hectares de pastagens (IBGE, 2007), dos quais estima-se que mais de 20 milhões possam ser recuperados/reformados via lavouras (ALVARENGA et al., 2010). Nessas condições, nos primeiros anos, ainda estará sendo construída a fertilidade do solo, ou seja, a disponibilidade dos nutrientes é limitada e pode haver quantidade significativa de alumínio (Al) em solução. Entretanto, boas produtividades de sorgo são conseguidas especialmente com materiais portadores de gene para tolerância ao Al tóxico do solo, os quais desenvolvem um sistema radicular mais profundo e mais eficiente na aquisição de água e nutrientes (ALVARENGA et al., 2011).

PREPARO DO SOLO PARA SORGO E FORRAGEM

Embora existam alguns dados animadores quanto à correção química do solo em superfície, muitas vezes é ne-

cessário arar para, além da incorporação de corretivos a maiores profundidades, eliminar camadas compactadas, sulcos de erosão, trilha de gado e cupinzeiros. Essas etapas devem ser planejadas para o final do período anterior de chuvas, março/maio em Minas Gerais, juntamente com a implantação de um sistema de manejo e conservação do solo e da água, época em que há pequeno risco de chuvas erosivas e ainda existe umidade e tempo suficiente para as reações dos corretivos no solo. A antecipação no início da construção de um perfil de solo faz a diferença nas condições do clima de grande parte do estado de Minas Gerais onde, muitas vezes, falta água em períodos críticos das culturas. Então, ter o perfil de solo com condições de permitir o crescimento do sistema radicular, em profundidade, pode representar sucesso na produtividade.

O sorgo exige bom contato entre a semente e as partículas de solo, para que haja uniformidade na germinação e emergência das plântulas, características asseguradoras de uma lavoura uniforme e, portanto, potencialmente produtiva. Segundo Alvarenga et al. (2011), uma realidade na qual a ILPF tem papel fundamental é na incorporação de áreas de pastagem degradadas ao processo produtivo, onde serão necessários, na maioria das vezes, todos aqueles cuidados relativos à melhoria do ambiente químico do solo, tais como calagem, gessagem e fertilizações corretivas.

Em muitas regiões de Minas Gerais, de solos pobres e onde há ocorrência de veranicos, é arriscada a aplicação de corretivos em superfície antecedendo o cultivo. Algumas experiências na região Central de Minas Gerais, conforme Alvarenga et al. (2009), mostraram que o sistema radicular do sorgo para silagem, consorciado com capim-braquiária (*Brachiaria brizantha*), não se desenvolveu em profundidade, e o veranico teve acentuado efeito negativo sobre o sorgo. Apesar disso, a braquiária estabeleceu-se adequadamente.

Em situações de solo naturalmente pobres e/ou pastagens degradadas, é razoável

a sugestão de aração profunda, preferencialmente com arado de aiveca, para incorporação de corretivos e fertilizantes em profundidade de até 0,4 m. Se houver muitos tocos e raízes grossas, este equipamento tem seu trabalho prejudicado. Na prática, depois da amostragem do solo de 0 a 0,2 m e de 0,2 a 0,4 m, devem-se calcular as quantidades de corretivos, considerando-se a profundidade de incorporação do implemento de preparo do solo disponível.

No caso do arado de aiveca, distribui-se a metade dos corretivos necessários e procede-se à aração. Depois, distribui-se a outra metade dos corretivos e faz-se o preparo secundário, geralmente com grade. No caso de usar arado de disco ou grade pesada no preparo primário do solo, não é necessário parcelar a distribuição dos corretivos, pois esses equipamentos misturam bem os corretivos ao solo. Entretanto, quebram acentuadamente os agregados do solo, deteriorando a sua estrutura e causando aparecimento/aumento da compactação, devendo ser, portanto, evitados.

O arado escarificador, por sua vez, rompe bem o solo, não causa compactação, mas não faz boa incorporação de corretivos e restos vegetais ao solo. Seu trabalho também é prejudicado pela presença de tocos e raízes grossas. O solo mais seco deixa torrões grandes, o que não é uma condição adequada para semeio do sorgo, exigindo então, intenso trabalho de gradagens para destorroamento.

PREPARO DO SOLO PARA O EUCALIPTO

O eucalipto é uma das principais culturas para sistemas integrados e existem vários trabalhos científicos no Brasil com resultados promissores desta planta para a ILPF. A tecnologia atualmente utilizada no preparo do solo, para plantios florestais tecnificados, utiliza o cultivo mínimo, realizando um preparo de solo localizado, apenas na linha da cova de plantio, sendo que a subsolagem e o coveamento são as principais operações de preparo do solo desse sistema.

Para a implantação do eucalipto, torna-se importante conhecer as condições físicas e químicas do solo de cada propriedade. Em áreas com declive e que não necessitam de correção, tem sido recomendado o cultivo mínimo, para reduzir o revolvimento do solo, utilizando o subsolador somente nas faixas de plantio do eucalipto. A subsolagem é indicada para favorecer o crescimento radicular do eucalipto e, quando combinada com a adubação fosfatada no fundo da cova, permite melhor nutrição das plantas durante o desenvolvimento da cultura. O sulcamento nas linhas de plantio é indicado como alternativa à subsolagem. Os sulcos são feitos nas linhas de plantio, utilizando sulcador geralmente empregado no plantio de cana-de-açúcar, com profundidade de 30 a 40 cm. No local de plantio das mudas devem-se acertar as covas, de modo que tenham as dimensões 40 x 40 x 40 cm (VIANA et al., 2012). Existem ainda subsoladores florestais que fazem a fosfatagem no sulco de plantio das mudas (Fig. 3).

É importante que o sentido dos sulcos de plantio seja em nível, entretanto,

recomenda-se implantar sistemas ILPF em áreas planas com possibilidade de plantio das árvores no sentido leste/oeste.

Para o componente florestal, é importante o uso de subsoladores nas linhas de cultivo pelo vasto sistema radicular do componente arbóreo. Essa prática deve ser associada à fosfatagem nos sulcos do eucalipto. O fósforo (P) é considerado essencial, diretamente por participar de compostos e reações vitais para as plantas e, indiretamente, porque na sua ausência a planta não completa seu ciclo de vida, não podendo ser substituído por outros. É importante que as exigências nutricionais do eucalipto sejam supridas em função da análise do solo, por meio das adubações de plantio e cobertura.

MANUTENÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO

Nos anos posteriores, depois da adequação inicial do solo, deve-se pensar em adotar o SPD. Modernamente, não há mais espaço para discussões acerca das vantagens e desvantagens entre métodos de preparo do solo, ao considerar questões



Figura 3 - Subsolador florestal indicado para descompactação e fosfatagem nos sulcos de plantio das mudas

agronômicas, econômicas ou ambientais. Todas sinalizam claramente em favor do SPD. Depois da adequação inicial, deve-se estar preparado para a implantação do SPD logo no início do período chuvoso.

Primeiramente, o SPD mantém a camada de cobertura morta que desempenha importante papel na proteção mecânica da superfície do solo. Isso significa menor probabilidade de erosão, em consequência da preservação da estrutura do solo, resultando em maior taxa de infiltração de água no solo e, ao mesmo tempo, maior disponibilidade de água às plantas; no caso do sorgo e do capim, tanto durante o período em que estão consorciados quanto na pastagem de sucessão. Isso ganha importância especialmente para aqueles cultivos de sucessão à soja, os quais são praticados em algumas regiões de Minas Gerais, à semelhança do Centro-Oeste brasileiro. Depois da colheita da soja, quanto mais rápido for o plantio do sorgo granífero + capim, o que se consegue com o SPD, maior a probabilidade de sucesso da cultura em função do menor risco de déficit hídrico.

O sorgo apresenta-se como uma cultura importante para o SPD, visto que produz grande quantidade de palhada e com elevada relação C:N, o que é uma característica fundamental para a prática de semeadura direta em regiões quentes, na qual a lenta decomposição é desejada. O cultivo do sorgo em sucessão à soja é uma alternativa para reduzir os riscos de perdas, em virtude do estresse hídrico, e para aumentar a rentabilidade do produtor, em consequência da renda de seus grãos. Além disso, os resíduos da cultura remanescente na área protegem o solo e promovem a reciclagem de nutrientes para a cultura a ser implantada na safra (ALBUQUERQUE et al., 2013a).

Em experimento conduzido por Kondo et al. (2012), em que foram avaliados os atributos físicos do solo e as principais características agrônomicas do sorgo granífero no SPD em áreas com diferentes coberturas vegetais, observaram-se que a altura de plantas não foi afetada entre os diferentes tratamentos (*Brachiaria decumbens* + sorgo, *B. brizantha* + sorgo, *B. ruziziensis* +

sorgo, *Cenchrus ciliaries* cv. Áridus + sorgo, *C. ciliaries* cv. 131 + sorgo, *Panicum maximum* Jacq. cv. Colômbio + sorgo, *Andropogon gayanus* + sorgo, sorgo solteiro). Porém, houve diferença em relação à produtividade de grãos, o que, de acordo com esses autores, pode estar relacionado principalmente com o grau de sombreamento da cultura pela cobertura vegetal no início do desenvolvimento, quando espécies produtoras de maior quantidade de palhada, principalmente de maior relação C:N e, aquelas que possuem porte maior e mais ereto (*A. gayanus*, *B. brizantha*, *P. maximum* e *B. ruziziensis*) provocam efeito supressivo na cultura do sorgo pela imobilização intensa de nitrogênio (N), resultado da ação da microbiota do solo na decomposição da MO. E, tal condição, não foi observada no plantio convencional. Diante disso, esses autores concluíram que as diferentes forrageiras utilizadas na formação de cobertura vegetal para o plantio direto afetam os atributos físicos do solo e a produtividade de grãos do sorgo granífero.

COMPETIÇÃO DAS FORRAGEIRAS COM O SORGO

O consórcio de cereais com forrageiras que compõem os sistemas ILP é estudado em função das novas tendências da agricultura moderna. Essa tendência tecnológica busca aprimorar benefícios para o solo,

para as plantas e animais. No sistema ILP, o uso da infraestrutura e da mão de obra nas propriedades rurais pode ser maximizado com maiores rendimentos de forragens e grãos por área. Além disso, a produção de grãos pode reduzir a dependência de insumos externos para alimentação animal e diluir os custos de recuperação das pastagens.

Em relação à competição das forrageiras com o sorgo, Albuquerque et al. (2013a) conduziram experimento para avaliar o consórcio do sorgo granífero com forrageiras em duas localidades do estado de Minas Gerais. As sementes das forrageiras foram semeadas no mesmo dia da semeadura do sorgo. Esses autores concluíram que o consórcio provocou redução na produtividade de grãos de sorgo em todos os locais de avaliação, independentemente da forragem em consórcio, conforme apresentado no Quadro 1.

Além da competição, outros fatores devem ser considerados na escolha da forrageira. É importante destacar que os consórcios que envolvem *C. ciliaris* cv. Áridus; *C. ciliaris* cv. 131 e *A. gayanus* propiciam menores aportes de forragem na área, quando misturada com adubo. Isso pode ser explicado pela densidade e presença de aristas e cerdas envolvidas nas sementes que dificultam a semeadura mecânica, o que justifica a menor competição para essas forrageiras (Quadro 1).

QUADRO 1 - Rendimento de grãos de sorgo (t/ha) em função dos diferentes consórcios e das duas localidades

Consórcio	Localidade	
	Leme do Prado	Jaíba
<i>Sorgo + Andropogon gayanus</i>	5,71 bA	5,33 cA
<i>Sorgo + Cenchrus ciliaries</i> cv. Áridus	3,18 dB	5,63 cA
<i>Sorgo + Brachiaria brizantha</i>	4,42 cB	5,42 cA
<i>Sorgo + Cenchrus ciliaries</i> cv. 131	4,28 cB	4,69 dB
<i>Sorgo + Panicum maximum</i>	3,83 cA	3,19 fB
<i>Sorgo + Brachiaria decumbens</i>	3,22 dB	6,17 bA
<i>Sorgo + Brachiaria ruziziensis</i>	4,16 cA	4,09 eA
Sorgo solteiro	6,29 aA	6,74 aA

FONTE: Dados básicos: Albuquerque et al. (2013a).

NOTA: Médias com mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Outro exemplo é o tamanho da forragem na ocasião da colheita. As gramíneas do gênero *Panicum* podem prejudicar a colheita do sorgo granífero. Para o sorgo forrageiro, isso não seria problema, já que todo o material é ensilado. Nesse caso, é importante monitorar o corte do material a ser ensilado, sendo necessário manter as facas da ensiladeira sempre afiadas pelo maior desgaste (Fig. 4). No geral, as diversas espécies de braquiárias são mais indicadas para esquemas de consórcio.

Rodrigues et al. (2004), ao avaliarem o potencial do sorgo granífero, forrageiro e corte pastejo para o consórcio com *B. brizantha*, concluíram que o primeiro (sorgo granífero + forragem) mostrou-se menos adequado, uma vez que as culturas concorreram para redução da produtividade de grãos e de pastagem. Esses autores reportaram, ainda, produtividades entre 4,89 t/ha e 6,14 t/ha. A utilização de espécies forrageiras do gênero *Brachiaria* promove melhor taxa de aporte ao solo de MO principalmente em suas camadas iniciais (0 a 20 cm de profundidade) (CABRAL et al., 2011).

Ao avaliarem o consórcio do sorgo granífero com braquiária para produção de grãos e biomassa na entressafra, Horvathy Neto et al. (2012) constataram redução

significativa no rendimento de grãos de sorgo em decorrência do consórcio. Esses autores destacam que o consórcio na safrinha de sorgo com *B. brizantha* e *B. ruziziensis* mostrou-se como prática vantajosa para a produção de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) total, em relação aos monocultivos. A relação C:N do sorgo em consórcio foi superior à obtida em monocultivo. No consórcio as braquiárias incrementaram o percentual de cobertura do solo na entressafra.

Experimentos que envolveram espaçamentos e populações de plantas para o consórcio do sorgo com diferentes espécies de braquiárias foram implantados na EPAMIG com o intuito de atenuar a competição entre as espécies (ALBUQUERQUE et al., 2011b). Albuquerque et al. (2011b) demonstraram que as produtividades foram superiores nos menores espaçamentos (40 a 50 cm) e populações até 140 mil plantas/hectare, entretanto a competição não foi reduzida ao alterar esses fatores, pois, os tratamentos com o sorgo solteiro foram mais produtivos do que os consorciados. O consórcio proporciona uma vasta cobertura vegetal verde durante o período seco do ano, gerando alimento para o gado, conforme ilustrado na Figura 5.

Muitas pesquisas têm direcionado o uso de herbicidas, visando à redução da competição da forrageira com os cereais. Entretanto, quando se trata de herbicida na cultura do sorgo, os trabalhos são escassos. É importante salientar que existem poucos produtos registrados para o sorgo, e este se apresenta sensível às substâncias ativas da maioria dos herbicidas. O controle químico de plantas daninhas na cultura pode ser conseguido com o uso de herbicidas à base de atrazine, em pré-emergência ou pós-emergência.

Em trabalho conduzido na Fazenda Experimental de Uberlândia (FEUB) da EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba, cujo objetivo foi avaliar o herbicida atrazina, aplicado em pré e pós-emergência, em diferentes doses (0, 2, 4, e 6 L/ha), visando a uma leve supressão de *B. brizantha*, em consórcio com sorgo granífero, foi reportado que as doses não reduziram a competição, ou seja, a produtividade de grãos foi a mesma independentemente da dose. Entretanto, resultado bastante interessante foi verificado para altura de plantas para o sorgo solteiro, conforme ilustrado no Gráfico 1. Nesse caso, ocorreu aumento na altura das plantas até a dose 4,15 L/ha. A partir desse ponto ocorreu uma redução no porte da



Figura 4 - Experimento com sorgo, conduzido pela EPAMIG Norte de Minas na Fazenda Experimental de Jaíba (FEJA)

NOTA: A - Consórcio do sorgo com *Panicum maximum*; B - Consórcio do sorgo com *B. brizantha*.



Figura 5 - Experimento com sorgo solteiro, conduzido pela EPAMIG Norte de Minas na Fazenda Experimental de Jaíba (FEJA)
 NOTA: A - Sorgo solteiro no espaçamento 50 cm; B - Consórcio do sorgo com *B. brizantha* no espaçamento 50 cm.

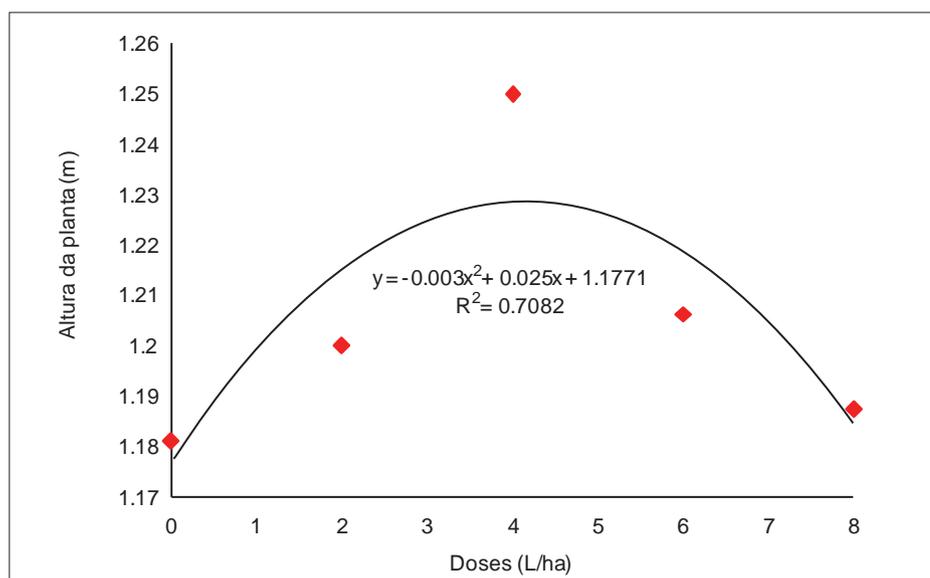


Gráfico 1 - Altura de planta de sorgo, em cultivo solteiro, em função da dose de atrazina

planta, possivelmente pela fitotoxicidade do herbicida no sorgo em doses mais altas.

Ao avaliar parâmetros de solo submetido a consórcio entre braquiária e sorgo em diferentes doses de herbicidas atrazina, Mikhael et al. (2011) concluíram que o aumento das doses proporciona maior compactação do solo e menores teores de MO. Dessa forma, os produtores devem ficar atentos a altas doses de atrazina em sorgo.

Sendo assim, Albuquerque et al. (2011a) mostraram que a competição de *B. decumbens* e *B. brizantha* pode ser anulada com a semeadura na ocasião da adubação de cobertura. Nesse período, o sorgo já apresenta seis folhas totalmente expandidas e tem maior capacidade de competir com as forrageiras em consórcio. Antes disso, a planta é pequena, tem um crescimento inicial lento que dificulta o consórcio.

Os tratos culturais (espaçamentos, populações, controle de pragas, doenças entre outros), recomendados para o sorgo consorciado, seguem os mesmos princípios do sorgo solteiro.

Para uma boa formação da pastagem, as sementes das forrageiras, na dose de pelo menos 400 pontos de valor cultural (Ex. valor cultural igual a 40%, usar 400/40 = 10 kg/ha), devem ser misturadas ao adubo na ocasião da cobertura.

É importante destacar que os consórcios são importantes para formação de palha em regiões mais quentes pois, tanto o sorgo como as forrageiras apresentam alta relação C:N. As cultivares de sorgo podem dar origem à boa palhada para o SPD, garantindo qualidade ao método por causa da quantidade e da persistência da cobertura morta. No caso do sorgo para silagem, o consórcio com capim é altamente recomendado, visto que a remoção de quase toda a parte aérea do sorgo deverá ser compensada pela fitomassa do capim.

EFEITO DO ARRANJO DE PLANTAS DO EUCALIPTO NO SORGO E NA FORRAGEM

A espécie arbórea de maior destaque no desenvolvimento de sistemas integrados é

o eucalipto. Sua adaptação às condições locais de clima e solo, seu crescimento rápido, e a arquitetura de copa favorecem sua consorciação com as culturas. A radiação solar incidente no sub-bosque em sistemas ILPF constitui fator primordial para o crescimento de plantas forrageiras e cereais no estrato herbáceo desses sistemas. Dentre os principais fatores que afetam a incidência da radiação solar no sub-bosque da ILPF, citam-se a densidade arbórea, o espaçamento entre árvores, a orientação da linha de plantio, a densidade da copa e a estratégia de desbaste adotada.

A luz desempenha um papel importante na regulação de inúmeras enzimas cloroplastídicas, podendo, quando em falta ou excesso, desencadear distúrbios nos processos associados às atividades fotossintéticas. A alta intensidade de luz pode, em condições aeróbicas, catalisar a geração de espécies reativas de oxigênio, altamente danosas à integridade e à funcionalidade celular. Quando deficitária, há limitação do processo fotossintético com reflexos negativos no perfilhamento, na taxa de crescimento e, conseqüentemente, na produção de biomassa.

Assim, pela dinâmica de crescimento das árvores, há necessidade de adequado planejamento na implantação do arranjo espacial da comunidade arbórea, bem como das estratégias de desbaste do componente florestal permitindo suprimento adequado de radiação solar para o sub-bosque desses sistemas.

A longevidade das espécies forrageiras que compõem o sub-bosque desses sistemas é de extrema importância para o sucesso da integração, tendo em vista que a dinâmica de crescimento das árvores altera consideravelmente o microclima para a comunidade herbácea. Nesse contexto, o crescimento das árvores acarreta redução da luminosidade incidente, o que implica em possíveis alterações nas características espectrais da radiação solar que atinge o sub-bosque da ILPF.

Em relação à qualidade da radiação solar que incide no sub-bosque de sistemas

ILPF, principalmente em condições tropicais, poucas informações estão disponíveis. Nesse contexto, um trabalho inovador foi desenvolvido na EPAMIG Centro-Oeste, na Fazenda Experimental de Santa Rita (FESR), em Prudente de Moraes, MG, com o objetivo de relacionar a quantidade e a qualidade da radiação solar incidente nas plantas forrageiras. Foram avaliados diferentes arranjos espaciais do componente arbóreo, utilizando linhas simples: 9 x 2 m, e duplas: 9 x (2 x 2 m) e 20 x (3 x 2 m), e amostragem realizada: no centro da entrelinha de eucalipto e sob a copa (lateral) das árvores.

Pode-se observar que independentemente do arranjo espacial ou local de amostragem, há redução dos valores de irradiância absoluta (IA) no comprimento de onda entre 450 e 650 nm (Gráfico 2). Essa redução ocorreu em função da maior absorção da radiação solar nessa faixa espectral específica (450-650 nm) pela copa das árvores, o que resultou em menor quantidade de radiação incidente e alteração da qualidade de luz que atingiu o sub-bosque. O local de amostragem influenciou a quantidade de IA incidente no sub-bosque, principalmente no comprimento de onda de 350-450 nm, com maiores valores de IA obtidos no

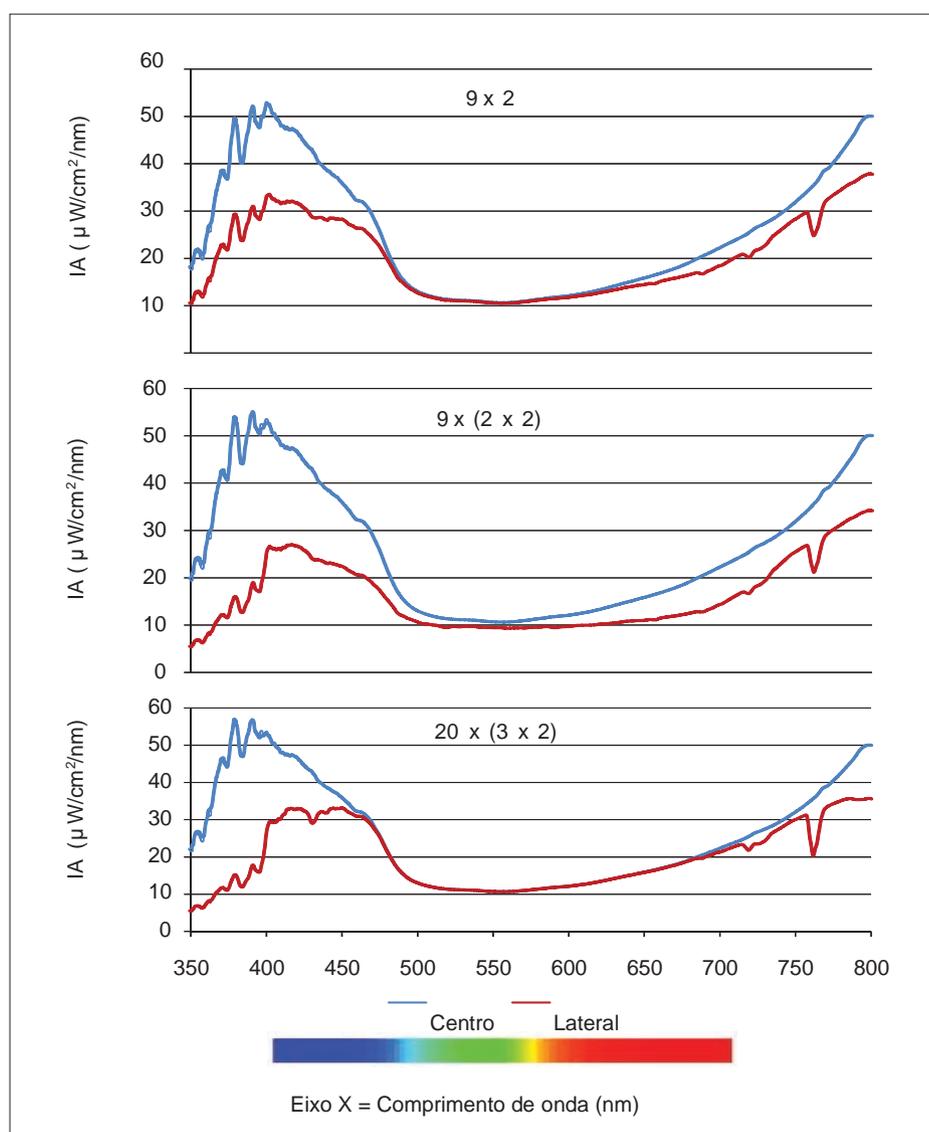


Gráfico 2 - Espectro de irradiância absoluta (IA) em $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ representativo do segundo ciclo, nos três arranjos espaciais, para os locais de amostragem centro e lateral da entrelinha do eucalipto

centro da entrelinha (aproximadamente $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$), os quais foram em média 66,7% superiores ao valor de IA obtido na lateral da entrelinha (aproximadamente $30 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$). Essa resposta ressalta a heterogeneidade que pode ocorrer com relação à incidência da radiação solar no sub-bosque dos sistemas arborizados. Nesse caso, a proximidade do ponto de coleta com a fileira de árvores acarretou maior sombreamento em relação ao centro da entrelinha, o que pode justificar os resultados obtidos neste trabalho.

Nesse mesmo projeto, no segundo ano de implantação do sistema, foi introduzido o sorgo para silagem, semeado entre as faixas do eucalipto, aos 17 meses de idade. A produção do sorgo no arranjo $20 \text{ m} \times (3 \times 2)$ foi semelhante à obtida em monocultivo, a pleno sol. No arranjo de $9 \text{ m} \times (2 \times 2)$, ocorreu redução de 37,7% na produtividade em relação ao plantio a pleno sol. Esse resultado pode ser explicado pela menor incidência de radiação para o desenvolvimento do sorgo no sistema ILPF, em consequência do sombreamento proporcionado pelo eucalipto, no segundo ano de implantação do sistema (VIANA et al., 2010). Resultados obtidos em Paracatu, MG, com o milho plantado intercalado com o eucalipto, idade de 24 meses, no espaçamento $10 \times 4 \text{ m}$ também registraram redução no rendimento de grãos em relação ao cultivo solteiro (MACEDO et al., 2006).

Em trabalho semelhante conduzido em Uberlândia, MG, pela EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba - FEUB, foi verificado que o cultivo do sorgo nas entrelinhas mais adensadas de eucalipto ficou limitado pela redução na disponibilidade de luz, além da competição maior por água e nutrientes (ALBUQUERQUE et al., 2013b). Os arranjos com espaçamentos entre fileiras maiores permitiram estabelecimento mais favorável às culturas nas faixas de plantio, na entrelinha do eucalipto. Nesse experimento, o eucalipto foi plantado no sentido norte/sul, onde as plantas de sorgo avaliadas no centro das entrelinhas do eucalipto e do lado esquer-

do apresentaram maiores produtividades de grãos. Isso pode ser justificado pelo nível de sombreamento obtido, haja vista que o eucalipto foi plantado no sentido norte/sul. Ademais, a qualidade da radiação incidente nas plantas era diferente em função do dia e proximidade das árvores, conforme ilustrada na Figura 6.

Outro dado interessante desse trabalho diz respeito ao efeito residual da adubação da soja no sorgo safrinha em consórcio com forragem após a soja. Conforme apresentado nas Figuras 7 e 8, é possível visualizar o incremento em tamanho de plantas e diâmetro da altura do peito em áreas consorciadas. As plantas de eucalipto conseguem



Figura 6 - À esquerda, sombreamento em área experimental (arranjo 10×2) no início da manhã no plantio no sentido norte/sul - EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba - Fazenda Experimental de Uberlândia (FEUB)



Figura 7 - À esquerda, plantas menores de eucalipto sem consórcio e, à direita, plantas maiores de eucalipto em consórcio durante dois anos - EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba - Fazenda Experimental de Uberlândia (FEUB)



Fotos: Carlos Juliano Brant Albuquerque

Figura 8 - Experimento conduzido pela EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba - Fazenda Experimental de Uberlândia (FEUB)

NOTA: A - Plantas com menor diâmetro sem consórcio; B - Plantas com maior diâmetro em consórcio durante dois anos.

aproveitar os adubos não utilizados pelos cereais ocasionando plantas mais altas e grossas. Nesse experimento todas as plantas receberam a mesma adubação de plantio e cobertura, sendo que a única diferença foi o consórcio, que demonstrou, assim, a capacidade de aproveitamento dos adubos utilizados nos cultivos pelo eucalipto.

Nesse contexto, pode-se observar a complexidade dos sistemas ILPF quanto ao microclima do sub-bosque. O conhecimento do perfil da radiação solar que chega ao sub-bosque, bem como do comportamento da planta em ambientes sombreados, é de grande importância prática para auxiliar no entendimento dos efeitos da radiação solar na produção vegetal, possibilitando o uso de práticas de manejo do componente florestal, com vistas à otimização dos benefícios desse sistema.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na implantação e manejo da ILPF, a distribuição espacial do componente arbóreo deve ser estrategicamente analisada, pois ao longo do seu ciclo vai interferir diretamente no desenvolvimento e na produção vegetal das culturas que participam do sistema, tanto pela competição por água e nutrientes, quanto pela baixa disponibilidade de luz, causada pelo sombreamento do eucalipto.

Em área com topografia plana é importante fazer o plantio do componente florestal no sentido leste/oeste, para maior incidência de luz no sorgo e na forragem, uma vez que o sombreamento na cultura provoca perdas na produtividade.

Na implantação do sorgo é essencial o adequado preparo do solo e a regulação das semeadoras, pois a profundidade de plantio e a condição do solo para germi-

nação influenciam na população de plantas no momento da colheita.

No sorgo granífero, devem-se utilizar espaçamentos entre 40 e 50 cm e populações de 140 mil plantas por hectare. No sorgo silageiro, deve-se considerar a colhedora de forragem disponível na fazenda, que normalmente colhe nos espaçamentos maiores que 60 cm. A população de plantas no sorgo silageiro não deve exceder 100 mil plantas por hectare.

A semeadura de forrageiras em consórcio com o sorgo deve ser analisada em função da disponibilidade hídrica e térmica do local de cultivo. Deve-se priorizar a formação da pastagem no início das primeiras chuvas, pois, o consórcio sorgo com forrageiras na safrinha é arriscado; além disso a semeadura da forrageira junto com o adubo de cobertura reduz a competição com o sorgo.

Os tratos culturais (espaçamentos, populações, controle de pragas, doenças entre outros), recomendados para o sorgo consorciado, seguem os mesmos princípios do sorgo solteiro.

A lavoura deve ser inserida no sistema nos primeiros dois anos com a finalidade de amortizar o custo de recuperação do pasto e a inserção do eucalipto no sistema, contribuindo para a melhoria da fertilidade do solo.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C.J.B. et al. Consórcio de forrageiras tropicais com o sorgo granífero em duas localidades do estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v.12, n.1, p.1-9, 2013a.
- ALBUQUERQUE, C.J.B. et al. **Época de semeadura de braquiárias em consórcio com sorgo granífero para o sistema Integração Lavoura-Pecuária**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2011a. 3p. (EPAMIG. Circular Técnica, 148).
- ALBUQUERQUE, C.J.B. et al. Local para avaliação de parcelas de sorgo safrinha em área adubada com diferentes fontes de fósforo no sistema de Integração Lavoura Pecuária Floresta em solo de Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34., 2013, Florianópolis. **Programa & Resumos...** Ciência do solo: para quê e para

quem? Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013b.

ALBUQUERQUE, C.J.B. et al. **Sorgo em consórcio com *Brachiaria brizantha* sob diferentes espaçamentos**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2011b. 3p. (EPAMIG. Circular Técnica, 147).

ALBUQUERQUE, C.J.B. et al. **Sorgo grânifero em sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta sob residual de fósforo e diferentes arranjos de eucalipto**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2013c. 3p. (EPAMIG. Circular Técnica, 184).

