

# SORGO



*O produtor pergunta, a Embrapa responde.*

**Coleção ♦ 500 Perguntas ♦ 500 Respostas**



*O produtor pergunta, a Embrapa responde*





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Milho e Sorgo  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*



***O produtor pergunta, a Embrapa responde***

*Israel Alexandre Pereira Filho  
José Avelino Santos Rodrigues*

Editores Técnicos

**Embrapa**  
Brasília, DF  
2015

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Milho e Sorgo**

Rodovia MG-242, km 65  
Caixa Postal 285 ou 151  
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG  
Fone: (31) 3027-1100  
Fax: (31) 3027-1188  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

**Unidade responsável pelo conteúdo**

Embrapa Milho e Sorgo

Comitê de Publicações

Presidente

*Sidney Netto Parentoni*

Secretária-executiva

*Elena Charlotte Landau*

Membros

*Dagma Dionísia da Silva*

*Paulo Eduardo de Aquino Ribeiro*

*Maria Marta Pastina*

*Mônica Matoso Campanha*

*Antonio Claudio da Silva Barros*

*Rosângela Lacerda de Castro*

**Embrapa Informação Tecnológica**

Parque Estação Biológica (PqEB)  
Av. W3 Norte (final)  
CEP 70770-901 Brasília, DF  
Fone: (61) 3448-4236  
Fax: (61) 3448-2494  
www.embrapa.br/livraria  
livraria@embrapa.br

**Unidade responsável pela edição**

Embrapa Informação Tecnológica

Coordenação editorial

*Selma Lúcia Lira Beltrão*

*Lucilene Maria de Andrade*

*Nilda Maria da Cunha Sette*

Supervisão editorial

*Erika do Carmo Lima Ferreira*

Revisão de texto

*Jane Baptistone de Araújo*

Normalização bibliográfica

*Iara Del Fiacco Rocha*

Projeto gráfico da coleção

*Mayara Rosa Carneiro*

Editoração eletrônica e arte-final da capa

*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Ilustrações do texto

*Sílvio Ferigato*

Foto da capa

*José A. S. Rodrigues*

**1ª edição**

1ª impressão (2015): 1.000 exemplares

**Todos os direitos reservados**

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

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Informação Tecnológica

---

Sorgo : o produtor pergunta, a Embrapa responde / Israel Alexandre Pereira Filho, José Avelino Santos Rodrigues, editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2015.  
327 p. : il. ; 16 cm x 22 cm. - (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

ISBN 978-85-7035-436-5

1. *Sorghm bicolor*. 2. Manejo do solo. 3. Controle biológico. 4. Processamento. I. Pereira Filho, Israel Alexandre. II. Rodrigues, José Avelino Santos. II. Embrapa Milho e Sorgo. IV. Coleção.

CDD 634.173

© Embrapa 2015

# Autores

## **Alexandre Ferreira da Silva**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

## **Álvaro Vilela de Resende**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas Agronomia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

## **Alyne Oliveira Lavinsky**

Engenheira-agrônomo, doutora em Agronomia, bolsista de pós-doutorado na Fapemig, Belo Horizonte, MG

## **André May**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

## **Antônio Marcos Coelho**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Solos & Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

## **Camilo de Lelis Teixeira de Andrade**

Engenheiro agrícola, Ph.D. em Engenharia de Irrigação, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

## **Cícero Beserra de Menezes**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

## **Cynthia Maria Borges Damasceno**

Bióloga, Ph.D. em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

## **Dagma Dionísia da Silva**

Engenheira-agrônoma, doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

## **Daniel Pereira Guimarães**

Engenheiro florestal, Ph.D. em Ciência Florestal, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

## **Décio Karam**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Manejo de Plantas Daninhas, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

## **Denizart Bolonhezi**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador do Instituto Agronômico de Campinas, efetivo da Agência de Tecnologia de Agronegócios, Ribeirão Preto, SP.

**Elena Charlotte Landau**

Bióloga, doutora em Ecologia, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Emerson Borghi**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Evandro Chartuni Mantovani**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Mecanização Agrícola, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Fernando Hercules Valicente**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Entomologia/Genética Molecular, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Fernando Cassimiro Tinoco França**

Engenheiro-agrônomo, mestre em Ciências Agrárias, coordenador Técnico da Emater-MG, Sete Lagoas, MG

**Flávia Cristina dos Santos**

Engenheira-agrônoma, doutora em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Flávio Dessaune Tardin**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Frederico Augusto Ribeiro de Barros**

Engenheiro de alimentos, Ph.D. em Food Science and Technology, professor do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

**Hércia Stampini Duarte Martino**

Nutricionista, Ph.D. em Ciência e Tecnologia de Alimentos, professora do Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

**Israel Alexandre Pereira Filho**

Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Ivan Cruz**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Entomologia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Ivanildo Evódio Marriel**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Jane Rodrigues de Assis Machado**

Engenheira-agrônoma, doutora em Genética e Bioquímica, pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

**Jason de Oliveira Duarte**

Economista, Ph.D. em Economia Agrícola, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**João Carlos Garcia**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Economia Agrícola, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**José Avelino Santos Rodrigues**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**José Nildo Tabosa**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitomelhoramento, pesquisador do Instituto Agronômico de Pernambuco, Recife, PE

**Josimar Bento Simplício**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, PE

**Luciano Viana Cota**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Maria Lucia Ferreira Simeone**

Química, doutora em Química Orgânica, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Manoel Ricardo de Albuquerque Filho**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solo e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Marco Aurélio Guerra Pimentel**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Maurílio Fernandes de Oliveira**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Miguel Marques Gontijo Neto**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Paulo Afonso Viana**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Entomologia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Paulo César Magalhães**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Paulo Emílio Pereira de Albuquerque**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

**Rafael Augusto da Costa Parrella**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Ramon Costa Alvarenga**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Conservação e Manejo de Solos, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Robert Eugene Schaffert**

Agriculturist, Ph.D. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Roberto Guimarães Júnior**

Médico-veterinário, doutor em Ciência Animal, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

**Rodrigo Veras da Costa**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Rubens Augusto de Miranda**

Economista, doutor em Administração e Finanças, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Simone Martins Mendes**

Engenheira-agrônoma, doutora em Entomologia, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Thiago Correa de Souza**

Biólogo, doutor em Agronomia, professor da Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG

**Valéria Aparecida Vieira Queiroz**

Nutricionista, doutora em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

# Apresentação

Este livro reúne as informações mais recentes sobre a cultura do sorgo, no formato de perguntas e respostas. A publicação aborda aspectos do cultivo do sorgo granífero, forrageiro, pastejo e do sorgo bioenergia, plantados em safra normal (verão), safrinha (inverno) e no sistema integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Aspectos da importância econômica da cultura na atual conjuntura do agronegócio também são abordados, bem como informações ligadas à utilização do sorgo nas diferentes cadeias produtivas.

As perguntas foram coletadas nas mais diversas fontes de contato, entre pesquisadores, professores universitários, extensionistas da assistência técnica governamental e privada, técnicos ligados às cooperativas agropecuárias, consumidores urbanos, estudantes da área de agropecuária, visitantes da Unidade, produtores de sorgo, bem como em serviços de assistência aos clientes da Embrapa, indústrias de insumos, de rações e usinas de biocombustíveis e em congressos, dias de campo, seminários e feiras de agropecuária.

Na elaboração das perguntas e respostas, foram envolvidos inúmeros técnicos, incluindo pesquisadores, professores universitários, técnicos da extensão, de cooperativas e consultores ligados à cultura em diversas regiões do Brasil.

A elaboração e a publicação deste livro irão contribuir para o entendimento dos principais fatores da cadeia produtiva do sorgo. O livro aborda os fatores que afetam o desenvolvimento e o crescimento da cultura no campo e deverá facilitar a adoção de tecnologias capazes de promover a produtividade e o uso dessa cultura de modo sustentável.

*Antonio Álvaro Corcetti Purcino*  
Chefe-Geral da  
Embrapa Milho e Sorgo



# Sumário

	Introdução.....	13
<b>1</b>	Clima, Época de Plantio e Zoneamento Agrícola .....	15
<b>2</b>	Fisiologia da Produção .....	27
<b>3</b>	Mecanização .....	41
<b>4</b>	Irrigação .....	51
<b>5</b>	Manejo do Solo e Sistema Plantio Direto.....	63
<b>6</b>	Exigências Nutricionais e Adubação .....	81
<b>7</b>	Manejo e Uso da Adubação Orgânica e Biológica.....	99
<b>8</b>	Manejo Cultural.....	123
<b>9</b>	Manejo de Plantas Daninhas.....	141
<b>10</b>	Manejo de Doenças .....	155
<b>11</b>	Manejo Integrado de Pragas .....	177
<b>12</b>	Controle Biológico .....	203
<b>13</b>	Manejo Integrado de Pragas em Grãos Armazenados ...	213
<b>14</b>	Utilização do Sorgo na Nutrição Animal .....	229
<b>15</b>	O Sorgo na Alimentação Humana.....	247
<b>16</b>	Integração Lavoura-Pecuária-Floresta .....	267
<b>17</b>	Sorgo Bioenergia.....	281
<b>18</b>	Sorgo Safrinha.....	293
<b>19</b>	Economia .....	309
	Referências .....	325



# Introdução

O sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], pertencente à família *Poaceae*, é o quinto cereal mais plantado no mundo, vindo logo depois do trigo, do arroz, do milho e da cevada. É nativo da África e foi domesticado entre 3 mil e 5 mil anos atrás. Em todo o mundo, existem mais de 7 mil genótipos do cereal, e o seu cultivo é de extrema importância nos continentes asiático e africano, além de outras regiões semiáridas do mundo, nas quais é utilizado diretamente na alimentação humana. Nos países ocidentais, como nos Estados Unidos, na Austrália e no Brasil, o sorgo é cultivado essencialmente para alimentação animal. No Brasil, o cereal é cultivado principalmente para produção de grãos e forragem. Ainda que, durante todo o seu ciclo, a planta do sorgo possua tolerância a períodos de estiagem, ela ainda permite colheitas de grãos e massa verde economicamente compensadora em condições de pluviosidade baixa e instável. A cultura é adaptada para o cultivo em zonas áridas e semiáridas, tornando-se alimento básico pelas seguintes razões: apresenta elevado potencial produtivo, é uma fonte de energia qualificada para o arraçoamento animal, possui grande versatilidade para ensilagem, feno, pastejo direto, além de ser uma planta resistente a períodos prolongados de déficit hídrico. O sorgo tem participado ativamente como alimento para o rebanho no período seco por meio do sistema integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF).

Além da larga utilização do sorgo na cadeia alimentar animal, a esperada farinha de sorgo destinada ao consumo alimentar humano está em desenvolvimento nos laboratórios das indústrias alimentícias do Brasil. A farinha de sorgo é de alta qualidade energética. É um alimento sem a presença de glúten e com substâncias antioxidantes que são de grande importância para uma dieta saudável. O aumento do interesse na utilização do sorgo na alimentação, tanto animal quanto humana, decorre de suas características de cultivo,

produção, em razão do elevado potencial tecnológico, nutricional e funcional do cereal.

A capacidade de adaptabilidade da cultura a climas tropicais e temperados, assim como a elevada eficiência na utilização da água, a tolerância a estiagens e a capacidade potencial de produzir grandes quantidades de biomassa lignocelulósica são alguns dos pontos positivos dessa planta.

Os esforços por parte de instituições públicas e privadas de pesquisa, a fim de melhorar a produtividade, a qualidade de grãos e a rentabilidade da cultura do sorgo, têm proporcionado a obtenção de cultivares de melhor potencial genético produtivo tanto para sorgo granífero e forrageiro quanto para o sacarino e seus diversos fins.

A edição deste livro visa dar informações básicas e esclarecimentos a respeito das principais dúvidas dos agricultores, técnicos e demais profissionais do agronegócio, envolvendo a cultura do sorgo.

# 1 Clima, Época de Plantio e Zoneamento Agrícola



*Elena Charlotte Landau  
Daniel Pereira Guimarães*

**1**

## **Como saber a época mais indicada para o plantio de sorgo granífero?**

O sorgo granífero possui variedades adaptadas a diferentes zonas climáticas, incluindo as temperadas (frias), desde que nesses locais ocorra estação estival quente com condições capazes de permitir o desenvolvimento da cultura. Mesmo sendo uma cultura bastante adaptada à condição de deficit hídrico, seu crescimento e desenvolvimento ficam condicionados às condições edafoclimáticas dominantes. Em 1996, um programa de Zoneamento Agrícola de Risco Climático foi estabelecido no intuito de orientar produtores rurais, agentes financeiros e demais interessados quanto aos seguintes aspectos: melhor época de plantio das culturas, diferentes tipos de solo e ciclos de cultivares.

**2**

## **O que é o Zoneamento Agrícola de Risco Climático?**

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático é um programa governamental criado para orientar agricultores, seguradoras, entre outros, em relação às épocas mais aptas para a semeadura da cultura, considerando o desenvolvimento das plantas em períodos em que a cultura tem maior probabilidade de se desenvolver em condições edafoclimáticas favoráveis, minimizando riscos climáticos de perda de safras. A indicação do período mais adequado para o plantio de cada cultura baseia-se no conhecimento das exigências mínimas de cada uma e na estimativa da probabilidade de não ocorrerem adversidades climáticas recorrentes que possam atingir as lavouras durante as fases de desenvolvimento mais sensíveis das plantas. Os estudos sobre as exigências mínimas das culturas são revisados periodicamente, considerando diferentes cultivares e ciclos adaptados às diversas regiões do País, bem como variações edáficas. As indicações de épocas de semeadura com menor risco climático de perda de safra são disponibilizadas por município, tipo de solo e ciclo da cultivar, podendo ser acessados no site do Ministério da

Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa)<sup>1</sup>. No caso do sorgo, o programa de Zoneamento Agrícola de Risco Climático abrange apenas o sorgo granífero (BRASIL, 2014b).

**3**

### **Como é definido o ciclo de uma cultivar de sorgo granífero para efeito de zoneamento agrícola?**

Para efeitos de zoneamento agrícola, as cultivares de sorgo granífero são classificadas em três grupos com características relativamente homogêneas, considerando o número de dias entre a emergência e a maturação fisiológica demandada pela cultivar. No Grupo I, são incluídas cultivares mais precoces, que demandam menos do que 110 dias entre a emergência e a maturação fisiológica. No Grupo II, são incluídas cultivares de ciclo médio ou normal, com tempo entre a emergência e a maturação fisiológica de 100 a 120 dias. No Grupo III, são incluídas cultivares mais tardias, com tempo de emergência-maturação fisiológica maior do que 120 dias. Para efeito de indicação dos períodos de plantio, no site do Mapa são relacionadas as cultivares indicadas pelos obtentores/mantenedores para plantio em cada estado e o grupo em que cada uma foi classificada.

**4**

### **O zoneamento agrícola garante o sucesso do cultivo?**

Não, o zoneamento visa à minimização de risco de perdas e não é garantia de sucesso do cultivo. A partir da combinação de características do solo, condições climáticas historicamente mais frequentes (nos últimos 20 anos) e parâmetros das culturas agrícolas, o zoneamento agrícola indica as épocas com menor risco de queda na produção. Um município é indicado como apto para o plantio de uma determinada cultura quando as condições climáticas e edáficas permitem a seleção de épocas de plantio a fim de que, no mínimo, 80% da lavoura obtenha êxito. Dessa forma, para cada 10

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola>>.

anos de plantio, haverá uma probabilidade de ocorrência de 8 anos ou mais favoráveis ao cultivo. O zoneamento agrícola também não considera riscos de ocorrência de pragas e doenças ou aspectos relacionados com o manejo de cada área plantada.

5

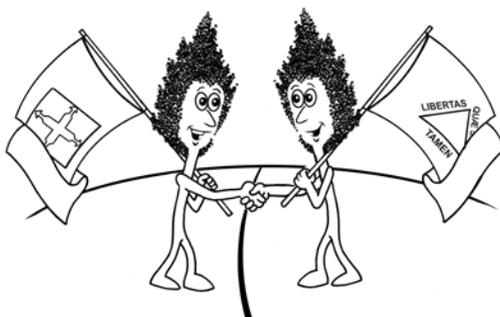
### **Podem ocorrer plantios em áreas e/ou épocas não indicadas pelo zoneamento agrícola e com ótima produtividade?**

Sim. O zoneamento é um estudo de risco climático, não de produtividade. Seu objetivo é indicar locais e períodos com menores riscos climáticos de queda de produção, com base nas características do solo e na probabilidade de ocorrência de fatores adversos para o desenvolvimento da cultura, considerando séries históricas de dados climáticos. Só é indicado o plantio em locais e épocas em que, a cada 10 anos, ocorram, no mínimo, 8 anos de sucesso. Podem ocorrer plantios da cultura em outras áreas e épocas; no entanto, os riscos de queda de produção são maiores do que nos locais e épocas indicadas pelo zoneamento. Safras plantadas em locais e/ou épocas não indicadas pelo zoneamento agrícola não são garantidas. Vários agentes financeiros também condicionam a concessão do crédito rural ao uso do zoneamento.

6

### **Por que os limites políticos entre estados podem influenciar nos resultados do zoneamento agrícola?**

O zoneamento agrícola é realizado por unidade da federação, em que são utilizados dados climatológicos do estado que está sendo considerado, por limitações relacionadas com o processamento conjunto de todas as estações clima-



tológicas do País. Assim, o resultado da espacialização dos dados climáticos (baseada em interpolações) depende do número de estações em cada estado e de sua distribuição geográfica. O ideal seria que municípios vizinhos de estados contíguos apresentassem padrões climáticos semelhantes, se não houver entre esses municípios diferenças marcantes relacionadas com características do solo. No entanto, enquanto o zoneamento for realizado por unidade da federação e considerando dados climáticos obtidos no próprio estado, poderão ser observados resultados influenciados pelos limites políticos entre estados.

7

**Por que as cultivares recomendadas no zoneamento agrícola são praticamente as mesmas em todo o País, sabendo que há diferenças entre as regiões?**

As cultivares são indicadas pelo Mapa, segundo informações constantes no registro de cultivares, considerando-se dados fornecidos pelos obtentores/mantenedores de cada uma. O zoneamento agrícola não avalia cultivares, mas as classifica com base nas informações oficiais registradas no Mapa.

8

**Como são considerados os diferentes tipos de solos para fins de zoneamento agrícola?**

O Brasil apresenta grande diversidade de tipos de solos. Para fins de zoneamento, os solos são agrupados em três classes: arenoso, textura média e solos argilosos. Solos arenosos apresentam teor de argila inferior a 15%, baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, intensa lixiviação além de perder mais água por evaporação. Solos de textura média apresentam teores de argila em torno de 30% a 35% e possuem boa estrutura, como os latossolos, que possibilita drenagem adequada. Além disso, apresentam boa capacidade de retenção de água e de nutrientes disponíveis para as plantas. Solos argilosos apresentam argila expansiva e podem

apresentar forte agregação, o que prejudica as condições de permeabilidade e a livre penetração do sistema radicular.

9

**Por que o zoneamento agrícola frequentemente exige do produtor análises físicas do solo para obtenção do financiamento da cultura?**

Os mapas de solos existentes apresentam informações pouco detalhadas sobre as características de solo de cada local e apresentam escala incompatível com a que é demandada pelo zoneamento. Como o produtor dificilmente conhece as características de solo das áreas que planta, em escala compatível com a demandada para consideração do zoneamento agrícola, a partir das análises físicas procura-se classificar o solo das áreas de interesse com base na textura e capacidade de retenção de água do solo. Essas análises geralmente não demandam repetição todos os anos, são relativamente rápidas de fazer e de baixo custo.



10

**A indicação de época adequada de plantio num município significa que a cultura poderá ser plantada em qualquer área rural do município?**

Não. Mesmo em municípios considerados aptos, a indicação de épocas de plantio não compreende a semeadura em áreas rurais situadas em locais de preservação obrigatória, de acordo com a Lei nº 12.727, de 2012 (novo Código Florestal) (BRASIL, 2012), em áreas que apresentam outras restrições de acordo com a legislação vigente, nem o plantio sobre solos com profundidade menor do que 50 cm ou muito pedregosos (mais de 15% da superfície do terreno).

**11**

### **Como são apresentados no zoneamento agrícola os períodos aptos para o plantio de sorgo granífero?**

Os períodos são indicados por decêndio (conjuntos de 10 dias), havendo três decêndios por mês. O primeiro decêndio do mês abrange os dias 1 a 10 daquele mês; o segundo decêndio, o período entre os dias 11 e 20; e o terceiro decêndio, o período entre os dias 21 e 31. Durante o ano, são 36 decêndios ao todo. No zoneamento agrícola, a época de início e fim de cada período indicado é representada pela ordem anual do decêndio. Exemplo: o período apto que se inicia no decêndio 1 representa o dia 1º de janeiro; e no decêndio 9, representa o dia 21 de março. Já o período que termina no decêndio 1 representa o dia 10 de janeiro, estendendo-se até o decêndio 9, que vai até o dia 31 de março.

**12**

### **O zoneamento agrícola coincide necessariamente com áreas em que a cultura já vem sendo plantada no País?**

Não. O zoneamento agrícola baseia-se na estimativa de risco climático de queda de produção. Não necessariamente está relacionado com o fato de haver plantios num município ou não. Estima-se, no entanto, que, plantando em locais e épocas indicadas, um produtor com menores perdas de safras seja mais estimulado a continuar plantando nessas áreas. Por sua vez, produtores que têm sofrido maiores perdas serão mais incentivados a abandonar o plantio da cultura ou plantar outras culturas, o que também dependerá do retorno econômico esperado com o plantio de cada uma.

**13**

### **Todos os estados têm zoneamento agrícola?**

Não. Atualmente há 17 estados/unidades da Federação com zoneamento agrícola para sorgo granífero: Alagoas, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Sergipe, São Paulo e Tocantins.

**14****Quais são as épocas mais indicadas para a semeadura de sorgo granífero por região do País?**

Considerando-se os estados com zoneamento agrícola, nas regiões Centro-Oeste e Norte as épocas aptas para o plantio da cultura concentram-se entre janeiro e março. Quanto à região Nordeste, predominam as seguintes indicações de plantio: entre janeiro e março – Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Paraíba; entre abril e maio – Alagoas, Sergipe e Bahia; em novembro e dezembro – Maranhão e Piauí. Na região Sudeste, as épocas indicadas para a semeadura de sorgo granífero concentram-se entre janeiro e março. No Rio Grande do Sul (região Sul), as épocas mais indicadas para a semeadura de sorgo granífero concentram-se entre setembro e dezembro.

**15****O zoneamento agrícola possui outras finalidades?**

Sim. Além de minimizar os riscos de perdas por causa de adversidades climáticas, o zoneamento agrícola permite que o agricultor tenha acesso ao Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro), ao Proagro Mais (seguro público que atende os produtores vinculados ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – Pronaf) e à subvenção federal ao seguro rural. Pelo fato de definir probabilidades de sucesso da cultura em 80% dos casos, o zoneamento agrícola tem sido também usado como base de financiamento de safras por instituições financeiras públicas e privadas.

**16****O clima no Brasil está sendo afetado pelas mudanças climáticas?**

As emissões de gases de efeito estufa e os impactos antrópicos sobre a cobertura florestal têm causado alterações nas condições climáticas brasileiras. As alterações mais notadas estão relacionadas

ao aumento da temperatura, especialmente da temperatura mínima, e ao aumento na incidência de chuvas de altas intensidades. Os eventos climáticos extremos, envolvendo variações na temperatura e precipitação, também estão mais acentuados. Os resultados referentes aos aumentos da temperatura nos últimos 50 anos são compatíveis com aqueles obtidos pelos modelos globais de simulação climática.

17

### **O que o produtor pode fazer para mitigar os efeitos das mudanças climáticas?**

A menor dependência do Brasil de combustíveis fósseis, em comparação com os países do Hemisfério Norte, faz que nossos índices de emissão de gases de efeito estufa sejam menores. No Brasil, a maior parte dos gases emitidos para a atmosfera provém das queimadas em áreas rurais. Outro fator relacionado ao aquecimento global está relacionado à redução da cobertura florestal. Portanto, o agricultor já está oferecendo grande contribuição para a redução desses efeitos, tais como a redução das queimadas, a recuperação de nascentes, o uso de cobertura dos solos (plantio direto na palha), a ILPF, a captação de água das chuvas (ex.: barraginhas), entre outras técnicas.

18

### **Qual é o papel da cultura do sorgo no processo e na avaliação das mudanças climáticas?**

A alta relação carbono/nitrogênio (C/N) da palhada do sorgo permite que essa espécie contribua para os seguintes aspectos: maior tempo de cobertura dos solos, redução da temperatura nas camadas superficiais, preservação da matéria orgânica, redução da volatilização de N (perdas gasosas de  $N-NH_3$ ), melhoria das atividades microbiológicas, aumento da infiltração de água no solo e controle da erosão. O sistema radicular profundo permite a incorporação de matéria orgânica nos solos proporcionando o

sequestro de carbono atmosférico. O uso dessa cultura em sistemas ILPF permite a recuperação de áreas degradadas e proporciona sensíveis melhorias nas condições climáticas locais.

19

### **Quais são os fatores climáticos mais limitantes para a cultura do sorgo?**

O sorgo é uma planta do tipo C4, com alta capacidade fotossintética e bastante sensível ao fotoperíodo, especialmente as cultivares de maior porte, embora alguns materiais insensíveis já estejam disponíveis. Por se tratar de uma planta de origem tropical, a espécie é sensível às baixas temperaturas, e as áreas recomendáveis para plantio devem apresentar temperaturas médias superiores a 21 °C. Outra variável climatológica que pode causar sensíveis reduções na produtividade é o vento. As variedades desenvolvidas para a produção de biomassa normalmente têm porte mais alto, por isso tendem a ser suscetíveis à ação dos ventos.



20

### **Se houver condições de riscos climáticos, quais estratégias devem ser tomadas?**

Muitas vezes, a cultura do sorgo é plantada em condições de riscos climáticos, tais como: baixa pluviosidade, veranico, ação dos ventos e plantio tardio em razão do atraso na colheita da cultura de primeira safra. As principais estratégias a serem adotadas incluem a seleção de material genético adequado, cobertura dos solos para minimizar as perdas por evapotranspiração e redução da temperatura, correção dos solos para facilitar o aprofundamento do sistema radicular e redução do espaçamento para reduzir o consumo de água e permitir a formação de plantas com maior vigor.

**21**

## **Qual é a importância do clima na definição da época de plantio do sorgo?**

A resistência à seca e a suscetibilidade às baixas temperaturas definiram três sistemas de produção para as condições climáticas brasileiras. Na região Sul, o plantio se dá na primavera e a colheita no outono, a fim de evitar as baixas temperaturas do inverno. Na região Nordeste, por causa das altas temperaturas e da baixa pluviosidade, o plantio se dá no período das chuvas (inverno nordestino), entre os meses de março e abril. Para a região norte de Minas Gerais, em razão das condições climáticas, a época de plantio se dá no início da estação chuvosa (outubro e novembro). As regiões Sudeste e Centro-Oeste concentram as maiores áreas de plantação de sorgo, e os plantios se dão por ocasião da segunda safra (safrinha), entre os meses de fevereiro e março. Nas regiões detentoras de maior duração da estação chuvosa, como Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, a opção para uso do sorgo como planta de segunda safra é decidida principalmente de acordo com os riscos para o plantio de milho em razão do atraso na colheita da primeira safra ou baixa rentabilidade econômica do milho no mercado. No Triângulo Mineiro, onde a duração do período chuvoso coloca em risco o sucesso das culturas tradicionais de segunda safra, o sorgo apresenta bom desempenho por causa de sua alta resistência à seca.