ALVARENGA, R.C. et al. **A cultura do sorgo em sistemas Integrados Lavoura-Pecuária ou Lavoura-Pecuária Floresta**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 14p. (EPAMIG. Circular Técnica, 172).

ALVARENGA, R.C. et al. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na região de Sete Lagoas, Minas Gerais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 7p. (EPAMIG. Circular Técnica, 166).

ALVARENGA, R.C. et al. Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras. **Informe Agropecuário**. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, Belo Horizonte, v.31, n.257, p.59-67, jul./ago. 2010.

BARCELLOS, A. de O. et al. Base conceitual, sistemas e benefícios da iLPF. In: BALBINO, L.C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE,

L.F. (Ed.). **Marco referencial: Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**. Brasília: Embrapa, 2011. p.23-37.

CABRAL, D.A. et al. Matéria orgânica em solo cultivado com sorgo granífero sob diferentes coberturas vegetais para o sistema de Integração Lavoura Pecuária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2011, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: UFU, 2011. 1 CD-ROM.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**: segunda apuração. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ca/default.asp?o=2&i=P>>. Acesso em: 12 maio 2010.

HORVATHY NETO, A. et al. Consórcio sorgo e braquiária para produção de grãos e biomassa na entressafra. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, Recife, v.7, p.743-749, 2012. Suplemento.

KONDO, M.K. et al. Efeito de coberturas vegetais sobre os atributos físicos do solo e características agrônômicas do sorgo grânifero. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.1, p.33-40, mar. 2012. Suplemento 1: XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo.

MACEDO, R.L.G. et al. Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agrônômicas de milho cultivados em sistema Silviagrícola. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.30, n.5, p.701-709, set./out. 2006.

MIKHAEL, J.E.R. et al. Resistência à penetração de um Latossolo submetido a consórcio entre braquiária (*Braquiaria brizantha* cv. Marandu) e sorgo (*Sorghum bicolor*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2011, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: UFU, 2011. 1 CD-ROM.

RODRIGUES, J.A.S. et al. Potencialidades de cultivares de sorgo no consórcio com *Brachiaria brizantha*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, *SPODOPTERA FRUGIPERDA*, 1., 2004, Cuiabá. **[Resumos expandidos...]**. Da agricultura familiar ao agronegócio: tecnologia, competitividade e sustentabilidade. Sete Lagoas; ABMS: Embrapa Milho e Sorgo; Cuiabá: EMPAER, 2004. 1 CD-ROM.

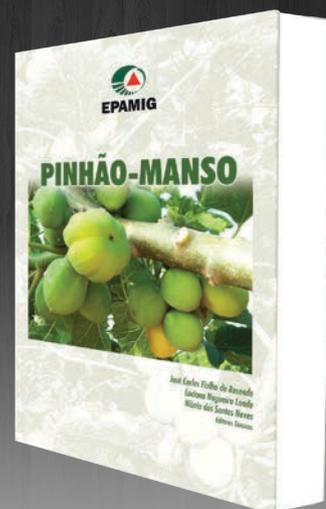
VIANA, M. C. M. et al. Experiências com o sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, Belo Horizonte, v.31, n.257, p.98-111, jul./ago. 2010.

VIANA, M. C. M. et al. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta utilizando a cultura do milho. In: PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; DUARTE, A.P.; TSUNECHIRO, A. (Ed.). **Diversidade e inovações na cadeia produtiva de milho e sorgo na era dos transgênicos**. Campinas: IAC; Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012. cap.42, p.667-687.

Pinhão-mansão: potencial e utilizações

O livro *Pinhão-mansão* 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



Por que financiar a agricultura familiar é bom pra todos?

Porque, se por um lado, aumenta a produtividade no campo, por meio do Pronaf, do Governo Federal, por outro, incentiva o comércio e melhora a qualidade dos alimentos que chegam à mesa dos brasileiros. E isso é bom pra todos.

 @bancodobrasil  /bancodobrasil bb.com.br/bompratodos

Central de Atendimento BB 4004 0001 ou 0800 729 0001 • SAC 0800 729 0722
Ouvidoria BB 0800 729 5678 • Deficiente Auditivo ou de Fala 0800 729 0088



Danielle Pedroso
Cliente da Agência Sto. Antônio da Platina (PR)



Correção do solo e adubação na cultura do sorgo

Flávia Cristina dos Santos¹
Antônio Marcos Coelho²
Álvaro Vilela de Resende³
Rubens Augusto de Miranda⁴

Resumo - O sorgo é frequentemente cultivado em regiões com problemas de deficiência hídrica e em solos de baixa fertilidade. Entretanto, como uma cultura multiuso, necessita de um manejo adequado de correção do solo e adubação para atingir produtividades satisfatórias. São apresentadas recomendações de correção do solo e de adubação para o sorgo granífero, silagem, pastejo, sacarino e biomassa. É fundamental a diagnose da fertilidade do solo, por meio de análise química, complementada pela diagnose nutricional da planta, por meio de análise foliar. Além disso, valores de extração de nutrientes pela planta auxiliam na definição das doses de fertilizantes a ser recomendadas. A análise da conjuntura econômica auxilia na definição da dose mais rentável dos insumos.

Palavras-chave: *Sorghum*. Fertilidade do solo. Fertilização. Nutrição mineral. Calagem. Gessagem. Corretivo.

INTRODUÇÃO

O sorgo é uma cultura de grande interesse comercial, seja por sua reconhecida rusticidade, com adaptação a diversas condições edafoclimáticas, seja por sua ampla variedade de utilização. Existem tipos distintos de sorgo para fins de obtenção de grãos, silagem, pastejo, bioenergia ou vassoura.

Nesse sentido, esta cultura é plantada em praticamente todo o território nacional, com destaque para as regiões Centro-Oeste e Sudeste, sendo o estado de Goiás o detentor da maior área plantada de sorgo granífero nos últimos anos, com 242.278 ha (IBGE, 2012).

Entretanto, mesmo se desenvolvendo bem em regiões de solos menos férteis, secas e quentes, o sorgo é uma cultura altamente responsiva à correção do solo e à adubação. Assim, para expressar todo o

seu potencial produtivo, é necessário que as exigências nutricionais do sorgo sejam supridas de forma adequada.

Tradicionalmente, no Brasil, o sorgo é plantado em áreas marginais ou em época de maior déficit hídrico (período da safriinha). Aliado a isto, pouca atenção tem sido dispensada para o manejo da fertilidade do solo. Consequentemente, embora a cultura apresente potenciais de produtividade de 12 e 25 t/ha de grãos e de matéria seca (MS), na prática, o Brasil tem atingido produtividades máximas de cerca de 5 t/ha de grãos e 18 t/ha de MS, para o sorgo tipo granífero e forrageiro, respectivamente.

Essa informação, aliada à existência de um cenário de economia global, em que a competitividade exige cada vez mais eficiência dos sistemas produtivos, demonstra que o manejo da calagem e da adubação é fundamental, pois interfere de maneira significativa não só no aumento de

produtividade das culturas, como também nos custos de produção.

DIAGNOSE DA FERTILIDADE DO SOLO

Os solos apresentam variabilidade espacial em suas características químicas, físicas e biológicas. Essa variabilidade ocorre tanto no sentido horizontal quanto no vertical e precisa ser considerada, para realizar a diagnose de sua fertilidade. Logo, para uma recomendação eficaz de corretivos e fertilizantes, é necessário realizar uma boa amostragem de solo. Para ilustrar a importância dessa afirmação, basta calcular a representatividade da quantidade de solo analisada no laboratório em relação à área amostrada. Normalmente, analisam-se 2,5 cm³ de solo no laboratório e, considerando-se que uma área amostrada de 1 ha contém 2 bilhões de centímetros cúbicos na profundidade de 0 a 20 cm, chega-se

¹Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, e-mail: flavia.santos@embrapa.br

²Eng^a Agr^a, Ph.D., Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, e-mail: antoniomarcos.coelho@embrapa.br

³Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, e-mail: alvaro.resende@embrapa.br

⁴Economista, Dr., Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, e-mail: rubens.miranda@embrapa.br

à conclusão de que a amostra analisada representa um volume de solo 800 milhões de vezes maior.

Assim, inicialmente, deve-se realizar a divisão da área em talhões homogêneos, observando-se a declividade do terreno, o tipo de solo, a vegetação, e o histórico de uso, dentre outros aspectos diferenciadores existentes dentro da área a ser amostrada.

Para a coleta das amostras de solo, deve-se caminhar em zigue-zague em cada talhão homogêneo, coletando-se cerca de 20 amostras simples para formar uma amostra composta. No ponto da amostragem, os resíduos vegetais devem ser retirados da superfície do solo e podem-se usar diversas ferramentas de coleta, como enxada, enxada, trado, etc. O importante é coletar na profundidade correta e, em toda a sua extensão, retirar o mesmo volume de solo em cada amostra simples.

A profundidade da amostragem deve ser de 0-20 cm. Caso seja viável, é importante amostrar também a camada de 20-40 cm, pois isso permite uma melhor avaliação da fertilidade do solo em profundidade, bem como é de fundamental importância para a interpretação dos teores de alumínio (Al^{3+}), cálcio (Ca^{2+}) e enxofre (S), visando definir a necessidade e a recomendação de doses de gesso agrícola.

As amostras coletadas devem ser acondicionadas e identificadas de forma adequada em saco plástico resistente. O envio das amostras para análise deve ser o mais breve possível e para laboratório de confiança e, de preferência, participante de programas de controle de qualidade de análises.

Tabelas de interpretação dos resultados de análises de solos estão disponíveis nos manuais de fertilidade dos solos, publicados para diferentes regiões no Brasil (RAIJ et al., 1996; RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ V., 1999; SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO; COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 2004; SOUSA; LOBATO, 2004), e permitem conhecer o nível de fertilidade do solo no talhão a

ser cultivado, o que auxilia, por sua vez, na recomendação de práticas de correção da acidez e no fornecimento de nutrientes para o sorgo.

DIAGNOSE NUTRICIONAL DA PLANTA

A diagnose nutricional da planta de sorgo é uma ferramenta complementar à análise de solo. Propicia melhoria no monitoramento dos programas de adubação propostos, de forma que ajustes necessários possam ser feitos ainda durante a safra ou nas safras subsequentes.

Dessa forma, deve existir relação entre o desenvolvimento da planta e seu estado

nutricional, ou seja, maior crescimento da cultura deve estar associado a maior suprimento de nutrientes. Além disso, sabe-se que as concentrações dos nutrientes variam com o estágio de desenvolvimento da planta e com a parte amostrada.

A indicação padrão para diagnose nutricional do sorgo é a coleta de folhas no período compreendido entre a fase de emborrachamento e de florescimento – emissão das panículas (Fig. 1), pois, nesta fase e neste órgão, ocorre, de forma mais intensa, a maioria dos processos fisiológicos (RAIJ, 2011). Devem-se coletar 30 folhas por talhão homogêneo na parte mediana das plantas. Recomenda-se coletar uma folha por planta.



Figura 1 - Fases de desenvolvimento da cultura do sorgo

NOTA: A - Emborrachamento; B - Emissão das panículas. Fases adequadas para amostragem de folhas.

As folhas devem ser acondicionadas em sacos de papel, identificadas de forma adequada e enviadas o mais breve possível para um laboratório de confiança, que tenha controle de qualidade de análises.

Além da possibilidade de diagnose do estado nutricional da cultura por meio da interpretação dos resultados, ao consultar a literatura (ex.: manuais de fertilidade já mencionados), a análise foliar tem especial valor ao permitir comparar a concentração de nutrientes em plantas fracas e em vigorosas identificadas dentro de um mesmo talhão ou propriedade. Para tanto, basta que se colem e analisem, separadamente, amostras de plantas anormais e normais (SANTOS; RESENDE, 2013).

Adicionalmente, a análise foliar permite a confirmação de sintomas visíveis de deficiência de nutrientes; identificação de interações e antagonismos; verificação da absorção de nutrientes na planta, quando estes são aplicados, e avaliação do balanço nutricional (RAIJ, 2011).

Os teores foliares de macro e micronutrientes considerados adequados para a cultura do sorgo costumam variar conforme a fonte consultada (Quadro 1).

No Quadro 2, são apresentados os teores foliares na fase de panículas emitidas – antese – obtidos num experimento, comparando-se a absorção de nutrientes por cultivares de sorgo forrageiro e granífero na região de Janaúba, MG (FRANCO, 2011).

ACIDEZ DO SOLO E NECESSIDADE DE CALCÁRIO E GESSO

Os solos do Brasil, em especial os da região do Cerrado, onde se concentra a maior área agrícola do País, apresentam, em geral, boas propriedades físicas, com topografia favorável para a mecanização. Entretanto, esses solos são altamente intemperizados, com elevada acidez, pobres em nutrientes, com destaque para o fósforo (P), Ca e magnésio (Mg).

Dentre essas características, destaca-se a acidez do solo, que está associada à presença dos íons hidrogênio (H^+), manganês (Mn^{2+}) e, principalmente, Al^{3+} , sendo este último um dos principais limitantes à produção agrícola em solos ácidos, por ser altamente tóxico às plantas.

O Al está presente no solo na forma de minerais primários ou secundários, como aluminossilicatos, oxi-hidróxidos, sulfatos e fosfatos (ROSSIELLO; NETTO, 2006).

Quando o pH do solo se encontra com valores abaixo de 5,5, ocorre maior dissolução das formas sólidas do Al, com liberação de formas iônicas para a solução do solo e conseqüente efeito tóxico às plantas. Para melhor elucidar a dimensão do problema, estima-se que 40% das terras aráveis do mundo e 70% dos solos brasileiros são originalmente ácidos (WRIGHT, 1989).

Essa dinâmica de dissolução dos minerais de Al envolve alterações na química e fertilidade do solo, restringindo, principalmente, o crescimento das raízes das plantas (FOY, 1988).

Podem ocorrer, também, anomalias radiculares, como a diminuição na quantidade de raízes laterais e de pelos radiculares, bem como o engrossamento e enrijecimento de raízes, tornando-as mais quebradiças, além de alterações fisiológicas e nos processos bioquímicos da planta (FERREIRA; MOREIRA; RASSINI, 2006).

Esses problemas podem-se expressar não só nas camadas superficiais do solo (0-20 cm), mas também nas camadas mais profundas. Deve-se ressaltar que, em suma, tudo isso irá resultar em um sistema radi-

QUADRO 1 - Valores de teores foliares de nutrientes considerados adequados para a cultura do sorgo

Macronutriente (g/kg)	Fonte		Micronutriente (mg/kg)	Fonte	
	Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. (1999)	Boareto et al. (2009)		Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. (1999)	Boareto et al. (2009)
Nitrogênio	23-29	25-35	Boro	-	4-20
Fósforo	4,4	2,0-4,0	Cobre	10-30	5-20
Potássio	13-30	14-25	Ferro	68-84	65-100
Cálcio	2,1-8,6	2,5-6,0	Manganês	34-72	10-190
Magnésio	2,6-3,8	1,5-5,0	Molibdênio	-	0,1-0,3
Enxofre	1,6-6,0	1,5-3,0	Zinco	12-22	15-50

QUADRO 2 - Teores foliares de nutrientes em cultivares de sorgo forrageiro e granífero

Macronutriente (g/kg)	Cultivar		Micronutriente (mg/kg)	Cultivar	
	⁽¹⁾ BRS 610 (forrageiro)	⁽²⁾ DKB 599 (granífero)		BRS 610 forrageiro	DKB 599 granífero
Nitrogênio	23,8	23,0	Boro	17	15
Fósforo	2,8	2,7	Cobre	6	6
Potássio	15,2	15,6	Ferro	78	80
Cálcio	8,6	7,7	Manganês	92	119
Magnésio	2,4	2,3	Molibdênio	-	-
Enxofre	1,3	1,4	Zinco	6	13

FONTE: Dados básicos: Franco (2011).

(1) Densidade de semeadura visando 140 mil plantas/hectare. Antese/amostragem aos 70 dias após a emergência. Produtividade de 4,4 t/ha de grãos e 18,3 t/ha de matéria seca (MS) total. (2) Densidade de semeadura visando 180 mil plantas/hectare. Antese/amostragem aos 57 dias após a emergência. Produtividade de 6,7 t/ha de grãos e 15,5 t/ha de MS total.

cular menos desenvolvido, o que implica menor volume de solo explorado pelas raízes. Consequentemente, isso restringirá a absorção de água e nutrientes, expondo as plantas a maiores estresses químicos e hídricos, o que gera menor produtividade do sorgo.

Para eliminar tal restrição, deve-se realizar a calagem, que traz benefícios, tais como neutralização da acidez do solo, fornecimento de Ca e Mg às plantas, melhor disponibilidade dos nutrientes, em especial do P, propicia condições mais favoráveis à atividade microbiana, e, em consequência, maior produtividade na cultura do sorgo.

As recomendações de calagem objetivam corrigir a acidez do solo e neutralizar as formas tóxicas de Al. Isto, aliado a outras práticas de manejo da fertilidade, tem a função de elevar a capacidade produtiva dos solos. As quantidades de corretivos da acidez do solo podem ser determinadas por diferentes metodologias e visam ao retorno econômico das culturas em médio prazo (4 a 5 anos), pois os corretivos aplicados apresentam efeito residual duradouro. Como a calagem é uma prática que envolve sistemas de rotação e sucessão de culturas, na sua recomendação deve-se priorizar a cultura mais sensível à acidez do solo. Em razão dos efeitos e da importância da calagem nos diferentes níveis tecnológicos dos diversos sistemas de produção empregados no Brasil, o desenvolvimento ou a adaptação de cultivares mais tolerantes à acidez do solo, via melhoramento genético, não dispensa o uso do calcário na agricultura.

Cálculo da necessidade de calagem

Os critérios para o cálculo da necessidade de calagem mais utilizados atualmente no Brasil são: método da neutralização da acidez trocável e da elevação dos teores de Ca e Mg trocáveis, método da saturação por bases e método da elevação do pH com base no índice Shoemaker, MacLean e Pratt (SMP).

Método da neutralização da acidez trocável do Al^{3+} e da elevação dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+}

Neste método consideram-se, ao mesmo tempo, as características de solo e as exigências das culturas. Trata-se do método mais indicado para solos com $CTC_{pH7,0} < 5,5 \text{ cmol}_e/\text{dm}^3$, como é o caso de solos arenosos. A necessidade de calagem é calculada pela seguinte expressão:

Equação 1:

$$NC = Y [Al^{3+} - m_t \cdot t/100] + [X - (Ca^{2+} + Mg^{2+})] \cdot [100/PRNT]$$

em que:

NC = necessidade de calcário em t/ha;
Y = valor da capacidade tampão da acidez do solo, o qual varia de acordo com a textura do solo, arenoso: 0,0 a 1,0; textura média: 1,0 a 2,0; argiloso: 2,0 a 3,0; muito argiloso: 3,0 a 4,0;

m_t = máxima saturação por Al^{3+} tolerada pela cultura, em %. Para a cultura do sorgo este valor é de no máximo 15%;

t = capacidade de troca catiônica (CTC) efetiva (somatório de Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+), em $\text{cmol}_e/\text{dm}^3$;

X = requerimento de Ca + Mg pelas culturas. Para a cultura do sorgo, considerar como adequado o teor de Ca + Mg = $2,0 \text{ cmol}_e/\text{dm}^3$;

PRNT = poder relativo de neutralização total.

Método da saturação por bases

Neste método, deve-se levar em conta a relação existente entre o pH e a saturação por bases (V) dos solos. Esse é o método mais indicado para solos com $CTC_{pH7,0} > 5,5 \text{ cmol}_e/\text{dm}^3$. A necessidade de calagem é calculada pela seguinte expressão:

Equação 2:

$$NC = [(V_2 - V_1) \cdot CTC] / PRNT$$

em que:

NC = necessidade de calcário em t/ha;

V_2 = saturação por bases desejada.

Para o sorgo utilizar o valor de $V_2 = 60\%$;

V_1 = saturação por bases atual do solo, em $\text{cmol}_e/\text{dm}^3$;

CTC = $CTC_{pH7,0}$, em $\text{cmol}_e/\text{dm}^3$;

PRNT = poder relativo de neutralização total.

Método da elevação do pH com base no índice SMP

Este método de recomendação de calagem é utilizado nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Baseia-se em dimensionar a quantidade de calcário necessária para atingir o pH em água igual a 6,0 para a cultura do sorgo. A necessidade de calagem é então definida, conforme a acidez potencial do solo dada pelo índice SMP. Quanto maior o valor do índice SMP, menor a necessidade de aplicação de corretivos para acidez (Quadro 3).

Uma vez calculada a quantidade a aplicar, o calcário deve ser distribuído superficialmente em toda a área e incorporado com gradagem a 20 cm de profundidade, quando da abertura de área ou correção do solo em sistema plantio convencional.

Já no Sistema Plantio Direto (SPD), o calcário pode ser aplicado superficialmente, sem incorporação. Nesse caso, a dose calculada por um dos modos aqui descritos deve ser dividida em aplicações não superiores a 2 ou 3 t/ha, visto que, nas fórmulas de cálculo de NC, considera-se a correção da camada de 0-20 cm de profundidade. A aplicação do calcário deve ser feita preferencialmente cerca de 3 meses antes do cultivo, tempo considerado suficiente para o calcário reagir no solo. O efeito residual da calagem, quando esta é feita de forma correta, é de até 5 anos.

QUADRO 3 - Necessidade de calcário (NC) para atingir pH em água igual a 6,0, de acordo com o índice SMP do solo

Índice SMP	⁽¹⁾ NC (t/ha)	Índice SMP	⁽¹⁾ NC (t/ha)	Índice SMP	⁽¹⁾ NC (t/ha)
4,4	21,0	5,3	7,5	6,2	2,2
4,5	17,3	5,4	6,8	6,3	1,8
4,6	15,1	5,5	6,1	6,4	1,4
4,7	13,3	5,6	5,4	6,5	1,1
4,8	11,9	5,7	4,8	6,6	0,8
4,9	10,7	5,8	4,2	6,7	0,5
5,0	9,9	5,9	3,7	6,8	0,3
5,1	9,1	6,0	3,2	6,9	0,2
5,2	8,3	6,1	2,7	7,0	0

FONTE: Dados básicos: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004).

NOTA: SMP - Shoemaker, MacLean e Pratt; PRNT - Poder relativo de neutralização total.

(1) Corretivo com PRNT = 100%. A quantidade a aplicar é obtida pela fórmula: $NC \cdot (100 / PRNT \text{ do calcário})$.

Cálculo da necessidade de gesso agrícola

A gessagem agrícola é uma técnica de grande relevância, por melhorar o ambiente radicular em profundidade. Propicia melhor desenvolvimento das raízes, com aumento da área de absorção de água e de nutrientes e, conseqüentemente, com maior produtividade.

Esses benefícios são possíveis por ser o gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) uma fonte de Ca e S para as plantas e pela redução da atividade do Al abaixo da camada arável, onde o calcário não chega. Sendo o SO_4^{2-} o ânion acompanhante do Ca^{2+} , a molécula CaSO_4^0 sofre movimentação descendente, dissociando-se no solo da subsuperfície, enriquecendo-o com Ca e reduzindo a atividade do Al que combina com o SO_4^{2-} .

Entretanto, há critérios estabelecidos para a utilização dessa técnica e, para verificar a necessidade ou não da gessagem, é necessário avaliar a fertilidade do solo nas camadas subsuperficiais, por exemplo, de 20 a 40 cm de profundidade. Caso o teor de Ca esteja abaixo de $0,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ ou a saturação por Al acima de 20%, há grande probabilidade de resposta à aplicação do gesso agrícola.

A dose a ser recomendada para o sorgo, segundo Sousa e Lobato (2004), deve ser calculada pela seguinte fórmula: Dose

Gesso (kg/ha) = $50 \times$ teor de argila do solo (%). O gesso deve ser aplicado superficialmente no solo, não havendo necessidade de incorporação e nem aplicação prévia ao plantio. Há efeito residual da gessagem por 5 anos ou mais.

RECOMENDAÇÃO E MANEJO DA ADUBAÇÃO

A adubação é um dos principais fatores de aumento de produção na cultura do sorgo. Um bom programa de adubação leva em consideração o princípio do balanço nutricional, ou seja, as doses recomendadas de fertilizantes são definidas pela diferença entre a demanda pela planta e o suprimento pelo solo.

QUADRO 4 - Indicadores do consumo de fertilizantes na cultura de sorgo no Brasil, no período 2009 - 2012

Ano	Área (1.000 ha)	Consumo total		⁽¹⁾ Consumo estimado (kg/ha)			
		(mil/t)	(kg/ha)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Total
2009	770	125	162	18	56	27	101
2010	745	119	160	20	51	31	102
2011	739	140	189	23	60	36	119
2012	780	161	206	25	71	39	135
Média	758	136	179	21	59	33	113

FONTE: ANDA (2013).

(1) Com base nas fórmulas N, P, K de 11-15-14 para 2009; 12-14-16 para 2010 e 2011 e 12-15-16 para 2012, respectivamente.

No Quadro 4, são apresentadas as estimativas do consumo médio de fertilizantes na cultura de sorgo, no Brasil, no período de 2009 a 2012. Essas informações são um indicativo das doses de fertilizantes atualmente utilizadas nessa cultura. Para o sorgo, o consumo médio foi de 21-59-33 kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Pode-se inferir que esta adubação foi utilizada principalmente para sorgo granífero, semeado na safrinha (Fig. 2), e para o sorgo forrageiro, semeado como cultura de verão ou na safrinha. Esses dados evidenciam que, em geral, o cultivo de sorgo caracteriza-se pelo pequeno investimento em fertilizantes, o que contribui para as baixas produtividades verificadas com essa cultura no Brasil.

A demanda de nutrientes pela planta varia de acordo com a produtividade desejada, e, de certa forma, com a finalidade de exploração do sorgo (grãos, silagem, pastejo, bioenergia, vassoura). Por outro lado, o suprimento de nutrientes é representado pelos teores de nutrientes disponíveis no solo (determinados em análises laboratoriais, com a utilização de extratores específicos), nutrientes disponibilizados pela matéria orgânica (MO) do solo (pelo teor de MO do solo é possível fazer inferência da disponibilização de nitrogênio (N), principalmente) e pelos resíduos vegetais existentes na área (com dados de extração de nutrientes e decomposição de resíduos vegetais é possível estimar a contribuição desse compartimento).



Figura 2 - Aspectos de desenvolvimento de lavoura de sorgo granífero semeado na safrinha em solos de fertilidade corrigida, no município de Unai, MG

No caso do N, estima-se que cada 1 dag/kg de MO possa fornecer cerca de 30 kg/ha de N (SOUSA; LOBATO, 2004). Quanto aos resíduos vegetais, quadros que relacionam a quantidade de biomassa produzida e a extração de nutrientes, a exemplo do Quadro 5, dão informações importantes a respeito da contribuição de nutrientes ciclados da palhada, de forma que não se pode desconsiderá-la, pois esta pode gerar uma economia significativa em gastos com fertilizantes, principalmente quando se tratar do SPD.

Quando o solo apresenta disponibilidade de P e de potássio (K) interpretada como muito baixa, baixa ou média, é recomendável que sejam realizadas adubações corretivas com esses nutrientes para a construção da fertilidade no perfil, primeiro passo quando se almejam boas produtividades. As adubações corretivas consistem na aplicação de fertilizantes e sua incorporação ao solo em quantidades suficientes para aumentar a disponibilidade dos nutrientes até o nível crítico de P e/ou K, definido conforme o tipo de solo. É importante ressaltar que adubações corretivas não dispensam as adubações de manutenção.

As estratégias de recomendação de adubação corretiva variam regionalmente e estão detalhadas em diferentes manuais de fertilidade utilizados no Brasil (RIBEIRO et al., 1999; SOCIEDADE BRASILEIRA

QUADRO 5 - Produção de matéria seca (MS) total e extração de macronutrientes por diversas culturas

Cultura	MS (t/ha)	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Mg (kg/ha)
^(A) Milho	7,65	78	16	90	34	12
^(A) Milheto	7,10	122	16	124	26	17
^(A) Soja	5,42	54	8	77	28	15
^(A) Aveia	3,10	62	8	60	12	4
^(B) Sorgo granífero	15,50	319	62	251	83	35
^(B) Sorgo forrageiro	18,30	289	49	331	104	34

FONTE: (A) Dados básicos: Marques et al. (2002) e (B) Franco (2011).

DE CIÊNCIA DO SOLO; COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 2004; SOUSA ; LOBATO, 2004).

Neste artigo, serão apresentadas recomendações de adubação de manutenção considerando cada tipo de sorgo, em função de particularidades existentes para cada material. Por exemplo, no sorgo granífero ocorre a exportação apenas dos nutrientes contidos nos grãos, enquanto no sorgo para silagem, pastejo e bioenergia (sacarino e biomassa) toda a planta é removida da área, o que acarreta uma exportação muito maior de nutrientes, correspondente ao total extraído pela parte aérea, podendo levar ao rápido esgotamento da fertilidade do solo.

Ressalta-se que as pesquisas relacionadas com a recomendação de fertilizantes

para o sorgo pastejo, sacarino e biomassa são recentes e ainda se encontram em fase de avaliação, logo, apresenta-se neste artigo uma primeira aproximação.

Sorgo granífero

Informações sobre extração de nutrientes pelo sorgo para produção de 1 tonelada de grãos (Quadro 6) e recomendações de adubação (Quadros 7 e 8) devem ser tomadas como referência para definição do manejo da fertilidade do solo, visando melhor explorar o potencial produtivo das cultivares atualmente disponíveis aos produtores. O sorgo, à semelhança de outras culturas exploradas na produção de grãos, apresenta grande exigência nutricional, quando se busca alta produtividade (Quadro 6).

QUADRO 6 - Extração de nutrientes pela cultura do sorgo para a produção de 1 tonelada de grãos

Compartimento	^(A) Macronutriente				^(B) Micronutriente				
	N (kg/t)	P (kg/t)	K (kg/t)	S (kg/t)	B (g/t)	Cu (g/t)	Fe (g/t)	Mn (g/t)	Zn (g/t)
Planta inteira	30	6	23	2,7	100	73	1.893	340	162
Grão	17	4	5	1,2	-	-	-	-	-

FONTE: (A) Cantarella, Raij e Camargo (1996) e (B) Malavolta (1986).

NOTA: Para converter P em P_2O_5 e K em K_2O , multiplicar por 2,29 e 1,20, respectivamente.

QUADRO 7 - Recomendações de adubação de manutenção para o sorgo granífero em Minas Gerais, no Cerrado e em São Paulo

Meta de produtividade (t/ha de grãos)	^(A) Minas Gerais					^(B) Cerrado					^(C) São Paulo				
	Plantio			Cobertura		Plantio			Cobertura		Plantio			Cobertura	
	N (kg/ha)	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O (kg/ha)	N (kg/ha)	K_2O (kg/ha)	N (kg/ha)	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O (kg/ha)	N (kg/ha)	K_2O (kg/ha)	N (kg/ha)	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O (kg/ha)	N (kg/ha)	K_2O (kg/ha)
2-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	20-60	0-50	10-40	-
4-6	10-20	30-70	20-50	40	-	20	30-80	20-60	30-110	-	20	20-80	20-50	20-60	0-20
6-8	10-20	40-80	40-70	80	-	-	-	-	-	-	30	30-90	30-50	40-90	0-40

FONTE: (A) Alves et al. (1999), (B) Sousa e Lobato (2004) e (C) Cantarella, Raij e Camargo (1996).

QUADRO 8 - Recomendações de adubação para o sorgo granífero no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina

Teor de matéria orgânica (MO) no solo (%)	Nitrogênio (kg/ha de N)	Interpretação do teor de P e K no solo	Fósforo (por cultivo)		Potássio (por cultivo)	
			1 ^o (kg/ha de P_2O_5)	2 ^o (kg/ha de P_2O_5)	1 ^o (kg/ha de K_2O)	2 ^o (kg/ha de K_2O)
≤ 2,5	60	Muito baixo	115	75	105	65
2,5 a 5,0	40	Baixo	75	35	65	45
≥ 5,0	20	Médio	65	35	55	25
		Alto	35	35	25	25
		Muito alto	0	≤ 35	0	≤ 25

FONTE: Dados básicos: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004).

NOTA: Aplicar 20 kg/ha de N no plantio e o restante em cobertura. Para expectativa de rendimento de grãos acima de 3 t/ha, acrescentar 15, 15 e 10 kg/ha de N, P_2O_5 e K_2O para cada tonelada adicional a ser produzida.

As maiores doses de NPK devem ser utilizadas em áreas de baixa a média fertilidade, ou seja, áreas recém-incorporadas ao sistema de produção, nos primeiros anos de plantio direto ou sob cultivo contínuo de gramíneas (neste último caso, há maior requerimento de N). As menores doses de NPK são adequadas para áreas de alta fertilidade, ou seja, solos de fertilidade construída, plantio direto consolidado há vários anos e no cultivo de sorgo após leguminosas como a soja (neste caso, há menor requerimento de N), ou, ainda, em anos com baixo potencial de resposta em razão de déficit hídrico iminente. A adubação de cobertura deve ser aplicada

a partir de 30 dias após a germinação, quando as plantas apresentarem quatro a seis folhas ou 30 a 40 cm de altura. Quando o solo for arenoso e a adubação de plantio exceder 80 kg/ha de K_2O , a dose deverá ser dividida, deixando-se metade para aplicação junto com a cobertura nitrogenada.

Na Figura 3, é possível verificar a diferença de desenvolvimento de uma lavoura de sorgo adubada e outra sem adubação.

Sorgo silagem

Ao observar o Quadro 6, percebe-se a elevada capacidade de remoção de N e K pelo sorgo quando se colhe a planta toda.

Logo, especial atenção deve ser dada a esses nutrientes para evitar o empobrecimento do solo. Nos Quadros 9 e 10, encontram-se recomendações de adubação para sorgo silagem em diferentes regiões do País.