**22**

## **Onde o produtor rural pode ter acesso às séries climatológicas históricas de sua região?**

A grande dimensão territorial brasileira é um fator limitante para a disponibilidade de informações climatológicas. No entanto, o País dispõe de uma eficiente e organizada base de dados climatológicos que poderão trazer informações importantes para as condições climatológicas locais. O Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet)<sup>2</sup> conta com uma rede de 291 estações meteorológicas convencionais

<sup>2</sup> Disponível em: <[www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)>.

e aproximadamente 470 estações automáticas que cobrem todo o território brasileiro. As estações convencionais apresentam séries históricas desde 1960 e estão disponibilizadas no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) possui uma rede de estações automáticas para monitoramento meteorológico, hidrológico, agrometeorológico e da radiação solar<sup>3</sup>. Séries históricas de chuva e condição dos rios (vazão, cota e qualidade da água) podem ser acessados no Sistema HidroWeb da Agência Nacional de Águas (ANA)<sup>4</sup>. O sistema Agritempo<sup>5</sup>, desenvolvido pela Embrapa, opera uma base de dados formada por 912 estações agrometeorológicas e informações de satélites que geram importantes variáveis que permitem auxiliar o produtor na tomada de decisões.

---

<sup>3</sup> Disponível em: <<http://sinda.crn2.inpe.br/PCD/>>.

<sup>4</sup> Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>.

<sup>5</sup> Disponível em: <[www.agritempo.gov.br](http://www.agritempo.gov.br)>.

# 2 Fisiologia da Produção



*Paulo César Magalhães  
Thiago Correa de Souza  
Alyne Oliveira Lavinsky*

23

**Qual é a importância de se identificar e acompanhar o desenvolvimento de uma lavoura por meio dos estádios de crescimento da planta?**

O desenvolvimento da lavoura depende das condições climáticas, que variam de ano para ano agrícola. Assim, torna-se inviável acompanhar o desenvolvimento da



lavoura utilizando o número de dias após a semeadura. Recomenda-se planejar quaisquer medidas de manejo via acompanhamento dos estádios de desenvolvimento da cultura (número de folhas formadas ou estágio de formação do grão). Os estádios de crescimento (EC) da planta de sorgo se dividem em três etapas: EC1 – que vai do plantio até a iniciação da panícula (sete a oito folhas formadas); EC2 – que compreende desde a iniciação da panícula até o florescimento; e EC3 – que vai do florescimento até a maturação fisiológica.

24

**Caso ocorra alguma intempérie que destrua parcial ou totalmente a parte aérea da planta, deve-se realizar o replantio do sorgo?**

Até o estágio de seis folhas totalmente desenvolvidas, não há necessidade de replantio, pois o ponto de crescimento das plantas ainda vai estar abaixo da superfície do solo e elas irão recuperar-se. Após o estágio de sete a oito folhas, o ponto de crescimento vai estar acima da superfície do solo, e qualquer problema que ocorra com a parte aérea afetará o ponto de crescimento matando a planta. Neste caso, faz-se necessário o replantio.

25

## **Quais são os estádios de desenvolvimento da planta mais suscetíveis à ocorrência de algum tipo de estresse?**

Cada etapa de crescimento tem a sua importância, porém algumas são mais críticas por afetar diretamente a produtividade final de grãos. São elas:

- Emergência e estabelecimento – a formação de estande no sorgo é primordial para que se tenha uma cultura de sucesso, portanto a umidade do solo deverá estar presente para a germinação ocorrer.
- Estádio de sete a oito folhas (quando ocorre a diferenciação do ponto de crescimento) – neste estágio, a água e os nutrientes são fundamentais, pois aqui se define o tamanho potencial da panícula.
- Florescimento – o estresse hídrico ou nutricional poderá comprometer a fecundação dos grãos e, conseqüentemente, a sua produção.
- Enchimento de grãos – neste estágio, ocorrerá o depósito de matéria seca, fato que contribui para o aumento do peso de grãos. A ocorrência de estresse nesta fase vai afetar a fotossíntese e, em última análise, o peso final de grãos.

26

## **Como funciona o perfilhamento no sorgo?**

O perfilhamento é influenciado pelo grau de dominância apical, que é regulado por fatores hormonais, ambientais e genéticos. O perfilhamento pode ser basal ou axilar. O basal origina-se de gemas basais (primeiro nó), logo após o início do desenvolvimento das raízes secundárias ou depois do florescimento. O axilar origina-se nas axilas das folhas. Todas as gemas dos nós são morfológicamente idênticas e possuem potencial para formar perfilho. No entanto, os perfilhos são mantidos em dormência por meio do fenômeno da dominância apical.

27

### **Quais são as vantagens e desvantagens do perfilhamento em sorgo?**

As vantagens e desvantagens dependem do tipo de sorgo. Em sorgo forrageiro, o perfilhamento é característica vantajosa. Por sua vez, em sorgo granífero, o perfilhamento pode ter efeito negativo no rendimento pelo fato de sombrear as folhas da planta-mãe e de competir pelo uso de água e nutrientes do solo, sobretudo quando não há coincidência de maturação entre planta-mãe e perfilhos.

28

### **O sistema radicular do sorgo é tido como o principal responsável pela sua tolerância à seca. Isso é mito ou realidade?**

É realidade. Não resta a menor dúvida de que um dos fatores mais importantes que afetam o uso de água e a tolerância à seca é um sistema radicular eficiente. Comparando-se as raízes primárias de milho e de sorgo, ambas as culturas apresentam basicamente a mesma quantidade de massa radicular; porém as raízes secundárias do sorgo são, no mínimo, o dobro daquelas encontradas no milho. Além do mais, o sistema radicular do sorgo é mais extenso, fibroso e possui maior número de pelos absorventes.

29

### **O sorgo é sensível ao fotoperíodo? Em termos práticos o que isso significa para a planta?**

O sorgo é sensível ao fotoperiodismo, que 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. Em cultivares sensíveis, a gema vegetativa (terminal) permanece ativa até que os dias encurtem o bastante para haver a sua diferenciação em gema floral; esse é, portanto, o que se chama fotoperíodo crítico.

No sorgo, o fotoperíodo crítico poderia ser explicado da seguinte maneira: se o comprimento do dia aumenta, a planta não floresce, ao passo que, se o comprimento do dia decresce, a planta floresce. A grande maioria dos materiais comerciais de sorgo granífero foi melhorada geneticamente para insensibilidade ao fotoperíodo, e somente os genótipos de sorgo forrageiro são sensíveis ao fotoperíodo.

30

### **O que faz o sorgo ser mais eficiente que outras culturas com relação à tolerância à seca?**

Hoje se sabe que o sorgo possui, além de traços estruturais e morfofisiológicos evolutivos que permitem aumentar a eficiência de uso da água, cópias extras de inúmeros genes associados com a adaptação à seca. Análise de transcriptoma em folhas de sorgo em resposta à desidratação e ao estresse osmótico revelou um aumento de 100 vezes na expressão do gene que codifica para expansinas, com efeito na extensibilidade da parede celular dessas folhas.

As expansinas são uma classe de proteínas de parede celular que mediam um aumento na flexibilidade da parede celular dependente de pH, provavelmente por quebrar pontes de hidrogênio entre a celulose e a matriz de glicanos. Tal aumento permite uma desidratação mais lenta de suas folhas, mantendo, assim, a integridade celular. Considerando-se o crescente número de evidências sobre a existência de coordenação entre traços da planta localizados abaixo e acima do solo, não seria descartada a possibilidade de aumento similar na expressão de genes que codificam para expansinas em raízes de sorgo em resposta à seca. O aumento na extensibilidade da parede celular nas zonas apical e subapical de raízes de sorgo sob déficit hídrico, com concomitante decréscimo no módulo de elasticidade e no coeficiente de viscosidade, ajudaria a explicar o pronunciado aumento no alongamento radicular, principalmente de raízes finas, em alguns genótipos de sorgo cultivados nessa condição. Ressalta-se que apenas plantas com características conservativas de

ambientes áridos apresentam melhoras na eficiência de captura de água por produzirem raízes muito finas.

31

### **Como o sorgo se posiciona em relação a outras culturas no tocante à eficiência do uso da água?**

Quando comparado com outras culturas, o sorgo requer menos água para se desenvolver, ou seja, possui maior eficiência do uso da água, e o florescimento é o período mais crítico no que se refere à falta de água. Para ilustrar melhor essa afirmativa, a Tabela 1 apresenta uma comparação do sorgo com várias outras culturas.

**Tabela 1.** Quantidade de água requerida por diversas espécies para produzir um quilo de massa seca.

<b>Espécie</b>	<b>Quantidade de água requerida para produzir 1 kg de massa seca (kg)</b>
Sorgo	271
Milho	372
Trigo	505
Cevada	521
Algodão	562
Aveia	635
Alfafa	858

Fonte: Aldrich et al. (1982).

32

### **Quais são os mecanismos utilizados pela planta de sorgo para conviver com a seca?**

A resistência à seca é uma característica complexa, pois envolve simultaneamente aspectos de morfologia, fisiologia e bioquímica. A literatura cita três mecanismos relacionados à seca: resistência, tolerância e escape. O sorgo parece apresentar duas características: escape e tolerância. O escape ocorre por meio

de um sistema radicular profundo e ramificado, o qual é eficiente na extração de água do solo. Já a tolerância está relacionada ao nível bioquímico. Sob estresse hídrico, a planta de sorgo diminui o metabolismo, murcha (hiberna) e tem o poder extraordinário de recuperação quando o estresse é interrompido.

33

### Quais são os prejuízos advindos da falta de água nas três etapas de crescimento do sorgo?

Quando acontece no estágio EC1, o déficit hídrico provoca menos danos à planta do que em EC2, estágio no qual a escassez de água vai resultar na redução das taxas de crescimento da panícula e das folhas e no número de sementes por panícula. Esses efeitos se devem provavelmente aos seguintes fatores: redução na área foliar, resistência estomática aumentada, fotossíntese diminuída e desorganização do estado hormonal da panícula em diferenciação. Quando a falta de água acontece no EC3, o resultado é a senescência rápida das folhas inferiores, com conseqüente redução no rendimento de grãos.



34

### Quais são os efeitos da luz solar no desenvolvimento da planta de sorgo?

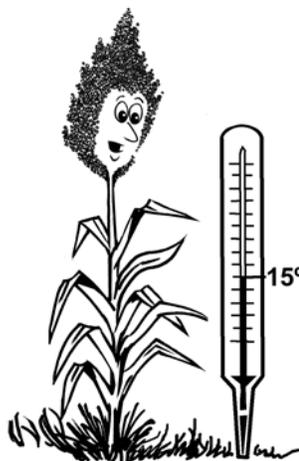
Por ser uma planta C4, o sorgo é exigente no que se refere à luz solar. Em condições não estressantes ou normais, a fotossíntese na planta de sorgo é afetada pela quantidade de luz fotossinteticamente ativa (entre 400 nm e 700 nm), pois uma proporção dessa luz é interceptada pela estrutura do dossel e pela distribuição ao longo do dossel. A taxa de fotossíntese das folhas de sorgo gira em torno de 30  $\mu\text{mol}$  de  $\text{CO}_2$  por  $\text{m}^2/\text{s}$ , dependendo do material genético,

da intensidade de luz fisiologicamente ativa e da idade das folhas. Folhas de sorgo contêm um grande número de estômatos. Estima-se que elas possuem 50% a mais de estômatos por unidade de área do que a planta de milho; porém os estômatos do sorgo são menores. O efeito do sombreamento no sorgo, com a conseqüente redução da fotossíntese, tem um efeito menor quando acontece em EC1 do que quando em EC2 e EC3. Isso pode ser explicado pela maior atividade metabólica da planta nesses dois estádios. Além da maior atividade, a demanda por fotoassimilados (açúcares oriundos da fotossíntese) também é maior; portanto, requer da planta uma taxa fotossintética alta para satisfazer os órgãos reprodutivos em crescimento.

35

### Como a variação de temperatura afeta o crescimento e o desenvolvimento do sorgo?

A temperatura ótima para crescimento e desenvolvimento do sorgo varia entre 29 °C e 33 °C. Em temperaturas acima de 38 °C e abaixo de 16 °C, a produtividade desse cereal é severamente diminuída. Baixas temperaturas causam redução na área foliar, no perfilhamento, na altura, além de acúmulo de matéria seca e atraso na floração. Também afeta o desenvolvimento da panícula, principalmente por seu efeito sobre a esterilidade das espiguetas. Por sua vez, temperaturas mais altas geralmente tendem a antecipar a antese e podem causar aborto floral. A extensão do dano ocasionado por temperaturas elevadas, entretanto, é menor do que os danos causados por temperaturas mais baixas. O desenvolvimento floral e a fertilização dos grãos, por exemplo, podem ocorrer até com temperaturas de 40 °C a 43 °C, desde que haja umidade disponível no solo.



36

### **A adubação química interfere na fisiologia da planta de sorgo?**

Sim. O uso da adubação química na cultura do sorgo pode gerar grandes incrementos de produtividade. O sorgo é uma cultura exigente em nutrientes minerais que possam influenciar o metabolismo do carbono, direta ou indiretamente, pela síntese de novos tecidos e crescimento. Os efeitos diretos sobre a fotossíntese e a respiração resultam da incorporação dos minerais em metabólitos, coenzimas e pigmentos ou de sua participação direta como ativadores no processo da fotossíntese.