As mesmas considerações feitas a respeito das doses de NPK para o sorgo granífero aplicam-se ao sorgo silagem. Entretanto, como é muito grande a exportação de nutrientes com a remoção das plantas inteiras da lavoura para a produção de silagem, é conveniente realizar novas amostragens de solo, a fim de melhor monitorar a fertilidade, sobretudo quando são frequentes os cultivos para essa finalidade.



Figura 3 - Lavoura de sorgo granífero no município de Limoeiro do Norte, CE

NOTA: A - Adubada; B - Não adubada.

Fotos: Antônio Marcos Coelho

QUADRO 9 - Recomendações de adubação de manutenção para o sorgo silagem em Minas Gerais e em São Paulo

Meta de produtividade (t/ha de matéria verde)	^(A) Minas Gerais					^(B) São Paulo				
	Plantio			Cobertura		Plantio			Cobertura	
	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	N (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	N (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)
< 50	10-20	30-70	30-75	70	-	10	20-60	0-50	10-40	-
50-60	10-20	40-80	60-100	100	-	20	20-80	20-50	20-60	0-20
> 60	10-20	50-90	90-150	140	-	30	30-90	30-50	40-90	0-40

FONTE: (A) Alves et al. (1999) e (B) Cantarella, Rajj e Camargo (1996).

QUADRO 10 - Recomendações de adubação para o sorgo silagem no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina

Teor de matéria orgânica (MO) no solo (%)	Nitrogênio (kg/ha de N)	Interpretação do teor de P e K no solo	Fósforo (por cultivo)		Potássio (por cultivo)	
			1ª	2ª	1ª	2ª
			(kg/ha de P ₂ O ₅)	(kg/ha de P ₂ O ₅)	(kg/ha de K ₂ O)	(kg/ha de K ₂ O)
≤ 2,5	60	Muito baixo	≥ 180	140	≥ 250	210
2,5 a 5,0	40	Baixo	140	120	200	180
≥ 5,0	20	Médio	130	100	160	130
		Alto	100	100	130	130
		Muito alto	0	≤ 100	0	≤ 130

FONTE: Dados básicos: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004).

NOTA: Aplicar 20 kg/ha de N no plantio e o restante em cobertura. Para expectativa de rendimento acima de 12 t/ha de matéria seca (MS), acrescentar 20, 10 e 20 kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O para cada tonelada adicional a ser produzida.

Sorgo para corte e pastejo

O sorgo para corte e pastejo é uma boa opção de pasto, tanto solteiro quanto consorciado com outro capim, especialmente naquelas regiões com período seco pronunciado. Por causa de sua maior tolerância à deficiência hídrica, o sorgo para corte e pastejo possibilita a produção de forragem verde por mais tempo a partir do início do período seco. Também apresenta rápido crescimento, antecipando a oferta de pasto no início do período chuvoso (ALVARENGA et al., 2011).

Para esse tipo de sorgo, características como perfilhamento e rebrota são fundamentais. Assim a adubação interfere de forma direta, favorecendo a boa produção de matéria verde a ser ofertada aos animais (Quadros 11 e 12).

As mesmas considerações feitas a respeito das doses de NPK para o sorgo granífero e silagem aplicam-se ao sorgo pastejo. As aplicações em cobertura devem ser feitas ao longo do tempo de utilização da pastagem, após cada pastejo.

Sorgo sacarino

As recomendações de adubação para o sorgo sacarino são válidas para solos com acidez corrigida e fertilidade no perfil já estabelecida em níveis interpretados como médios a altos para P e K. Caso seja necessário, essa adequação inicial da fertilidade no perfil deve ser feita a partir de adubações corretivas com P, K e micronutrientes. Recomendações para a construção da fertilidade do solo estão disponíveis em Ribeiro, Guimarães e Alvares V. (1999), Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004) e Sousa e Lobato (2004).

Pesquisas preliminares desenvolvidas pela Embrapa Milho e Sorgo com a cultura do sorgo sacarino possibilitaram identificar as extrações de nutrientes por tonelada de MS produzida (Quadro 13) e sugerir as doses de macronutrientes descritas no Quadro 14.

A adubação de cobertura deve ser aplicada quando as plantas apresentarem de quatro a seis folhas.

QUADRO 11 - Recomendações de adubação de manutenção para o sorgo pastejo

Meta de produtividade (t/ha de matéria verde)	Plantio			Cobertura	
	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	N (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)
20 (1º pastejo)	10-20	60-90	90-150		
15 (2º pastejo)				40	20
10 (3º pastejo)				40	20
<10 (4º pastejo)				40	20

FONTE: Dados básicos: Alvarenga et al. (2011).

QUADRO 12 - Recomendações de adubação para o sorgo pastejo no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina

Teor de matéria orgânica no solo (%)	Nitrogênio (kg/ha de N)	Interpretação do teor de P e K no solo	Fósforo (por cultivo)		Potássio (por cultivo)	
			1ª (kg/ha de P ₂ O ₅)	2ª (kg/ha de P ₂ O ₅)	1ª (kg/ha de K ₂ O)	2ª (kg/ha de K ₂ O)
≤ 2,5	≥ 200	Muito baixo	120	100	120	100
2,5 a 5,0	100 -200	Baixo	100	80	100	80
≥ 5,0	≤ 100	Médio	80	60	80	60
		Alto	60	60	60	60
		Muito alto	0	≤ 60	0	≤ 60

FONTE: Dados básicos: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004).

NOTA: Aplicar 20 kg/ha de N na semeadura e o restante dividido em duas a quatro vezes por cobertura no perfilhamento e após a utilização da pastagem. Para expectativa de rendimento acima de 8 t/ha de matéria seca (MS), acrescentar 30, 10 e 20 kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O, nessa ordem, para cada tonelada adicional a ser produzida.

QUADRO 13 - Extração de nutrientes pela cultura do sorgo sacarino para a produção de 1 tonelada de matéria seca (MS)

Macronutriente						Micronutriente			
N (kg/t)	P (kg/t)	K (kg/t)	Ca (kg/t)	Mg (kg/t)	S (kg/t)	Cu (g/t)	Fe (g/t)	Mn (g/t)	Zn (g/t)
11,1	1,3	14,0	3,0	2,5	0,7	4,4	225,0	26,9	22,7

NOTA: Para converter P em P₂O₅ e K em K₂O, multiplicar por 2,29 e 1,20, respectivamente.

QUADRO 14 - Indicações de adubação de plantio e de cobertura com macronutrientes para o sorgo sacarino em solos de fertilidade corrigida

Meta de produtividade (t/ha de colmo)	Plantio			Cobertura	
	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	N (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)
< 30	20	100	60	100	80
30-50	20	140	60	140	100
> 50	20	180	60	160	140

É importante atentar para a necessidade de monitoramento frequente da fertilidade do solo, pois a colheita da planta inteira do sorgo sacarino resulta em intensa exportação de nutrientes que, por sua vez, precisarão ser repostos em adubações futuras, a fim de garantir continuamente produtividades satisfatórias sem que haja esgotamento do solo.

Sorgo biomassa

Pesquisas preliminares desenvolvidas pela Embrapa Milho e Sorgo com a cultura do sorgo biomassa possibilitaram identificar as extrações de nutrientes por tonelada de MS produzida (Quadro 15) e sugerir as doses de macronutrientes descritas no Quadro 16.

É importante ressaltar que as recomendações para o sorgo biomassa são para solos com acidez corrigida e fertilidade do solo com valores de P e K considerados médios a altos.

A adubação de cobertura deve ser aplicada quando as plantas apresentarem de quatro a seis folhas.

ADUBAÇÃO COM ENXOFRE E MICRONUTRIENTES

Além da adubação NPK, é importante atentar para o fornecimento de S e micronutrientes. A cada cultivo, deve haver um aporte de cerca de 30 kg/ha de S, o qual poderá estar presente no gesso agrícola, no fertilizante fosfatado (superfosfato simples) ou nitrogenado (sulfato de amônio), ou, ainda, ser suprido em adubação específica. No caso dos sorgos sacarino e biomassa, a recomendação é de que se forneça 60 kg/ha de S a cada cultivo.

A sensibilidade à deficiência de micronutrientes varia conforme a espécie vegetal, cultivares e condições edafoclimáticas. De modo geral, pode-se classificar o sorgo como tendo alta sensibilidade à deficiência de zinco (Zn) e de ferro (Fe), média sensibilidade à deficiência de boro (B), manganês (Mn) e cobre (Cu), e baixa sensibilidade à deficiência de molibdênio (Mo).

QUADRO 15 - Extração de nutrientes pela cultura do sorgo biomassa para a produção de 1 tonelada de matéria seca (MS)

Macronutriente						Micronutriente			
N (kg/t)	P (kg/t)	K (kg/t)	Ca (kg/t)	Mg (kg/t)	S (kg/t)	Cu (g/t)	Fe (g/t)	Mn (g/t)	Zn (g/t)
7,6	0,8	10,8	3,6	2,5	0,6	3,5	219,2	49,0	13,5

NOTA: Para converter P em P_2O_5 e K em K_2O , multiplicar por 2,29 e 1,20, respectivamente.

QUADRO 16 - Indicações de adubação de plantio e de cobertura com macronutrientes para o sorgo biomassa em solos de fertilidade corrigida

Meta de produtividade (t/ha de MS)	Plantio			Cobertura	
	N (kg/ha)	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O (kg/ha)	N (kg/ha)	K_2O (kg/ha)
< 30	20	80	60	80	40
30-50	20	100	60	100	60
> 50	20	120	60	120	80

NOTA: MS - Matéria seca.

Malavolta (1986) apresenta a extensão das deficiências de micronutrientes no Brasil. Para cada cultura há um número que expressa uma ideia aproximada da sua frequência. A escala é de 1 a 10. Por exemplo, no caso do sorgo, Zn e Fe representam a maior frequência, com escala de 7.

No Brasil, o Zn é o micronutriente mais limitante à produção do sorgo, sendo sua deficiência muito comum na Região Central. Contudo, não se exclui a possibilidade de vir a ocorrer resposta do sorgo aos demais micronutrientes, principalmente em solos arenosos. Na prática, a análise de solo é a ferramenta mais importante para o diagnóstico da deficiência de micronutrientes (Quadro 17).

Em solos com teores baixos de micronutrientes, deve-se aplicar a lanço, na semeadura, 6 kg/ha de Zn; 2 kg/ha de B; 2 kg/ha de Cu e 6 kg/ha de Mn. A dose desta adubação poderá ser dividida em três partes iguais aplicadas no sulco de semeadura em três cultivos sucessivos.

Quando os teores de micronutrientes no solo se enquadrarem no nível médio (Quadro 17), aplicar $\frac{1}{4}$ das doses recomendadas a lanço, e, quando os teores no solo estiverem no nível alto, dispensar a adubação com micronutrientes (GAL-

RÃO, 2002). O efeito residual esperado é de quatro a cinco cultivos, tanto para a adubação a lanço como para aquela feita parceladamente no sulco de semeadura. Realizar análise foliar e de solo a cada três cultivos, para verificar se há necessidade de reaplicação dos micronutrientes.

Quando a deficiência é detectada na cultura em desenvolvimento, a correção poderá ser feita com duas pulverizações nos estádios de desenvolvimento vegetativo de V4 e V7 folhas, respectivamente, com 400 L/ha de solução que contenha 0,5% de sulfato de zinco; 0,5% de bórax ou 0,3% de ácido bórico; 0,5% de sulfato de cobre e 0,5% de sulfato de manganês (GALRÃO, 2002). As soluções, exceto a de B, devem ser neutralizadas com a adição de 0,25% de cal extinta ou cal hidratada. Podem, também, ser utilizados produtos comerciais de boa procedência, destinados à adubação foliar com micronutrientes, observando-se as recomendações de uso informadas pelo fabricante.

De acordo com Havlin et al. (1999), a deficiência de Fe é a mais difícil de ser corrigida no campo. Aplicação no solo de fontes inorgânicas de Fe não são eficazes em razão da precipitação desse micronutriente em forma insolúvel ($Fe(OH)_3$).

QUADRO 17 - Interpretação da análise de solo para micronutrientes em sorgo

Nível	⁽¹⁾ B	Cu	Mn	Zn	Fe
	Extrator Mehlich 1 (mg/dm ³)				
Baixo	< 0,30	< 0,50	< 2,0	< 1,0	< 5,0
Médio	0,30 - 0,50	0,50 - 0,80	2,0 - 5,0	1,0 - 1,6	5,0 - 12,0
Alto	> 0,50	> 0,80	> 5,0	> 1,6	> 12,0
Nível	⁽¹⁾ B	Cu	Mn	Zn	Fe
	Extrator DTPA (mg/dm)				
Baixo	≤ 0,20	≤ 0,20	≤ 1,2	≤ 0,5	≤ 4,0
Médio	0,21 - 0,60	0,30 - 0,80	1,3 - 5,0	0,6 - 1,2	5,0 - 12,0
Alto	> 0,60	> 0,80	> 5,0	> 1,2	> 12,0

FONTE: Dados básicos: Galvão (2002).

NOTA: DTPA - Dietileno triamino penta-acético.

(1)Boro extraído em água quente.

Assim, a deficiência de Fe pode ser corrigida com aplicação foliar de solução de 2% de sulfato ferroso (FeSO₄). Entretanto, dependendo do grau de severidade da deficiência, podem ser necessárias de duas a três aplicações com intervalo de 7 a 14 dias.

ASPECTOS ECONÔMICOS DA ADUBAÇÃO NA CULTURA DO SORGO GRANÍFERO

O sorgo é usualmente considerado uma cultura marginal ao milho. Em outras palavras, normalmente opta-se pelo plantio do sorgo quando o cenário é desfavorável ao milho, com preços baixos da saca de grãos e riscos edafoclimáticos decorrentes de plantios tardios. Nesse sentido, a opção pelo sorgo é acompanhada pela intenção de diminuir o investimento na lavoura.

No Quadro 18, pode-se observar que a utilização média de fertilizantes na cultura do sorgo é a metade da que é aplicada na soja ou no milho. Entre as safras de 2004/2005 e 2011/2012, a aplicação de fertilizantes nas lavouras de sorgo no Brasil ficou entre 0,13 e 0,21 t/ha, enquanto na soja oscilou entre 0,34 e 0,39 t/ha.

É de conhecimento geral que o uso de fertilizantes é necessário para que as culturas expressem todo o seu potencial

produtivo, e os dados do Quadro 18 corroboram isso. O consumo de fertilizantes tem aumentado no Brasil entre 2004/2005 e 2011/2012. No milho, o aumento foi de 70,8%, e no sorgo, de 37,6%. Considerando-se o uso médio de fertilizantes por hectare, que desconta o efeito do aumento da área de plantio das culturas, o acréscimo no milho foi de 46,5% e no sorgo foi de 24,4%. A taxa de crescimento da adubação por hectare na soja foi menor (15,5%). Analisando-se os aumentos de produtividade das três culturas no período – 17,6% da soja, 67,6% do milho e 42,7% do sorgo – é possível observar que são compatíveis com os respectivos acréscimos na aplicação média de fertilizantes. Ou seja, pode-se afirmar que o investimento em adubação está relacionado com o aumento de produtividade dessas culturas a partir de 2004/2005.

Os dados mostram que a adubação pode gerar resultados econômicos positivos. O aumento da adubação contribuiu para aumentos proporcionalmente maiores na produtividade, mas alguns fatos restringem esse potencial. O sorgo é um produto de menor valor agregado que a soja e o milho, pois o seu uso é mais restrito e é inferior em termos calóricos. Por isso, o produtor de sorgo defronta-se com um alto custo de oportunidade e, no caso de optar por maior

investimento na lavoura, deverá plantar soja no verão e milho em segunda safra.

Adicionalmente, a compra e a aplicação dos insumos para adubação oneram consideravelmente o custo de produção e, na média, respondem por 30% desse custo. Além disso, o Brasil importa quase 70% dos fertilizantes que consome e a intenção de compra fica sujeita às oscilações da taxa de câmbio. Em parte, uma das explicações para o aumento de consumo de fertilizantes nos últimos anos é pelo fato de, no período entre 2003 e 2011, ter ocorrido uma progressiva valorização cambial do Real, o que tornou os insumos mais baratos para o produtor brasileiro. Entretanto, a partir de 2012 houve um processo de desvalorização, que encareceu as importações de fertilizantes. Uma eventual queda da importação desses insumos não foi observada em 2012, porque os preços dos citados grãos estavam em patamares recordes, capitalizando os produtores para pagar a conta dos fertilizantes. Por outro lado, 2013 foi um ano de baixa nos preços dos grãos, que resultou em menor importação e, conseqüentemente, menor aplicação de adubos. Tais fatos impactam a cultura de sorgo, que passa a receber menor carga de investimentos em fertilizantes, o que fatalmente restringe o potencial produtivo das lavouras.

QUADRO 18 - Uso de fertilizantes em culturas de grãos no Brasil

Cultura	Área plantada (1.000 ha)							
	Safrá							
	2004/2005	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Soja	21.994	20.647	21.313	21.530	23.038	24.087	24.661	27.502
Milho	12.842	12.752	14.271	14.418	13.347	13.096	14.237	14.976
Sorgo	705	647	842	799	770	745	739	780
Cultura	Total de fertilizantes entregues (1000 toneladas)							
	2004/2005	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Soja	7.450	7.103	8.344	7.459	7.859	8.507	9.602	10.763
Milho	3.092	3.652	4.761	4.400	3.682	3.792	4.977	5.281
Sorgo	117	103	108	120	125	119	140	161
Cultura	Uso de fertilizantes (t/ha)							
	2004/2005	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Soja	0,34	0,34	0,39	0,35	0,34	0,35	0,39	0,39
Milho	0,24	0,29	0,33	0,31	0,28	0,29	0,35	0,35
Sorgo	0,17	0,16	0,13	0,15	0,16	0,16	0,19	0,21
Cultura	Produtividade (t/ha)							
	2004/2005	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Soja	2,25	2,42	2,82	2,82	2,63	2,93	3,12	2,65
Milho	2,87	3,28	3,66	3,97	3,60	4,31	4,16	4,81
Sorgo	1,99	2,11	2,23	2,35	2,29	2,33	2,83	2,84

FONTE: ANDA (2007, 2009, 2011, 2013) e Conab (2013abc).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Além de considerar os aspectos de fertilidade do solo e nutrição das plantas, para maximizar o potencial de produtividade do sorgo é necessário:

- entender a condição climática e otimizar o potencial da cultura, com a utilização de cultivares adaptadas à região, em épocas adequadas de semeadura;
- utilizar área que apresente, no mínimo, com relação à qualidade do solo, um perfil de 40 cm sem problemas de acidez, além de alto teor de MO e teores adequados de P e de K na camada superficial;
- considerar, no manejo da adubação, que o solo deve receber o que as plantas exportam nos grãos ou na biomassa;
- planejar e administrar corretamente o estabelecimento da cultura, utili-

zando sementes de alta qualidade (germinação e vigor), realizar tratamento de sementes com inseticidas para o controle de pragas iniciais e proceder à correta regulagem de máquinas para a distribuição uniforme de sementes e fertilizantes, visando ao estabelecimento do estande adequado ao crescimento vigoroso das plântulas.

Esses procedimentos reduzem as falhas de germinação e a ocorrência de plantas dominadas (atípicas). No caso do sorgo sacarino e do sorgo biomassa, há ainda que se buscar ajuste no manejo nutricional, de modo que se adaptem às quantidades de fertilizantes a ser aplicadas. Além disso, é necessário identificar meios para otimizar a ciclagem de nutrientes e a sustentabilidade dos sistemas de produção ao longo de ciclos sucessivos de cultivo.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, R.C. et al. **A cultura do sorgo em sistemas integrados Lavoura-Pecuária ou Lavoura-Pecuária-Floresta**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 14p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 172).
- ALVES, V.M.C. et al. Sorgo. In: 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**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.325-327.
- ANDA. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes**. São Paulo. Foram consultados os anos de: 2007, 2009, 2011, 2013.
- BOARETTO, A.E. et al. Amostragem, acondicionamento e preparo de amostras de planta para análise química. In: SILVA, F. C. da (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, planta e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. p.59-85.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C.E. O. Cereais. In: RAIJ, B. van et al. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. p.43-71. (IAC. Boletim Técnico, 100).

CONAB. **Milho 1ª e 2ª safra – Brasil**: série histórica de produtividade: safras 1976/77 a 2012/13. Brasília, 2013a. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=2#A_objcmsconteudos>. Acesso em: 30 set. 2013.

CONAB. **Soja**: série histórica de produtividade: safras 1976/77 a 2012/13. Brasília, 2013b. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos>. Acesso em: 30 set. 2013.

CONAB. **Sorgo**: série histórica de produtividade: safras 1976/77 a 2012/13. Brasília, 2013c. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos>. Acesso em: 30 set. 2013.

FERREIRA, R. de P.; MOREIRA, A.; RASSINI, J.B. **Toxidez de alumínio em culturas anuais**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. 35p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos 63).

FOY, C.D. Plant adaptation to acid, aluminum-toxic soils. **Communications in Soil Science Plant Analysis**, v.19, p.959-987, 1988.

FRANCO, A.A.N. **Marcha de absorção e acúmulo de nutrientes na cultura do sorgo**. 2011. 74p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba.

GALRÃO, E.Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados. 2002. p.185-226.

HAVLIN, J.L. et al. **Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management**. 6th ed. New Jersey, 1999. 499p.

IBGE. SIDRA. **Produção Agrícola Municipal 2012**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=t&o=11>>. Acesso em: 13 jan. 2014.

MALAVOLTA, E. **Micronutrientes na adubação**. Paulínia: Nutriplant, 1986. 70p.

MARQUES, R.R. et al. Quantidades de nutrientes restituídos ao solo através de plantas

de cobertura e resíduos das culturas de soja e milho, em função da presença ou ausência de calcário na implantação do sistema de plantio direto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 9.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 7.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 4., 2002. Rio de Janeiro. **FertBio 2002...** Agricultura: bases ecológicas para o desenvolvimento social e econômico sustentado. Rio de Janeiro: SBCS:UFRRJ, 2002. Resumo 411. 1 CD-ROM.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420p.

RAIJ, B. van et al. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. 285p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V, V.H. **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. 359p.

ROSSIELLO, R.O.P.; NETTO, J.J. Toxidez de alumínio em plantas: novos enfoques para um velho problema. In: FERNANDES, M.S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.375-418.

SANTOS, F.C.; RESENDE, A.V. Adubação da cultura. In: MAY, A.; SILVA, D.D. da; SANTOS, F.C. dos. **Cultivo do sorgo biomassa para cogeração de energia elétrica**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. p.23-30. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 152).

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO; COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre, 2004. 400p.

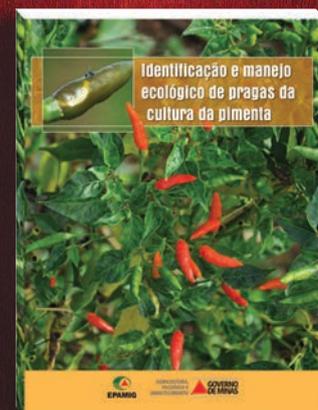
SOUZA, D.M.G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 416p.

WRIGHT, R.J. Soil aluminum toxicity and plant growth. **Communications in Soil Science Plant Analysis**, New York, v.20, p.1479-1497, 1989.

Conheça as principais pragas da cultura da pimenta

A cultura da pimenta tem experimentado grande crescimento nos últimos anos em diversas regiões brasileiras, sendo o estado de Minas Gerais o maior produtor. Esta cultura tem grande importância econômica, em razão de sua alta rentabilidade e da demanda de mão de obra, especialmente na colheita.

Abordando um dos temas mais importantes para a qualidade das pimentas, este livro apresenta, de forma ilustrada, as principais pragas da cultura e alternativas de controle.



publicacao@epamig.br
(31) 3489-5002



Manejo de pragas na cultura do sorgo

Simone Martins Mendes¹
José Magid Waquil²
José Avelino Santos Rodrigues³
Marcus Vinicius Sampaio⁴
Paulo Afonso Viana⁵

Resumo - A infestação de insetos-praga na cultura do sorgo é um dos principais fatores que influenciam na redução do potencial produtivo. São relacionados três grandes grupos de insetos-praga nas lavouras de sorgo, independentemente do tipo de cultivo. As pragas iniciais têm papel importante na redução do estande da cultura, sendo necessárias, dessa forma, a identificação adequada e a realização do tratamento de sementes com produtos registrados para cultura. Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*) são as principais pragas da fase vegetativa da cultura. Também são consideradas pragas-chave do sorgo, exigindo monitoramentos sistemáticos e uso de tecnologias de manejo ajustados para o sistema produtivo. Existem registrados inseticidas para o controle de *S. frugiperda*, mas não para *D. saccharalis*. Assim, o controle biológico deve ser a principal estratégia de controle desta praga. O plantio do sorgo na época da safrinha é a principal medida de controle para a mosca-do-sorgo (*Stenodiplosis sorghicola*). Além dessa espécie o grupo de lagartas que infestam a panícula também deve ser considerado na fase reprodutiva da cultura, embora o uso de controle químico não seja adequado para essa fase. **Palavra-chave:** *Sorghum* spp. Praga. Manejo integrado de praga. Controle químico. Controle biológico.

INTRODUÇÃO

A cultura do sorgo tem-se estabelecido no Brasil, principalmente em função de suas características de rusticidade. Na safrinha, o plantio do sorgo avança em época imprópria ao plantio do milho, mantendo o patamar de produtividade. A precocidade dos sorgos sacarino e forrageiro permite uma safra em quatro meses, o que possibilita adiantar a produção de etanol e forragem. Já com o sorgo biomassa, é possível obter uma safra com produtividade em torno de 110 toneladas de massa fresca/hectare, também servindo como

opção de rotação em áreas de canaviais (RODRIGUES, 2012; TORRES, 2013). No entanto, a ocorrência de insetos-praga pode ser um importante fator de perda no potencial produtivo em todos os tipos de cultivo relacionados. Nesse contexto, o inseto com potencial para se tornar praga na lavoura está diretamente relacionado com o tipo de cultivo, porte da cultura, região, dentre outros.

No caso do sorgo granífero, a relevância do cultivo na safrinha tem-se firmado a cada ano, sobretudo em condições em que o milho não pode ser mais plantado. Nesse caso, as pragas

polífagas como *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), vêm ganhando cada vez mais destaque, não só pelo potencial destrutivo que possuem, mas também por ter esse cultivo papel importante como ponte verde, multiplicando e potencializando a infestação desses insetos para as próximas safras. De maneira análoga, a praga recém-identificada no Brasil, *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1805), também foi detectada, causando problemas nas panículas de sorgo granífero na região Central do País.

No caso das lavouras de sorgo de grande porte, como o sacarino, forragei-

¹Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, e-mail: simone.mendes@embrapa.br

²Eng^a Agr^a, Ph.D. Entomologia, Consultor em Manejo Integrado de Pragas, Sete Lagoas-MG, e-mail: jmwaquil@gmail.com

³Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, e-mail: jose.avelino@embrapa.br

⁴Eng^a Agr^a, D.Sc., Prof. UFU - Instituto de Ciências Agrárias, Uberlândia-MG, e-mail: mvsampaio@iciag.ufu.br

⁵Eng^a Agr^a, Ph.D., Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, e-mail: paulo.viana@embrapa.br

ro e biomassa, além de *S. frugiperda*, a *Diatraea saccharalis* Fabricius, 1794 (Lepidoptera:Crambidae), tem-se destacado como praga-chave. Com isso, a dificuldade de estabelecer programas de controle biológico com sucesso, como na cana, está exatamente no curto prazo para as tomadas de decisão e estabelecimento das populações de agentes de controle biológico, pois, em quatro à seis meses, a safra já deve estar colhida.

Outro problema recorrente em todos os tipos de cultivo de sorgo está no estabelecimento da cultura em função da ocorrência de pragas de solo e iniciais. Nesse sentido, o uso de tratamento de sementes tem sido uma poderosa ferramenta de Manejo Integrado de pragas (MIP). Contudo, outras medidas para o controle de pragas de solo ainda podem ser demandadas, sobretudo quando se trata de áreas de reforma de canaviais e pastagens, onde existem infestações não só dessas pragas, mas também de cupim.

Neste trabalho serão tratados os problemas relacionados com as pragas na cultura do sorgo, divididas em três grupos de insetos-praga (Fig. 1).

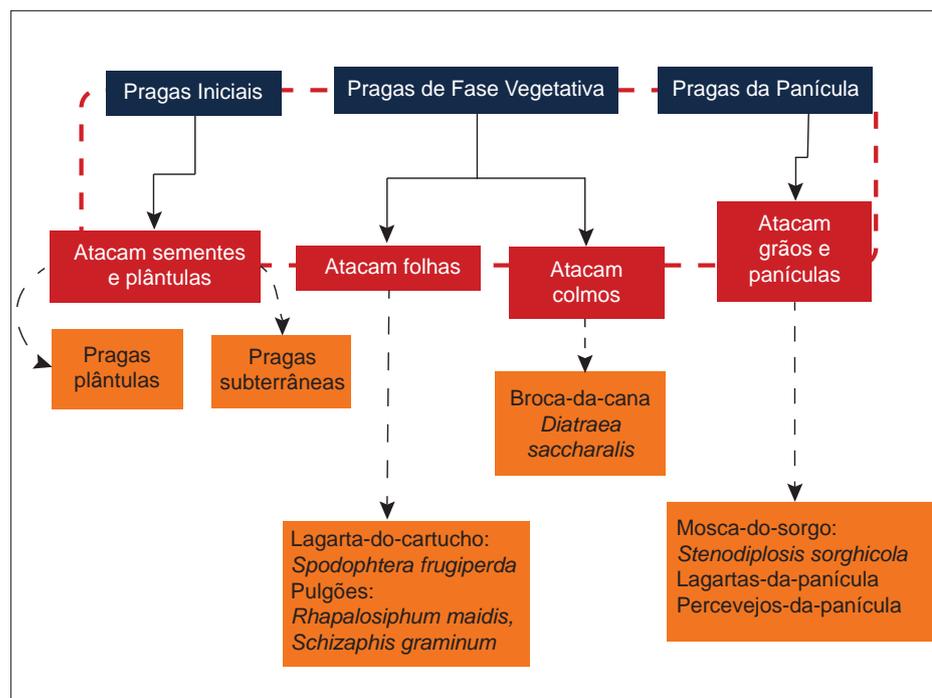


Figura 1 - Divisão esquemática de pragas que atacam a cultura do sorgo por estágio de desenvolvimento da cultura

PRAGAS INICIAIS

A infestação de insetos-praga que reduzem o estande da cultura é um sério problema no estabelecimento da lavoura de sorgo. Estes são mais difíceis de ser observados e contribuem para a redução na produtividade. São considerados insetos-praga da fase inicial aqueles que atacam desde a semente, raízes e plântulas até a fase de duas a três folhas definitivas (V2/V3). Essas pragas podem ser divididas em dois subgrupos.

Espécies de pragas que atacam a parte subterrânea das plantas

Estas pragas atacam sementes, raízes e plântulas:

- peludinha - *Astylus variegatus* Germar, 1824 (Coleoptera: Melyridae);
- larva-aramé - *Conoderus scalaris* (Germ., 1824) (Coleoptera: Elateridae);
- corós - *Eutheola*, *Dyscinetus*, *Stenocrates*, *Diloboderus*, *Cyclocephala*, *Phytalus* *Phyllophaga* (Coleoptera:Scarabaeidae);

d) diabrotica - *Diabrotica speciosa* (Germ., 1824) e *D. viridula* Fabricius, 1801 (Coleoptera: Chrysomelidae).

Essas pragas são, normalmente, mais difíceis de ser observadas e os danos que causam contribuem, de várias maneiras, para a redução da produtividade. Por causa da destruição de semente pela peludinha ou larva-aramé, e plântula pelos corós (Fig. 2), há diminuição na população de plantas da cultura. Também, a redução do sistema radicular pelos corós contribui para limitar o vigor da planta e para o maior acamamento, diminuindo drasticamente o índice de colheita.



Figura 2 - Corós, bicho-bolo ou pão-de-galinha

Pragas que atacam a planta na fase inicial de desenvolvimento

São as seguintes:

- lagarta-elasma - *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae): a lagarta-elasma é pequena (15 mm de comprimento), de coloração verde-azulada e cabeça marrom (Fig. 3A). Penetra na região do coleto da planta, formando uma galeria no interior do colmo, a qual pode ser reconhecida pela presença de detritos, teias e terra no orifício de entrada da lagarta na planta. Os adultos são mariposas de coloração acinzentada e de, aproximadamente, 20 mm de

envergadura (Fig. 3B). O sintoma de dano da lagarta-elasma é o típico coração-morto. Caracteriza-se pelo murchamento das folhas novas centrais e a permanência das folhas mais velhas externas normais, terminando com a seca das folhas centrais e morte ou perfilhamento da plântula (Fig. 3C). Plantas nos estádios V5/V6 podem também apresentar sintomas de coração-morto, mas, geralmente, tais sintomas são apresentados pelos danos da lagarta-do-cartucho que ataca também a região do coleto;

b) formigas (Hymenoptera: Formicidae): os danos causados pelas formigas são caracterizados por plantas cortadas na superfície do solo ou com folhas recortadas, sempre a partir das bordas do limbo foliar.



Figura 3 - Lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*)

NOTA: Figura 3A - Larva. Figura 3B - Adulto. Figura 3C - Dano coração morto em sorgo.

PRAGAS DA PARTE VEGETATIVA

Lagartas desfolhadoras

Embora várias espécies de insetos alimentam-se das folhas do sorgo, apenas duas causam, regularmente, perdas significativas de área foliar. A lagarta-do-cartucho, que prefere atacar as folhas mais novas e o curuquerê-dos-capinzais, que inicia seu ataque pelas folhas mais velhas.

Lagarta-do-cartucho

Spodoptera frugiperda
(J. E. Smith, 1797)
(Lepidoptera: Noctuidae)

Os adultos da lagarta-do-cartucho são mariposas de hábitos noturnos e migratórios. Durante o dia, as mariposas são encontradas, normalmente, dentro do cartucho das plantas. Durante a noite, os adultos têm intensa atividade de acasalamento, dispersão e migração.

As fêmeas, depois do acasalamento, depositam massas de ovos (150 a 250 ovos/postura) nas folhas (Fig. 4A). Após a eclosão, as larvas de primeiro instar têm comportamento dispersivo, migrando para outras folhas e plantas. No início, raspam as folhas e deslocam-se para as partes mais protegidas da planta, chamadas cartucho-do-sorgo.

A larva, ao se alimentar das folhas antes de estas se abrirem, no cartucho da planta, provoca lesões que podem-se tornar simétricas ao longo das folhas (Fig. 4B). Os danos são causados pela redução da área foliar das folhas mais novas.

A lagarta, completamente desenvolvida, apresenta um Y invertido na cabeça (Fig. 4C). Transforma-se em pupa no solo e ali passa toda essa fase protegida dentro de uma câmara pupal, de onde, então, emergem os adultos.

Quando o ataque ocorre no coleto da plântula, resulta no sintoma denominado coração morto, semelhante ao dano causado pela lagarta-elasma.

No caso do sorgo granífero, como as plantas apresentam baixo porte, a lagarta pode consumir toda a folha bandeira e

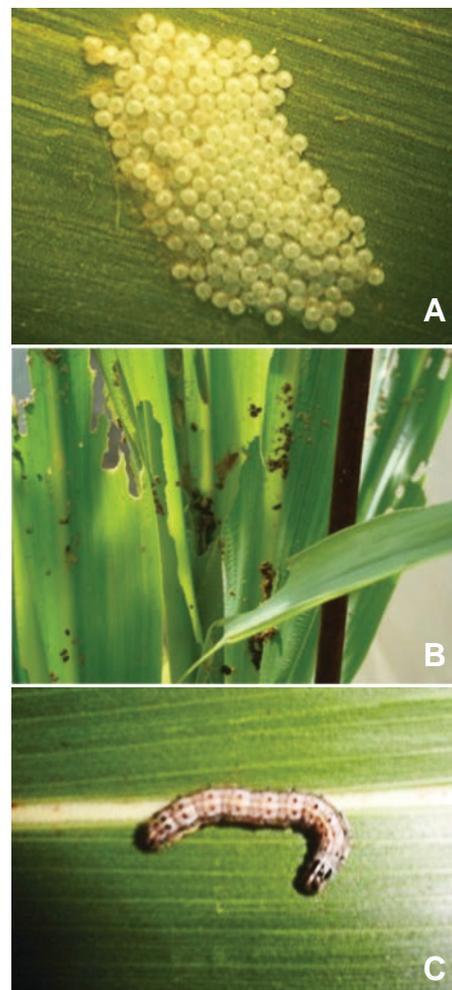


Figura 4 - Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*)

NOTA: Figura 4A - Postura de *S. frugiperda*. Figura 4B - Dano causado pela alimentação da lagarta em sorgo. Figura 4C - Lagarta-do-cartucho (*S. frugiperda*).

partes significativas das folhas abaixo dela. Como se sabe, as folhas superiores são as que mais contribuem no processo de enchimento dos grãos. Em geral, quando se observa o cartucho todo destruído e a abundância de excrementos no topo da planta, a larva já completou o seu ciclo e caiu no solo para passar à fase de pupa.

Na cultura do sorgo, há variedades tão suscetíveis à lagarta-do-cartucho quanto na do milho, apresentando redução de, aproximadamente, 27% no peso final de grãos.

Nos últimos anos, por causa da alta incidência, frequência ao longo do ano e distribuição espacial, a lagarta-do-cartucho vem-se tornando uma das principais pragas

na cultura. Tem sido registrada infestação dessa espécie que causa danos econômicos tanto em sorgo forrageiro, como em sorgo sacarino, além dos danos causados para o sorgo granífero.

O controle da lagarta-do-cartucho deve ser iniciado antes que os danos tenham sido provocados, quando a praga está no início de desenvolvimento.

Para o eficiente controle químico dessa lagarta, é importante que o inseticida atinja o interior do cartucho da planta. Portanto, recomenda-se a pulverização utilizando inseticidas com ação de profundidade e em alto volume de calda. Deve-se estar atento para usar produtos seletivos, com o objetivo de evitar o desequilíbrio biológico, o que pode resultar numa alta infestação do pulgão-verde.

Lagarta militar ou curuquerê-dos-capinzais

Mocis latipes (Guen.)
(Lepidoptera: Noctuidae)

Os adultos da lagarta militar ou curuquerê-dos-capinzais são mariposas de coloração pardo-acinzentadas, com, aproximadamente, 4,2 cm de envergadura, apresentando uma linha escura transversal na asa anterior.

As lagartas atacam inicialmente as folhas baixas e, não raramente, todas as folhas são destruídas. Essas lagartas são facilmente reconhecidas pelo tipo de caminhar “mede palmo” e pela coloração brilhante, sendo o fundo verde-escuro com listras castanho-escuras, margeadas por faixas amarelas, ambas longitudinais.

A importância econômica dessa espécie está associada aos prejuízos causados pela redução da área foliar das plantas.

Geralmente, a infestação inicia-se pelas bordas das lavouras ou nas reboleiras próximas às outras gramíneas, nas áreas onde o controle de plantas daninhas não foi satisfatório. Em anos e em locais críticos, os insetos podem consumir todo o limbo foliar da planta com perdas totais. Normalmente, não são registrados surtos de ocorrência desse inseto-praga todos os anos no mesmo

local. Como são lagartas que se alimentam das folhas abertas, ficam, portanto, mais expostas do que a lagarta-do-cartucho, tornando-se mais vulneráveis, tanto ao controle natural como às ações artificiais de controle. Além dos lagartocidas normalmente utilizados, esta espécie pode também ser controlada com os produtos à base de *Bacillus thuringiensis*.

Broqueadores de colmo

Broca-da-cana-de-açúcar

Diatraea saccharalis
(Fabricius, 1794)
(Lepidoptera: Crambidae)

Os adultos da broca-da-cana-de-açúcar são mariposas (Fig. 5A) que ovipositam na face inferior das folhas do sorgo e de outras gramíneas, sendo também praga importante nas culturas da cana-de-açúcar, milho, milheto e arroz.

O ovo, com formato elíptico e achatado (Fig. 5B), é colocado agrupado numa única camada, cujas bordas sobrepõem-se de forma semelhante a escamas de peixe. Após a eclosão, as lagartas (Fig. 5C) raspam o limbo foliar, dirigem-se para a face interna da bainha das folhas e, pouco acima do nó, penetram no colmo. Ao se alimentar no interior do colmo, a lagarta cava uma galeria ascendente (Fig. 6A), que termina num orifício para o exterior. Após completar a fase de pupa (Fig. 6B), a mariposa adulta deixa a galeria por este orifício.

Quando a infestação ocorre no início do desenvolvimento da planta, o dano causa a morte com o sintoma semelhante ao causado pela lagarta-elasma, conhecido como coração morto (Fig. 6C) ou causa o perfilhamento da planta.

Nas infestações mais tardias, quando o dano ocorre no pedúnculo, ocasiona a morte da panícula, causando o sintoma denominado panícula-branca (Fig. 7), sendo que, no caso de sorgo granífero, o prejuízo pode ser total.

A broca-da-cana é uma espécie polí-gafa. Pode ser encontrada em mais de 65

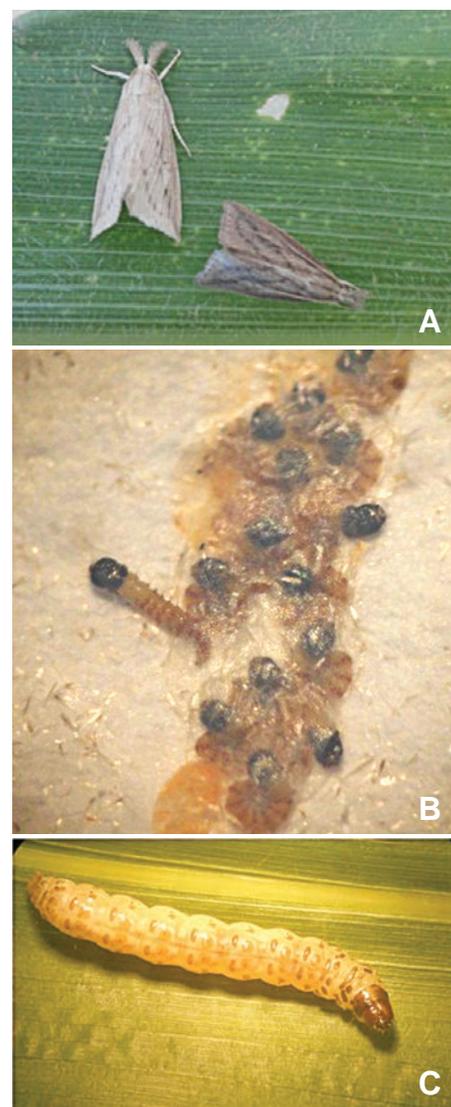


Figura 5 - Broca-da-cana-de-açúcar - *Diatraea saccharalis* em diferentes estádios de desenvolvimento

NOTA: Figura 5A - Casal de adultos. Figura 5B - Postura. Figura 5C - Lagarta.

espécies vegetais, incluindo pastagens de importância econômica, cana-de-açúcar, milho, milheto, sorgo e trigo, dentre outras. Causa perdas econômicas consideráveis nesses cultivos.

Em sorgo, a broca-da-cana provoca danos diretos e indiretos. Os danos diretos são decorrentes da alimentação dos tecidos da planta, que, por sua vez, pode apresentar perda de massa verde (redução de peso), abertura de galerias, morte da gema apical, tombamento, encurtamento do entrenó, enraizamento aéreo e germinação das ge-

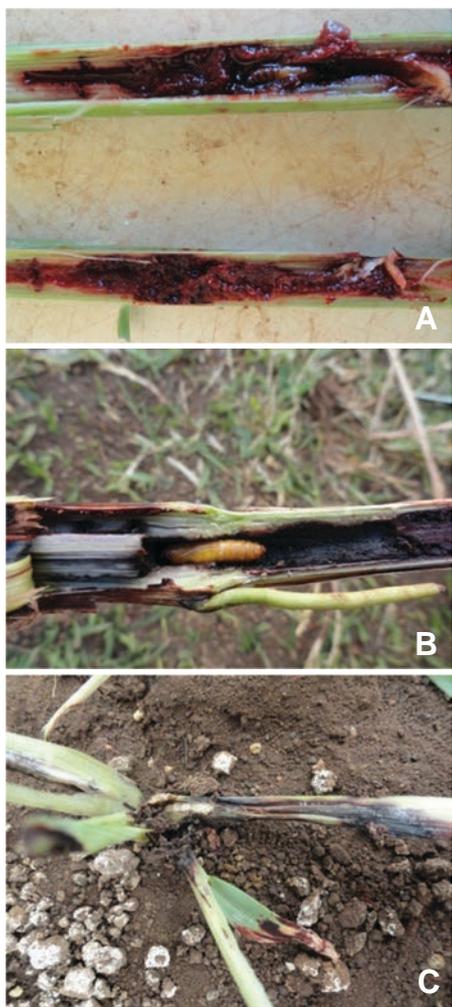


Figura 6 - Dano causado pela alimentação de *Diatraea saccharalis* em colmo de sorgo sacarino em diferentes estádios de desenvolvimento

NOTA: Figura 6A - Galeria no colmo. Figura 6B - Pupa no interior da galeria. Figura 6C - Injúrias na fase inicial de desenvolvimento.

mas laterais. Esses danos podem ocorrer isolados ou associados. Os danos indiretos estão relacionados com a entrada na planta de microrganismos oportunistas nas lesões formadas. Exemplo disso, são os *Fusarium moniliforme* e *Colletotricum falcatum*, que promovem a inversão da sacarose e a diminuição da pureza do caldo. Isso leva a um menor rendimento de açúcar e a contaminações da fermentação alcoólica, com consequente redução no rendimento em álcool. Ademais, há quebraimento das plantas, que pode ser agravado por ventos



Figura 7 - Sintoma de panícula-branca, causada pela infestação de *Diatraea saccharalis* em sorgo

fortes e plantios muito adensados. Assim, o dano indireto torna-se um problema maior, quando se trata de sorgo sacarino, pois, além das perdas quantitativas, ocorre redução da qualidade do caldo.

Insetos sugadores e vetores de vírus

Nacultura dosorgo, os pulgões (Hemiptera: Aphididae) são os principais sugadores e transmissores de vírus. Embora as várias espécies de pulgões que atacam gramíneas sejam potenciais pragas do sorgo, em especial pela transmissão de viroses, as principais encontram-se nos gêneros *Schizaphis* Börner e *Rhopalosiphum* Koch. Esse grupo de insetos, além de causar dano direto nas plantas em consequência da sucção de seiva, ainda transmite viroses capazes de causar redução significativa na produção ou mesmo a morte de plantas jovens.

Pulgão-verde

Schizaphis graminum
(Rondani, 1852)
(Hemiptera: Aphididae)

O pulgão-verde é uma das pragas-chave da cultura do sorgo, e ocorre durante todo o estágio vegetativo. Tanto os adultos

como as ninfas sugam seiva das folhas e introduzem toxinas que provocam bronzeamento e morte da área foliar afetada.

Os adultos, principalmente os de formas aladas, são também importantes vetores de vírus, como o vírus-do-mosaico-da-cana-de-açúcar. Tanto o pulgão como essa virose, têm sido frequentemente observados nas áreas cultivadas com o sorgo. Pode-se reconhecer o pulgão-verde por apresentar o corpo globoso, com a maior parte das antenas escuras, cauda clara, com a mesma coloração do abdome, e sífúnculo escuro somente em sua extremidade apical.

As espécies de pulgão-verde aladas apresentam a nervura mediana com apenas uma ramificação, ao contrário da maioria das outras espécies de pulgões, que apresentam duas ramificações nessa nervura. Os adultos medem, aproximadamente, 1,8 mm de comprimento, são de cor verde-limão, com duas estrias verde-escuras bem distintas no dorso do abdome (Fig. 8).

Distingue-se do pulgão-do-milho, outra espécie de pulgão frequentemente encontrada infestando o sorgo, também por características comportamentais e sintomas do ataque. Ambos têm sítios preferenciais de alimentação opostos. Enquanto o pulgão-verde ataca as partes mais maduras da planta (bainha e folhas



Figura 8 - Pulgão-verde - *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae)

baixeiras), o pulgão-do-milho prefere as partes mais jovens da planta (cartucho ou gemas florais).

Embora o pulgão-verde normalmente infeste a face inferior das folhas, o sintoma de danos pode ser observado na face superior, na forma de manchas bronzeadas.

Nas regiões tropicais, os pulgões reproduzem-se por partenogênese telítica, na qual fêmeas produzem apenas fêmeas. Dessa forma, têm grande potencial biótico e formam grandes colônias. Em condições favoráveis, podem produzir de três a quatro gerações por mês.

As ninfas passam por quatro instares e atingem a maturidade em cinco dias. Cada fêmea pode produzir até 100 descendentes nos seus 25 dias de longevidade. Tanto as folhas abaixo das infestadas quanto o solo nas proximidades da planta podem ficar cobertos pela fumagina que se desenvolve nos excrementos dos pulgões. A presença de exúvias brancas nas folhas e de excrementos pegajosos (*honeydew*) nas folhas e no solo está associada à infestação pelo pulgão.

O pulgão-verde causa dois tipos de danos, como vetor de vírus e injetando toxina na planta. Como vetor, a forma alada dessa espécie é considerada a mais eficiente na transmissão do vírus-do-mosaico-comum. Como várias gramíneas podem servir como hospedeiro intermediário desse vírus, o controle efetivo de plantas daninhas pode ser um fator importante para evitar a disseminação dessa doença na lavoura, uma vez que este patógeno tem característica de transmissão estiletar ou não persistente. Nesse caso, o estilete do inseto serve apenas de veículo do patógeno, sendo facilmente limpo logo após algumas picadas em plantas saudáveis.

Pulgão-do-milho

Rhopalosiphum maidis
(Fitch, 1856) (Hemiptera:
Aphididae)

O pulgão-do-milho possui o corpo alongado, coloração verde-oliva ou verde-

azulada, e pernas, antenas e sífúnculos pretos. Em algumas condições, o pulgão-do-milho pode apresentar coloração verde muito escura, quase negra. Embora os indivíduos alados apresentem apenas uma ramificação na nervura mediana, o mais comum é encontrá-los com duas ramificações nessa nervura.

Tanto os adultos como as ninfas dessa espécie preferem infestar as partes mais novas das gramíneas e, geralmente, estão presentes no cartucho, panículas ou gemas florais, deixando essas partes da planta cobertas por exúvias brancas (Fig. 9).

Durante a alimentação, esses pulgões posicionam-se na face superior da folha. Essa espécie diferencia-se da anterior por não introduzir toxina, sendo seus danos atribuídos à sucção de seiva e transmissão de fitopatógenos entre as plantas.

Semelhantemente ao pulgão-verde, os adultos alados realizam várias picadas de prova antes de estabelecer uma colônia numa determinada planta. Assim, por causa dessas picadas de prova, os alados tornam-se os principais vetores do vírus-do-mosaico-da-cana-de-açúcar.

O pulgão-de-milho leva, em geral, em torno de seis dias para atingir a fase adulta, e pode alcançar mais de cinco gerações por mês, o que explica o motivo de este formar

colônias maiores mais rapidamente que o pulgão-verde.

Normalmente, não são necessárias medidas de controle para essa espécie. Uma leve infestação pode até ser benéfica, por atrair e manter inimigos naturais, parasitoides e predadores, importantes agentes de controle biológico de pragas em geral, como, por exemplo, do pulgão-verde.

Pulgão-da-aveia

Rhopalosiphum padi
(Linnaeus, 1759)
(Hemiptera: Aphididae)

O pulgão-da-aveia possui o corpo arredondado, com coloração que varia desde o verde-escuro ao verde-pálido, com antenas, pernas, cauda e sífúnculos escuros. São facilmente reconhecidos por apresentar duas manchas roxas na base dos sífúnculos (Fig. 10). Os indivíduos alados apresentam a nervura mediana sempre com duas bifurcações em pelo menos uma das asas. Recentemente, a importância dessa espécie tem aumentado, em virtude de sua ocorrência em milho, trigo e sorgo.

O pulgão-da-aveia tem sido encontrado, principalmente na fase reprodutiva do sorgo, atacando a panícula. É um importante vetor do vírus-do-nanismo-amarelo-da-cevada.



Simone M. Mendes

Figura 9 - Pulgão-do-milho - *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae)



Reinaldo S. de Oliveira

Figura 10 - Pulgão-da-aveia - *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1756) (Hemiptera: Aphididae)

PRAGAS NA FASE REPRODUTIVA

Mosca-do-sorgo

Stenodiplosis sorghicola
(Coquillett, 1899) (Diptera:
Cecidomyiidae)

Os adultos da mosca-do-sorgo são pequenas moscas, com tamanho que varia de 1,3 a 1,6 mm de comprimento, com coloração alaranjada, cabeça amarela e apêndices marrons. As fêmeas são observadas ovipositando em flores abertas de gramíneas do gênero *Sorghum*. Geralmente, é colocado um ovo por flor, sendo que mais de um pode ser observado numa mesma flor, mas como resultado de múltiplas oviposições. Cada fêmea coloca, em média, 75 ovos durante o único dia de vida adulta. Os ovos têm forma alongada e medem cerca de 0,1 x 0,4 mm. Após dois ou três dias, eclodem as larvas, que se deslocam para a base da cariopse (grão em formação), onde se alimentam dos fluidos do grão. As larvas são inicialmente leitosas, passam a ter coloração alaranjado-escura no final de seu ciclo, que dura entre 9 e 11 dias. O inseto passa à fase de pupa, que leva três dias para ser completada, dentro da própria espigueta. No final dessa fase, a pupa desloca-se para o ápice da espigueta, por onde sai o adulto. Normalmente, os machos emergem primeiro e, após o endurecimento de suas asas, permanecem voando em torno da panícula infestada, esperando pela emergência das fêmeas para o acasalamento. Logo após, as fêmeas migram para plantas no estágio de florescimento, onde iniciam a atividade de postura.

A importância econômica da mosca-do-sorgo está associada aos danos causados pelas suas larvas diretamente nos grãos em formação. Uma larva alimentando-se na espigueta é o suficiente para causar perda total daquele grão. As infestações podem chegar a níveis elevados, o que causa perdas totais nas lavouras de sorgo granífero cultivado no verão. Os sintomas de danos são vistos somente após a granação, quando é observado um grande número de espi-

guetas chochas. Nas áreas onde se cultiva o sorgo safrinha, o florescimento ocorre em épocas mais frias e, nessas condições, a infestação por esse inseto é muito reduzida, em consequência da diapausa das larvas. Nas últimas duas décadas, a população dessa praga reduziu-se naturalmente nas regiões produtoras de sorgo no Brasil, principalmente na região Central. Surto esporádicos ainda são verificados no Sul e no Nordeste do País.

Lagartas

Lagartas-da-panícula e lagarta-do-cartucho - *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797); lagarta-da-espiga-do-milho - *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) e *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1808) (Fig. 11) (Lepidoptera: Noctuidae).

As lagartas dessas espécies atacam a panícula do sorgo durante o período de enchimento de grãos.

A postura é feita pelas mariposas durante o florescimento da panícula e as lagartas alimentam-se dos grãos em formação, causando prejuízo direto na produção.

A alimentação dos insetos nos grãos leitosos causa perdas diretas, pela redução da massa de grãos, e indiretas, pela contaminação dos grãos danificados por fungos.

Aparentemente, os danos são semelhantes aos causados por pássaros. Quando as panículas estão abertas, o controle natural é eficiente, pois a alimentação é



Figura 11 - *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1808) Lepidoptera: Noctuidae

dificultada e as larvas ficam expostas à ação dos inimigos naturais e à sua própria agressividade canibal, reduzindo, assim, as perdas. No entanto, sob condições de altas infestações, a interferência pode ser necessária. Nesse caso, o controle deve ser feito quando os levantamentos indicarem uma média de duas lagartas pequenas por panícula.

As condições climáticas brasileiras permitem o aumento populacional dessas pragas e potencializam os problemas para os cultivos subsequentes, já que a sequência de culturas no verão, safrinha e inverno constituem a conhecida “ponte verde”, além da presença de inúmeros hospedeiros nativos dessas espécies durante todo o ano.

Percevejos

Percevejos-da-panícula e percevejo-do-sorgo - *Sthenaridea carmelitana* (Carvalho, 1948) (Hemiptera: Miridae); percevejo-gaúcho - *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Hemiptera: Coreidae); percevejo-verde - *Nezara viridula* (L., 1758); percevejo-pardo - *Thyanta perditor* (Fabr., 1794) e percevejo-chupador-do-arroz - *Oebalus* spp. (Hemiptera: Pentatomidae).

Várias espécies de percevejos fitófagos, como os percevejos-da-panícula, do-sorgo, gaúcho, verde, pardo e chupador-do-arroz infestam a panícula de sorgo durante o desenvolvimento dos grãos.

Tanto as ninfas, como os adultos desses insetos alimentam-se, principalmente, dos grãos em enchimento e, menos frequentemente, das partes da panícula. Dependendo da população, os percevejos podem causar danos econômicos, reduzindo em até 60% o peso dos grãos e o vigor das sementes. Portanto, constituem problemas em especial nos campos de produção de sementes. Os sintomas de danos, grãos manchados e com tamanho reduzido, aparecem por causa da sucção dos fluidos da cariopse. Portanto, panículas com grãos malformados e manchados constituem o principal indicador de danos causados por percevejos.

MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS

Com o Manejo Integrado de Pragas (MIP), o monitoramento de insetos-praga torna possível a tomada de decisão sobre a ação de controle a ser feita na lavoura.

Várias metodologias vêm sendo propostas para esse fim (WAQUIL; MENDES; VIANA, 2012). No entanto, o produtor pouco tem utilizado desses métodos para a amostragem em sorgo e baseia-se na simples presença do inseto para tomar a decisão de controlá-lo.

Os níveis aceitáveis para infestação de insetos-praga nas lavouras de sorgo são diretamente ligados ao custo de produção, tipo de cultivo, porte da lavoura e, finalmente, à produtividade esperada. Assim, a prática de monitoramento de insetos-praga deve ser preconizada e implementada em lavouras de sorgo.

Amostragens e estratégias de Manejo Integrado de Pragas

Amostragens de pragas de solo

O procedimento para se detectar a presença do coró e larva-aramé é semelhante e pode ser feito simultaneamente. Antes do preparo do solo ou da sementeira, amostras de 30 x 30 cm de solo devem ser coletadas e passadas por uma peneira para detecção da larva. Em média, a presença de uma larva por amostra é suficiente para causar dano significativo. Nesse caso, o tratamento do solo com inseticidas é necessário. Medidas culturais de controle podem ajudar na redução populacional dessas pragas, como, por exemplo, o preparo antecipado da área pela exposição à predação ou dessecação das larvas, a eliminação de hospedeiros alternativos e plantas voluntárias ou a destruição dos restos de cultura anteriores após a colheita.

Amostragens de pragas da fase vegetativa

Para *S. frugiperda*, é possível realizar o monitoramento com a utilização de

armadilhas de feromônio sintético disponíveis no mercado. Já para *D. saccharalis*, é necessário utilizar fêmeas virgens nas armadilhas, e esses insetos podem ser encontrados comercialmente no Brasil. Esse acompanhamento é fundamental para subsidiar a tomada de decisão quanto à aplicação de medidas de controle e deve ser feito diretamente nas plantas, a fim de verificar a presença dessas lagartas.

Controle com inseticidas químicos

O tratamento de sementes com inseticidas eficientes é uma prática tão importante quanto usar uma semente de boa genética e qualidade tecnológica (germinação e vigor). Para evitar a infestação precoce do sorgo, o tratamento de sementes e/ou de solo pode trazer benefícios significativos. Para a mitigação do problema das pragas iniciais recomenda-se a realização do tratamento das sementes para garantir um bom estande no campo.

Hoje estão disponíveis e registrados dois produtos para o tratamento de sementes na lavoura de sorgo (BRASIL, 2013) que dão proteção ao cultivo até, aproximadamente, 15 dias após o plantio (Quadro 1). Essa operação é essencial e tem por objetivos manter o estande recomendado e obter o potencial produtivo.

Além disso, infestações da lagarta-do-cartucho têm sido frequentes, o que demanda estratégias de controle químico, para reduzir a população aos níveis de dano não econômico. Essas pulverizações vêm sendo demandadas para todos os tipos de sorgo. Na verdade, essa espécie de inseto é praga primária do sorgo, seja qual for a aptidão. O número de aplicações irá depender da infestação e do retorno econômico da cultura, pois não se pode esquecer que nível de dano econômico (NDE) está diretamente ligado ao retorno econômico da lavoura. O importante é que sejam feitas pulverizações, quando a infestação alcançar, pelo menos, 20% de plantas com injúrias. Os produtos que podem ser utilizados estão relacionados no Quadro 1.

Controle biológico

A introdução, o aumento e a preservação dos agentes de controle biológico são importantes, para manter a população de insetos fitófagos em densidades abaixo do NDE.

Na cultura do sorgo, tanto os predadores como os parasitoides são agentes fundamentais, para manter o balanço da população de pulgões, lagartas e percevejos. Portanto, a identificação correta dos insetos e o entendimento do seu papel no agroecossistema são fundamentais no manejo das espécies-alvo. Dentre os inimigos naturais mais importantes no agroecossistema durante o desenvolvimento da cultura destacam-se predadores, como as joaninhas (*Cycloneda sanguinea*) (Fig. 12A) e *Hippodamia convergens* (Fig. 12B), os crisopídeos (*Chrysoperla externa*) (Fig. 13), a tesourinha (*Doru luteipes*) (Fig. 14A), larvas de Syrphidae e os percevejos *Orius insidiosus* (Fig. 14B) e *Geocoris* sp., além de várias espécies de coleópteros das famílias Carabidae.

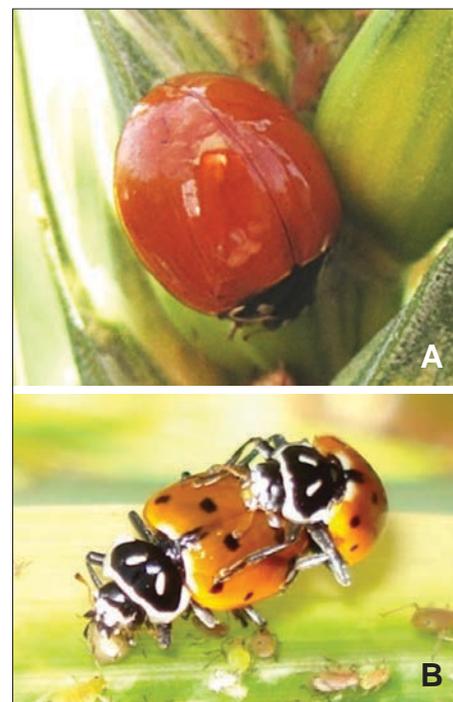


Figura 12 - Predadores

NOTA: Figura 12A - Adultos de *Cycloneda sanguinea*. Figura 12B - *Hippodamia convergens* predando pulgões.

Fotos: Reinaldo S. de Oliveira



Figura 13 - Adulto de crisopídeo (*Chrysoperla externa*)

Fotos: Reinaldo S. de Oliveira

Existem, também, várias espécies de parasitoides que desempenham papel importante no controle de espécies-alvo para o sorgo. Nesse grupo, deve-se dar ênfase à ação dos parasitoides *Aphidius colemani* (Fig. 15A) e *Lysiphlebus testaceipes* (Fig. 15B), fundamentais na manutenção da população de pulgões que atacam o sorgo em nível de equilíbrio.

Para pragas, como a broca-da-cana, é possível realizar a liberação de parasitoides disponíveis no mercado. Essa praga tem sido relatada como chave para os cultivos de sorgo com plantas de alto porte, ou seja, sacarino, biomassa e forrageiro. Nesses casos, a infestação desse inseto predispõe a planta ao acamamento. Como o ciclo da cultura é muito curto, preconiza-se a utiliza-

ção de parasitoides de ovos *Trichogramma galloi*. Quando detectada a presença de larvas nos colmos, deve ser feita a liberação do parasitoide *Cotesia flavipes*. A utilização do controle biológico deve ser a estratégia de manejo prioritária, sobretudo pela inexistência de inseticidas registrados para o controle dessa praga em sorgo.

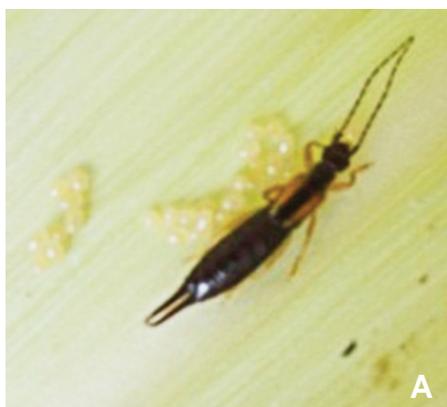
Época de plantio

Realizar o plantio do sorgo, sobretudo o granífero, na época da safrinha é fundamental para que se reduza a infestação da mosca-do-sorgo a um nível que não cause dano econômico. Essa espécie tem atividade típica de verão, sendo que, uma ligeira queda na temperatura induz as larvas em desenvolvimento a entrarem em diapausa. Enquanto no verão cerca de 90% das larvas passam à fase de pupa e produzem adultos, no outono/inverno essa taxa cai para cerca de 13%. Esse fato explica porque a mosca-do-sorgo deixou de ser praga-chave para o sorgo safrinha. Assim, realizar o plantio na época da safrinha é a melhor medida de controle para essa espécie. Além disso, a população do pulgão-verde na safrinha encontra-se sob equilíbrio em função do aumento de inimigos naturais na safra, já que parasitoides e predadores migram e concentram-se nas culturas de safrinha.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No atual sistema de produção de sorgo, na safrinha, deve-se enfatizar que os dois principais problemas (tradicionais) de insetos-praga (mosca-do-sorgo e pulgão-verde) estão razoavelmente equacionados e requerem acompanhamento por meio de monitoramentos periódicos. Entretanto, as infestações de *S. frugiperda* e *D. saccharalis* são problemas que precisam ser equacionados, e que exigem não só monitoramentos sistemáticos, mas também o uso de tecnologias de manejo ajustadas para o sistema produtivo.

A lagarta-do-cartucho está caracterizada como a principal praga da cultura do sorgo, independentemente do tipo de cultivo. Como



A



B

Fotos: Simone M. Mendes

Figura 14 - Predadores

NOTA: Figura 14A - Adulto de tesourinha *Doru luteipes*. Figura 14B - Ninfa de *Orius insidiosus* predando lagarta-do-cartucho.



A



B

Fotos: Reinaldo S. de Oliveira

Figura 15 - Parasitoides

NOTA: Figura 15A - Fêmeas de *Aphidius colemani* em uma colônia de pulgões. Figura 15B - uma fêmea de *Lysiphlebus testaceipes*.