37

### **Qual é o significado do índice de colheita e sua utilidade?**

Índice de colheita (IC) é a relação entre o peso seco dos grãos e a massa seca de toda a planta. Ele mede a eficiência do material genético em translocar fotoassimilados para os grãos, ou seja, o índice de partição. Quanto maior o índice, melhor e mais produtiva será a cultivar. Os valores do índice de colheita vão depender do genótipo, porém, em geral, variam de 0,10 a 0,60. Convém salientar que adversidades ambientais na maioria das vezes redundam em menor IC. Estudos têm mostrado que o IC de uma cultura é marcadamente influenciado pela densidade de plantio, disponibilidade de água e nutrientes e temperatura.

38

### **Qual é o componente do rendimento que se correlaciona diretamente com a produção final de grãos?**

O rendimento final de grãos em sorgo geralmente está correlacionado com o número de grãos na panícula. Existe uma compensação entre os componentes de rendimento na planta de sorgo, o que resulta na manutenção do rendimento dentro de certos limites. Por exemplo: se existem condições quase ótimas durante EC1 e EC2, mas por alguma razão a população final de plantas é

baixa, a planta compensa com um aumento de perfilhamento e do tamanho de panículas, o que conduz a um aumento no número de grãos por superfície plantada. Por sua vez, quando ocorre estresse durante EC1 e EC2, a população, o perfilhamento e a diferenciação da panícula são comprometidos, e isso resulta em menor número de sementes. As sementes, no entanto, vão compensar essas perdas com o aumento de seu peso durante a etapa seguinte de crescimento (EC3). O limite de incremento na semente varia de 15% a 20%.

39

### **Como é feita a classificação do sorgo em relação à presença de tanino derivado do metabolismo secundário das plantas no grão?**

Taninos são compostos químicos derivados do metabolismo secundário de plantas conhecidos como polifenóis. No passado, era comum encontrar a classificação de sorgo nos grupos I, II e III, representando, respectivamente, teores baixos, médios e altos de tanino. Hoje, sabe-se que o tanino está presente ou ausente no grão. Na verdade, a presença do tanino no grão de sorgo depende da constituição genética do material. Os genótipos que possuem os genes dominantes B1 e B2 são considerados sorgo com presença de tanino.

40

### **Como é feita a determinação da presença de tanino no grão de sorgo?**

A determinação da presença dos taninos no grão de sorgo apresenta vários problemas, uma vez que os métodos colorimétricos geralmente não diferenciam taninos de outros compostos fenólicos. Outra dificuldade é a obtenção de substâncias adequadas para serem utilizadas como padrão para esses métodos. Após várias pesquisas realizadas no laboratório de fisiologia vegetal da Embrapa Milho e Sorgo, chegou-se à conclusão que o método azul da Prússia é o mais rápido e sensível para determinar o percentual de fenóis totais no grão. Convencionou-se que, em percentuais de fenóis totais  $\leq 0,70\%$ , não há presença de tanino. Esse método apresenta como vantagem a sua correlação negativa com o desempenho de aves.

41

**Além da análise laboratorial, existe alguma outra metodologia prática capaz de detectar o tanino no grão?**

A presença da testa no grão é fator determinante da presença de tanino no grão. A testa é um tecido altamente pigmentado, localizado abaixo do pericarpo. Com uma simples análise física do grão, por meio de uma pequena raspagem, é possível detectar sua presença ou não. Para que se tenha certeza da presença do tanino, o ideal é realizar tanto a análise física quanto a química.

42

**Quais são as vantagens e desvantagens dos taninos presentes no sorgo?**

As principais vantagens dos taninos presentes no sorgo estão relacionadas à resistência contra o ataque de pássaros, insetos e fungos causadores da podridão no grão antes da colheita, bem como à redução na germinação de grãos na panícula. Entre as vantagens do tanino, a resistência a pássaros é talvez a mais importante, pois, em algumas regiões produtoras, o dano causado por pássaros é tão severo que a perda da cultura pode ser total.

Por sua vez, além de conferir cor indesejável à ração, o tanino possui efeito antinutricional, causado pelo complexo tanino-proteína, o qual provoca uma diminuição na palatabilidade e na digestibilidade em animais não ruminantes e nos seres humanos, com efeito no seu ganho de peso.

43

**Quais são as características a serem avaliadas em plantas de sorgo, visando à seleção de genótipos tolerantes ao estresse gerado pelo déficit hídrico do solo?**

As características secundárias são aquelas a serem avaliadas, pois podem aumentar a eficiência de seleção sob condições de déficit hídrico do solo (seca). Salienta-se que tais características devem possuir: 1) claro valor adaptativo sob estresse; 2) relativamente alta

herdabilidade; 3) significativa correlação genética com rendimento de grãos; 4) fácil mensuração.

#### 44 O sorgo pode ser considerado tolerante a solos ácidos?

Sim, o sorgo tem tolerância a solos ácidos e acredita-se que, pelo desenvolvimento do seu sistema radicular, também apresenta tolerância à acidez do solo. No entanto, de uma forma geral, os vegetais diferem grandemente em relação ao seu comportamento em presença de alumínio tóxico, e essa variabilidade é encontrada tanto em plantas de espécies diferentes como entre cultivares da mesma espécie. Portanto, a utilização da prática de calagem e de adubações mais racionais, juntamente com o emprego de genótipos de sorgo bem adaptados às condições de solo ácido, são estratégias de maior potencial para uma utilização viável dos solos dos cerrados, elevando-se, assim, a eficiência de produção.

#### 45 Quais são as causas de tombamento do sorgo em final de ciclo?

Afastando os problemas relacionados a pragas e doenças, o tombamento e/ou quebra do colmo do sorgo pode ser atribuído a fatores fisiológicos. Na cultura do sorgo, a maior demanda por fotoassimilados ocorre ao final do estágio de enchimento de grãos por fotoassimilados. Como as folhas por se não conseguem satisfazer essa necessidade, uma mobilização adicional de fotoassimilados oriundos do colmo para a panícula torna-se crucial. Enfraquecido, o colmo tende a tombar e/ou quebrar. Ressalta-se que, quanto mais produtivo for o genótipo, maior a probabilidade de tombamento



e/ou quebraimento de seu colmo. Tal condição pode ser agravada quando a planta é exposta ao estresse gerado por situações adversas do ambiente, bem como pelo uso de altas densidades de semeadura.

46

**O que significa *stay green* – nome muito usado como característica importante do sorgo sob deficit de água?**

*Stay green* é uma denominação em inglês que significa “permanecer verde”. É uma característica genética da planta de permanecer verde mesmo quando a panícula já se encontra em adiantado estágio de maturação e é muito influenciada pelo meio ambiente. O fato de as plantas permanecerem verdes por mais tempo pode trazer duas vantagens básicas. A primeira é ligada à translocação de carboidratos por um período maior, uma vez que as plantas têm possibilidade de realizar fotossíntese e aumentar o rendimento de grãos. A segunda vantagem é manter a planta de pé, ou seja, evitar o quebraimento e/ou acamamento, pois estruturas de caules verdes fazem que as plantas se tornem mais resistentes.

47

**Qual é a importância de se reduzir a altura do sorgo sacarino por meio da aplicação de redutores de crescimento?**

Esta redução em altura é importante, pois o efeito do redutor de crescimento pode viabilizar a colheita mecânica ou semimecanizada de variedades de porte alto de sorgo sacarino, como é o caso da BRS 506. Ressalta-se que um dos gargalos atuais para a expansão da cultura na dimensão e escala que o setor sucroalcooleiro demanda é a produção e a disponibilidade de sementes de qualidade de sorgo sacarino.

48

**A técnica de uso de reguladores de crescimento é viável? Quais são os seus efeitos na germinação de sementes, no vigor e no rendimento da cultura?**

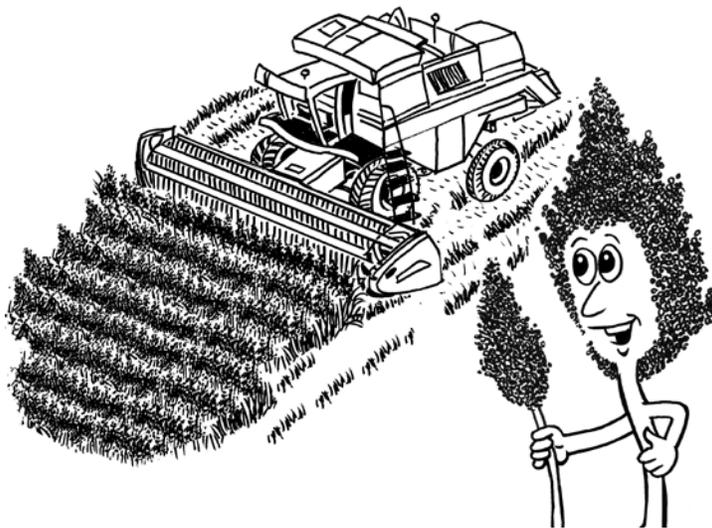
Sim, o uso de reguladores de crescimento é perfeitamente viável. Esses reguladores têm forte ação na alongação dos entrenós, o que reduz a estatura da planta e evita, dessa forma, o acamamento e as perdas na produtividade. Os reguladores que reduzem a estatura de plantas apresentam normalmente ação antagonista à das giberelinas e agem modificando seu metabolismo. Pesquisas realizadas em campo na Embrapa Milho e Sorgo demonstraram que o regulador Moddus (trinexapac-etil) reduziu a altura de plantas de sorgo, não influenciou na qualidade fisiológica das sementes e tampouco na produtividade.

49

**Qual é a dose recomendada do regulador de crescimento e o estágio da planta para aplicação do produto?**

A dose recomendada do regulador de crescimento está entre 0,4 L/ha e 0,8 L/ha, e os estágios de crescimento para aplicação do produto entre V6 e V10 (seis e dez folhas totalmente desenvolvidas, respectivamente). Nas pesquisas realizadas, tanto as doses como os diferentes estágios de crescimento não resultaram em diferenças no rendimento final e na qualidade das sementes. Deve-se, no entanto, evitar a aplicação em estágios muito jovens (V3 a V5), assim como em estágios tardios. As aplicações em estágios de crescimento anteriores ao recomendado provocam efeito pequeno na estatura da planta, pois o efeito redutor vai ocorrer principalmente nos primeiros entrenós, que, por natureza, já são curtos. Além disso, aplicações tardias reduzem sensivelmente o tamanho das plantas, pois o efeito maior ocorre sobre os entrenós superiores, que são longos. Essa redução excessiva pode provocar prejuízos no rendimento de grãos.

# 3 Mecanização



*Evandro Chartuni Mantovani  
André May*

50

## **Quais são os equipamentos de plantio e colheita para a cultura do sorgo?**

Como a cultura do sorgo tem múltiplos usos e cada espécie possui diferentes características – produção de grãos (sorgo granífero), etanol (sorgo sacarino), energia (sorgo biomassa), material vegetal para silagem (sorgo forrageiro), pastejo direto (sorgo pastejo) –, há diferentes equipamentos de plantio e colheita para cada necessidade e tipo de sorgo.

51

## **Como é realizado o semeio mecanizado de sorgo?**

O semeio do sorgo pode ser feito por meio de dois sistemas de semeadura: o convencional e o direto. No sistema convencional, o solo é arado, gradeado e nivelado. No sistema de semeadura direta, por sua vez, um disco adicional de corte de palha instalado na frente da semeadora inicia também o revolvimento de uma estreita fenda no solo, para, em seguida, os outros componentes realizarem a deposição de fertilizante e semente. Nos dois sistemas, recomenda-se que a semente de sorgo seja colocada entre 3 cm e 4 cm de profundidade e que o fertilizante seja depositado em uma profundidade de 8 cm a 10 cm. A semente de sorgo é pequena e possui pouca reserva, além de apresentar dificuldades no processo de germinação, por isso é importante que ela seja depositada em uma profundidade adequada e uniforme para que tenha uma boa aderência ao solo.

52

## **Qual é o espaçamento entre as linhas das semeadoras?**

Embora a determinação do sistema de semeio do sorgo, principalmente no caso do sorgo granífero, seja feita pela cultura antecessora, que, na maioria das regiões produtoras do grão, é a soja, cultivada, por sua vez, no verão, as semeadoras utilizadas normalmente são reguladas para espaçamentos de 0,45 m ou

0,5 m. Essa regulagem geralmente não é alterada de um ano para o outro, já que a cultura principal, a soja, é cultivada especificamente sob esses espaçamentos. Assim, o sorgo granífero, por seu caráter de cultura secundária, obedece aos preceitos estabelecidos pelo sistema de semeio da soja.

53

### **Que cuidados devem ser tomados na regulagem da quantidade de semente por metro linear?**

A quantidade de sementes por metro linear que deve ser aplicada ao sulco de semeio é calculada com base nas populações de plantas estabelecidas e nas recomendações dos técnicos das empresas de sementes. Para o estabelecimento de um estande final de, por exemplo, de 120 mil plantas por hectare (sorgo sacarino), é importante levar em consideração o poder germinativo da semente e as perdas que ocorrem ao longo do desenvolvimento da cultura, como falta de água, doenças, insetos, etc., a fim de calcular a quantidade certa de sementes.

54

### **Como saber se a semente está caindo durante a operação de semeio?**

A aferição da qualidade de semeio pode ser feita de duas maneiras. Podem ser feitas observações visuais da semente no solo, durante o trabalho com a semeadora-adubadora, ou na caixa de semente para saber se a quantidade utilizada está de acordo com a área semeada. Demanda um trabalho muito difícil por causa do tamanho da semente e da necessidade de observação rápida, para evitar redução de estande de plantas.

A outra maneira é muito mais prática e rápida, porque a aferição da qualidade de semeio é realizada por sistemas de monitoramento eletrônico, com sensores instalados nas mangueiras de adubo e sementes, conectados a um monitor colocado na frente do operador do trator. Durante a operação, esses sensores emitem sinais sonoros

e indicam a linha com problema em algum carrinho da semeadora. Contudo, esse sistema somente é eficiente se a equipe de semeio for sensível à máxima qualidade na operação de semeadura para altas produtividades da lavoura.

55

### **Como semear sorgo sacarino e biomassa em áreas de alta densidade de palhada de cana?**

As semeaduras que normalmente ocorrem em área de reforma de canaviais, sobre alta densidade de palhada de cana, demandam um cuidado especial para a operação inicial, porque a maioria das semeadoras desenvolvidas para plantio direto em palhada de soja, trigo ou milho não consegue um plantio adequado, com baixa emergência de plantas, principalmente pelo excesso de palha e pela profundidade da semente. Uma semeadora comercial desenvolvida para outras culturas está em teste e apresenta características adequadas para resolver esse problema. O equipamento apresenta discos de corte maiores, com aproximadamente 24 polegadas, com espaço maior entre o corte e a haste escarificadora ou disco desencontrado, de preparo do solo, os quais são capazes de cortar volumes de palha de cana superiores a 15 t/ha.

56

### **Como é feito o planejamento de colheita do sorgo?**

O sistema de plantio está intrinsecamente interligado ao sistema de colheita. No momento do planejamento do ano agrícola da propriedade, o produtor deve ter conhecimento da capacidade operacional dos equipamentos disponíveis, do teor de umidade dos grãos para colheita, do tamanho da área a ser trabalhada e das distâncias médias entre o campo e o local de armazenagem, visando à máxima eficiência dos processos mecanizados. É muito importante que esse planejamento seja bem feito, para que o equipamento de colheita não fique sobrecarregado por causa

do cronograma preestabelecido, evitando aumento excessivo de velocidade e excesso de perdas.

57

### **Como devem ser escolhidos os equipamentos de plantio e colheita para o sorgo?**

A escolha de equipamentos e máquinas para atender a cultura do sorgo segue critérios similares aos de outras culturas. Os equipamentos já disponíveis na propriedade, como aqueles usados na soja, devem ser aproveitados e ajustados de maneira adequada para o plantio e colheita da cultura do sorgo.

Como estamos lidando com diferentes espécies de sorgo, para diferentes utilidades, tanto a semeadura quanto o sistema de colheita variam conforme a demanda do sistema de produção. Para exemplificar, a colheita de sorgo granífero utiliza colhedoras automotrizes de grãos disponíveis no mercado para a colheita da soja. Para áreas menores, existe a opção de colhedoras menores, que são acopladas a tratores de médio porte.

58

### **Quando deve ser colhido o sorgo granífero?**

A partir da maturação fisiológica do grão, o sorgo pode ser colhido. Entretanto, para não comprometer a qualidade do grão colhido, a colheita mecânica do sorgo granífero tem de ser planejada adequadamente. Os grãos colhidos com a alta umidade (20% a 25%) necessitam de uma ação do cilindro com rotações mais altas e de secagem artificial, o que pode danificar os grãos.

No entanto, não havendo motivos para colher cedo, pode-se aguardar que essa umidade reduza para 19% ou menos. Na ausência de secagem artificial, com secadores mecânicos ou em terreiros, deve-se aguardar a redução da umidade para menos de 16%, ressaltando-se que os grãos devem ser armazenados com um teor de umidade em torno de 13%.

## **59** Como é feita a regulagem do sistema de trilha?

O sistema de trilha é constituído de cilindro e côncavo e é considerado o coração da colhedora. Representa a etapa mais importante da colheita, porque determina a qualidade do grão colhido. Por isso, a regulagem desse conjunto deve ser feita com muito cuidado, tanto a distância entre cilindro e côncavo quanto a velocidade de trilha do sorgo, que é altamente dependente do teor de umidade do grão. Grãos mais úmidos (18% a 20%) aceitam e demandam velocidade de trilha alta (de 600 rpm a 800 rpm); e grãos mais secos (< 16%), velocidades mais baixas (< 600 rpm). O manual do fabricante apresenta uma tabela com essa recomendação, no entanto a regulagem precisa ser verificada constantemente.

## **60** Quais são os pontos de checagem para redução de perdas?

Na colheita mecânica, é necessário considerar a eficiência do operador na redução das perdas tanto no aspecto qualitativo (danos mecânicos) quanto no aspecto quantitativo (grãos).

Para obter grãos de qualidade e evitar perdas na produção, o operador deve atentar para cinco tipos de perdas e seus respectivos pontos de checagem:

- 1) Perdas de panículas com grãos na frente da colhedora: regulagem do molinete em relação à distância da barra de corte.
- 2) Perdas de grãos soltos na frente da máquina: velocidade de rotação do molinete.
- 3) Grãos soltos atrás da colhedora: regulagem do sistema de limpeza, abertura das peneiras e rotação excessiva do ventilador.
- 4) Grãos presos à panícula, atrás da colhedora: distância entre cilindro e côncavo e baixa rotação do cilindro.

- 5) Grãos quebrados ou esmagados no depósito de grãos: regulagem inadequada do cilindro e côncavo.

Para obter eficiência operacional alta, o operador que opera a colhedora automotriz tem de ser bem treinado, a fim de colher com um fator de campo de, pelo menos, 70%. Devem-se colhidos grãos com qualidade e com um percentual de perdas abaixo de 6%.

**61** Quais são os equipamentos utilizados para a colheita do sorgo forrageiro?

Para a colheita de sorgo forrageiro, devem ser utilizados equipamentos que são conhecidos no mercado como ensiladoras, as quais são acopladas ao trator, ao terceiro ponto. Dependendo do tipo dessas máquinas, são capazes de colher uma ou duas linhas de sorgo para áreas de tamanho médio.



Para áreas maiores de produção de silagem, novas máquinas têm chegado ao mercado, conhecidas como colhedoras de forragem autopropelidas, as quais possuem um elevado rendimento operacional e uma plataforma de corte com 3,5 m de comprimento.

**62** Qual é a capacidade operacional da colhedora autopropelida?

A capacidade operacional da colhedora de forragem autopropelida é dada em toneladas por hectare, e não em hectare por hora, como é indicada para os outros equipamentos, em razão da diferença de produtividade dos campos. Há duas empresas que disponibilizam no mercado colhedoras autopropelidas com plataformas de 3,2 m e 3,5 m e potência de 450 cv e 545 cv, respectivamente, com uma capacidade operacional de 140 t/h a 160 t/h, ou seja, 2 ha/h a 3 ha/h.

No caso dessas colhedoras autopropelidas disponíveis no mercado, a capacidade operacional é mais dependente da velocidade de deslocamento do que da largura de corte e da eficiência de campo, porque geralmente os fatores são fixos. Para tanto, ela precisa ser estabelecida e é necessário trabalhar dentro da recomendação técnica, a fim de evitar os “embuchamentos” frequentes de material a ser cortado na entrada do cilindro. Cada equipamento de colheita tem a sua capacidade de processar o material colhido por unidade de área, indicada no manual de uso da máquina. Em algumas circunstâncias, como, por exemplo, em locais de alta produtividade, de até 50 t/ha, a única alternativa para evitar o “embuchamento” é a redução da velocidade de deslocamento da colhedora.

63

### **Para a colheita do sorgo sacarino, que tipos de equipamentos podem ser utilizados?**

Para a operação de colheita do sorgo sacarino, podem-se utilizar os equipamentos e as máquinas disponíveis em usinas de cana-de-açúcar. As colhedoras de cana realizam a colheita



de sorgo sacarino, sem grandes dificuldades, uma vez que o colmo de sorgo é picado em toletes no interior da máquina similar à colheita da cana. O carregamento e o transporte para a indústria são realizados da mesma forma.

64

### **Quando deve ter início a colheita do sorgo sacarino?**

A colheita do sorgo sacarino deve ser realizada no período de maior acúmulo de açúcares nos colmos, ou seja, quando o grão fica no ponto de pastoso/farináceo. Esse período ocorre, em média,

entre 110 e 125 dias, ou seja, no estágio final da cultura. O período citado anteriormente depende da época de plantio e da cultivar utilizada.

Pelo fato de o período de colheita ser muito curto, cerca de 5 a 15 dias, o planejamento de colheita tem de ser muito bem feito, porque, se for efetuada fora da época, a colheita resulta em perda de qualidade do produto.

### **65 Durante a colheita do sorgo sacarino, quais equipamentos são utilizados?**

Por causa das características similares às da cana-de-açúcar, com colmos relativamente resistentes, a colheita de sorgo sacarino emprega a mesma estrutura de máquinas e veículos de colheita da cana-de-açúcar: colhedoras automotrizes, caminhões transbordos, caminhões de apoio/oficina e bombeiro. Além disso, o sorgo sacarino é processado nas mesmas instalações industriais que obtêm etanol da cana-de-açúcar.

### **66 Como avaliar a eficiência operacional dos equipamentos de plantio e colheita?**

A capacidade operacional dos equipamentos de plantio e colheita pode ser avaliada por meio da seguinte fórmula:

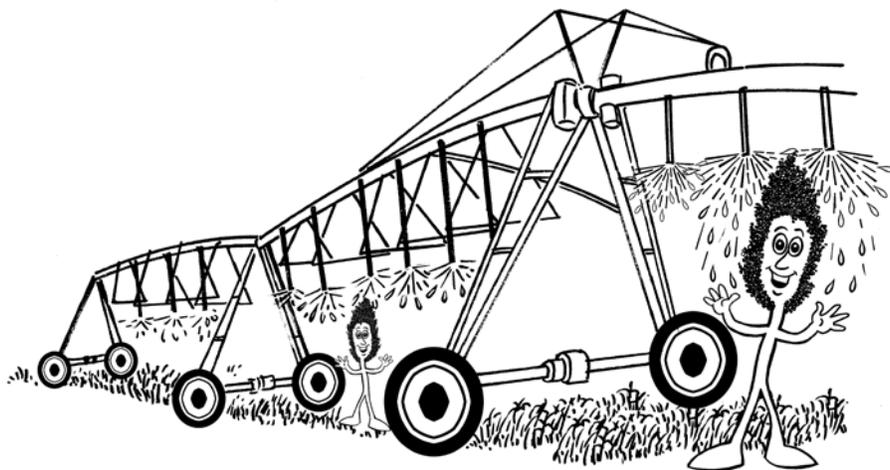
$$\text{Capacidade operacional (ha/h)} = \frac{\text{Velocidade (m/h)} \times \text{Largura (m)} \times \text{Fator de campo}}{10.000 \text{ m}^2}$$

Os valores da literatura para fator de campo relativo às operações de plantio são de 50% a 75%; e os de colheita variam de 50% a 70%. O valor é dado em % e indica a verdadeira eficiência da operação durante o trabalho executado, descontando o tempo de desperdício em manobras, “embuchamentos”, abastecimento do

trator ou equipamento, descarga de grãos, etc., com valores médios recomendados.

A capacidade operacional da colheita é expressa em t/h, porque a eficiência em ha/h não é um indicador adequado, já que as diferenças em produtividade de uma cultura podem mostrar um rendimento operacional baixo, mas com alto rendimento de massa colhida (kg/h).

# 4 Irrigação



*Paulo Emilio Pereira de Albuquerque  
Camilo de Lelis Teixeira de Andrade*

**67**

## **A cultura do sorgo responde ao uso da irrigação?**

Embora o sorgo seja considerado tolerante à seca, a cultura sofre os efeitos do estresse hídrico, portanto responde ao uso da irrigação. Dependendo das condições edafoclimáticas, o uso da irrigação pode dobrar ou triplicar a produtividade do sorgo granífero em relação à de sequeiro. Em condições irrigadas, já se obteve rendimento de grãos de até 11.740 kg/ha.

Entretanto, em outra oportunidade, também sob condições de irrigação, já foram obtidos até 20 t/ha de grãos, somando a primeira colheita, a soca (rebrotas) e a ressoca (segunda rebrotas). Um dos híbridos testados produziu, somente na primeira colheita, mais de 10 t/ha de grãos. No Mediterrâneo, a produtividade de biomassa seca de sorgo irrigado variou de 30 t/ha a 50 t/ha; em Israel, chega a 50 t/ha; no Texas, EUA, varia de 15 t/ha a 23 t/ha; e, no Nordeste do Brasil, é de 14 t/ha.

Em algumas regiões semiáridas do mundo, como o Mediterrâneo e o Texas, EUA, a cultura do sorgo é largamente irrigada, com tendência de crescimento em razão da escassez de água e do interesse pelo sorgo para produção de forragem, biomassa energética e etanol. No Brasil, o interesse pela irrigação do sorgo vem aumentando especialmente para produção de etanol, para pastejo e, de forma suplementar às chuvas, para a produção de grãos após as culturas de verão no Centro-Oeste.

**68**

## **Quais são as vantagens da irrigação do sorgo?**

O sorgo se adapta bem a uma ampla variação edafoclimática, como altas temperaturas, escassez de chuvas, baixa umidade do ar e solos pobres ou com salinidade moderada, consideradas marginais para outros cereais. Nessas condições, a cultura do sorgo

responde melhor ao uso da irrigação do que outras culturas de grãos, sobretudo quando se utiliza irrigação com deficit. A eficiência no uso da água do sorgo granífero é maior do que em outras culturas, como o milho, quando a irrigação é deficitária.

Com o uso da irrigação, é possível produzir sorgo sacarino e sorgo para biomassa no período de entressafra da cana-de-açúcar e, assim, contribuir para otimizar a utilização das usinas e auxiliar na estabilização do preço do etanol. Da mesma forma, em algumas regiões, com a utilização da irrigação e de variedades de sorgo para pastejo ou para silagem, é possível produzir forragem praticamente durante todo o ano.