QUADRO 1 - Inseticidas registrados para o controle de insetos-praga na cultura do sorgo

Nome científico	Nome comum	Ingrediente ativo	Nome comercial	Formulação	Dose	Classe toxicológica	Técnica de aplicação	Fabricante
<i>Dichelops melacanthus</i>	Percevejo-barriga-verde	Tiametoxam (neonicotinoide)	Adage 350 FS	FS	300 a 500 mL/100 kg de sementes	III	Tratamento de sementes	Syngenta
<i>Dichelops melacanthus</i>	Percevejo-barriga-verde	Tiametoxam (neonicotinoide)	Cruiser 350 FS	FS	100 a 150 mL/100 kg de sementes	III	Tratamento de sementes	Syngenta
<i>Elasmopalpus lignosellus</i>	Lagarta-elasmo	Imidacloprido (neonicotinoide) + Tiodicarbe (metilcarbamato de oxima)	Cropstar	SC	1,25 a 1,5 L/100 kg de sementes	II	Tratamento de sementes	Bayer
<i>Elasmopalpus lignosellus</i>	Lagarta-elasmo	Tiodicarbe (metilcarbamato de oxima)	Futur 300	SC	2 L/100 kg de sementes	III	Tratamento de sementes	Bayer
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lagarta-do-cartucho	Imidacloprido (neonicotinoide) + Tiodicarbe (metilcarbamato de oxima)	Cropstar	SC	0,5 a 1 L/100 kg de sementes	II	Tratamento de sementes	Bayer
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lagarta-do-cartucho	Tiodicarbe (metilcarbamato de oxima)	Futur 300	SC	2 L/100 kg de sementes	III	Tratamento de sementes	Bayer
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lagarta-do-cartucho	Deltametrina (piretroide)	Decis 25 EC	EC	200 mL/ha	III	Terrestre/Aérea	Bayer
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lagarta-do-cartucho	Lambda-cialotrina (piretroide) + Tiametoxam (neonicotinoide)	Eforia	SC	150 a 200 mL/ha	III	Terrestre/Aérea	Syngenta
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lagarta-do-cartucho	Lambda-cialotrina (piretroide) + Tiametoxam (neonicotinoide)	Engeo Pleno	SC	150 a 200 mL/ha	III	Terrestre	Syngenta
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lagarta-do-cartucho	Lambda-cialotrina (piretroide) + Tiametoxam (neonicotinoide)	Platinum Neo	SC	150 a 200 mL/ha	III	Terrestre/Aérea	Syngenta
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lagarta-do-cartucho	Espinosade (espinosinas)	Tracer	SC	30 a 60 mL/ha	IV	Terrestre/Aérea	Dow AgroSciences
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lagarta-do-cartucho	Clorpirifós (organofosforado)	Vexter	EC	500 a 700 mL/ha	II	Terrestre/Aérea	Dow AgroSciences
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lagarta-do-cartucho	Clorpirifós (organofosforado)	Lorsban 480 BR	EC	500 a 750 mL/ha	II	Terrestre/Aérea	Dow AgroSciences
<i>Stenodiplosis sorghicollae</i>	Mosca-do-sorgo	Deltametrina (piretroide)	Decis 25 EC	EC	200 mL/ha	III	Terrestre/Aérea	Bayer
<i>Stenodiplosis sorghicollae</i>	Mosca-do-sorgo	Clorpirifós (organofosforado)	Lorsban	EC	620 mL/ha	II	Terrestre/Aérea	Dow AgroSciences
<i>Stenodiplosis sorghicollae</i>	Mosca-do-sorgo	Clorpirifós (organofosforado)	Vexter	EC	620 mL/ha	II	Terrestre/Aérea	Dow AgroSciences

FONTE: Brasil (2013).

NOTA: FS - Suspensão; SC - Suspensão concentrada; EC - Concentrado emulsionável.

I - Extremamente tóxico; II - Altamente tóxico; III - Medianamente tóxico; IV - Pouco tóxico.

essa praga é polífaga, a manutenção de espécies vegetais hospedeiras durante todo o ano, a chamada ponte verde, tem sido um fator preponderante para o aumento da população. Na safrinha, tem-se registrado um aumento da incidência (acima de 50%) da lagarta-do-cartucho. Entretanto, métodos alternativos de controle dessa praga necessitam ser implementados, pois o uso somente do controle químico pode ser desastroso, especialmente para a cultura do sorgo. A redução da população dos inimigos naturais poderá provocar uma explosão na população do pulgão-verde que é, sem dúvida, muito mais prejudicial para a cultura do sorgo do que a lagarta-do-cartucho.

Já a praga *D. saccharalis* vem assumido papel de praga-chave na cultura, sobretudo em função do cultivo de variedades de sorgo de grande porte, com aptidões para biomassa, forragem ou etanol. O controle químico feito com inseticida para *S. frugiperda* normalmente tem auxiliado no controle dessa espécie, quando essa ainda não entrou no colmo da planta.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT**: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Brasília, [2013]. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 27 jun. 2013.

RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 8.ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 2). Versão eletrônica. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_8_ed/doencas.htm>. Acesso em: 27 jun. 2013.

TORRES, M. Sorgo biomassa: cultura promissora para geração de energia. **Grão em grão**, Sete Lagoas, ano 7, n.43, fev./mar. 2013.

WAQUIL, J. M.; MENDES, S. M.; VIANA, P. A. Pragas: manejo de pragas na cultura do sorgo. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 8.ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 2). Versão eletrônica. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_8_ed/pragas.htm>. Acesso em: 27 jun. 2013.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

CORTEZ, M.G.R.; WAQUIL, J. M. Influência de cultivar e nível de infestação de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) no rendimento do sorgo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.26, n.2, p.407-410, ago. 1997.

CRUZ, I. **Resistência de genótipos de sorgo ao pulgão-verde, *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae)**. 1986. 222f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986.

GUO, C. et al. Sorghum insect problems and management^F. **Journal of Integrative Plant Biology**, v.53, n. 3, p.178-192, Mar. 2011.

HOELSCHER, C. E.; TEETES, G. L. **Insects and mites pest of sorghum: management approaches**. College Station: Texas A & M University System, 1983. 24p. (Texas Agricultural Experiment Station. Bulletin, 1220).

LARA, F. M. **Influência de genótipos de sorgo, *Sorghum vulgare* Pers., local e época de plantio, inimigos naturais e inseticidas sobre *Contarinia sorghicola* (Coq. 1898)**. 1974. 11p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências de Bauru.

LOECK, A.E. **Pragas de produtos armazenados**. Pelotas: UFPEL, 2002. 113p.

MENDES, S. M. et al. Controle de pragas. 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.57-67. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139).

MENDES, S. M. et al. Manejo integrado de pragas em sorgo sacarino. In: SEMINÁRIO TEMÁTICO AGROINDUSTRIAL DE PRODUÇÃO DE SORGO SACARINO PARA BIOETANOL, 1., 2012, Ribeirão Preto. **Anais...** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. p.47-51. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 145).

MONTES, L. F. A.; MATRÂNGOLO, W. J. R.; WAQUIL, J. M. Preferência alimentar de *Stenaridea carmelitana* (Carvalho) (Hemiptera: Miridae) em sorgo e milho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.26, n.1, p.195-198, abr. 1997.

OLSON, D. M. et al. Use of winter legumes as banker plants for beneficial insect species in a sorghum and cotton rotation system. **Journal of Entomological Science**, n.47, n.4, p.350-353, 2012.

SAMANTHA, C. M.; KHAN, Z. R.; PICKETT, J. A. The use of push-pull strategies in integrated pest management. **Annual Review of Entomology**, n.52. p. 375-400, 2007.

SHARMA, H. C. Host-plant resistance to insects in sorghum and its role in integrated pest management. **Crop Protection**, v.12, n.1, p.11-34, Feb. 1993.

SHARMA, H. C.; NWANZE, K.F. **Mechanisms of resistance to insects and their usefulness in sorghum improvement**. Patancheru: ICRISAT, 1997. (ICRISAT. Information Bulletin, 55).

SHELTON, A. M.; BADENES-PEREZ, F. R. Concepts and applications of trap cropping in pest management. **Annual Review of Entomology**, v.51, p. 285-308, 2006.

SOPER, A.M. **Integrated pest management of noctuids in Kansas sorghum: a bioeconomic approach to agricultural pest management**. 2011. Tese (Ph.D.) – Kansas States University, 2011.

VANIN, A. et al. Insecticide treatment of sorghum seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.33, n.2, p.299-309, 2011.

WAQUIL, J. M.; CRUZ, I. Manejo de pragas na cultura do sorgo forrageiro. In: CRUZ, J.C. et al. (Ed.). **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. cap. 13, p. 341-359.

WAQUIL, J. M.; LARA, F. M. Mosca-do-sorgo, *Stenodiplosis sorghicola* (Coquillett) (Diptera: Cecidomyiidae). In: VILELA, E. F.; ZUCHI, R.A.; CANTOR, F. (Ed.). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2001. cap. 15, p.106-112.

WAQUIL, J. M.; OLIVEIRA, A. C. de Monitoramento da mosca-do-sorgo, *Contarinia sorghicola* (Coquillett, 1898) através de armadilhas de feromônio. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo**, período 1992-1993. Sete Lagoas, 1994. v.6, p.68-69.

WAQUIL, J. M.; VIANA, P. A. Avaliação do controle da lagarta-elasmô em sorgo. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo**, período 1992-1993. Sete Lagoas, 1994. v.6, p.70.

ZEGADA-LIZARAZU, W.; MONTI, A. Are we ready to cultivate sweet sorghum as a bioenergy feedstock? a review on field management practices. **Biomass and Bioenergy**, v.40, p.1-12, May 2012.

Sorgo-Energia

inovações e negócios de base tecnológica

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é nativo da África e algumas variedades atuais são ainda originárias daquele continente. Iniciativas de introdução desta gramínea no Brasil foram realizadas em eras diferentes, mas destacam-se os esforços de institutos de pesquisa e universidades, sobretudo a partir da década de 1950. A Embrapa iniciou um programa de melhoramento de sorgo em meados da década de 1970, explorando o potencial desta cultura no país, e atualmente a área plantada com essa espécie no Brasil abrange cerca de 1,5 milhão de hectares.

O potencial energético da biomassa (caldo, bagaço, palhada e grãos) de sorgo é alto, e toda a sua energia pode ser transformada com tecnologia atual.

Diferentes tipos comerciais

O sorgo compõe-se de cinco diferentes tipos comerciais (granífero, forrageiro – corte e pastejo, sacarino, biomassa lignocelulósica e vassoura), que podem atender, de forma crescente e complementar, as áreas e propósitos em, no mínimo, três focos preferenciais de mercado (alimentar, ração ou volumoso para animais, e energia – etanol e cogeração). O sorgo apresenta-se como uma espécie bem adaptada a ambientes extremos de estresses abióticos, especialmente, de temperatura do ar e umidade do solo. Este comportamento de rusticidade às condições ambientais confere ao sorgo condições favoráveis à sua adaptação em relação a outras espécies comerciais. Apesar deste fato, é responsivo às boas práticas agrícolas e de manejo da cultura, e, portanto, passível de inovação tecnológica competitiva para a sua utilização e diferentes usos.

O setor sucroalcooleiro e energético no Brasil busca alternativas de rentabilidade e sustentabilidade para manter altos níveis de produtividade e competitividade da área agrícola e industrial. Regulação, inovações tecnológicas e mercado constituem os grandes temas por meio dos quais

os setores público e privado buscam aprimoramentos e soluções para resultados de ganhos físicos, econômicos e financeiros. E, diversificação complementar à cana-açúcar-etanol constitui um elemento da estratégia corrente, com enorme potencial de agregação de valor aos negócios da cadeia produtiva sucroenergética.

Sorgo-Energia

O sorgo-energia (sorgo sacarino para bioetanol 1ª geração tecnológica - 1G e sorgo biomassa lignocelulósica para cogeração de energia e bioetanol 2ª geração tecnológica - 2G) é uma das alternativas em expansão de cultivo em regiões canavieiras. E os mercados competitivos e de nichos demandam de instituições, sobretudo de C&T e de produção, uma participação ativa para adequar as inovações tecnológicas às necessidades do setor agroindustrial sucroenergético.

As demandas do setor alcooleiro e energético requerem matérias-primas de qualidade, eficiência nos processos de conversão de biomassa em energia e arranjos produtivos diferenciados para maior eficiência produtiva e econômica. As metas para conceito mínimo de produto e meta mínima de referência para mercado indicam os valores de 3.000 l/ha de etanol, com 50,0 toneladas de biomassa e taxa de conversão industrial de 60,0 l/t biomassa de sorgo sacarino, com um ciclo de cultivo de 4 meses para variedades ou híbridos comerciais; e, de 50,0 toneladas de biomassa seca com poder calorífico superior a 4.200 kcal/kg de matéria seca de sorgo biomassa, com um ciclo de cultivo de 5-6 meses para híbridos experimentais, correntemente em testes piloto de validação comercial.

O sorgo sacarino é uma espécie, que, similar à cana-de-açúcar, produz açúcares no colmo. A tecnologia agrícola e industrial disponível desde a década de 1980 e as plantações piloto de sorgo sacarino - resultados das safras 2010/11 a 2013/14 - em áreas de reforma de canaviais e cul-

Parceiros públicos e privados têm dedicado esforços no avanço da genética de novas cultivares de sorgo

tivos na entressafra da cana-de-açúcar (período de novembro a março, na região Centro-Sul e parte do Centro-Oeste do Brasil) mostraram a viabilidade técnica e econômica do sorgo sacarino para a produção de etanol e de biomassa residual para a cogeração (calor e bioeletricidade).

Entre os focos objetivos para a inserção e expansão do sorgo sacarino no setor sucroenergético estão: mitigar o custo fixo de usina parada na entressafra de cana; aumentar a empregabilidade da mão-de-obra e aumentar o período de operacionalidade da usina na entressafra de cana; disponibilizar matéria-prima de qualidade para manter a campo um aumento de qualidade da cana no período de início de moagem (disponibilidade de matéria-prima de qualidade para concorrer com a cana de março – início de safra no Centro-Sul); contribuir com o desenvolvimento e disponibilidade de maquinaria diferenciada e competitiva para plantio e colheita do sorgo sacarino e da cana; aumentar a produção de biomassa para usos diferenciados incluindo cogeração de energia; aumentar o emprego e a renda local-regional. E, por estas razões, estes focos carecem de estratégia, programação, atenção e operacionalidade dedicada do setor empresarial e do setor público.

Sorgo Biomassa

O sorgo biomassa apresenta grande potencial para expansão de cultivo em regiões selecionadas do Brasil e constitui-se em matéria-prima de qualidade para cogeração de energia. Inúmeros híbridos estão em validação de sistemas de produção, apresentando boa adaptabilidade e alta produção de biomassa seca em ciclo curto, com significativo poder calorífico comparado a espécies convencionais, como bagaço de cana, eucalipto, e outras gramíneas, como o capim elefante (*Pennisetum* sp.).

Genética e tecnologias
constituem o core business
da agenda institucional de
Empresas de PD&I

Parceiros públicos e privados têm dedicado esforços no avanço da genética de novas cultivares de sorgo para fins diferenciados (alimento e energia), bem como de recomendações técnicas adequadas para os sistemas de produção e cultivo, e em processos de colheita, transbordo e beneficiamento industrial.

Genética (sementes e *traits*-características), tecnologias para sistemas de produção agroindustriais, negócios tecnológicos (remunerados e de impactos sócio-econômicos relevantes), ordenamento territorial e mapeamento de ni-

chos de mercado, estudos e avaliações diagnósticas e perspectivas de expansão de área de cultivo, dentre outros temas tipicamente da parceria público-privada, constituem o *core business* da agenda institucional de Empresas de PD&I, como a Embrapa, Epamig, IAC, e representantes da indústria sementeira, de tecnologia e de insumos, doravante.



Foto: Arquivo Embrapa



Frederico Ozanan Machado Durães
Engenheiro Agrônomo, PhD e
Gerente-Geral da Embrapa Produtos e Mercado
Telefone: (61) 3448-4522
E-mail: frederico.duraes@embrapa.br

Principais doenças do sorgo

Dagma Dionísia da Silva¹

Luciano Viana Cota²

Rodrigo Vêras da Costa³

Douglas Ferreira Parreira⁴

Resumo - As doenças estão entre os principais problemas que afetam a produtividade do sorgo no Brasil, e podem atacar todas as partes da planta pela infestação de fungos, bactérias, vírus e nematoides. Perdas acima de 80% na produtividade podem ocorrer em condições de alta severidade das doenças, particularmente as causadas por fungos que atacam a parte aérea da planta. O danos resultantes da ocorrência das doenças vão além da redução na produção de grãos, já que do sorgo sacarino e do sorgo biomassa a matéria-prima utilizada pela indústria é o colmo, para produção de etanol e de energia, respectivamente. Resistência genética e práticas culturais são as principais medidas para o manejo de doenças de sorgo e há poucos fungicidas registrados para uso nessa cultura.

Palavras-chave: *Sorghum*. Doença de planta. Controle.

INTRODUÇÃO

A demanda por sorgo tem aumentado mundialmente, em especial, por sua ampla gama de aplicações. Por ser um dos poucos cereais que não possuem glúten em sua constituição, é indicado para a fabricação de alimentos direcionados a pessoas com intolerância a essa substância, além de possuir boa qualidade nutricional para produção de ração animal, maior resistência ao déficit hídrico e possibilidades de uso em indústrias que utilizam fontes de energia sustentável, nas quais o sorgo sacarino e o sorgo biomassa se enquadram. Pelo menos quatro tipos de sorgo têm sido plantados e pesquisados no Brasil: o granífero, que é o tipo que possui a maior área cultivada; o forrageiro, utilizado na alimentação animal, em sua maior parte dentro das fazendas; o sacarino, utilizado na produção de etanol; e, o mais novo, o sorgo biomassa, que tem sido pesquisado para a produção

de energia calorífica pelas indústrias. Todos esses tipos de sorgo estão sujeitos ao ataque de diferentes patógenos, que podem afetar o rendimento da cultura, seja pela redução na produção de grãos, na de forragem, na qualidade do caldo usado para a produção de etanol, seja no rendimento de massa verde. Além desses danos diretos, ainda podem ocorrer danos secundários, como tombamento das plantas, em consequência do enfraquecimento dos colmos atacados por patógenos, que causam podridão e acumulação de micotoxinas produzidas por fungos, e que, por sua vez, atacam os grãos.

Dentre as principais doenças do sorgo, no Brasil destacam-se a antracnose (*Colletotrichum sublineolum* Henn), a helmintosporiose (*Exserohilum turcicum* (Pass.) K. J. Leonard & E. G. Suggs), a ferrugem (*Puccinia purpurea* Cooke), o míldio (*Peronosclerospora sorghi* (W. Weston & Uppal) C.G. Shaw), a doença

açucarada ou ergot (*Claviceps africana* Frederickson, Mantle and De Milliano), a podridão-seca-do-colmo (*Macrophomina phaseolina* (Tassi) G. Goid) e as podridões-de-panícula (*Fusarium verticillioides*) e colmo (*Fusarium verticillioides* e *C. sublineolum*). Além dessas, doenças causadas por outros fungos, nematoides, bactérias e vírus podem ocorrer no País, mas, ainda, de forma esporádica ou em baixa severidade.

No Brasil, as principais regiões produtoras de sorgo apresentam condições favoráveis ao desenvolvimento de doenças durante o ciclo da cultura. Porém, a intensidade de cada doença depende de uma associação entre as condições climáticas e outros fatores. Dentre esses fatores, estão não só a resistência genética das cultivares, a época de plantio, verão ou inverno, que, no Brasil, corresponde à safra e à safrinha, respectivamente, mas também

¹Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, e-mail: dagma.silva@embrapa.br

²Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, e-mail: luciano.cota@embrapa.br

³Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, e-mail: rodrigo.veras@embrapa.br

⁴Eng^o Agr^o, Pós-Doutorando, Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, e-mail: douglas2002ufv@yahoo.com.br

a quantidade de inóculo presente na área de cultivo e a fase de desenvolvimento da cultura, já que algumas doenças ocorrem com maior severidade na fase vegetativa, e outras, a partir do florescimento. Assim, a combinação de fatores é que irá determinar a estratégia mais eficiente no manejo de doenças do sorgo.

PRINCIPAIS DOENÇAS E MANEJO

Antracnose

A antracnose (*C. sublineolum*) é a doença mais severa para sorgo no Brasil, e está distribuída em praticamente todas as regiões produtoras. É favorecida por altas temperaturas (22 °C - 30 °C) e alta umidade, podendo atacar todas as partes da planta, sendo as mais comuns a antracnose foliar, a antracnose no colmo e a antracnose na panícula. Essa doença pode resultar em perdas acima de 70% na produção de grãos, reduzir não só o valor nutricional, a qualidade da forragem, e a massa verde, como também afetar a quantidade e a qualidade de caldo no colmo e favorecer o tombamento de plantas, quando o fungo infecta

o colmo. A podridão-do-colmo dificulta a colheita, propicia o ataque dos grãos por fungos e insetos, além de resultar na germinação desses fungos e insetos, quando em contato com o solo e com a umidade.

Os sintomas da antracnose foliar são lesões elípticas a circulares, com até 5 mm de diâmetro, nas quais se desenvolvem pequenos centros circulares de coloração palha, com margens que variam de avermelhadas, alaranjadas e púrpura-escuras a castanhas, dependendo da cultivar. No interior das lesões, observam-se pequenos pontos negros, chamados acérvulos, que são as frutificações do patógeno, nas quais os conídios são produzidos e disseminados (Fig. 1). Nas nervuras, são formadas lesões elípticas a alongadas, de coloração variável, onde é possível observar a presença de acérvulos.

A antracnose do colmo inicia-se após a fase de maturação fisiológica dos grãos e tem como sintomas coloração avermelhada ou amarelada, onde se observam pontuações brancas, referentes ao ponto de penetração do fungo. Em condições de colonização severa do colmo, externamente, nota-se uma depressão e uma massa de

coloração rosada, por causa da abundante produção de conídios (Fig. 2).

O fungo sobrevive na forma de micélio, conídios e de microescleródios em restos de culturas e sementes, além de sobreviver em outras espécies de gramíneas hospedeiras, tais como *Sorghum halepense*, *S. verticilliflorum*, *S. arundinaceum*, *S. margaritiflorum*, *S. sudanense* e *S. dochna*.

A principal forma de manejo de doenças em sorgo é a utilização de cultivares resistentes. Há disponíveis diversas opções de híbridos comerciais com resistência às principais doenças do sorgo. Assim, a escolha da cultivar deve ter como base o histórico da área em relação às doenças, já que existe variação na reação das cultivares às doenças entre regiões de plantio.

A utilização de cultivares mais produtivas está entre os fatores que favorecem o aumento das doenças, pelo uso contínuo de uma ou poucas cultivares em grandes extensões de cultivo e sem rotação de culturas. Isto favorece a permanência de estruturas de sobrevivência do fungo nos restos culturais mantidos no solo para plantio direto, o que resulta em pressão de seleção do patógeno e aumento gradativo

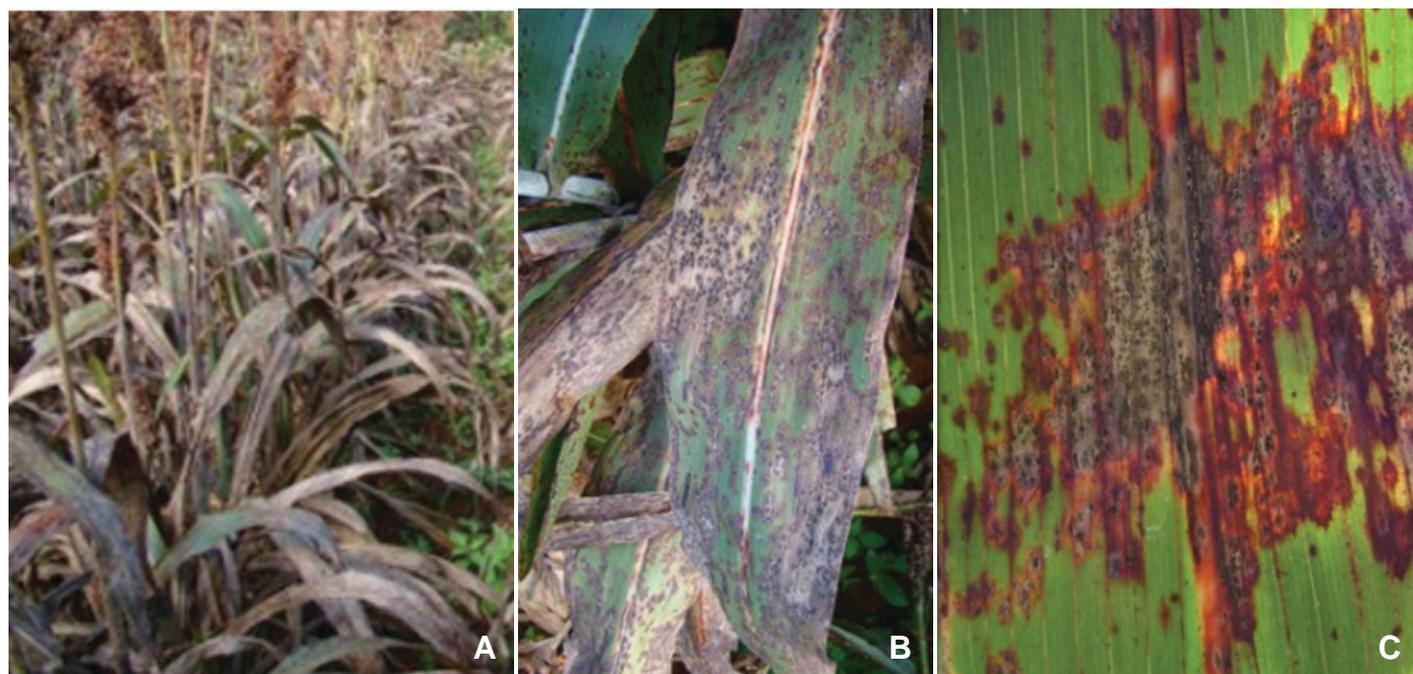


Figura 1 - Sintomas de antracnose foliar em sorgo

NOTA: A - Aspecto geral de uma cultivar suscetível; B e C - Detalhe dos sintomas.

Fotos: Dagma D. Silva

na severidade de doenças e redução da vida útil das cultivares.

Embora o uso da resistência seja viável no controle da antracnose, essa estratégia é dificultada também pela alta variabilidade no patógeno, havendo, em suas populações, grande número de isolados capazes de infectar várias cultivares ao mesmo tempo. Tal fato leva a uma rápida adaptação da antracnose às cultivares disponíveis, e tem preocupado fitopatologistas, melhoristas e produtores, que buscam alternativas para manter a resistência genética por períodos mais prolongados. Uma estratégia que tem sido avaliada, e tem-se mostrado eficiente na redução da severidade da antracnose, é a rotação de genótipos. A adoção dessa prática com segurança depende do conhecimento da reação dos híbridos diante de populações do fungo onde será realizado o cultivo, e que as características agrônomicas estejam dentro das expectativas dos produtores. Mesmo que a rotação de genótipos ainda esteja em fase experimental, o plantio de mais de uma cultivar deve ser priorizado em relação aos plantios extensivos com uma única cultivar, tendo em vista os problemas causados em decorrência da pressão de seleção exercida pelos patógenos.

Outra estratégia de manejo que não deve ser deixada de lado é a do tratamento de sementes, que visa proteger a cultura dos patógenos de solo e/ou de sementes. Esse tratamento, além de ser mais econômico que as aplicações em estádios mais avançados da cultura, pela baixa quantidade de produto a ser usada, ainda previne a entrada de patógenos em áreas livres destes e as perdas, pela redução no estande de plantas.

Para o tratamento de sementes, existem produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) à base dos seguintes princípios ativos: captana e mistura fludioxonil + metalaxil-M. Já para antracnose (*C. sublineolum*) e outros patógenos, mais de um princípio ativo ou mistura possui registro e, para outros, como helmintosporiose (*E. turcicum*), apenas um é registrado (Quadro 1).



Figura 2 - Sintomas de podridão causados por antracnose em colmos de sorgo

NOTA: A e B - Sintomas externos; C - Sintomas internos.

Fotos: Degma D. Silva

QUADRO 1 - Princípios ativos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para tratamento de sementes de sorgo, visando controlar patógenos

Princípio ativo (grupo químico)	Patógeno	Dose (P.C.)
Captana (dicarboximida)	<i>Alternaria alternata</i> ; <i>Alternaria tenuissima</i> ; <i>Aspergillus</i> spp.; <i>Cladosporium cladosporioides</i> ; <i>Colletotrichum sublineolum</i> ; <i>Exserohilum turcicum</i> ; <i>Fusarium verticillioides</i> ; <i>Phoma sorghina</i> ; <i>Rhizoctonia</i> spp.; <i>Rizophus</i> spp.	120-160 g para cada 100 kg de sementes
Fludioxonil (fenilpirrol) + metalaxil-M (acilalaninato),	<i>Aspergillus</i> spp.; <i>C. sublineolum</i> ; <i>F. verticillioides</i> ; <i>Penicillium</i> spp.; <i>Pythium aphanidermatum</i> ; <i>Rhizoctonia solani</i>	100 mL para cada 100 kg de sementes

FONTE: Brasil (2013) e Cota, Costa e Silva (2012).

NOTA: P.C.- Produto concentrado.

Outra estratégia eficiente que tem sido avaliada na Embrapa Milho e Sorgo é o controle químico, apesar de não haver fungicidas registrados no MAPA para controle de doenças foliares em sorgo. Dentre os fungicidas avaliados, o grupo dos triazóis + estrobilurinas tem sido muito eficiente. Uma recomendação é que a aplicação seja realizada em função do nível de resistência das cultivares. Para cultivares moderada-

mente resistentes, uma aplicação aos 45 ou 65 dias após emergência (DAE) foi suficiente para o controle da doença, enquanto para cultivares suscetíveis, uma única aplicação, independentemente da época, 45 ou 65 DAE, não apresentou eficiência no controle. Duas aplicações, uma aos 45 e outra aos 65 DAE, mostraram-se eficientes para controlar a doença, independentemente do nível de resistência das cultivares. Assim, a

decisão da aplicação, se mais cedo ou mais tarde, vai depender da ocorrência de outras doenças, como a helmintosporiose, que, sendo doença da fase vegetativa, fará com que haja necessidade de iniciar aplicações em torno dos 45 DAE. Na ausência da helmintosporiose e em função do histórico de incidência da antracnose, deve-se observar quando surgirão os primeiros sintomas da antracnose. Nesse momento, decide-se sobre a aplicação do fungicida, uma vez que, embora a doença seja mais severa a partir da fase de florescimento, quando essas fases coincidem com alta temperatura e umidade, a doença pode ocorrer em todas as fases de desenvolvimento da cultura. No Quadro 2, estão apresentados os princípios ativos com potencial para uso no controle de doenças em sorgo.

Outras estratégias de manejo para redução da antracnose são a rotação de culturas e a eliminação de plantas hospedeiras alternativas, como o capim-massarabá (*S. halepense*).

Helmintosporiose

Nos últimos anos, a helmintosporiose (*E. turcicum*) tem ocorrido com alta severidade em praticamente todas as regiões de cultivo de sorgo, o que pode resultar em perdas acima de 50% na produtividade. Essa é uma doença que ocorre na fase vegetativa, possibilitando perda considerável de área foliar e seca precoce das plantas. O aumento da incidência e da severidade da helmintosporiose está relacionado com o aumento da área de plantio de sorgo na safrinha ao longo dos anos, já que esta doença é favorecida por alta umidade e temperaturas mais amenas, entre 18 °C - 27 °C, condições que ocorrem nas regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, quando o sorgo grão-nífero é cultivado.

Os sintomas da doença são lesões necróticas alongadas, de formato elíptico, com bordas púrpuro-avermelhadas, acinzentadas ou amareladas, que variam em função da cultivar (Fig. 3). As primeiras lesões podem surgir logo no início do desenvolvimento da cultura, nas folhas mais

QUADRO 2 - Fungicidas e doses com potencial¹ para a utilização no controle de doenças na cultura do sorgo - Sete Lagoas, MG, 2013

Princípio ativo	Dose (P.C.)	Doença controlada
⁽²⁾ Tebuconazol	1 L/ha	Ergot, ferrugem, helmintosporiose
⁽²⁾ Epoxiconazol + Piraclostrobina	0,75 L/ha	Antracnose, helmintosporiose, ferrugem
⁽²⁾ Azoxistrobina + Ciproconazol	0,3 L/ha	Antracnose, helmintosporiose, ferrugem
⁽²⁾ Tebuconazol + Trifloxistrobina	0,6-0,75 L/ha	Antracnose, helmintosporiose, ferrugem
⁽²⁾ Propiconazol + Trifloxistrobina	0,6-0,8 L/ha	Antracnose, helmintosporiose, ferrugem
⁽²⁾ Carbendazim	0,6L/ha	Antracnose

FONTE: Cota, Costa e Silva (2012).

NOTA: P.C. - Produto concentrado.

(1)Produtos sem registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para doenças foliares em sorgo. (2)Adicionar óleo mineral 0,5% do volume de calda.



Figura 3 - Sintomas de helmintosporiose em sorgo

NOTA: A - Aspecto geral das folhas; B - Detalhe de lesão com bordo amarelado.

velhas, progredindo para as folhas mais novas. Em cultivares suscetíveis a ataques severos, com o avanço da doença, as folhas tornam-se quebradiças.

A ocorrência da helmintosporiose predispõe as plantas a fungos causadores de podridão-do-colmo, como *C. sublineolum* e *F. verticillioides*.

O fungo sobrevive na forma de micélio e conídios em restos culturais infectados. Os conídios podem ser transportados a longas distâncias pelo vento e são responsáveis pela disseminação da doença. Espécies selvagens de sorgo são hospedeiras de *E. turcicum* e são fonte de inóculo e disseminação da doença.

O controle da helmintosporiose pode ser realizado por meio do plantio de cultivares resistentes e rotação de culturas, utilizando-se hospedeiros não suscetíveis e tratamento de sementes (Quadro 1).

O controle químico para a helmintosporiose tem-se mostrado eficiente, porém, assim como ocorre com a antracnose, não existem fungicidas registrados no MAPA para manejo dessa doença. Avaliações do número e época de aplicação mostram que seu controle será mais eficiente com a primeira aplicação realizada entre 40-45 dias após plantio (DAP). No entanto, devem-se monitorar os primeiros sintomas, que,

dependendo da suscetibilidade da cultivar, das condições ambientais e da pressão de inóculo, podem surgir já no começo de desenvolvimento da cultura. No Quadro 2, são apresentados os princípios ativos com potencial de uso para controle da helmintosporiose.

Ferrugem

A ferrugem (*P. purpurea*) é uma doença distribuída em todas as regiões produtoras de sorgo no mundo. A doença é favorecida por alta umidade e temperaturas mais amenas, condições nas quais reduzem a qualidade de forragem e de produção de grãos em até 65%. A ferrugem predispõe as plantas ao ataque de patógenos causadores de podridão-do-colmo e de grãos mofados.

A fase de ocorrência da doença está entre 45 e 90 DAP. Os sintomas da ferrugem são caracterizados por pústulas castanho-avermelhadas, distribuídas paralelamente entre as nervuras, onde grande quantidade de uredosporos é produzida (Fig. 4).

Os uredosporos são fonte de disseminação da doença, sendo carregados pelo vento e levados a longas distâncias, infectando folhas e plantas ainda sadias. Outras fontes de dispersão da ferrugem são espécies de sorgo suscetíveis *S. halepense*, *S. verticilliflorum* e *S. arundinaceum* e trevo (*Oxalis corniculata*).

A resistência genética é a estratégia mais eficiente de controle da doença. Outra estratégia potencial é o controle químico, como descrito no Quadro 2.

Míldio

O míldio (*P. sorghi*) é encontrado em todas as regiões de plantio de sorgo no País, podendo causar danos de até 80%. Plantas infectadas pelo míldio na fase inicial de desenvolvimento tornam-se estéreis.

Esta doença apresenta dois tipos de infecção: a sistêmica e a localizada. A infecção sistêmica ocorre geralmente na fase inicial de desenvolvimento das plantas e leva à esterilidade das plantas. Os sintomas sistêmicos são faixas de tecido verde, alternadas com áreas de tecidos cloróticos, distribuídas paralelamente pelo comprimento das folhas. As faixas cloróticas, por sua vez, necrosam



Figura 4 - Sintomas de ferrugem em sorgo

e rasgam-se facilmente pela ação do vento, liberando uma estrutura de resistência (oósporos) no solo, onde permanecerão por longo período para infectar as plantas no próximo plantio. O sintoma localizado da doença é caracterizado por lesões de formato retangular delimitado pelas nervuras das folhas. Em ambos os sintomas ocorre crescimento pulverulento de cor branca, que corresponde aos conidióforos e conídios de míldio, e pode ser observado na parte abaxial das folhas (Fig. 5).

O míldio é um parasita obrigatório, e hospedeiros secundários são importantes para sua sobrevivência e disseminação. São hospedeiros do míldio o milho e as espécies das tribos Andropogonae, Paniceae e Maydae, dentre as quais estão espécies de sorgo selvagem.

O manejo da doença baseia-se na utilização de cultivares resistentes, plantio de sementes de boa qualidade e aração profunda. A eliminação do capim-massaranduba e outros hospedeiros poderá reduzir a incidência do míldio. O tratamento de sementes à base de metalaxyl, recomendado na proporção de 100 mL de produto concentrado para cada 100 kg de sementes, para controlar outros patógenos (Quadro 1), tem efeito contra o míldio e deve ser realizado para prevenir a incidência da doença.

Doença açucarada, mela ou ergot

Desde que foi relatada no Brasil, em 1995, a doença açucarada (*Sphacelia sorghi* McRae, fase sexuada = *Claviceps africana* Frederiksen, Manthe & De Milliano) tem ocorrido de forma generalizada em todas as regiões produtoras de sorgo no País. A doença tem sido o maior problema para as indústrias de sementes e para os produtores de grãos e/ou forragens de sorgo. No entanto, a ocorrência em sorgo sacarino pode reduzir o teor de açúcares no colmo. As condições que favorecem a doença são temperaturas entre 13 °C e 18,7 °C e umidade entre 76% e 84%.

O patógeno infecta o ovário não fertilizado, ocupa o lugar do pólen e impede a produção de grãos ou sementes. Após o processo infeccioso completo, *S. sorghi* exsuda gotas açucaradas, nas quais estão os conídios (Fig. 6). As gotas são disseminadoras da doença por meio de respingos e insetos atraídos pelo açúcar e, ao secarem, são facilmente carregadas pelo vento. Em condições de alta temperatura e de baixa umidade, ocorre o ressecamento das gotas açucaradas, que se transformam em uma crosta esbranquiçada e dura, a qual se desprende facilmente da panícula. Sob con-



Figura 5 - Sintomas de míldio em plantas de sorgo

NOTA: A - Planta com sintoma sistêmico; B - Conídios e conidióforos formando uma massa branca e pulverulenta na parte abaxial das folhas; C - Sintoma localizado.



Figura 6 - Exsudação de gotas da doença açucarada em panícula infectada por *Sphacelia sorghi*

dições de alta umidade, um fungo saprófita *Cerebella volkensis* cresce sob as gotas que se tornam uma massa negra e amorfa. Outras gramíneas como *S. halepense*, *Brachiaria* sp., *Panicum maximum*, *S. caffrorum*, *Andropogon* sp. e *Dichanthium aristatum* são hospedeiras de *S. sorghi* e fonte de inóculo da doença.

Por falta de genótipos resistentes, para evitar as perdas causadas por essa doença, o controle deve ter como base o uso de várias estratégias, a fim de garantir uma boa polinização e associar-se ao uso de fungicidas. Dentre essas estratégias estão:

- usar cultivares adaptadas à região de plantio e tolerantes a baixas temperaturas;
- evitar que o florescimento coincida com períodos de baixa temperatura, o que pode ser feito com o controle da época de semeadura;
- remover plantas remanescentes e hospedeiras secundárias;
- usar a proporção adequada de linhagens macho-estéreis e restauradoras

para produção de sementes, a fim de garantir boa disponibilidade de pólen;

- e) programar o plantio visando coincidir a época de florescimento das linhagens usadas na produção de sementes de híbridos.

Aliada às práticas citadas, recomenda-se, ainda, a aplicação de fungicida do grupo dos triazóis, à base de tebuconazol. As aplicações devem ser realizadas próximas da emissão das panículas (emissão da folha bandeira), já que o fungo infecta o ovário não fertilizado, e acompanhar a evolução da doença até antese. Existem cinco produtos registrados no MAPA para manejo da doença açucarada.

Podridão-seca-do-colmo

A podridão-seca-do-colmo ou podridão por *Macrophomina* (*Macrophomina phaseolina*) é uma doença importante em regiões quentes e sujeitas a déficit hídrico, sendo mais importante em plantios de segunda safra ou safrinha. O patógeno infecta mais de 400 espécies de plantas. Tal infecção ocorre nos primeiros estádios de desenvolvimento, e causa queima e tombamentos das plântulas, todavia, em geral os sintomas, aparecem em plantas adultas e são mais severos quando o período de enchimento dos grãos coincide com temperatura elevada e déficit hídrico. Nessas condições, as perdas podem ser superiores a 50%, por causa do acamamento de plantas.

Nas raízes, as lesões apresentam aspecto encharcado, de coloração castanha ou preta. A desintegração da medula resulta na podridão do colmo, onde se percebem apenas os vasos com numerosos escleródios pequenos e pretos. O patógeno sobrevive no solo na forma de escleródios, os quais, por sua vez, podem permanecer viáveis por períodos de dois a três anos.

A associação de podridão-seca-do-colmo com espécies de *Fusarium*, *Cochliobolus sativus*, *Nigrospora sphaerica* e *Rhizoctonia solani* indica que a doença ocorre em combinação com outros agentes.

São exemplos de culturas hospedeiras de podridão-seca-do-colmo: milho, soja, algodão, feijão, amendoim, batata, girassol,

tomate e milho. O plantio em sucessão de culturas pode favorecer o aumento da doença. Portanto, deve-se atentar ao sistema de sucessão entre a soja cultivada no verão seguida por sorgo, milho, milho ou algodão na safrinha.

O controle da podridão-seca por meio da rotação de culturas é dificultado pelo grande número de hospedeiros que o fungo possui, mas a incidência pode ser reduzida mantendo-se a umidade do solo em níveis adequados, utilizando-se cultivares resistentes ao acamamento e níveis adequados de N e K.

Nematoides

Embora o sorgo tenha sido historicamente utilizado como uma cultura desfavorável a nematoides em soja, como *Heterodera glycines*, nematoides dos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus* atacam ambas as culturas e têm ganhado importância no Brasil, por causa do aumento de suas populações em diversas regiões, como Centro-Oeste, Sul e Oeste da Bahia.

As espécies de nematoides mais importantes para o sorgo no Brasil são *Pratylenchus brachyurus*, *P. zaeae*, *Meloidogyne* sp. e *Helicotylenchus dihystera*. A espécie que tem causado maior preocupação é *P. brachyurus*, que ataca arroz, cana-de-açúcar, trigo, capins de uso zootécnico, milho, milho, soja, algodão, café, citros, eucalipto, abacaxi, pêssego, fumo, amendoim, seringueira, algumas olerícolas, essências florestais, além de plantas daninhas. Já *M. incognita* pode causar perdas severas em sorgo, em sistemas de rotação com o algodão.

Alguns sintomas gerados pelo ataque de nematoides são semelhantes aos de estresse hídrico e deficiências nutricionais. Há formação de reboleiras com tamanho variado, em que as plantas apresentam não só uma aparência irregular, de tamanho reduzido, como também enfezadas, cloróticas, com perfilhamento, murcha e raízes maldesenvolvidas.

Quando prevalecem os nematoides-das-galhas, ocorre aumento no número de raízes e formação de galhas, por causa do crescimento desordenado das células radiculares. Caso o domínio seja do

nematoide-das-lesões-radiculares, as raízes apresentarão lesões necróticas escuras, semelhantes às causadas por fungos. Vale ressaltar que mais de uma espécie pode ocorrer na mesma área.

O manejo de nematoides deve-se basear em um conjunto de medidas, considerando-se que nenhuma estratégia é totalmente eficaz. A resistência genética é a forma mais econômica e viável de controle de nematoides. Existem cultivares tolerantes a espécies de *Meloidogyne* e *Pratylenchus*. Práticas culturais, como pousio, rotação de culturas com espécies não hospedeiras, época adequada de plantio, bem como aração e gradagem podem reduzir a população de nematoides. O controle químico baseia-se no uso de nematicidas dos grupos químicos dos carbamatos e organofosforados.

Outras doenças

Algumas doenças, embora apareçam com frequência no campo, são, até o momento, julgadas como secundárias, pela baixa severidade em que têm ocorrido. Como exemplo citam-se: cercosporiose (*Cercospora fusimaculans*), mancha-alvo (*Bipolaris sorghicola*), mancha-zonada (*Gloeocercospora sorghi*) (Fig. 7) e a mancha-de-Ramulispora (*Ramulispora sorghi*) (Fig. 8). Entre essas doenças, a mancha-alvo é observada, causando, esporadicamente, epidemias mais severas, enquanto a mancha-de-Ramulispora tem ocorrido com maior frequência e severidade em sorgos granífero, sacarino e forrageiro.

Doenças bacterianas que ocorrem no Brasil, até o momento de forma secundária no Sul, são a risca bacteriana (*Burkholderia andropogonis*) e a estria bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *holcicola*).

Dentre as viroses, o vírus-do-mosaico-da-cana-de-açúcar (*Sugarcane mosaic virus*, SCMV) poderá ser um problema, especialmente nas áreas de canaviais com cultivo de sorgo sacarino (Fig. 9), uma vez que o SCMV é patógeno dessas duas culturas e, ainda, de milho, milho, capim-sudão, cevada, trigo, centeio e arroz.

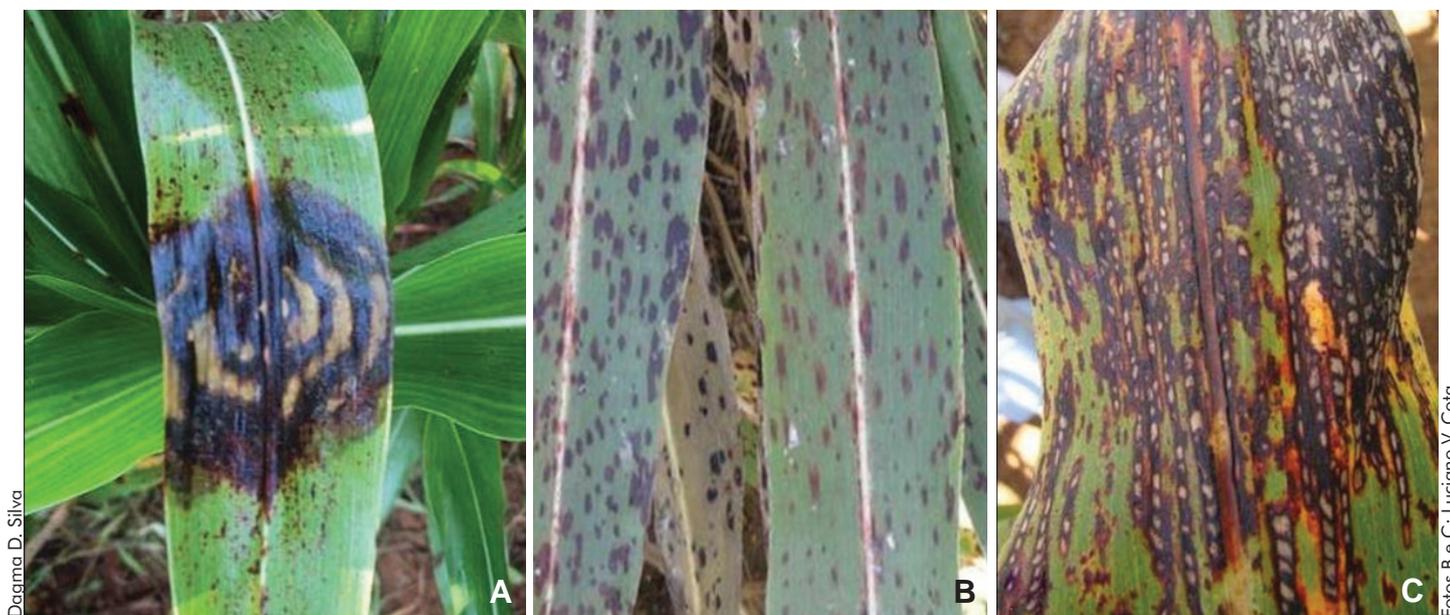


Figura 7 - Doenças potenciais em sorgo

NOTA: A - Sintomas de mancha-zonada; B - Mancha-alvo ou bipolaris; C - Cercosporiose.



Figura 8 - Sintomas de mancha-de-Ramulispora



Figura 9 - Sintomas do vírus-do-mosaico-da-cana-de-açúcar em sorgo sacarino

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A redução de doenças em sorgo depende do manejo adequado da cultura, sendo importante garantir nutrição equilibrada, utilizar eficientemente água, associar estratégias para redução das principais doenças e evitar a entrada ou aumento

da incidência daquelas que, atualmente, são consideradas secundárias, porém, potenciais.

Algumas estratégias apresentam potencial de uso, mas há muito que ser feito ainda sobre o sistema de produção de sorgo e sobre o manejo integrado de doenças para essa cultura. Um exemplo é a

aplicação de silício, usado como corretivo de solo. Essa estratégia tem sido avaliada e apresenta potencial como parte do manejo de doenças, além de ter-se mostrado eficiente na redução da antracnose. A eficiência do silício foi avaliada e observou-se redução na severidade da antracnose e interação entre o silício e fungicidas, ha-

vendo potencial de uso dessas estratégias no manejo integrado de doenças em sorgo, e deve ser considerado, também, o nível de resistência das cultivares.

Até o momento o manejo de doenças de sorgo, por meio de controle biológico, tem sido pouco estudado. Alguns trabalhos foram realizados com leveduras agentes de controle biológico, *Saccharomyces boulardii*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Torulosa globosa* e com extratos de basidiocarpos de *Pycnoporus sanguineus*. No entanto, ainda não se tem aplicado o controle biológico em campo, sendo necessário avaliar a viabilidade e a eficiência nessas condições.

REFERÊNCIAS

- 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: 6 jun. 2013.
- COTA, L.V.; COSTA, R.V. da; SILVA, D.D. da. Doenças. In: RODRIGUES, J.A.S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 8.ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 2). Versão eletrônica. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_8_ed/doencas.htm>. Acesso em: 7 jun. 2013.
- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**
- AGRIOS, G.N. (Ed.). **Plant pathology**. 5.ed. Amsterdam: Elsevier: Academic Press, 2005. 922p.
- BADO, V. et al. Nematode infestation and N-effect of legumes on soil and crop yields in legume-sorghum rotations. **Agricultural Sciences**, v.2, n.2, p.49-55, 2011.
- BARBOSA, F.C.R.; PFENNING, L.H.; CASELA, C.R. *Peronosclerospora sorghi*, o agente etiológico do mildio do sorgo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.31, n.2, p.119-132, mar./abr. 2006.
- CARNEIRO, R.G. et al. Reação de milho, sorgo e milheto a *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis*. **Nematologia Brasileira**, v.31, n. 2, p.9-13, 2007.
- CASELA, C.R.; FERREIRA, A. da S. **Antracnose do sorgo (*Colletotrichum graminicola*)**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1998. 19p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 28).
- CASELA, C.R.; FERREIRA, A.S.; SANTOS, F.G. Associação de virulência de *Colletotrichum graminicola* à resistência genética em sorgo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.143-146, jun. 1998.
- CASELA, C.R.; FREDERIKSEN, R.A. Pathogenic variability in monoconidial isolates of the sorghum antracnose fungus *Colletotrichum graminicola* from single lesions and from monoconidial cultures. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.19, n.2, p.149-153, abr. 1994.
- CASELA, C.R. et al. **Doenças foliares de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 5p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 72).
- CASELA, C.R. et al. Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench): controle de doenças. In: VALE, F.X.R. do; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas: grandes culturas**. Viçosa, MG: UFV, 1997. p.1025-1064.
- COSTA, R. V. da et al. **Controle químico da antracnose do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 8p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 117).
- COSTA, R. V. da et al. **Uso integrado da resistência genética e aplicação de fungicidas para o manejo da antracnose do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 7p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 143).
- COTA, L. V. et al. **Recomendação para o controle químico da antracnose foliar do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 14p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica 171).
- COTA, L. V. et al. **Recomendação para o controle químico da helmintosporiose do sorgo (*Exserohilum turcicum*)**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 7p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 149).
- DIAS, W.P. et al. **Nematóides em soja: identificação e controle**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 8p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 76).
- FERREIRA, A. da S.; CASELA, C.R.; PINTO, N.F.J. de A. **Manejo de doenças na cultura do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 20p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 89).
- FREDERIKSEN, R. A.; ODVODY, G. N. (Ed.). **Compendium of sorghum diseases**. 2nd ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 2000. 78p.
- GONZAGA, L.; LORDELLO, E. **Nematóides das plantas cultivadas**. 8.ed. São Paulo: Nobel, 1988. 314p.
- GOULART, A.M.C. **Aspectos gerais sobre nematóides-das-lesões-radiculares (gênero *Pratylenchus*)**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 30p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 219).
- HARRIS, H.B.; SOWELL, G.J. Incidence of *Colletotrichum graminicola* on *Sorghum bicolor* introductions. **Plant Disease Reporter**, Washington, v.54, n.1, p.60-62, Jan. 1970.
- KARAM, D. Plantas daninhas. In: RODRIGUES, J.A.S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 6.ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 2). Versão eletrônica. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_6_ed/plantasdaninha.htm>. Acesso em: 26 jul. 2013.
- LOOF, P.A.A. The family Pratylenchidae. In: NICKLE, W.R. (Ed.). **Manual of agricultural nematology**. New York: M. Dekker, 1991. p.363-421.
- MONTES-BELMONT, R.; FLORES-MOCTEZUMA, H.E.; NAVA-JUÁREZ, R.A. Alternative hosts of *Claviceps africana* Frederikson, Mantle and Millano, causal agente of sorghum "ergot" in the state of Morels, Mexico. **Revista Mexicana de Fitopatologia**, v.21, n.1, p. 63-66, 2003.
- NGUGI, H. K. et al. Epidemiology of sorghum anthracnose (*Colletotrichum sublineolum*) and leaf blight (*Exserohilum turcicum*) in Kenya. **Plant Pathology**, London, v.49, p.129-140, Feb. 2000.
- OLIVEIRA, M.K.R. dos S. et al. Controle biológico de fitonematóides do gênero *Pratylenchus* através de inoculante natural em cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 2, p.203-207, abr./jun. 2011.
- PANIZZI, R.C.; FERNANDES, N.G.; CARMARGO, M. Doenças do sorgo. In: KIMATI, H. et al. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. 4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v.2, cap.66.
- PEITER-BENINCA, C. et al. Indução de fito-

alexinas e atividade de peroxidases em sorgo e soja tratados com extratos de basidiocarpos de *Pycnopus sanguineus*. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.75, n.3, p.285-292, jul./set. 2008.

PINTO, N.F.J. de A. **Doenças de sorgo causadas por nematóides**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 3p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 84).

RESENDE, R.S. et al. Influence of silicon on some components of resistance to anthracnose in susceptible and resistant sorghum lines. **European Journal of Plant Pathology**, v.124, n. 3, p.533-541, July 2009.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. et al. Rotations of soybean with tropical corn and sorghum for the management of nematodes. **The Journal of Nematology**, v. 23, n. 4S, p. 662-667, Oct.1991.

SHERRIFF, C. et al. rDNA sequence analysis confirms the distinction between *Colletotrichum graminicola* and *C. sublineolum*. **Mycological Research**, Cambridge, v.99, n.4, p.475-478, Apr. 1995.

STANGARLIN, J.R. et al. Indução de fitoalexinas em soja e sorgo por preparações de *Saccharomyces boulardii*. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.77, n.1, p.91-98, 2010.

SUTTON, B.C. The apressoria of *Colletotrichum graminicola* and *C. falcatum*. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.46, n.7, p.873-876, July 1968.

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 372p.

VAILLANCOURT, L.J.; HANAU, R.M. Genetic and morphological comparisons of *Glomerella (Colletotrichum)* isolates from maize and from sorghum. **Experimental Mycology**, Cambridge, v.16, n.3, p.219-229, Sept. 1992.

WALL, G.C. et al. Foliar disease of sorghum caused by *Cercospora fusimaculans*. **Plant Disease**, v. 71, n. 8, p. 759-760, Aug. 1987.

WHITE, J. A. **Pathotypes, epidemiology and economic importance of sorghum rust (*Puccinia purpurea*) in Australia**. 2007. Thesis. (Ph.D.) – The University of Queensland, 2007. Abstract.

Veja no próximo

INFORME AGROPECUÁRIO

Morango: tecnologias de produção ambientalmente corretas

Cultivares

Rastreabilidade e certificação

Insumos biológicos para manejo de pragas e doenças

Produção integrada

Biofertilizantes e compostagem

Produção orgânica

Cultivo em região semiárida

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

Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do sorgo

Rogério Soares de Freitas¹
 Andréia Cristina Silva Hirata²
 Carlos Juliano Brant Albuquerque³
 Wander Luis Barbosa Borges⁴

Resumo - Nos sistemas agrícolas, os fatores de produção (água, nutrientes e luz) são direcionados para o estabelecimento e o desenvolvimento adequados das culturas. Estas estão sujeitas à interferência de plantas infestantes e ao ataque de pragas e doenças, os quais podem causar prejuízos econômicos e até mesmo inviabilizar o cultivo. Medidas de intervenção, seja na escolha e posicionamento de uma cultivar com maior tolerância a doenças, seja na definição da estratégia de controle de plantas infestantes ou de pragas, são necessárias para garantir a produtividade econômica das culturas. **Palavras-chave:** *Sorghum*. Planta invasora. Controle integrado. Controle preventivo. Controle cultural. Controle mecânico. Controle químico.

INTRODUÇÃO

O sorgo é uma planta com desenvolvimento inicial lento e com baixa capacidade de competição inicial com plantas daninhas, pelos fatores de crescimento (água, nutrientes, luz). Assim, são necessárias intervenções externas, como medidas de controle (mecânica ou química, com o uso de herbicidas), para evitar a infestação da lavoura por plantas daninhas, durante o período crítico de prevenção da interferência.

O cultivo do sorgo, sem controle de plantas daninhas, pode resultar em perdas superiores a 95% da produtividade de grãos e forragem, em áreas com alta infestação de plantas daninhas (Fig. 1). Pode ocorrer, ainda, redução no estande, na altura das plantas, diâmetro do colmo e na produção e qualidade de grãos e forragem.

Além da competição direta, muitas plantas daninhas são hospedeiras de pragas e doenças que podem comprometer a produção da cultura. Outro aspecto importante é a interferência nas operações

de colheita, o que afeta o rendimento operacional e a qualidade de grãos ou forragem.

As plantas daninhas também liberam substâncias alelopáticas no solo que inibem o crescimento das culturas. Os sintomas dos efeitos alelopáticos mais citados na literatura, provocados pelas coberturas mortas nas culturas, são a inibição da

germinação, a falta de vigor vegetativo ou morte de plântulas, o amarelecimento ou clorose das folhas, a redução do perfilhamento e o atrofiamento ou deformação das raízes (ALMEIDA, 1988).

A certificação de sementes é outro impacto indireto das plantas daninhas, já que a presença de muitas dessas espécies impede a certificação de sementes.



Figura 1 - Infestação de *Cenchrus echinatus*

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

¹Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. Científico IAC, Votuporanga-SP, e-mail: freitas@apta.sp.gov.br

²Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. Científico APTA - Polo Regional Alta Sorocabana, Presidente Prudente-SP, e-mail: andreiacs@apta.sp.gov.br

³Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba-FEUB/Bolsista FAPEMIG, Uberlândia-MG, e-mail: carlosjuliano@epamig.br

⁴Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. Científico IAC, Votuporanga-SP, e-mail: wanderborges@apta.sp.gov.br

Neste trabalho serão abordadas técnicas de manejo integrado de plantas daninhas na cultura do sorgo. É necessário que o manejo seja realizado com foco no sistema de produção. Isto possibilita a tomada de decisões que resultarão em impactos positivos na redução dos danos causados pelas infestantes e, conseqüentemente, redução do custo para o seu controle.

MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS

As espécies de plantas daninhas que se estabelecem em um sistema de produção de culturas anuais são conseqüências do conjunto de práticas realizadas nas culturas ao longo dos anos, de modo que tanto a presença dessas espécies quanto suas populações podem ser modificadas se as práticas de condução das culturas forem alteradas (SKORA NETO; PASSINI; RODRIGUES, 2006).

Existe um conjunto de sementes nas camadas superficiais do solo denominado “banco de sementes” de plantas daninhas, no qual são realizados diversos processos que resultam em depósitos e retiradas. A produção e a dispersão de sementes resultam em depósitos, enquanto as germinações, a deterioração/morte e as predações por insetos ou microrganismos resultam em retiradas (HARPER, 1977). O balanço entre depósitos e retiradas dessas sementes no solo é, em parte, definido pelo manejo realizado na área, o que determinará o potencial de infestação de uma área agrícola.

O manejo integrado de plantas daninhas é o equilíbrio de práticas culturais, mecânicas, físicas, biológicas e químicas em um sistema de produção, o que resulta na otimização da produtividade das culturas que o compõem, aumentando ou mantendo o potencial produtivo do solo. Assim, as estratégias de controle precisam englobar o sistema de produção como um todo, inclusive os períodos de entressafra.

Manejo preventivo

A maioria das espécies de plantas daninhas produz milhares de sementes. Dessa

forma, a entrada de qualquer propágulo na área pode resultar em elevadas populações de plantas daninhas em curto período. Assim, a prevenção representa um componente importante do manejo integrado de plantas daninhas. Medidas preventivas, que impeçam a introdução e/ou a disseminação de espécies-problema na área, como usar sementes de elevada pureza e vigor, limpar os equipamentos de preparo do solo e evitar a reprodução das espécies presentes na área, mesmo na entressafra, são práticas que favorecem o manejo de plantas daninhas. Algumas espécies aderem a roupas e pelo de animais, como carrapicho (*Cenchrus echinatus*), picão-preto (*Bidens pilosa*), carrapicho-carneiro (*Acanthospermum hispidum*), dentre outras, as quais podem-se propagar na lavoura.

Em propriedades que utilizam material orgânico, é importante verificar a presença de propágulos de espécies-problema no material, especialmente plantas de difícil controle, como a tiririca (*Cyperus rotundus*).

Em sistemas Integração Lavoura-Pecuária (ILP), com a cultura do sorgo, é comum o trânsito de animais trazidos de outras áreas. Assim, é importante realizar a quarentena desses rebanhos, já que sementes de plantas daninhas podem passar pelo trato digestivo dos animais e permanecer viáveis.

Deuber (1997) ressalta que o método preventivo é o mais eficaz para a redução do banco de sementes do solo, por meio do qual se impede a formação de novos propágulos. As plantas podem ser cortadas, dessecadas quimicamente ou roçadas, manual ou mecanicamente, no início do florescimento. Esse manejo tem como vantagem fornecer cobertura para o solo pelos restos vegetais, com proteção a processos erosivos.

Manejo cultural

Os efeitos da associação entre comunidade infestante e cultura podem ser incrementados ou minimizados por algumas práticas culturais. Fertilização do solo a lanço, por exemplo, é uma das práticas que

influenciam não só o crescimento da cultura, mas também o crescimento das plantas daninhas. Geralmente, o posicionamento do adubo no sulco de semeadura aumenta o potencial competitivo da cultura com as plantas daninhas.

Danos provocados por doenças e insetos ou cultura com estande não competitivo reduzem o potencial de sombreamento da cultura e a capacidade de retardar o crescimento das plantas daninhas. Na escolha da cultivar, deve-se optar por materiais resistentes a pragas e a doenças, com rápido crescimento inicial e características morfológicas que favoreçam o rápido sombreamento do solo. Também é importante utilizar materiais adaptados às regiões de cultivo.

A forma de implantação da cultura pode interferir no manejo de plantas daninhas. A modalidade de semeadura de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés sobre a comunidade de plantas daninhas e a produtividade de *Sorghum bicolor* cv. BRS 160 foram avaliadas no sistema ILP (MACHADO et al., 2011). Os resultados evidenciaram que nos consórcios não houve diferenças para os valores de matéria seca (MS) de braquiária entre os tratamentos. Porém, as modalidades de semeadura a lanço, com e sem incorporação, apresentaram maiores estandes, demonstrando melhor eficiência para a formação da pastagem. Contudo, nessa forma de semeadura, houve o desenvolvimento de plantas da forrageira próximo à linha de cultivo do sorgo, o que poderia comprometer a produção dessa cultura pelo aumento da competição. Por outro lado, a *U. brizantha*, quando semeada na entrelinha do sorgo, não interferiu na produtividade da cultura anual, demonstrando ser essa modalidade de semeadura a mais indicada para minimizar o efeito competitivo da forrageira sobre a cultura do sorgo em um sistema ILP.

Assim, a forma de semeadura de *U. brizantha* pode interferir na produtividade do sorgo e na infestação de plantas daninhas nos sistemas integrados.

O consórcio do sorgo com outras espécies também pode contribuir para o manejo

de plantas daninhas. O consórcio de sorgo com *U. brizantha* cv. Xaraés; *Andropogon gayanus* e *Panicum maximum* cv. Tanzânia evidenciou que espécies de maior produção de massa, como o capim-tanzânia, quando consorciadas com o sorgo, diminuem a infestação e a capacidade competitiva das plantas daninhas e favorecem o manejo dessas espécies, dispensando a aplicação de atrazina (MOTA et al., 2010).

Algumas espécies de plantas daninhas associam-se a certas culturas mais que a outras, pelo próprio sistema de produção de cada uma. A rotação de culturas com espécies distintas facilita a modificação das práticas culturais, pois afeta o número das espécies presentes na área e o grau de infestação. Além disso, algumas plantas daninhas são mais facilmente controladas em determinada cultura que em outra. A boa rotação inclui culturas que reduzem o número de indivíduos de espécies-problema para a cultura seguinte. Essa prática é especialmente importante para o sorgo, em virtude da escassez de herbicidas registrados para esta cultura.

O espaçamento também é fundamental na determinação da capacidade competitiva da cultura do sorgo. Menores espaçamentos e densidade de semeadura favorecem o sombreamento mais rápido do solo, o que aumenta a eficiência das medidas empregadas no controle de plantas daninhas.

De acordo com Albuquerque et al. (2011), com o maior número de plantas por área, o incremento de grãos da cultura do sorgo pode ser favorecido em algumas cultivares. Em outros genótipos, o maior rendimento nas menores populações deve-se à capacidade de perfilhamento e à compensação na massa dos grãos. Alguns materiais são mais suscetíveis à competição intraespecífica, em função do arranjo de plantas. Assim, para aplicar essa medida de manejo, deve-se levar em consideração o genótipo utilizado.

O plantio direto, da mesma forma, tem contribuído para o manejo de plantas daninhas. A palha formada nesse sistema reduz a oscilação de temperatura do solo, o que tem grande impacto em plantas que

precisam de oscilação para a quebra de dormência. A proteção do solo, promovida pela palha, também abriga insetos e microrganismos que predam ou decompõem sementes de plantas daninhas. Também há redução da germinação de sementes fotoblásticas positivas, ou seja, que germinam com determinado comprimento de onda. Ocorre, ainda, a liberação de compostos alelopáticos, que inibem o estabelecimento de muitas espécies de plantas infestantes.