69

### **O que é evapotranspiração e quando ela é maior na cultura do sorgo?**

Evapotranspiração é a água evaporada da superfície do solo adicionada da água transpirada pelas plantas de sorgo. A água evaporada deve ser minimizada o tanto quanto possível, porém a transpiração das plantas é necessária em seu potencial máximo para permitir maior taxa fotossintética e, conseqüentemente, maior produção de biomassa. A evaporação da água pela superfície do solo é elevada no início do ciclo, mas diminui à medida que a cultura cobre o solo. A maior taxa diária de evapotranspiração do sorgo ocorre no período que vai da emissão da folha-bandeira até o florescimento. Em algumas regiões quentes e secas do mundo, a evapotranspiração nesse período pode chegar a 9 mm/dia.

70

### **O que é coeficiente de cultura (Kc) e para que serve?**

Coeficiente de cultura é a relação entre a evapotranspiração da cultura do sorgo e a evapotranspiração de uma cultura hipotética, ambas sem fatores limitantes ao seu desenvolvimento. Utiliza-se o coeficiente de cultura para determinar a evapotranspiração da cultura do sorgo a partir da evapotranspiração da cultura hipotética,

e esta última pode ser estimada a partir de dados climatológicos ou de evaporação do tanque Classe A. Dados de Kc são utilizados para o zoneamento do risco climático, no planejamento e no dimensionamento de sistemas irrigados, bem como no manejo da irrigação da cultura do sorgo.

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) (ALLEN et al., 1998), os valores de Kc para o sorgo numa condição padrão de clima sub-úmido (umidade relativa mínima do ar em torno de 45% e velocidade do vento a 2 m de altura em torno de 2 m/s) é de 0,35 a 0,45 na fase I; de 1,10 na fase III e de 0,55 no final da fase IV. Na fase II, o valor varia linearmente entre os valores das fases I e III, o que gera um valor médio de 0,75. Distanciando-se dessa condição padrão de clima, os valores de Kc na fase III são corrigidos pela equação:  $Kc = 1,10 + [0,04*(u_2 - 2) - 0,004*(UR_{\min} - 45)]*(h/3)^{0,3}$ ; em que  $u_2$  é a velocidade do vento a 2 m de altura ( $m.s^{-1}$ ),  $UR_{\min}$  é a média da umidade relativa mínima (%) e h é a altura da planta na fase III (m). A divisão do ciclo fenológico do sorgo em quatro fases para obtenção dos valores de Kc compreende desde a semeadura até a maturação fisiológica: I – período inicial; II – desenvolvimento vegetativo; III – reprodutivo; e IV – enchimento de grãos. Na prática, essas fases correspondem aproximadamente aos seguintes percentuais do ciclo total (100%): I – 20%; II – 30%; III – 30%; e IV – 20%.

Na região do Apodi, RN, lisímetros de pesagem foram utilizados para determinar os coeficientes de cultivo para sorgo forrageiro: fase I – 0,40; fase II – 0,68; fase III – 1,14; fase IV – 1,10. Em Pelotas, RS, para o sorgo sacarino foram encontrados valores de Kc de 0,25 a 0,29 na fase I e um máximo de 1,04 a 1,11 nas fases III e IV.

71

### **Qual é o consumo de água da cultura do sorgo ao longo do seu ciclo?**

O consumo de água ou a evapotranspiração acumulada do sorgo ao longo do seu ciclo, ou consumo sazonal, varia de acordo com os seguintes fatores: condições edafoclimáticas, duração do

ciclo, manejo do solo e nível de estresse hídrico ao qual a cultura está submetida. Em regiões de clima mais quente e seco, o consumo de água é maior. Da mesma forma, o consumo de água de cultivares de ciclo mais longo é mais elevado. Entretanto, para uma mesma condição edafoclimática, o sorgo requer menos água no ciclo que o milho. Em alguns países, é possível obter boa safra de sorgo granífero com apenas 350 mm de água, contra 600 mm ou mais requeridos pelo milho. No Texas, EUA, com irrigação total, o sorgo granífero requer de 491 mm a 533 mm no ciclo, contra 441 mm a 641 mm do milho. Empregando-se irrigação com deficit, é possível produzir sorgo granífero com 206 mm de água no ciclo. Na mesma região, a produção de sorgo forrageiro com irrigação total requer de 489 mm a 671 mm de água, dependendo das condições climáticas. No Kansas, EUA, o consumo sazonal de água do sorgo granífero varia de 457 mm a 559 mm. Em Portugal, o consumo de água do sorgo sacarino foi de 450 mm, enquanto em Pelotas, RS, foi de 460 mm. Na região do Apodi, RN, o consumo de água do sorgo forrageiro foi de 564 mm em um ciclo de 92 dias. De uma forma geral, o requerimento de água do sorgo varia de 380 mm a 600 mm.

72

### **Que medidas podem ser utilizadas para reduzir o consumo de água em lavouras de sorgo?**

Há diversas estratégias que possibilitam essa redução, quer sejam de ordem genética, quer sejam relacionadas ao manejo do sistema de produção ou da adequação do sistema de irrigação. Podem ser utilizadas cultivares mais tolerantes ao deficit hídrico ou que aprofundem mais o sistema radicular. A manutenção de palhada na superfície do solo via utilização de sistema de integração lavoura-pecuária e/ou plantio direto, o uso de espaçamento mais adensado, o controle de plantas daninhas e a data de semeadura mais apropriada para cada região ajudam na redução da evaporação da água pela superfície do solo, na fase inicial de desenvolvimento da cultura do sorgo. Nessa fase, o uso de irrigações menos frequentes também reduz o requerimento de água das culturas. Como

regra geral, deve-se manter o solo em torno de 50% da sua água disponível. Entretanto, em algumas regiões e dependendo das datas de semeaduras, o sorgo granífero pode tolerar um esgotamento da água do solo de até 70%.

Em regiões com escassez de água, em que a irrigação com deficit é uma alternativa, o uso de menor população de plantas reduz o consumo sazonal de água pelo sorgo. Do ponto de vista do sistema de irrigação, podem-se empregar métodos mais eficientes, melhorar a uniformidade de distribuição da água e evitar vazamentos nas tubulações. No Texas, EUA, pivôs centrais com *low energy precision application* (Lepa) e sistema de gotejamento enterrado são mais eficientes que os equivalentes convencionais, sobretudo quando se faz irrigação com deficit.

73

**Que fases do ciclo da cultura do sorgo são mais sensíveis ao deficit hídrico e, conseqüentemente, ao uso da irrigação?**

O sorgo granífero é mais sensível ao estresse hídrico na fase que vai da folha-bandeira até duas semanas após o florescimento. A falta de água no solo nessa fase reduz o número de sementes da panícula e atrasa o ciclo do sorgo. A segunda fase mais restritiva é a do enchimento de grãos, período no qual o estresse hídrico reduz o peso dos grãos. Em ambas as fases, o estresse hídrico reduz a produção de biomassa e, sobretudo, o rendimento de grãos. De uma forma geral, o consumo de água pelo sorgo granífero é dividido igualmente entre antes e depois do florescimento, e 75% da água é consumida entre a iniciação da panícula e o estágio de grão leitoso.

74

**É possível utilizar irrigação com deficit na cultura do sorgo?**

Por ser uma cultura com características de tolerância à seca, o sorgo é apropriado para utilizar irrigação com déficit. O sorgo tem habilidade para extrair água em profundidades maiores que o milho, além de produzir mais biomassa, apresentar maior índice de colheita

e maior eficiência de uso da água sob condições de deficiência hídrica. A irrigação com deficit tem potencial para aumentar a eficiência de uso da água do sorgo granífero. Em algumas regiões com escassez de água, a redução de até 50% na lâmina de irrigação suplementar às chuvas reduz em mais de 50% a produtividade do sorgo granífero. No Texas, EUA, uma redução de 48% na lâmina de irrigação diminuiu o consumo de água do sorgo de 621 mm para 560 mm no ciclo. A eficiência de uso da água aumentou e não houve efeito na produtividade do sorgo. Na Austrália, para a produção de sorgo granífero, é mais rentável pré-irrigar uma grande área associada a uma pequena área de sequeiro do que irrigar de forma total uma pequena área associada a uma grande área de sequeiro. No Texas, EUA, o uso da irrigação com deficit para a produção de sorgo para biomassa apresenta maior eficiência de uso da água do que um sistema totalmente irrigado. Entretanto, na Itália, na região do Mediterrâneo, a maior produtividade de biomassa de sorgo está subordinada a um adequado suprimento de água.

75

### **Qual é a população de plantas adequada para o sorgo com irrigação total e com deficit?**

O estabelecimento da população correta de plantas é fundamental para o bom desempenho da cultura do sorgo. Excesso de plantas por hectare consome a água do solo antes da fase crítica, reduz o tamanho da panícula, favorece o acamamento, aumenta o consumo de água e não aumenta (ou reduz) a produtividade de grãos de sorgo. Sistemas de produção de sorgo irrigado nos EUA recomendam uma população de 175 mil a 200 mil plantas por hectare, contra 125 mil a 150 mil plantas por hectare de sequeiro. Em Israel, para o sorgo forrageiro o uso de 200 mil plantas por hectare com irrigação total proporcionou a produção de maior quantidade de matéria seca de silagem e melhor qualidade da silagem.

**76****Em relação à qualidade da água de irrigação para o sorgo, quais são os fatores que devem ser levados em conta?**

Quando comparado ao milho, o sorgo é quatro vezes mais tolerante à salinidade da água de irrigação. Essa tolerância é medida em relação à condutividade elétrica da água (CEa) e do extrato de saturação do solo (CEes), cuja unidade é em deciSiemens por metro (dS/m). Por exemplo, para manter o rendimento relativo da cultura em seu potencial máximo, o sorgo tolera CEa de até 4,5 dS/m e CEes de até 6,8 dS/m, ao passo que o milho tolera valores de até 1,1 dS/m e 1,7 dS/m, respectivamente. Estudos realizados no Nordeste indicam produtividades de até 15 t/ha de matéria seca de sorgo forrageiro com o uso de água moderadamente salina. O uso de esgoto tratado também proporcionou altas produtividades de sorgo forrageiro naquela região.

Há também outros contaminantes que devem ser levados em conta, como coliformes, metais pesados, agroquímicos, que são nocivos não somente à cultura, mas também ao ambiente e ao homem, especialmente quando o produto final tem como objeto a alimentação humana e animal.

**77****Quais são os métodos de irrigação mais utilizados na cultura do sorgo?**

Para grandes áreas de cultivo, tem-se utilizado a irrigação por aspersão do tipo pivô central. A aspersão por autopropelido é muito empregada em áreas de cana-de-açúcar quando se utiliza o sorgo sacarino na entressafra para produção de etanol. A aspersão convencional é empregada em áreas menores, onde o sorgo é cultivado para o pastejo direto do rebanho ou para a produção de silagem. A cultura do sorgo para forragem respondeu bem ao uso da irrigação temporária (banho) como alternativa à cultura do arroz inundado, havendo, todavia, a necessidade de ajustes no sistema de suprimento de água e de drenagem, que deve ser rápida.

Nos altiplanos do Texas, EUA, o sistema de pivô central com Lepa tem sido largamente empregado. Estudos apontam também o bom desempenho de sistemas de irrigação por gotejamento enterrado. Ambos apresentam maior eficiência, sobretudo quando se emprega irrigação com deficit.

A eficiência global dos sistemas de irrigação nos EUA apresenta os seguintes valores: 0,50 a 0,80 (métodos de superfície); 0,70 a 0,80 (superfície com terreno bem nivelado); 0,60 a 0,90 (com uso de vazão intermitente); 0,55 a 0,75 (aspersão convencional); 0,55 a 0,90 (pivô central); 0,90 a 0,95 (pivô central com Lepa); 0,80 a 0,90 (gotejamento).

78

### **O que é manejo de irrigação e quais são os métodos mais importantes?**

É o conjunto de procedimentos necessários para obter conhecimentos acerca do dia da irrigação e da lâmina de água necessária nesse dia recomendado. Os métodos mais comuns se baseiam em dados do solo, do clima e da planta ou na combinação entre todos eles ou alguns deles. A dificuldade do manejo da irrigação reside na obtenção desses dados, os quais podem ser medidos ou estimados para o próprio local ou obtidos de bases de dados localizadas em órgãos públicos ou privados. Os seguintes métodos podem ser citados como exemplo: a) solo (sensores de potencial e/ou umidade, como tensiômetros, blocos de resistência elétrica, constante dielétrica, etc.) – necessita combinar com a curva de retenção da água no solo, obtida em laboratório; b) clima (tanques de evaporação, como o Classe A, estações climatológicas, etc.) – necessita combinar com o coeficiente da cultura ( $K_c$ ); c) planta (termômetro infravermelho, sensores de potencial da água, fluxo de seiva, porômetro, etc.) – não é comumente utilizado para o manejo em cultivos comerciais.

79

## Qual é o melhor método de controle da irrigação na cultura do sorgo?

Não existe método melhor. Geralmente, os métodos mais precisos são mais complexos, portanto de difícil operação. O ideal é escolher um método que se adapte melhor ao perfil do produtor. Atualmente, muitos métodos possuem controles eletrônicos automatizados ou semiautomatizados, que facilitam sobremaneira as operações de campo. Entre os métodos, podem ser selecionados os tensiômetros ou blocos de resistência elétrica, combinados com a curva de retenção; o tanque Classe A apenas; ou esse tanque combinado com a curva de retenção. Todos esses métodos, se bem manejados, podem ser eficientes para o controle da irrigação do sorgo.



No Texas, EUA, tem sido empregado, com sucesso, o termômetro infravermelho, acoplado à lateral de pivôs centrais. Esse método proporciona maior eficiência de uso da água em lavouras de sorgo irrigadas com deficit.