Outro aspecto importante relacionado com a camada de palha é que esta forma uma barreira para a emergência de plantas daninhas que apresentam sementes pequenas, com pouca quantidade de reserva para ultrapassar essa camada. Todavia, algumas espécies podem ser favorecidas pela palha, como, por exemplo, *Ipomoea* sp. e *Euphorbia heterophylla* que emergem de grandes profundidades. Isso mostra que o sistema é dinâmico e que qualquer prática resulta em algum impacto, o que reforça a importância da diversificação do sistema.

Fatores como quantidade, periodicidade de produção, distribuição e tempo de permanência da palha na superfície do solo também vão interferir na composição da flora infestante. Em relação às gramíneas anuais e perenes provenientes de sementes, o controle pela palha é altamente eficaz e as infestações dessas espécies tendem a diminuir, todavia podem emergir em locais onde houver irregularidade na distribuição da palha.

É importante ressaltar que o plantio direto é uma prática bastante promissora para o manejo da tiririca (*Cyperus rotundus*). Jakelaitis et al. (2003) constataram elevada redução do banco de tubérculos no plantio direto, com predomínio de tubérculos dormentes, em relação ao plantio convencional. De acordo com esses autores, o sucesso do plantio direto no controle da tiririca não é pela palha, mas ao não revolvimento do solo. O uso de implementos mecânicos promove a ruptura da rede de tubérculos, o que quebra a dominância apical e promove a rápida disseminação da espécie.

Um ponto favorável da cultura do sorgo é seu reconhecido potencial alelopático,

fator diferencial favorável na competição com as plantas daninhas. De acordo com pesquisa realizada por Demuner et al. (2005), o componente sorgoleona presente nas raízes do sorgo apresenta alta capacidade de sorção e restrita mobilidade no solo. O tempo de meia-vida da sorgoleona no solo foi avaliado em dez dias, nas condições estudadas, sendo classificado como não persistente. Em 60 dias de incubação não foi mais detectado qualquer resíduo de sorgoleona no solo. De acordo com esses autores, caso algum efeito fitotóxico ocorra após esse período, provavelmente não será pelo sorgoleona, mas, possivelmente, pelos produtos de degradação.

A utilização de adubos verdes também apresenta grande impacto no manejo de plantas daninhas. Os adubos verdes são culturas geralmente muito competitivas com as plantas daninhas. Essas plantas são utilizadas para melhorar as propriedades físicas e químicas do solo. Entretanto, muitas dessas possuem grande poder inibitório sobre determinadas plantas daninhas, uma vez que apresentam crescimento rápido e grande produção de biomassa e, mesmo após o corte e a formação de cobertura morta sobre o solo, mantêm o controle. O uso de adubos verdes é uma opção para o manejo de entressafra da cultura, com o intuito de reduzir o potencial de infestação de plantas daninhas.

Manejo mecânico

No cultivo de sorgo forrageiro, é muito comum a utilização de sistema convencional de preparo do solo (subsolagens, aração e gradagem). Portanto, esta é a medida mecânica primária de controle de plantas daninhas nesse sistema. Em lavouras de pequeno e médio portes, são utilizados cultivadores com tração animal, e, em áreas extensas, utiliza-se tração tratorizada, a qual apresenta maiores rendimentos operacionais e eficiência de controle.

A capina manual é utilizada em áreas pequenas com auxílio da enxada e apresenta baixo rendimento. É importante que seja feita em dias quentes e com solo seco

para evitar o pegamento das plantas daninhas. De acordo com Andres et al. (2009), a capina manual realizada semanalmente, durante todo o ciclo do sorgo forrageiro (híbrido BRS 305), foi eficiente no controle de invasoras, mesmo considerando-se algumas injúrias ocorridas nas plantas durante a capina na entrelinha e o arranque manual na linha. Pode-se utilizar com segurança o controle mecânico para esse fim, sem prejuízos para o rendimento de grãos da cultura.

As operações de cultivo devem ser realizadas cuidadosamente, para evitar danos ao sistema radicular do sorgo. A movimentação do solo deve ficar restrita a, no máximo, 3 cm de profundidade. O cultivo mecânico também apresenta limitações de como não eliminar as plantas daninhas nas fileiras de sorgo, em épocas chuvosas expõe o solo à erosão, dificulta o trânsito de máquinas, além de transplantar plantas daninhas perenes.

Em propriedades orgânicas, onde não é permitido o uso de herbicidas, o manejo mecânico, associado com um manejo cultural que reduza o banco de sementes de plantas daninhas, é uma opção para o sistema.

Manejo químico

O controle químico é menos dependente das condições climáticas, 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. Dentre as limitações desse controle, destacam-se a escassez de herbicidas registrados para a cultura e a suscetibilidade do sorgo à grande parte dos herbicidas utilizados, atualmente, nos sistemas de produção, o que pode restringir a sucessão de culturas com o sorgo pelo efeito residual de herbicidas aplicados nas outras culturas.

O manejo de plantas daninhas deve ter a orientação de um técnico responsá-

vel que empregue o manejo integrado de plantas daninhas e indique as medidas de controle adequadas, com a associação de várias outras, como o controle mecânico e o químico.

Na implantação do controle químico, o uso de herbicidas deve ser racional e feito por pessoas com conhecimento suficiente para adoção dessa prática. Os produtos devem ser escolhidos conforme recomendações técnicas, tendo em vista a eficiência, a segurança, o menor impacto ambiental e o custo. É imprescindível a supervisão constante de um profissional capacitado, desenvolvendo um programa específico para cada situação.

PERÍODO CRÍTICO DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS

O controle de plantas daninhas nada mais é do que dar vantagem competitiva para a cultura, enquanto esta ainda não tem capacidade de competir com as plantas daninhas, o que é conhecido como período crítico de prevenção da interferência.

Conforme proposto por Pitelli e Durigan (1984), o período em que a cultura pode permanecer em convivência com uma comunidade de plantas daninhas sem interferência negativa em sua produção final é denominado Período Anterior à Interferência (PAI), e o período a partir do plantio em que a cultura deve permanecer livre da presença das plantas daninhas para que não ocorram perdas de produção é denominado Período Total de Prevenção da Interferência (PTPI). A partir do estudo desses dois períodos, pode-se estabelecer também o período em que efetivamente os métodos de controle devem ser realizados para minimizar as perdas de produtividade: o Período Crítico de Prevenção da Interferência (PCPI).

Quando o PTPI é maior que o PAI, as práticas de controle devem ser contínuas até o final do PTPI. Por outro lado, quando o PTPI é menor que o PAI basta controlar as plantas daninhas uma única vez, no período delimitado pelos limites superiores

do PTPI e do PAI, para a manifestação do pleno potencial produtivo da cultura (VELINI, 1992).

O PCPI pode variar em função de características associadas à cultura – variedade, espaçamento e densidade –, às plantas infestantes – espécies presentes, densidade e distribuição –, e ao ambiente – solo, clima, manejo do sistema agrícola, época de semeadura (BLEASDALE, 1960). Em geral, esse período prolonga-se até o fechamento das entrelinhas pela cultura. Assim, algumas medidas que promovem vantagem competitiva para a cultura e podem reduzir o PCPI e, conseqüentemente, o custo com o controle de plantas daninhas são as seguintes:

- a) reduzir o espaçamento entrelinhas;
- b) utilizar densidade adequada para cada variedade;
- c) promover a adubação de forma equilibrada e localizada;
- d) plantar variedades adaptadas ao local de cultivo e com maior taxa de crescimento;
- e) evitar danos de pragas e de doenças que reduzam não só o crescimento da cultura, mas também falhas no plantio.

Para a cultivar de sorgo BRS 310, constatou-se que o efeito da competição entre as plantas daninhas com a cultura do sorgo pode determinar diferentes períodos de interferência, dependendo do componente de produção. De acordo com Rodrigues et al. (2010), considerando-se a perda de 5% para a produtividade de grãos, o comprimento da panícula e a MS da parte aérea das plantas de sorgo como aceitáveis, determinou-se o PAI de 42, 72 e 15 dias após semeadura (DAS), e o PTPI, de 26, 17 e 12 DAS, respectivamente. Não houve PCPI para nenhum dos parâmetros avaliados (PAI > PTPI).

Cabral et al. (2013), no cultivo de safrinha com a cultivar de sorgo DKB 550, verificaram PAI de até os 23 dias após emergência (DAE), o PTPI até os 42 DAE e o PCPI dos 23 aos 42 DAE.

Na cultura do sorgo forrageiro híbrido BRS 305 cultivado em terras baixas de clima temperado foi verificado que a permanência da lavoura livre de competição com as plantas daninhas entre a emissão da quarta e da sétima folhas, as perdas máximas estimadas serão iguais ou inferiores a 5% da produção obtida, se a lavoura permanecesse livre de competição durante todo o ciclo.

Da mesma forma, se o período de controle de plantas daninhas for menor, entre a emissão da quinta e da sétima folhas das plantas de sorgo, as perdas poderão chegar a 10% do rendimento esperado.

Por sua vez, em lavouras de alta tecnologia, as perdas estimadas no rendimento de grãos não devem superar 2% a 3%. Assim, de acordo com Andres et al. (2009), o ideal é que a cultura permaneça livre de plantas daninhas entre a emissão da terceira e da sétima folhas.

Conforme mencionado, fatores, como espaçamento, cultivar, época do ano, comunidade infestante, sistema de plantio (semeadura direta ou convencional), tipo de solo, alteram o balanço competitivo entre a cultura e a comunidade infestante e, em consequência, o período de convivência. Desse modo, trabalhos com a avaliação de períodos de interferência devem ser realizados em vários ambientes de cultivo para que possam nortear o manejo de plantas daninhas na cultura.

HERBICIDAS NA CULTURA DO SORGO

Na sua sexta edição, o Guia de Herbicidas (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011) traz a ficha técnica de 96 produtos, sendo 73 com ingredientes ativos (i.a.) isolados e 23, com misturas prontas, num total de 264 marcas comerciais. Desses i.a., somente cinco – atrazina, dicloreto de paraquat, paraquat, simazina e ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) – estão registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a cultura do sorgo, e apenas o i.a. atrazina tem alguns produtos comerciais registra-

dos (Quadro 1) no MAPA. Portanto, são esses produtos que podem ser recomendados para controle químico de plantas daninhas na cultura do sorgo (BRASIL, 2013).

O atrazina, pertencente ao grupo dos herbicidas inibidores da fotossíntese (fotossistema II), é absorvido pelas raízes e folhas e translocado pelo xilema. As plantas sensíveis apresentam clorose e, posteriormente, necrose nas folhas. É um herbicida moderadamente adsorvido no solo, e sua adsorção aumenta com pH baixo. Esse produto apresenta baixa perda por volatilização e a degradação biológica tem contribuição moderada para a dissipação no campo. A hidrólise é a maior responsável pela degradação a pH baixo. A meia-vida no campo é de 60 dias. Todavia, a persistência aumenta com a elevação do pH e também em condições de solos frios e secos (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

Um ponto fundamental no controle químico é o levantamento da comunidade infestante da área. De acordo com as espécies presentes é que será definido o herbicida e o método de manejo. No Quadro 2, estão especificadas as principais espécies de plantas daninhas suscetíveis ao herbicida atrazina. É importante ainda ressaltar que a dose do herbicida depende do teor de matéria orgânica (MO) e do tipo de solo (pré-emergência) e do estágio de

desenvolvimento da planta daninha (pós-emergência).

Outro ponto importante, relacionado com as doses de atrazina, é quanto à cultura sucessora. De acordo com a cultura pode haver fitotoxicidade, por causa do residual do herbicida no solo. Brighenti et al. (2002) relatam que a produtividade da cultura do girassol sofreu reduções significativas, em função dos resíduos de atrazina na semeadura realizada aos 60 dias após a aplicação das doses de 3,0 e 6,0 kg/ha, nos solos Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Roxo distrófico. Nenhuma das características avaliadas na cultura do girassol foi afetada significativamente pelos resíduos do herbicida, quando a semeadura foi realizada após 90 dias da aplicação das doses de atrazina.

Em relação ao 2,4-D, a produtividade de grãos do sorgo cultivar Buster foi influenciada tanto pela época de aplicação (pré-semeadura, três folhas expandidas, seis folhas expandidas e pré-florescimento), quanto pelas doses de (2,4-D) amina (0, 335, 670 e 1.005 g/ha i.a.).

A aplicação desse herbicida em pré-florescimento foi a que proporcionou a menor produtividade de grãos. De acordo com Petter et al. (2011), os resultados demonstraram que a aplicação do 2,4-D prejudica a produtividade do sorgo, so-

QUADRO 1 - Produtos comerciais do ingrediente ativo (i.a.) atrazina com registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para uso na cultura do sorgo

Produto comercial	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 BR	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 em pré-emergência não deve ser utilizada em solos arenosos, ficando restrita a solos de textura média e argilosos.

QUADRO 2 - Principais espécies suscetíveis ao herbicida atrazina

Nome científico	Nome comum
<i>Acanthospermum hispidum</i>	Carrapicho-de-carneiro
<i>Ageratum conyzoides</i>	Mentrasto
<i>Alternanthera tenella</i>	Apaga-fogo
<i>Amaranthus hybridus</i>	Caruru-roxo
<i>Amaranthus viridis</i>	Caruru-de-mancha
<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto
<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim-marmelada
<i>Cenchrus echinatus</i>	Capim-carrapicho
<i>Commelina benghalensis</i>	Trapoeraba
<i>Commelina virginica</i>	Trapoeraba
<i>Desmodium adscencens</i>	Pega-pega
<i>Desmodium purpureum</i>	Desmódio
<i>Desmodium tortuosum</i>	Carrapicho beijo-de-boi
<i>Digitaria horizontalis</i>	Capim-colchão
<i>Eleusine indica</i>	Capim-pé-de-galinha
<i>Emilia sonchifolia</i>	Falsa-serralha
<i>Euphorbia hererophylla</i>	Amendoim-bravo
<i>Galinsoga parviflora</i>	Picão-branco
<i>Gnaphalium spicatum</i>	Macela
<i>Hyptis lofhanta</i>	Catirina
<i>Hyptis suaveolens</i>	Cheirosa
<i>Indigofera hirsuta</i>	Anileira
<i>Ipomoea aristolochiaefolia</i>	Corde-de-viola
<i>Ipomoea grandifolia</i>	Corde-de-viola
<i>Ipomoea purpurea</i>	Corde-de-viola
<i>Melampodium perfoliatum</i>	Flor-amarela
<i>Nicandra physaloides</i>	Jóá-de-capote
<i>Panicum maximum</i>	Capim-colonião
<i>Portulaca oleracea</i>	Beldroega
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Nabiça
<i>Richardia brasiliensis</i>	Poaia
<i>Sida cordifolia</i>	Guanxuma
<i>Sida rhombifolia</i>	Guanxuma

FONTE: Rodrigues e Almeida (2011).

bretudo em doses acima de 1.005 g/ha i.a. em aplicações tardias. De maneira geral, a utilização do 2,4-D em pré-semeadura mostrou ser uma boa alternativa no manejo das plantas daninhas, principalmente se a cultura tem como finalidade a produção de forragem (PETTER et al., 2011).

Dan et al. (2010) avaliaram cinco doses do herbicida 2,4-D sal de amina (0, 210, 420, 840 e 1.608 g/ha), aplicadas nos estádios fenológicos de três, cinco e nove folhas completamente expandidas da cultivar AG 1040.

Injúrias visuais foram observadas com maior intensidade quando as aplicações ocorreram nos estádios iniciais de crescimento vegetativo das plantas de sorgo. No entanto, os maiores efeitos negativos relacionados com o rendimento e o acamamento de plantas foram observados em aplicações realizadas em estádios mais tardios do ciclo da cultura.

Pela carência de herbicidas registrados para cultura do sorgo, especial atenção deve ser dada ao manejo das plantas daninhas e de cobertura antes da semeadura

do sorgo. Dentre os herbicidas utilizados nesse manejo, destacam-se o glyphosate e o paraquat, por não apresentarem efeito residual no solo. Para ampliar o espectro de controle, além do glyphosate, outros produtos como o carfentrazone-ethyl têm sido estudados e apresentam resultados satisfatórios no manejo pré-plantio da cultura, entretanto, depende do registro no MAPA, para a recomendação. Os produtos citados apresentam ação total (não seletivos), não deixam resíduo ativo no solo e permitem o cultivo do sorgo após sua aplicação.

O uso de *safeners* para viabilizar a utilização de herbicidas não seletivos à cultura do sorgo também é uma alternativa que tem sido estudada. Os *safeners* são produtos químicos usados com a finalidade de promover a seletividade de herbicidas a diversas culturas. Esses produtos são misturados às sementes ou ao herbicida, o que promove a proteção da cultura à fitotoxicidade do herbicida, sem, contudo, reduzir a eficiência no controle das plantas daninhas. Por exemplo, em alguns países, tem sido usado o fluxofenim como *safener*, na cultura do sorgo para utilização do herbicida metolachlor. Silva (2007) verificou que para a cultura do sorgo, a ausência do tratamento das sementes com o *safener* fluxofenim pode levar a cultura a atingir níveis intoleráveis de injúria e que comprometeriam o desenvolvimento das plantas, com redução do acúmulo de MS da parte aérea e das raízes. O *safener* aumentou a tolerância da cultura (independentemente do híbrido DKB 510 ou SCG 340) ao herbicida S-metolachlor em qualquer das doses testadas (1.440 ou 2.880 g/ha i.a.), porém a seletividade foi maior na menor dose do produto.

Hatzios e Burgos (2004) ressaltam que o uso de *safeners* na agricultura, apesar de efetivo, é muito específico, e o sucesso para a sua utilização é encontrado apenas em algumas espécies de gramíneas, não tendo nenhum efeito que diminua a injúria dos herbicidas para culturas dicotiledôneas. A base para essa seletividade botânica que protege somente culturas monocotiledôneas dos *safeners* comercializados

permanece desconhecida. De acordo com esses autores, a indução de enzimas que destoxificam herbicidas mediados pelo *safener*, pode ser parte de uma resposta geral de estresse.

O conhecimento do 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, do solo (textura), do intervalo de aplicação e da dose utilizada, os níveis de resíduos de herbicidas no solo podem causar injúrias.

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, são relacionados com injúrias das plantas (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2009; KARAM; OLIVEIRA; SILVA, 2012).

O efeito residual no solo dos herbicidas imazamox (50 e 100 g/ha), imazaquin (140 e 280 g/ha) e imazethapyr (100 e 200 g/ha) foi avaliado sobre as culturas de milho e de sorgo, em sistema de sucessão à cultura de soja. Imediatamente após a colheita da soja, fez-se a semeadura do milho e do sorgo nas parcelas no campo anteriormente ocupadas pela soja. Os resultados obtidos mostraram que o herbicida imazamox apresentou o menor efeito residual entre os herbicidas avaliados. Em condições de campo, não se observou nenhum efeito negativo sobre as culturas de milho ou de sorgo semeadas 150 dias após a aplicação dos herbicidas (SILVA et al., 1999).

A fitotoxicidade pode ser identificada visualmente em função do residual do herbicida. As plantas podem apresentar pequenas alterações visíveis, como descoloração, baixo vigor, deformação, enrolamento das folhas, ou até morte dos brotos (Fig. 2). Sendo assim, é importante que o produtor ou técnico tenha o histórico detalhado dos últimos cultivos na área, bem como residu-



Figura 2 - Injúrias em plantas de sorgo provocadas por residual de herbicidas

Fotos: Carlos Juliano Brant Albuquerque

al dos herbicidas utilizados para iniciar o planejamento da lavoura com sorgo.

O cultivo do sorgo para produção de silagem após a colheita de milho 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. Esse cultivo sequencial também pode causar danos às culturas sucedâneas, especialmente à soja, pelo acúmulo da atrazina no solo (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2009), uma vez que o herbicida atrazina é geralmente utilizado para controle de infestantes, tanto no milho quanto no sorgo.

Deuber (1997) ressalta que a combinação de métodos pode possibilitar controle mais eficiente a custo reduzido para as lavouras de sorgo. De acordo com esse autor, após adequado preparo do solo, que funciona como manejo preventivo, pode ser realizada uma aplicação de herbicida pré-emergente, com dose reduzida, associada a espaçamentos menores. Com o fechamento mais rápido, a própria lavoura impede a emergência de novas espécies infestantes. Para o plantio em espaçamentos de 1,0 m, pode ser realizada a aplicação de herbicida em pré-emergência sobre as linhas de plantio, em uma faixa de 0,5 m, e cultivar com trator nas entrelinhas posteriormente, se necessário.

Um aspecto importante a ser considerado é a resistência de plantas daninhas a herbicidas que tem aumentado no Brasil. O emprego intensivo de herbicidas com mecanismos de ação semelhantes pode selecionar espécies tolerantes ou biótipos resistentes, assim como herbicidas com efeito residual curto podem selecionar espécies com germinação tardia. É importante que, dentro do sistema de produção, seja realizada não só a rotação de culturas e de herbicidas com mecanismos de ação diferentes, mas também o uso de práticas culturais de manejo, ou seja, diversificação do sistema de produção em todos os seus aspectos.

Em resumo, no controle químico dentro de qualquer sistema de produção, devem ser considerados:

- a) a espécie presente na área, assim como o estágio de desenvolvimento (fazer levantamento da comunidade infestante nos talhões);
- b) a persistência do produto (deve permanecer no solo o tempo suficiente para controlar as espécies no período crítico de competição com a cultura, todavia deve-se considerar o efeito residual para culturas subsequentes suscetíveis);
- c) as características físico-químicas dos herbicidas (solubilidade em água, fotodecomposição, volatilização, etc.);

- d) as condições climáticas (em épocas secas optar por produtos que apresentem características como alta solubilidade em água e baixa volatilidade), a textura do solo e o teor de MO são importantes na definição da dose correta do produto a ser utilizado – optar por doses maiores em solos com elevados teores de argila e de MO; em solos arenosos escolher produtos com baixo potencial de lixiviação);
- e) a seletividade para a cultura;
- f) o custo do produto.

A aplicação desses produtos deve ser feita em condições ideais de temperatura, umidade relativa (UR) do ar e velocidade do vento, para evitar perda do produto e riscos ao aplicador.

É importante salientar que, onde há palha, ocorre maior atividade microbiana, o que pode reduzir a persistência de herbicidas degradados biologicamente. De acordo com as características físico-químicas dos herbicidas, a palha pode dificultar o transporte desses produtos até a superfície do solo

O surgimento de espécies infestantes resistentes a herbicidas verificado, atualmente, nos sistemas de produção é sinal de que o modelo de manejo de plantas daninhas praticado não é sustentável e tem-se restringido ao uso continuado de apenas alguns princípios ativos, sem rotação de culturas e de i.a. de grupos químicos diferentes. Considerando-se esse panorama, somado às restritas alternativas de produtos recomendados para cultura do sorgo, além de sua sensibilidade a resíduos de vários herbicidas, o manejo de plantas daninhas na cultura do sorgo é sempre um desafio.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C.J.B. et al. Espaçamento e densidade de semeadura para cultivares de sorgo granífero no semiárido. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.2, p.278-285, 2011.
- ALMEIDA, F.S. **A alelopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR, 1988. 60p. (IAPAR. Circular, 53).
- ANDRES, A. et al. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo forrageiro em terras baixas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.27, n.2, p.229-234, abr./jun. 2009.
- BLEASDALE, J.K.A. Studies on plant competition. In: HARPER, J.L. (Ed.). **The biology of weeds**. Oxford: Blackwell, 1960. p.133-142.
- 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.
- BRIGHENTI, A.M. et al. Persistência e fitotoxicidade do herbicida atrazine aplicado na cultura do milho sobre a cultura do girassol em sucessão. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.20, n.2, p.291-297, ago. 2002.
- CABRAL, P.H.R. et al. Interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo cultivado em safrinha. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.43, n.3, p.308-314, jul./set. 2013.
- DAN, H.A. et al. Tolerância do sorgo granífero ao 2,4-D aplicado em pós-emergência. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.28, n.4, p.785-792, dez. 2010.
- DEMUNER, A.J. et al. Sorção e persistência da sorgoleona em um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Química Nova**, São Paulo, v.28, n.3, p.451-455, maio/jun. 2005.
- DEUBER, R. **Ciência das plantas infestantes: manejo**. Campinas, 1997. v.2, 285p.
- FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J.L. **Manual da cultura do sorgo**. Jaboticabal: FUNEP, 2009. 202p.
- HARPER, J.L. **Population biology of plants**. London: Academic Press, 1977. 892p.
- HATZIOS, K.K.; BURGOS, N. Metabolism-based herbicide resistance: regulation by safeners. **Weed Science**, v.52, n.3, p.454-467, May 2004.
- JAKELAITIS, A. et al. Efeitos de sistemas de manejo sobre a população de tiririca. **Planta daninha**, Viçosa, MG, v.21, n.1, p.89-95, jan./abr. 2003.
- 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 sacarina para bioetanol**: Sistema BRS1G-Tecnologia Qualidade Embrapa. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. p.50-57.
- (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139).
- MACHADO, V.D. et al. Fitossociologia de plantas daninhas em sistemas de integração de sorgo com braquiária sob diferentes formas de implantação da pastagem. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.29, n.1, p.85-95, jan./mar. 2011.
- MOTA, V.A. et al. Dinâmica de plantas daninhas em consórcio de sorgo e três forrageiras em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.28, n.4, p.759-768, dez. 2010.
- PETTER, F.A. et al. Desempenho agrônomico do sorgo em função de doses e épocas de aplicação do herbicida 2,4-D. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.29, p.1091-1098, 2011. Número especial.
- PITELLI, R.A.; DURIGAN, J.C. Terminologia para períodos de controle e convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15., 1984, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: SBHDE, 1984. p.37.
- RODRIGUES, A.C.P. et al. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.28, n.1, p.23-31, 2010.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. de. **Guia de herbicidas**. 6.ed. Londrina: IAPAR, 2011. 697p.
- SILVA, A.A. da et al. Persistência de herbicidas do grupo das imidazolinonas e efeitos sobre as culturas sucessoras de milho e sorgo. **Acta Scientiarum**. Agronomy, v.21, n.3, p.459-465, 1999.
- SILVA, J.R.V. **Avaliação do fluxofenim nas culturas do sorgo, trigo e arroz como protetor ao herbicida S-metolachlor**. 2007. 52p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- SKORA NETO, F.; PASSINI, T.; RODRIGUES, B.N. Manejo de plantas daninhas. In: CASÃO JÚNIOR, R. et al. (Ed.). **Sistema Plantio Direto com qualidade**. Londrina: IAPAR, 2006. p.143-155.
- VELINI, E.D. Interferências entre plantas daninhas e cultivadas. In: KOGAN, M.; LIRA, V.J.E. (Ed.). **Avances en manejo de malezas en la producción agrícola y forestal**. Santiago de Chile: PUC, 1992. p.41-58.

Tecnologia de produção de sementes de sorgo

Paulo Eduardo Dion¹

Nelson Scavone²

José Perri Junior³

Resumo - A indústria nacional de sementes tem atendido à demanda por sementes de sorgo, garantindo o crescimento da área plantada com essa cultura nos últimos anos. A utilização de tecnologia disponível é fundamental para o incremento da qualidade, quantidade e diminuição de custos das sementes a ser produzidas. Apresentam-se alguns fatores essenciais para o sucesso na produção de sementes de sorgo, como a realização de estudo prévio do comportamento de linhagens parentais ou variedades melhoradas na região de produção; escolha da região e área; época de plantio; uso de sementes básicas com elevada pureza genética; tratamentos culturais; eliminação de plantas fora de tipo e época de colheita.

Palavras-chave: *Sorghum*. Semente básica. Semente certificada. Linhagem. Híbrido.

INTRODUÇÃO

A partir de sementes de cultivares geradas pela pesquisa genética e melhoramento de plantas, inicia-se uma série de atividades que visam multiplicar essas sementes e disponibilizá-las ao mercado com a máxima sanidade, qualidade fisiológica, pureza física e genética possíveis, atendendo exigências do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que estabelece normas para produção, comercialização e utilização de sementes no Brasil.

A fase inicial de multiplicação da semente oriunda da pesquisa genética (semente genética) é conhecida como produção de semente básica. Esta é utilizada na produção de semente certificada, que será distribuída comercialmente entre os agricultores.

Atualmente, a indústria nacional produtora de sementes de sorgo tem atendido à demanda por este insumo, fornecendo ao mercado a quantidade necessária de

sementes que garantiu o crescimento da área plantada com a cultura nos últimos anos no País. Por exemplo, no ano agrícola 2011/2012, a produção de sementes foi suficiente para atender ao plantio, no Brasil, de 935 mil hectare de sorgo granífero e 335 mil hectare de sorgo forrageiro (tipo silagem e pastejo), conforme estimativa da Associação Paulista dos Produtores de Sementes e Mudanças (APPS, 2013).

A quantidade e a qualidade das sementes dependem fundamentalmente das condições em que são produzidas e beneficiadas. A utilização de tecnologia disponível, bem como o desenvolvimento de novas tecnologias, é fundamental para o incremento da qualidade, quantidade e diminuição de custos das sementes a ser produzidas.

Neste trabalho, serão abordadas as diferentes etapas e tecnologias empregadas no processo de multiplicação de sementes de sorgo, com especial ênfase para a produção de sementes híbridas.

ESTERILIDADE GENÉTICO-CITOPLASMÁTICA

O sorgo é uma planta autógama. Pode ocorrer 5% de cruzamentos naturais, na maioria das condições ambientais, chegando a cerca de 50% (ALLARD, 1960).

Sementes híbridas de sorgo são obtidas por meio do cruzamento entre linhagens parentais endogâmicas, cuja linhagem fêmea não produz pólen em virtude da herança genética citoplasmática. Sua descoberta na década de 1950, por Stephens e Holland, possibilitou a produção de sementes híbridas de sorgo em escala comercial nos Estados Unidos. Tanto a aceitação como a utilização desse tipo de semente pelos agricultores americanos ocorreram rapidamente e, em 1950, apenas 1% da semente utilizada era de uma cultivar híbrida, já em 1960, mais de 90% das sementes eram desta modalidade (BENNETT; TUCKER; MAUNDER, 1990).

No processo, estão envolvidas linhagens parentais do híbrido, denominadas

¹Eng^o Agr^o, M.S. Genética e Melhoramento de Plantas, Coord. Melhoramento de Sorgo DOW AGROSCIENCES, Jardinópolis-SP, e-mail: pedion@dow.com

²Eng^o Agr^o, Gerente Produção Sementes Básicas DOW AGROSCIENCES, Jardinópolis-SP, e-mail: nscavone@dow.com

³Eng^o Agr^o, Ribeirão Preto-SP, e-mail: jperrijunior@yahoo.com.br

linhagens A, B e R. As descendentes de plantas macho-estéreis (linhagem A) poderão originar plantas macho-estéreis ou férteis, dependendo do tipo de planta usada como polinizadora (linhagem B ou R, respectivamente). Tal fato é explicado pela existência de dois tipos de citoplasma, isto é, um denominado fértil (**F**) e outro estéril (**E**). As plantas com citoplasma fértil **F** produzem sempre pólen viável e podem ter qualquer um dos seguintes genótipos: **F RR**, **F Rr** ou **F rr**. O gene **R**, localizado no núcleo das células, é restaurador de fertilidade, tornando normal o citoplasma **E**, fazendo com que as plantas produzam pólen normalmente.

Para multiplicação da linhagem macho-estéril (linhagem A), essas plantas recebem pólen de sua correspondente linhagem mantenedora macho-fértil ou linhagem B. Ambas as linhagens possuem o mesmo genoma, diferenciando-se apenas pelo tipo de citoplasma. Assim, a linhagem A possui o genoma **E rr**, e sua mantenedora, linhagem B correspondente, possui o mesmo genoma, diferenciando-se apenas por possuir citoplasma, **F** (Fig. 1).

Para obtenção de sementes híbridas ou F1, uma linhagem A, macho-estéril (parental fêmea do híbrido) é cruzada com uma linhagem R, restauradora de fertilidade (parental macho do híbrido). Nesse caso, as duas linhagens envolvidas possuem genomas diferentes, exatamente para expressar o vigor híbrido nas sementes a ser comercializadas. Também se diferenciam geneticamente com relação à esterilidade genética citoplasmática. Uma linhagem restauradora R pode possuir tanto citoplasma **E** ou **F**. Porém, obrigatoriamente, deve possuir dois genes restauradores da fertilidade **RR** (Fig. 2).

PESQUISA DE PRODUÇÃO

Pesquisa de produção é o trabalho realizado com o objetivo de reunir informações de produtividade de novas cultivares, ou de cultivares antigas em novos ambientes de produção. Quando uma nova cultivar passa a ser multiplicada, a pesquisa de

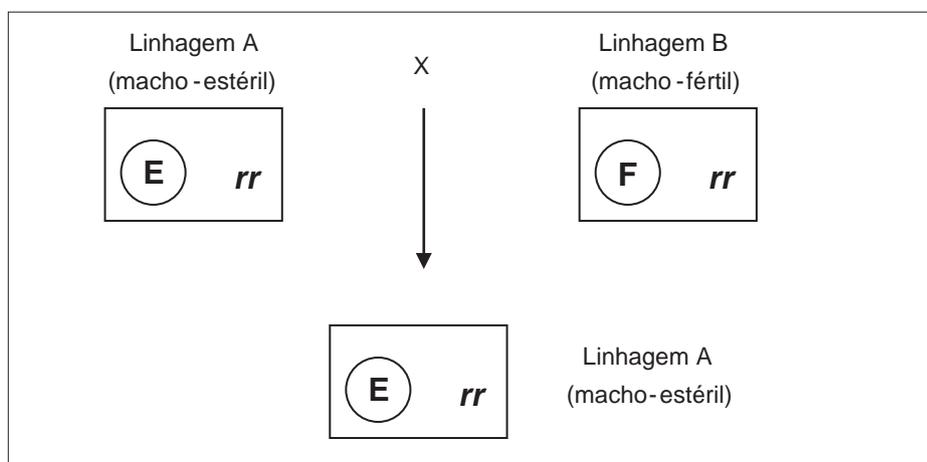


Figura 1 - Multiplicação de sementes macho-estéreis (linhagem A)

FONTE: Sears (apud ALLARD, 1960).