80

## Existem informações suficientes para o manejo adequado da irrigação do sorgo?

Em se tratando de Brasil, as pesquisas com requerimento e manejo de água para as diferentes variedades de sorgo são bastante limitadas. Para as regiões Nordeste e Sul, dados foram gerados sobretudo para sorgo forrageiro e sacarino. Nos EUA, na Europa, na Índia, em Israel e em alguns países da África, trabalhos consistentes têm sido realizados. Na ausência de informações locais ou regionais, devem-se empregar os dados consolidados pela FAO (ALLEN et al, 1998; DOORENBOS; KASSAN, 1979; DOORENBOS; PRUITT,

1977) ou os dados determinados em outros países com condições edafoclimáticas semelhantes ao Brasil, tomando-se o cuidado de fazer ajustes quanto à duração do ciclo das cultivares e quanto ao uso ou não do sistema plantio direto.

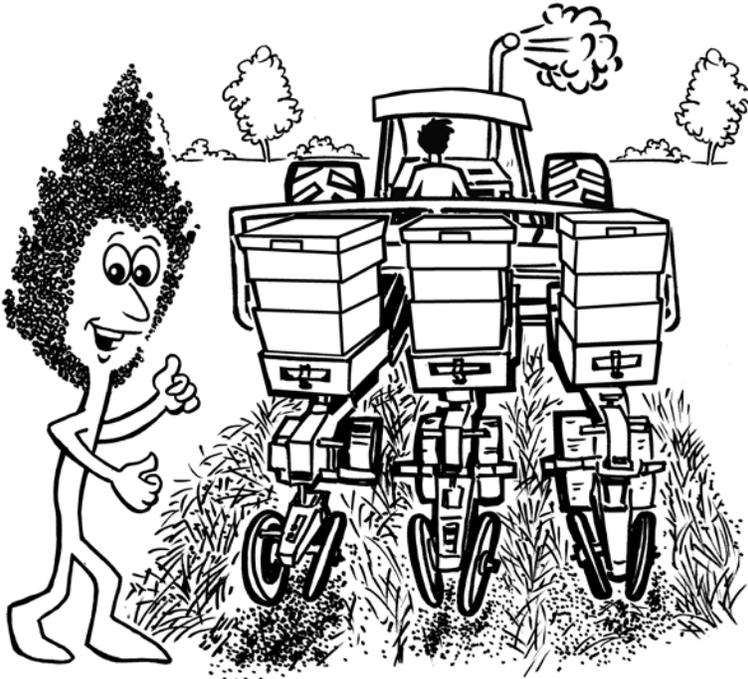
81

### **Em que momento deve-se suspender a irrigação na cultura do sorgo?**

Em tese, toda cultura deve ser suprida de água durante todo o ciclo fenológico, que vai desde a semeadura até a maturação fisiológica. No sorgo granífero, que é o tipo do sorgo que fecha todo o ciclo, a maturação fisiológica se manifesta com o aparecimento de uma camada preta na região do hilo no grão, ocasião em que cessa o movimento de fotoassimilados para o grão. No entanto, dependendo do propósito a que se destina o sorgo, a última irrigação pode ser suspensa em períodos bem distantes da formação da camada preta no grão. Até mesmo no sorgo granífero ou no sorgo biomassa, a irrigação pode ser suspensa em torno de 15 dias antes da formação da camada preta em solos cuja capacidade de armazenamento de água disponível (CAD) no grão seja superior a 10% do volume. A quantidade de dias antecipados pode variar um pouco para mais ou para menos de acordo com a demanda evaporativa (estação de inverno: demanda baixa; estação de verão: demanda alta). Já se tratando do sorgo forrageiro, a irrigação pode ser conduzida até a colheita. Quanto ao sorgo sacarino, embora o ciclo não atinja a maturação fisiológica, a irrigação pode também ser suspensa antecipadamente prevendo-se o aumento do teor de açúcares no caldo.



# 5 Manejo do Solo e Sistema Plantio Direto



*Ramon Costa Alvarenga  
Manoel Ricardo de Albuquerque Filho*

## 82 O que é o manejo do solo em sistemas agrícolas?

Manejo do solo é o termo geral para tratar de todas as práticas de preparo e fertilização do solo, bem como práticas culturais com a finalidade de proporcionar o melhor ambiente para o plantio, germinação, desenvolvimento e produtividade das culturas agrícolas. Assim, o manejo do solo envolve desde as operações de destoca, aração, gradagem, nivelamento e sistematização do terreno, terraceamento, subsolagem, correção e adubação do perfil do solo até as estratégias de cultivo e plantio das culturas.



## 83 Quais são as condições de solo ideais para que haja uniformidade de germinação e emergência das plântulas de sorgo?

A semeadura deve ocorrer quando houver adequado suprimento de água disponível no solo. No cultivo da primavera, início do período das chuvas, orienta-se aguardar um volume acumulado de chuvas superior a 80 mm. Depois, é importante haver um bom contato da semente de sorgo com o solo. Torrões grandes deixam espaços vazios no solo que prejudicam esse contato e, conseqüentemente, a germinação e a emergência das plântulas. A profundidade de deposição das sementes de sorgo também é importante. Elas devem ser colocadas entre 2 cm e 3 cm de profundidade. Crostas de solo nos primeiros milímetros da superfície e quaisquer outros impedimentos físicos também prejudicam a emergência das plântulas e a formação do estande da cultura.

**84**

### **Há necessidade de arar e gradear várias vezes o solo para quebrar bem os torrões para o cultivo do sorgo?**

Gradear muitas vezes o solo para cultivá-lo é um erro e custa caro, portanto é um procedimento que deve ser evitado. Se o solo continua apresentando muitos torrões grandes, mesmo depois de uma gradagem, é sinal de manejo com solo seco, fora das condições ideais para fazer as operações de aração ou gradagem. Para evitar a degradação do solo, é necessário preservar a sua estrutura, realizando as operações de manejo na faixa ideal de umidade, com o mínimo de carga e revolvimento da superfície do solo, com as técnicas mais adequadas para uma boa construção do perfil do solo.

**85**

### **Que condições o solo deve apresentar por ocasião da aração e gradagem?**

O correto é fazer a aração com o solo friável, ou seja, com um teor de umidade em que os torrões se desfazem facilmente pela ação dos arados ou grades sem quebrar os agregados e sem que haja aderência do solo ao implemento, fato que ocorre quando o solo está com umidade acima do ideal para o preparo. Com o solo friável, há adequada capacidade de suporte de carga com baixa predisposição à compactação. Imediatamente após a aração, antes que o solo comece a secar, faz-se a gradagem de destorroamento dos torrões de maior tamanho e, antes do plantio, faz-se uma gradagem de nivelamento do terreno e eliminação das plantas daninhas jovens. Nessas condições, obtém-se um bom leito de semeadura para o sorgo sem comprometimento da qualidade física do solo.

**86**

### **O que é preparo convencional do solo?**

É o preparo do solo que lança mão de arados ou grades com o objetivo de revolver a camada superficial do solo para obtenção de condições ideais de estabelecimento da cultura, quais sejam o

crescimento radicular e a infiltração de água. O preparo convencional se completa em duas etapas sucessivas.

Na primeira etapa, denominada preparo primário, realiza-se o revolvimento mais profundo, ocasião em que são enterrados plantas daninhas e os restos de culturas. Nessa etapa, também são eliminadas algumas pequenas imperfeições na superfície, como depressões ou sulcos de erosão. Como resultado, o solo fica pronto para ser acabado mediante o uso de grades de destorroamento e de nivelamento, que constituem a segunda etapa, denominada preparo secundário, que deixa o solo pronto para a semeadura.

87

### **Quais são os principais implementos de preparo convencional do solo e as diferenças fundamentais entre eles?**

Os principais implementos são os arados de aiveca, os de disco e as grades. O arado de aiveca exige regulagem criteriosa, demanda maior potência de tração e tem menor rendimento operacional. Entretanto, pode aprofundar-se mais no solo e é eficiente para rompimento de camada compactada ou adensada situada até a profundidade em que atua. A aração com aivecas permite a inversão das camadas, favorecendo o controle de plantas daninhas e a incorporação de corretivos. O arado de disco tem rendimento intermediário entre o aiveca e as grades. Não é capaz de romper impedimentos do solo, a exemplo da compactação, o que faz oscilar bastante a profundidade de preparo. Por sua vez, as grades possuem o melhor rendimento operacional e a regulagem é muito simples. À semelhança do arado de disco, no preparo primário, as grades são ineficientes na descompactação do solo. Tanto no arado de disco quanto nas grades, a carga que recai sobre a borda do disco comprime o solo logo abaixo, dando origem à formação de camada compactada ou agravando o problema já existente. Uma maneira de minimizar o problema é alternar a profundidade de corte desses implementos mediante regulagem. No caso especial das grades, as aradoras ou pesadas, usadas no preparo primário do solo, possuem

massa superior a 130 kg sobre cada disco. Nas grades leves, usadas no acabamento do preparo, o peso não é menor do que 50 kg. Daí o potencial de compactação do solo desses equipamentos.

## **88 O que é compactação do solo e como ela prejudica a planta de sorgo?**

É a diminuição do volume do solo mediante compressão. A compactação do solo resulta de operações mecânicas que causam um rearranjo mais denso das partículas do solo, geralmente nas camadas logo abaixo da superfície. Isso vai limitar a infiltração de água e favorecer a erosão das camadas superficiais, além de dificultar o crescimento em profundidade das raízes do sorgo deixando-as confinadas à camada superficial. Nesse caso, o sistema radicular vai explorar um menor volume de solo, comprometendo a absorção de água e nutrientes pela planta.

## **89 Como é possível saber se o solo está compactado?**

A simples observação do comportamento da planta cultivada ou de fenômenos que comecem a aparecer na superfície do solo pode dar esta indicação. A planta passa a apresentar sintomas mais frequentes de falta d'água em períodos mais curtos de estiagem, como o enrolamento das folhas. Também pode começar ou intensificar o escorrimento de água na superfície do solo. Entretanto, somente por meio da realização de alguns testes e do exame do perfil do solo, um técnico poderá atestar a presença de compactação. Esses testes vão determinar a resistência do solo à penetração e exigem equipamentos específicos para sua realização, mediante calibração para o solo em questão. O exame direto do perfil de solo consiste em abrir uma trincheira para verificação do padrão de crescimento radicular das plantas que passa a ser mais horizontal. As raízes tendem a ser mais grossas e tortuosas em relação ao padrão normal de crescimento. Ainda nessa trincheira, é possível verificar se há

alterações quanto à resistência ou “dureza” do solo, por meio do uso de um objeto pontiagudo. Essa verificação exige experiência do examinador.

90

### **Que medidas devem ser tomadas para evitar a compactação do solo?**

O conhecimento da aptidão agrícola do solo é determinante para o seu manejo sem causar perda da sua qualidade. Igualmente importante é o dimensionamento dos tratores e de seus acessórios, bem como de outras máquinas compatíveis com os implementos tracionados. Por exemplo, pneus mais largos ou rodados duplos diminuem a pressão por unidade de área sobre o solo e pode evitar ou minimizar a compactação. Assim, a intensidade das operações de preparo do solo e de tráfego sobre ele não deve exceder a sua capacidade de suportar esses impactos. Outra estratégia é não repetir a mesma profundidade de aração e os mesmos equipamentos de aração em anos subsequentes. O ideal é alternar os implementos entre anos de cultivos e, para um mesmo implemento, alternar a profundidade de ação de um ano para outro. Associado a isso está o conhecimento sobre o ponto certo de umidade do solo em que o preparo do solo e outras operações serão executados, especialmente aquelas que envolvam revolvimento do solo, conforme já foi comentado. Entretanto, a melhor opção é a substituição dos implementos de preparo convencional do solo pelo sistema plantio direto (SPD), no qual o revolvimento do solo acontece apenas em uma pequena faixa. No SPD, pode até haver uma ligeira compactação na camada mais superficial com espessura de alguns centímetros, a qual é eliminada pela utilização de botinhas sulcadoras na semeadora ou ainda pela ação das raízes e de micro e mesorganismos. A cobertura morta presente no SPD também atua minimizando o impacto do tráfego sobre o solo, e o esquema de rotação de cultura permite a adoção de espécies com diferentes habilidades e profundidade de crescimento, o que contribui acentuadamente para redução do grau de compactação do solo.

91

### **Que medidas devem ser tomadas para que se possa conviver com a compactação do solo?**

A primeira ação é saber a profundidade e a espessura da camada compactada para, então, selecionar um equipamento capaz de atuar até uma profundidade abaixo dessa camada, lembrando que os arados de discos não servem para essa finalidade. Deve ser usado o arado de aiveca, o subsolador ou, preferencialmente, o arado escarificador. Se a escolha recair sobre o arado de aiveca, o momento certo para utilizá-lo é com solo friável, conforme já foi explicado. Caso a escolha seja pelo subsolador ou pelo arado escarificador, o ponto de umidade do solo para o rompimento da camada compactada com um desses equipamentos é quando o solo estiver mais seco, entre 30% e 40% de umidade da capacidade de campo. No contexto da agricultura intensiva e mecanizada, a compactação do solo é inevitável. Dessa forma, é necessário conviver com a sua ocorrência e evitá-la. O controle de tráfego é um exemplo de prevenção do surgimento da compactação. Trata-se de padronizar o eixo e as bitolas dos tratores e máquinas agrícolas, com intuito de trafegar sempre no mesmo lugar. Dessa forma, a área compactada fica restrita a algumas faixas na lavoura. Além disso, devem-se reduzir ao máximo as operações motomecanizadas sobre o terreno, de modo que sejam efetuadas somente aquelas estritamente necessárias. Pode-se também agrupar operações, como a aplicação de fertilizantes foliares junto com defensivos para tratamentos fitossanitários.