NOTA: Os fatores citoplasmáticos são transmitidos somente pelo genitor feminino ou linhagem A.

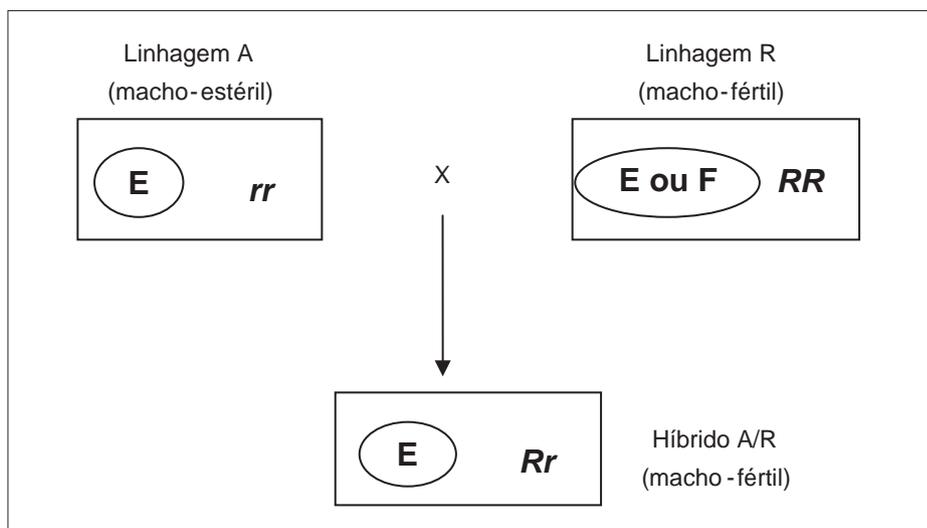


Figura 2 - Obtenção de sementes híbridas pelo cruzamento entre linhagem A macho-estéril e a linhagem restauradora R

FONTE: Sears (apud ALLARD, 1960).

produção já deverá ter gerado informações e tecnologia suficientes para sua produção comercial (Fig. 3).

Para a produção de sementes híbridas de sorgo, os principais aspectos estudados são:

- ensaios de avaliação de linhagens em diferentes regiões e épocas de plantio, possibilitando a obtenção de dados fenológicos dessas linhagens e informações de rendimento e qualidade de sementes;
- número de dias decorridos desde o plantio até a antese das linhagens

fêmea (macho-estéril ou linhagem A) e macho (restauradora ou linhagem R). Essa informação permite o plantio das linhagens de tal forma, que ocorra coincidência de florescimento entre as linhagens fêmea (A) e macho (R), mesmo que estas possuam período vegetativo com diferente duração, viabilizando o cruzamento entre ambas;

- incidência e severidade de doenças foliares, de panículas e de sementes. Produtos químicos apropriados e



Figura 3 - Área destinada à pesquisa de produção de sementes de milho e de sorgo da Dow AgroSciences

- b) baixa umidade relativa (UR) do ar e período de estiagem bem definido nas fases de maturação e colheita das sementes. Condições desfavoráveis como sementes de sorgo expostas em sua inflorescência tipo panícula e ocorrência de chuvas durante a maturação e colheita, são altamente prejudiciais à manutenção da qualidade fisiológica e sanitária das sementes;
- c) o solo deve atender aos padrões de fertilidade, constituição física e pH próprios ao desenvolvimento da espécie, importante não apenas para que a cultivar atinja seu potencial de rendimento, mas também para que as plantas tenham desenvolvimento normal, facilitando a identificação e a eliminação de plantas fora de tipo.

- dose para controle. Um pequeno número de defensivos agrícolas (fungicidas, inseticidas e herbicidas) é registrado para a cultura do sorgo;
- d) ocorrência de pragas, inseticidas e dose para controle;
- e) testes com herbicidas, visando certificar se estes não são fitotóxicos às linhagens trabalhadas;
- f) densidade de plantas e espaçamento entre sulcos, determinando-se a população ideal de plantas para cada linhagem, visando obter maiores rendimentos;
- g) proporção de plantio dos progenitores fêmea e macho nos campos de produção: 12 x 4; 16 x 4; 20 x 4; 20 x 5; 18 x 6, dentre outros. Esse teste é necessário, pois cada linhagem macho tem uma capacidade de polinização (quantidade e viabilidade de pólen produzido);
- h) testes de resposta à adubação, incluindo adubação com macro e micronutrientes.

Com as avaliações realizadas e informações obtidas de desempenho de linhagens parentais de híbridos e/ou variedades, em distintas regiões de produção, pesquisa de produção indica a tecnologia apropriada para uso na produção de sementes básica e certificada, o que possibilita não só a expressão máxima do potencial produtivo

da cultivar, mas também informações para obtenção de sementes de alta qualidade fisiológica e sanitária.

ESCOLHA DA REGIÃO, ÉPOCA E ÁREA PARA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE SORGO

As condições edafoclimáticas da região de produção de sementes de sorgo são de maior importância para o sucesso na sua multiplicação, pois estas poderão afetar não só a quantidade, mas também a qualidade e a sanidade das sementes produzidas.

Entre outras características a ser consideradas para a escolha de uma região e época para produção de sementes de sorgo, como disponibilidade de irrigação e proximidade da unidade de beneficiamento citadas por Carvalho e Nakagawa (1979) e Castellane, Nicolosi e Hasegawa (1990), destacam-se:

- a) ocorrência de temperaturas favoráveis para o desenvolvimento da cultura. De origem tropical, o sorgo é uma espécie sensível a baixas temperaturas, requerendo temperaturas superiores a 21 °C para um bom crescimento e desenvolvimento. Temperaturas baixas, principalmente durante a meiose, podem causar esterilidade das espiguetas. Temperaturas noturnas de 13 °C ou menores podem induzir à androesterilidade (PAUL, 1990);

A escolha de uma gleba também influencia consideravelmente o sucesso da produção de sementes de sorgo. A área onde se desenvolverá a cultura deve possuir características de fertilidade, profundidade e topografia que assegurem uniformidade de plantas e boa produtividade. Deve também estar isenta de resíduos de herbicidas prejudiciais ao sorgo, bem como não apresentar fatores que possibilitem a ocorrência de contaminação patogênica, varietal e física, referindo-se, respectivamente, à doença como míldio-do-sorgo, causada por *Peronosclerospora sorghi*, presença de plantas da mesma espécie provenientes de cultivos anteriores e plantas daninhas nocivas ou proibidas.

A cultura anterior à instalação do campo também é fator a ser considerado para a escolha da área de produção. Preferencialmente, devem-se eleger glebas onde tenha sido cultivada uma leguminosa, como, por exemplo, soja. Principalmente, no caso de plantio direto, isto facilita a operação de plantio e controle de plantas voluntárias com o uso de herbicida.

ISOLAMENTO

Isolamento é a medida pela qual uma cultivar é separada de outra, com o obje-

tivo de evitar que haja entre estas troca de pólen, o que provocaria contaminação genética e perda de pureza varietal.

O isolamento de um campo de produção de sementes pode ser alcançado por distância ou por diferença entre datas de plantio.

O Quadro 1 mostra as distâncias mínimas requeridas para instalação de campos de produção de semente básica e de semente certificada de sorgo, de acordo com a Instrução Normativa nº 25, de 16 de dezembro de 2005 (BRASIL, 2005) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Conforme a legislação vigente, em alguns casos, essas distâncias podem ser alteradas, se forem utilizadas bordaduras ao redor do campo de produção. Por exemplo, para a produção de semente híbrida de sorgo granífero, a distância mínima de outra cultivar poderá ser de até 50 m, desde que se utilizem 18 fileiras de bordadura.

Com relação a isolamento por tempo, a legislação estabelece que as sementeiras de campos de diferentes cultivares podem ser realizadas em épocas que proporcionem um espaço de tempo de, no mínimo, 30 dias entre o florescimento de um campo e de outro.

PRODUÇÃO AGRÍCOLA DE SEMENTE BÁSICA E DE SEMENTE CERTIFICADA

A produção de semente básica e de semente certificada de sorgo tem por objetivo disponibilizar material de multiplicação vegetal com garantia de identidade e qualidade, atendidos os padrões e normas específicos estabelecidos pelo órgão oficial que normatiza a produção de sementes no Território Nacional (BRASIL, 2005).

Campos de produção – semente básica

A multiplicação de linhagens puras e variedades de sorgo na fase experimental é conseguida mediante cruzamentos manuais controlados, produzindo em pequena escala a semente necessária. Na

QUADRO 1 - Padrões de isolamento em metros para produção de sementes de sorgo

Parâmetro	Isolamento (m)
	Sementes básicas e certificadas (híbridas ou variedades)
Cultivares de mesmo grupo	300
Cultivares de grupos diferentes	600
Capim-sudão (<i>Sorghum sudanense</i>)	1.500
Capim-massambará (<i>Sorghum halepense</i>)	1.500
Capim-de-boi (<i>Sorghum verticilliflorum</i>)	1.500

FONTE: Brasil (2005).

fase de produção de sementes básicas, as sementes das linhagens puras componentes de híbridos ou sementes de variedades devem ser multiplicadas em campos de produção instalados em áreas isoladas de outras plantas de sorgo. Essas áreas, além das características mencionadas anteriormente, devem, preferencialmente, ser irrigadas, evitando riscos de ocorrência de estresse hídrico nas fases críticas para o desenvolvimento das plantas durante o processo de produção de sementes.

O plantio deve ser feito com o uso de boas práticas de adubação e adequado controle de pragas, doenças e plantas daninhas, o que permitirá que a cultivar ou linhagem expresse o máximo potencial de rendimento. Esses cuidados também são necessários para obter o desenvolvimento uniforme das plantas e a consequente identificação daquelas com aspecto diferente do padrão da linhagem ou variedade em multiplicação, facilitando o trabalho de sua retirada do campo, por meio da operação de purificação ou roguing.

A linhagem parental feminina de um híbrido de sorgo linhagem A, macho-estéril é plantada com a linha fornecedora de pólen (linhagem B ou mantenedora), para que ocorra o cruzamento e consequente multiplicação de sua semente. A versão mantenedora da linhagem A, ou seja, sua correspondente linhagem B macho-fértil, deverá ser plantada intercalada entre as linhas macho-estéreis, na proporção de, por exemplo, seis linhas macho-estéreis (A) por duas linhas macho-férteis (B). Outras proporções poderão ser utilizadas,

dependendo da capacidade de produção de pólen da linha mantenedora. Já as linhas de progenitores masculinos, denominadas restauradoras (linhagem R), por serem férteis, semelhantes às variedades, são ampliadas em lotes isolados com polinização aberta, uma vez que produzem pólen e autofecundam-se.

Em condições normais, cada quilograma de semente básica pode atingir produções superiores a 200 kg de semente certificada. Portanto, qualquer tipo de contaminação que venha a ocorrer durante a fase de multiplicação de sementes básicas de uma linhagem ou variedade poderá ocasionar significativas perdas na qualidade da semente certificada.

Um efetivo controle nas gerações de semente básica deverá ser feito pelas empresas produtoras. A partir das sementes originais, provenientes da área de melhoramento, as quais apresentam elevada pureza genética, recomenda-se que sejam feitas no máximo duas ampliações para uso em produção de sementes certificadas. Importante também é a manutenção das fontes genéticas puras (semente genética), normalmente realizada pelos geneticistas, para que possam ser geradas novas fontes de sementes para ampliações de semente básica.

Outras práticas sugeridas que auxiliam o controle da qualidade genética das sementes de linhagens produzidas em campos de sementes básicas, válidas também para produção de sementes certificadas, são:

- plantar bordaduras com a linhagem fornecedora de pólen ao redor do

campo, visando diminuir a possibilidade de que pólen exógeno fecunde ovários de fêmeas, principalmente aquelas próximas à entrada do campo;

- b) destruir os machos antes da colheita para evitar mistura de cultivares, conforme mostra a Figura 4.

Campos de produção – semente certificada

Semente certificada de primeira geração é a classe resultante da reprodução de semente genética ou básica, que será distribuída comercialmente entre os agricultores.

Muitas empresas produzem suas sementes em áreas próprias ou buscam o auxílio de agricultores denominados cooperantes ou cooperadores, que, por sua vez, mediante contratos específicos, produzem em suas terras a semente solicitada pela empresa produtora. A escolha de cooperantes é um dos pontos-chave no processo de produção de sementes. Idoneidade, responsabilidade e receptividade devem ser suas principais características pessoais, para que o processo funcione bem (CARVALHO; NAKAGAWA, 1979).

Para a produção de sementes híbridas, são instalados os campos com a semeadura das sementes parentais de fêmea macho-estéril (linhagem A) e sementes parentais de macho restaurador (linha R). A linhagem R poderá ser plantada intercalada entre as linhas macho-estéreis (A), por exemplo, na proporção de 12 a 18 linhas macho-estéreis (A), por 4 a 6 linhas R. Cada empresa produtora de semente irá determinar a melhor proporção de plantio para produção de seus híbridos.

Para haver sincronização da fase de florescimento entre as linhagens A e R, viabilizando o cruzamento entre tais linhagens, o plantio destas pode ocorrer em diferentes datas. O uso de irrigação garantirá a disponibilidade de água para a realização do plantio e da obtenção de boa germinação.

Para as condições climáticas da Região Central do Brasil, o plantio dos campos de



Figura 4 - Fileiras de fêmeas em campo de produção e, à esquerda, fileiras de machos eliminados após o florescimento

produção de sementes ocorre no primeiro semestre de cada ano (janeiro a abril), coincidindo com o plantio de lavouras de produção de grãos de sorgo. Somando-se a este fato, a ocorrência generalizada de algumas espécies de sorgo selvagem no Brasil, como capim-massambará (*Sorghum halepense*) e capim-de-boi (*Sorghum verticiliflorum*), torna o isolamento das glebas de produção um item a ser estudado com bastante critério.

ROGUING

A operação de roguing, realizada nos campos de produção de sementes, consiste na remoção de plantas de sorgo atípicas ou fora do tipo padrão da variedade ou linhagem pura original, plantas atacadas por doenças e plantas de outras espécies que podem originar sementes nocivas.

Esta operação é realizada durante todo o ciclo da cultura, sendo o campo inteiramente percorrido, identificando-se e eliminando-se possíveis plantas atípicas, com a finalidade de evitar cruzamentos indesejáveis ou mistura com as sementes de outras plantas diferentes da cultivar em multiplicação.

Especial atenção deve ser dada aos campos de produção para a linhagem feminina, macho-estéril, durante seu florescimento. Algumas dessas plantas podem sofrer restauração de fertilidade, passando a produzir pólen. Em campos de produção de sementes básicas, recomenda-se que seja realizada a operação diária de roguing

durante todo o período do florescimento, para a identificação e a eliminação dessas plantas.

Outro exemplo do tipo de planta a ser eliminado pela operação de roguing são as mutantes de altura. Essas plantas são idênticas à linhagem ou variedade em multiplicação, exceto por apresentar altura superior entre 20 e 100 cm, causada pela elongação de seus internódios foliares. Ocorrem em razão da mudança genética espontânea (mutação) de genes que controlam a altura de plantas, podendo apresentar-se com apenas um colmo ou com perfilhos, em função das condições de ambiente. A taxa de mutação e consequente frequência de plantas mutantes de altura é influenciada pela cultivar utilizada, bem como pelas condições de ambiente. A retirada de plantas dos campos de produção de sementes com essas características, antes que ocorra a polinização e a fecundação de ovários que formarão as sementes, diminui a frequência destas nas lavouras comerciais, porém, é praticamente impossível obter lavouras livres de mutantes de altura, uma vez que, em um lote de sementes geneticamente puro ou originalmente livre de mutantes, novas mutações ocorrem, originando novas plantas mutantes de altura.

A pureza genética de um lote de sementes também pode ser afetada pela ocorrência de cruzamentos entre espécies distintas de sorgo, como os sorgos silvestres, capim-massambará (*Sorghum halepense*) e capim-de-boi (*S. verticiliflorum*), presentes no campo de produção ou ao redor deste,

originando plantas híbridas interespecíficas entre estas espécies de sorgo selvagem e o sorgo cultivado (*S. bicolor*).

Para evitar a ocorrência deste tipo de planta em lotes comerciais de sementes, recomenda-se, além da escolha criteriosa da área de produção, que deve estar livre de plantas daninhas, a realização de inspeções em áreas ao redor dos campos, visando eliminar possíveis focos de contaminação.

Testes de laboratório de rotina realizados atualmente em sementes comerciais não são capazes de detectar a ocorrência desses contaminantes em lotes de sementes, uma vez que não existem diferenças visuais entre as sementes geneticamente puras e as sementes destes híbridos interespecíficos. Assim, para detectar a ocorrência de plantas daninhas, deve-se realizar o teste de campo conhecido por grow out, que consiste no plantio de amostras representativas de lotes de sementes comerciais, possibilitando a avaliação desses lotes em relação à presença qualitativa e quantitativa desses contaminantes.

A Instrução Normativa nº 25, de 16/12/2005 (BRASIL, 2005) torna obrigatória a eliminação de plantas de outras espécies cultivadas nos campos de sementes e, para outras espécies de sorgo, esta prática deverá ser realizada antes da floração. É obrigatória a realização de duas vistorias pelo responsável técnico do produtor ou do certificador, nas fases de floração e de pré-colheita, sendo que, por exemplo, na produção de sementes híbridas de sorgo, o número máximo de plantas atípicas permitido é de 1 para 20 mil em campos de sementes básicas, e de 1 para 2.500 em campos de sementes certificadas. O número máximo de plantas polinizantes nas fileiras fêmea é de 1 para 5 mil em campos de sementes básicas e de 1 para 400 em campos de sementes certificadas.

TRATOS CULTURAIS

Basicamente, nos campos de produção de sementes de sorgo são seguidas as mesmas recomendações relativas à nutrição e à adubação, e ao controle de pragas e doen-

ças aplicáveis para instalação e condução das lavouras produtoras de grãos.

Deve-se levar em conta que o valor agregado às lavouras de produção de sementes é maior, quando comparado a lavouras para produção de grãos. Isto significa que a análise de custo referente à utilização de insumos agrícolas deverá ser diferente daquela efetuada em lavouras comerciais. O aumento da produtividade de sementes irá gerar redução de custos fixos (semente, roguing, aplicação de defensivos, etc.). Além de ganhos em quantidade e qualidade, o controle de pragas, incluindo pragas de solo, e o controle de plantas daninhas e doenças são importantes em campos de sementes, para obter uniformidade no desenvolvimento das plantas, facilitando a identificação e a retirada de plantas atípicas.

Cabe lembrar que as sementes básicas utilizadas para a instalação dos campos são, via de regra, linhagens com alto grau de endogamia, podendo implicar em maior suscetibilidade a pragas e a doenças específicas, além de menor tolerância a estresses climáticos (temperaturas, deficiências e excessos hídricos, etc.), herbicida, fungicida e inseticida utilizados na condução do campo. O conhecimento prévio do comportamento das linhagens envolvidas na produção de híbridos obtidos pela pesquisa de produção é de vital importância para o sucesso na produção de suas sementes.

Em relação ao controle de doenças, os campos de produção de sementes necessitam de atenção especial. Em lavouras comerciais, geralmente a principal medida de controle é a utilização de cultivares resistentes, atualmente um dos principais objetivos do melhoramento genético. Esta metodologia de controle pode não ser a única a se aplicar em produção de sementes híbridas pois, mesmo que o híbrido seja resistente à determinada enfermidade, não significa que todas as suas linhagens parentais o sejam. Desse modo, outras medidas de controle (inclusive o uso de defensivos agrícolas) deverão estar presentes durante a implantação e a condução dos campos de produção de sementes.

Considera-se como uma das principais doenças de sorgo para a produção de semen-

tes híbridas a doença açucarada ou ergot. O agente causal é o fungo *Sphacelia soghi* (forma imperfeita de *Claviceps africana*), que infecta os ovários das flores de sorgo não fertilizados, sendo considerado um patógeno exclusivo de espiguetas (PINTO; FERREIRA; CASELA, 1997). Assim, qualquer atraso na fertilização causado por ausência (não coincidência na polinização) ou presença de pólen não viável (clima desfavorável à viabilidade do grão de pólen), irá favorecer em demasia a proliferação do fungo, com drásticas reduções na produção.

Em campos de sementes, as principais medidas de controle indicadas para o controle da doença açucarada ou ergot são:

- instalar campos em época com, durante o pré-florescimento e florescimento, temperaturas favoráveis à produção e à viabilidade dos grãos de pólen das linhas férteis;
- conhecer o ciclo dos parentais, efetuando o plantio de tal forma que ocorra perfeita coincidência de florescimento entre eles;
- adequar a proporção de plantio entre os parentais (relação macho x fêmea), favorecendo a polinização da linhagem macho-estéril;
- aplicar fungicida do grupo químico dos triazóis durante o período de florescimento da linhagem macho-estéril, utilizando-se de aplicação aérea ou aplicação terrestre com equipamentos como trâmpulo ou uniporte. Normalmente, são necessárias de três a cinco aplicações do produto;
- retirar plantas com sintomas da doença (roguing).

COLHEITA DE CAMPOS DE SEMENTES

A maturação fisiológica das sementes de sorgo ocorre, quando estas atingem cerca de 30% a 35% de umidade (PAUL, 1990). Este deveria ser o momento de colheita, pois isso evitaria a exposição das sementes no campo a fatores como orvalho, chuva, ataque de pragas e patógenos,

o que afeta negativamente sua qualidade fisiológica e sanitária, além de perdas por ataque de pássaros.

Porém, a colheita mecânica neste ponto é inviável, pois as plantas encontram-se com panículas, colmos e folhas verdes, o que dificulta sobremaneira a ação da colhedora. Outro problema seria resultante da injúria mecânica, pois, neste nível de umidade, as sementes encontram-se muito sensíveis a este tipo de injúria. Finalmente, outro fator que dificulta a operação é que as sementes sofreriam rápido processo de deterioração, caso não sejam secas rapidamente.

Quanto à tomada da amostra para umidade, deve-se considerar que pode ocorrer diferenças de umidade dentro de cada panícula (entre a ponta e sua base), de valores de até 5 pontos percentuais. Isto ocorre porque o florescimento de cada panícula tem um período de duração médio de 5 a 6 dias a partir de seu ápice até sua base.

Para uma perfeita homogeneização da cultura, pode-se utilizar o recurso de dessecação da lavoura. Para tanto, recomenda-se a utilização de herbicida paraquat na dosagem de 1,5 L a 2,5 L do produto comercial por hectare, quando as sementes estiverem com umidade inferior a 25%. Esta operação pode trazer outras vantagens:

- a) facilitar a ação da colhedora;
- b) diminuir o acréscimo de umidade das sementes durante sua passagem pela colhedora, pelo contato dessas com partes vegetais verdes (partes de folhas e panículas);
- c) morte de perfilhos laterais, sujeitos ao ataque da doença açucarada;
- d) antecipar a colheita.

Antes de utilizar-se desta técnica, recomenda-se que seja realizada uma avaliação prévia de seu efeito sobre a qualidade das sementes da cultivar, determinando-se a melhor dose do produto e qual o melhor momento da aplicação (umidade das sementes), para a linhagem ou variedade em multiplicação.

Em glébas menores, destinadas à produção de sementes básicas, pode-se efetuar a colheita em panículas úmidas, após as

sementes terem alcançado o ponto de maturação fisiológica. As vantagens desse processo são:

- a) colheita das sementes próximas ao ponto de máxima qualidade fisiológica;
- b) possibilidade de descarte de panículas com características diferentes do material em multiplicação.

Os riscos inerentes a esta atividade são os relacionados com a alta umidade de colheita (umidades de 25% a 30%), o que acarretará uma rápida deterioração das sementes, se estas não forem rapidamente enviadas a um secador (poucas horas após a colheita). Os secadores, por sua vez, deverão ser tipo gaiolas aeradas, onde as panículas úmidas são acondicionadas estaticamente no fundo, recebendo ar forçado (35 °C a 40 °C), 24 horas por dia.

Após as sementes alcançarem umidade de 11%, a debulha das panículas deverá ser efetuada em debulhadores específicos para sementes. Atualmente, no mercado, já há disponibilidade de uma variedade de marcas de equipamentos, que separam as sementes das impurezas com perfeição.

Para a colheita mecânica, a umidade das sementes deverá estar abaixo de 18%. Quanto mais próxima a esse índice, maior é a necessidade de rapidez da secagem artificial. Deve-se lembrar que, após a colheita, a umidade das sementes eleva-se de 1 a 1,5 ponto percentual em relação à amostra sem detritos verdes (debulha manual das panículas), pelo seu contato com restos de plantas dentro da colhedora.

Durante o transporte das sementes até a unidade de beneficiamento, o teor de umidade também eleva-se, em média, entre 1 e 2 pontos percentuais de umidade nas primeiras 3 horas, isto quando a colheita é realizada com umidades próximas a 14%. Dessa forma, é vital que as sementes passem pelo processo de secagem poucas horas depois de sua colheita, evitando-se sua degradação.

Sem recursos para secagem artificial, a colheita mecânica somente poderá ser efetuada quando a umidade cair para valores abaixo de 12%.

O uso de colhedoras de fluxo axial com regulagem precisa resulta em menor injúria mecânica e menor descarte de sementes (sementes quebradas), sendo portanto, o modelo de colhedora mais apropriado para a colheita mecânica de sementes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria nacional produtora de sementes de sorgo tem atendido à demanda por este insumo, fornecendo ao mercado a quantidade necessária de sementes, o que, por sua vez, garantiu o crescimento da área plantada da cultura nos últimos anos no Brasil.

A utilização de tecnologia disponível, bem como o desenvolvimento de novas tecnologias, é fundamental para o incremento da qualidade, quantidade e diminuição de custos das sementes a serem produzidas. Atualmente, poucos defensivos agrícolas (fungicidas, inseticidas e herbicidas) possuem registro oficial para uso na cultura do sorgo, o que dificulta o controle químico adequado de plantas daninhas, pragas e doenças em campos de produção de sementes de sorgo.

Os fatores críticos para o sucesso na produção de sementes de sorgo são:

- a) usar sementes básicas com elevado nível de pureza genética e alta qualidade fisiológica, visando obter germinação, estabelecimento e desenvolvimento das plantas de forma uniforme, resultando, dentre outros benefícios, em melhor coincidência entre florescimento das linhagens parentais da cultivar e maior facilidade na identificação e eliminação de plantas fora de tipo;
- b) estudar o comportamento de linhagens parentais de híbridos (pesquisa de produção) por meio de observações, como: reação às doenças, ciclo, épocas de plantio e proporção entre fileiras de plantio de macho e fêmea, o que implicará na obtenção de informações importantes, usando tecnologia adequada à produção de um determinado híbrido e a conse-

quente obtenção de melhores resultados em rendimento e qualidade de sementes;

- c) escolher região, área e época de plantio adequadas para o desenvolvimento dos campos de sementes;
- d) efetuar tratos culturais em momento adequado, de forma que possibilite o bom desenvolvimento das plantas, resultando em maiores produtividades;
- e) eliminar plantas atípicas em número e épocas apropriadas, além de eliminar as fileiras de macho antes da colheita, são exemplos de ações que buscam obter sementes com alta pureza genética;
- f) determinar o momento adequado da colheita e realizá-la tão logo este momento for atingido, e transportar rapidamente a semente até a unidade de secagem e beneficiamento, são fatores relevantes na manutenção da

qualidade fisiológica das sementes. O uso de dessecantes em doses adequadas na pré-colheita é uma ferramenta útil para obtenção de sementes de qualidade por permitir, por exemplo, a antecipação da colheita.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO PAULISTA DOS PRODUTORES DE SEMENTES E MUDAS. **Evolução da área e produção de sorgo no Brasil**: safra 11/12 - atualizada em 10/09/2012. Campinas, 2012. Disponível em: <http://www.apps.agr.br/dados_estatisticos>. Acesso em: 18 jun. 2013.

ALLARD, R.W. **Principles of plant breeding**. New York: J. Wiley, 1960. 381p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 25, de 16 de dezembro de 2005. Estabelece normas específicas e os padrões de identidade e qualidade para produção e comercialização de sementes de algodão, arroz, aveia, azevém, feijão, girassol, mamão,

na, milho, soja, sorgo, trevo vermelho, trigo, trigo duro, triticale e feijão caupi, constantes dos Anexos I a XIV. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 20 dez. 2005.

BENNETT, W.F.; TUCKER, B.B.; MAUNDER, A.B. **Modern grain sorghum production**. Ames: Iowa State University, 1990. 169p.

CARVALHO, N.M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1979. 424p.

CASTELLANE, P.D.; NICOLOSI, W.M.; HASEGAWA, M. (Coord.). **Produção de sementes de hortaliças**. Jaboticabal: UNESP-FCAV, 1990. 261p.

PAUL, C.L. **Agronomia del sorgo**. Patancheru: ICRISAT, 1990. 301p.

PINTO, N.F.J. de A.; FERREIRA, A. da S.; CASELA C.R. **Ergot (*Claviceps africana*) ou doença açucarada do sorgo**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1997. 24p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 23).

Informe Agropecuário, Circulares técnicas, Folders, Cartilhas, Boletim Técnico e Série Documentos



Confira no site da EPAMIG em
PUBLICAÇÕES/PUBLICAÇÕES DISPONÍVEIS

Confira em
www.epamig.br



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:

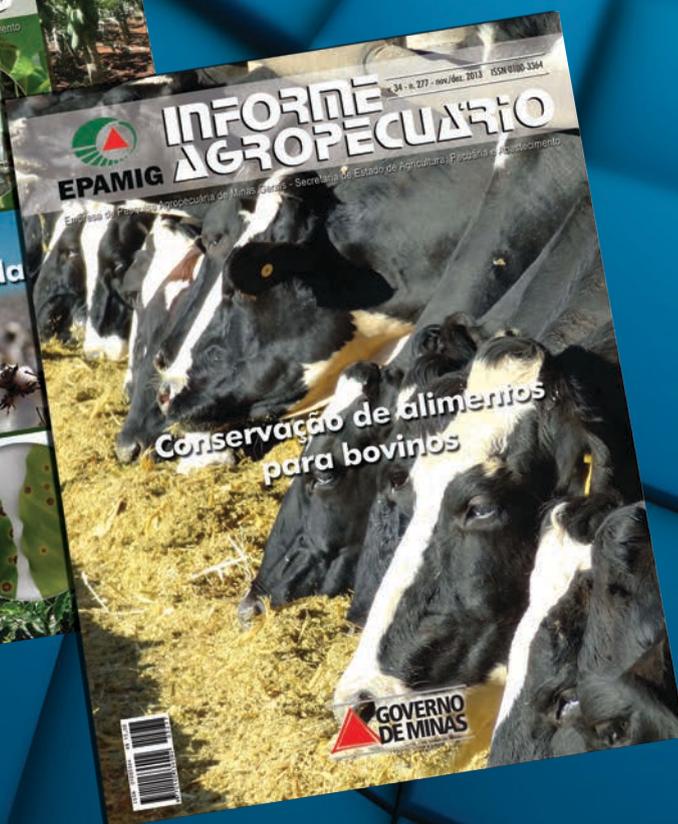
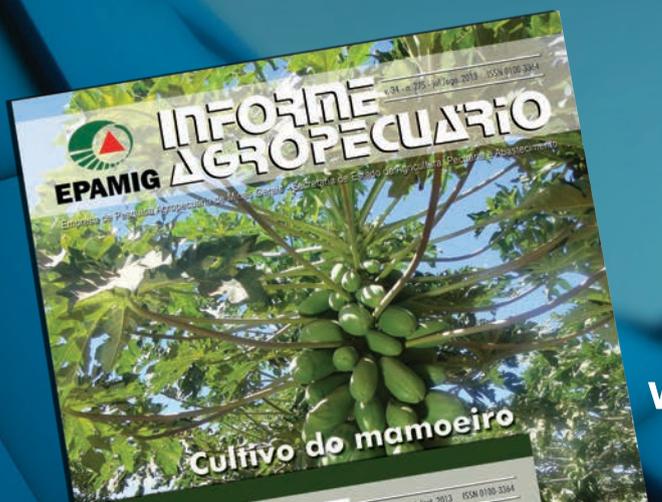
- a) **título:** deve ser claro, conciso e indicar a ideia central, podendo ser acrescido de subtítulo. Devem-se evitar abreviaturas, parênteses e fórmulas que dificultem a sua compreensão;
- b) **nome do(s) autor(es):** deve constar por extenso, com numeração sobrescrita para indicar, no rodapé, sua 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 enfatizar 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.

INFORME AGROPECUARIO

Tecnologias para o Agronegócio



Assinatura e vendas avulsas
publicacao@epamig.br
(31) 3489-5002

www.informeagropecuario.com.br



(NH) TOP SERVICE
0800 111 1111

ALTA PERFORMANCE EM CAMPO
E PRODUTIVIDADE EM
MÁXIMA POTÊNCIA. ISSO É NEW HOLLAND.
ISSO É BRASIL.



Domínio Público

Um dos maiores e mais respeitados fabricantes de equipamentos agrícolas do mundo, a New Holland possui uma ampla e completa linha de equipamentos desenvolvidos especialmente para levar mais produtividade ao produtor rural. Assim, presente em todos os campos, cultivamos novos tempos. De mais tecnologia e um agronegócio cada vez mais forte. Para um Brasil cada vez mais azul e amarelo.



EM TODOS OS CAMPOS,
CULTIVANDO NOVOS TEMPOS.