92

### **No caso do sorgo de pastejo, o pisoteio animal pode causar compactação, adensamento, encrostamento, selamento ou erosão do solo?**

Qualquer um desses processos pode ocorrer na camada superficial do solo, em razão da pressão e desestabilização da estrutura do solo causada pelo pisoteio dos animais quando o

pastejo é desordenado, principalmente no pastejo contínuo com alta carga animal. Quanto mais pesados forem os animais, maior será a pressão por unidade de área, ou seja, os cascos dos animais sobre a superfície, e isso pode compactar ou romper os agregados, pulverizando-os e dispersando suas partículas. Essas partículas de solo, soltas sobre a superfície, podem seguir diversos caminhos: a) podem ser transportadas para outras áreas pela ação do vento (erosão eólica) ou da água de enxurrada (erosão hídrica); b) podem ser colocadas em suspensão na água da chuva que não escorre por enxurrada e, depois, depositadas de maneira orientada sobre a superfície do solo, dando origem a um encrostamento ou selamento superficial que reduz a taxa de infiltração de água, com consequente aumento de erosão; c) podem ser realocadas fisicamente pela água que infiltra no solo e depositadas no espaço poroso nos primeiros centímetros de profundidade. Nesse processo, aliado à pressão do pisoteio dos animais, o rearranjo das partículas provoca o adensamento do solo, que é o aumento do percentual de sólidos por volume de solo e a redução da porosidade, especialmente da macroporosidade, responsável por manter a infiltração de água no solo. Além disso, a condução errada do rebanho de pastejo pode levar ao consumo acima do ideal da parte aérea do sorgo, não restando material vegetal morto suficiente para a cobertura do solo. Daí a importância do controle do pastejo sobre os atributos do solo. O pastejo rotacionado e o controle da carga animal dão tempo para que as plantas de sorgo de pastejo cresçam ou rebrotem, formando uma cobertura morta para atuar como uma camada isolante, reduzindo a ação da pressão dos cascos dos animais. Também previne a perda de água e regula a temperatura do solo, que são condições essenciais para a atuação dos organismos, juntamente com as raízes, na reestruturação do solo.

### **93 O que é manejo conservacionista do solo?**

Os métodos conservacionistas de solo são aqueles que buscam criar as condições necessárias ao crescimento das plantas com um mínimo de mobilização do solo, a fim de promover a manutenção da sua qualidade física e, ao mesmo tempo, favorecer a formação e a manutenção de uma cobertura morta sobre ele. Essa cobertura morta tem papel fundamental sobre a conservação do solo e da água por causa da proteção da sua superfície contra o impacto das gotas de chuva e de outros agentes de degradação. Também retarda ou evita o escoamento superficial da água, a fim de que ela se infiltre no solo e conserve a umidade. Regula a oscilação da temperatura evitando grandes variações entre a máxima e a mínima, a fim de melhorar o microclima da camada superficial, o que favorece a atividade biológica dos organismos do solo e das raízes. Por fim proporciona a ciclagem de nutrientes e o aumento gradativo da matéria orgânica do solo, com melhoria da estrutura e estabilidade dos agregados.

### **94 Qual é a diferença entre os conceitos de agricultura conservacionista e manejo conservacionista do solo?**

O conceito de manejo conservacionista é restrito ao tipo de preparo que deixa, pelo menos, 70% da superfície do solo coberta por palhada após a operação. A agricultura conservacionista é um conceito mais amplo e envolve um sistema de produção que adota os seguintes princípios: mínimo distúrbio no solo (desde a construção até a manutenção e correção do perfil do solo para a produção), adoção da rotação de culturas e manutenção da palha na superfície do solo. Este conceito é cada vez mais aceito para expressar um modelo de produção agrícola que busca reduzir custos, manter a produtividade e proteger o ambiente. O SPD bem praticado é um dos exemplos de agricultura conservacionista, o

qual representa 155 milhões de hectares em âmbito mundial (11% das terras agricultáveis).

95

### **Quais são as principais características dos equipamentos/ implementos adotados nos métodos de manejo conservacionista do solo?**

No manejo conservacionista do solo, destacam-se o arado escarificador e o plantio direto. As principais características do arado escarificador são: a) possibilita o preparo em maiores profundidades (0,4 m) sem revolver demasiadamente o solo; b) favorece a infiltração de água e o crescimento radicular em profundidade; c) não causa compactação, pelo contrário, é eficiente na descompactação; d) pelo fato de não revolver o solo, a maior parte dos resíduos vegetais são mantidos na superfície; e) o rolo destorroador do implemento dá um acabamento ao solo, o que pode dispensar a gradagem destorroadora/niveladora – para o caso do sorgo, isso deve ser avaliado com bastante critério, pois pode haver necessidade de um acabamento do preparo com grade mesmo após a ação do rolo destorroador, considerando-se as condições de friabilidade do solo nessa ocasião; f) é ineficiente na incorporação de corretivos ou fertilizantes e de trabalho em terrenos com tocos, raízes e muita vegetação viva ou morta; g) não controla eficientemente as plantas daninhas.

Já o SPD tem as principais características: a) realiza a mobilização em apenas uma pequena faixa de solo; b) favorece a formação de uma camada de resíduos vegetais (cobertura morta) sobre o solo; c) minimiza o tráfego sobre o solo, pois realiza o preparo da faixa de solo, a adubação e a semeadura em uma única operação; d) tem custo operacional mais baixo do que os métodos tradicionais; e) necessita do controle químico das plantas daninhas antes e depois da semeadura; f) necessita de um perfil de solo favorável ao crescimento radicular e de um sistema de rotação e sucessão de culturas para potencializar as suas qualidades.

96

### **No plantio de sorgo, qual é o melhor equipamento de preparo do solo: o escarificador ou o subsolador?**

O melhor equipamento é aquele que mantém ou melhora a estrutura física e a fertilidade do solo. Tanto o arado escarificador quanto o subsolador são empregados quando a compactação do solo já é um problema instalado na área, por isso o ideal é manejar o solo com técnicas conservacionistas, considerando-se as potencialidades e fragilidades do solo no planejamento das operações motomecanizadas requeridas pelo sistema de produção da propriedade, de maneira que não sejam necessárias operações remediadoras. Vale ressaltar que nem o escarificador nem o subsolador resolvem o problema da compactação, eles apenas proporcionam uma melhoria momentânea ao desestabilizar a estrutura do solo para facilitar o crescimento do sistema radicular. Caso a utilização desses implementos não seja associada ao estabelecimento de culturas com sistema radicular mais agressivo, manutenção de cobertura vegetal (de preferência viva, como plantios consorciados com gramíneas) e redução da pressão sobre a superfície do solo, o retorno da estrutura do solo ao estado de compactação ocorrerá rapidamente.

97

### **O sorgo pode ser cultivado no SPD?**

Qualquer tipo de sorgo é adaptado ao SPD, principalmente em sistemas de rotação e sucessão de culturas, em consórcio ou não com capins e em ILPF. O sorgo granífero, na segunda safra, deixa um resíduo de alta relação carbono/nitrogênio (C/N), importante para manutenção da cobertura morta do solo, com efeitos no manejo e na conservação do solo. Para os materiais forrageiros, sorgo de silagem ou de pastejo direto, o consórcio com capim é uma estratégia para compensar a saída da maior parte da massa de caule e folhas do sorgo da área, garantindo, assim, a formação da cobertura morta essencial ao SPD.

98

## **A palhada do sorgo é boa opção para produção de cobertura morta no SPD?**

Os resíduos vegetais dos diferentes materiais de sorgo representam boa opção de formação de cobertura morta pelo fato de apresentarem alta relação C/N, que é uma característica que regula a taxa de decomposição e mineralização dos resíduos orgânicos. Quanto mais C em relação ao N, mais lentamente é a taxa de decomposição e mais duradoura é a cobertura. Entretanto, o tamanho dos resíduos vegetais e a umidade do solo interferem nessa eficiência. Resíduos de menor tamanho e maior umidade e temperatura do solo aumentam a velocidade de decomposição, pois favorecem a ação dos microrganismos do solo. Outra característica do sorgo é a rebrota, que pode contribuir para o aumento de resíduos sobre o solo, além de manter ativo o sistema radicular, promovendo a estabilidade física do solo.

99

## **Qual é o papel da cobertura morta no SPD?**

A qualidade do SPD depende diretamente da capacidade de se manter uma efetiva cobertura com resíduos vegetais sobre o solo. Essa camada desempenha um papel fundamental na conservação do solo e da água e, por conseguinte, na estabilidade da produção agropecuária. A palhada representa um ponto fundamental do SPD e desempenha as seguintes funções: a) reduz o impacto das gotas de chuva, protegendo o solo contra a desagregação de partículas e compactação; b) dificulta o escoamento superficial, aumentando o tempo e a capacidade de infiltração da água da chuva; consequentemente, há uma significativa redução nas perdas de solo e água pela erosão; c) protege a superfície do solo da ação direta dos raios



solares, reduzindo a temperatura e a evaporação, mantendo, conseqüentemente, maior quantidade de água no solo; d) reduz as amplitudes hídrica e térmica, favorecendo a atividade biológica; e) aumenta o teor de matéria orgânica no perfil do solo, incrementando a disponibilidade de água para as plantas, a capacidade de troca de cátions (CTC) do solo, além de melhorar suas características físicas; f) permite a liberação gradual e contínua de nutrientes acumulados na palhada, reduzindo as perdas de nutrientes por lixiviação e erosão; g) ajuda no controle de plantas daninhas, por supressão ou por ação alelopática.

### **100 Qual é a importância da palhada para o sorgo?**

A cultura do sorgo é resistente ao estresse hídrico por causa dos mecanismos de fechamento de estômatos. Além disso, apresenta o dobro de raízes finas em comparação com a cultura do milho. Todavia, para a germinação e formação do estande, a cultura do sorgo depende de boa umidade no solo. Já para o sorgo energia, a deficiência hídrica nos primeiros 40 dias pode reduzir em 33% a produtividade de colmos em sorgo sacarino. Portanto, a semeadura direta sobre palhada contribui para diminuir o ressecamento do solo, sobretudo nos estádios iniciais de desenvolvimento. Em áreas de rotação/sucessão cana-sorgo, a manutenção de palhada de cana crua na superfície garante umidade superficial 12% maior que em condição de solo descoberto.

### **101 Quando o sorgo forrageiro é cultivado para silagem, na qual quase toda a parte aérea das plantas é retirada da área, há prejuízos para o SPD?**

Cultivos com a finalidade de produção de silagem são, sem dúvidas, prejudiciais à qualidade do solo, pois a exportação de elevada quantidade de massa vegetal carrega junto parte da fertilidade do solo, especialmente o potássio. Somam-se a isso,

muitas vezes, as condições desfavoráveis nas quais as operações de ensilagem são realizadas, pois, mesmo com excesso de umidade no solo, se o sorgo atinge o ponto de ensilagem, isso tem de ser realizado. Então, o tráfego intenso sobre o solo muito úmido causa grande impacto negativo, como a compactação. Há dois atenuantes para o caso do sorgo de silagem: a) a capacidade de rebrota que, de certa maneira, repõe parte da biomassa exportada e mantém o sistema radicular ativo no solo; b) a efetividade do consórcio sorgo-capim, no qual o capim compensa a saída da silagem de sorgo.

102

### **A construção de terraços é necessária com a utilização do SPD?**

Para o manejo racional do solo, a construção de terraços deve ser agregada a outras tecnologias. Embora o SPD seja um método conservacionista e a cobertura morta seja eficiente no controle da erosão, o aumento do comprimento das lançantes nas áreas de cultivos faz que a água passe a escorrer por debaixo da palha, e isso causa erosão. Como os terraços seccionam as lançantes em faixas de menor comprimento, eles contribuem para diminuir a velocidade de escoamento da água, acumulando o excesso de água no seu canal, reduzindo o potencial erosivo de escoamento superficial.

103

### **Que estratégias de cultivo do sorgo podem ser usadas para ajudar no manejo e na conservação do solo e da água?**

As estratégias que podem ser usadas são as seguintes: a) adotar espaçamentos menores entre as linhas de sorgo com a finalidade de melhor distribuir as plantas no solo, o que aumenta a taxa de cobertura do solo com plantas em crescimento. Quanto maior a capacidade de perfilhamento do tipo de sorgo, mais efetivo será neste quesito; b) adotar sistemas consorciados com capim com a finalidade de aumentar a produção de palhada; c) realizar todas as etapas de manejo do solo, desde o preparo até a colheita, no sentido

transversal à declividade; d) trabalhar o solo com a menor carga possível sobre a superfície, considerando as operações necessárias do cultivo à colheita da cultura; e) preparar o perfil do solo de maneira que se obtenha a produtividade esperada da cultura, sem comprometer a fertilidade e a estabilidade do solo.

104

**Quais são as opções de espécies de rotação e sucessão de culturas envolvendo o sorgo?**

Em áreas tradicionais de segunda safra de grãos (safrinha), predomina o sorgo granífero em sucessão à soja, em que o sorgo se beneficia do nitrogênio deixado pela leguminosa e deixa seus resíduos como cobertura para o SPD da soja. Já em áreas de predomínio da pecuária, mais recentemente, podemos citar o consórcio sorgo de silagem ou sorgo de pastejo com capins para cultivos na primavera/verão e oferta de pastagem na estação seca, como é feito no sistema ILPF, que será discutido em outro capítulo. A reforma de canaviais é outro sistema de produção no qual o sorgo sacarino/biomassa está inserido. Esse sistema tem um potencial anual na região Centro-Sul de aproximadamente 500 mil hectares para o cultivo de sorgo energia.

105

**Na reforma de canaviais, qual é o manejo de solo utilizado e quais são as consequências para culturas anuais, como o sorgo, introduzidas nesse sistema de produção?**

Utiliza-se o sistema convencional de preparo do solo, baseado em subsolagem, aração e gradagens. Nesse sistema, com a predominância da colheita mecanizada sem queima prévia, os terraços são retirados ou distanciados, o que aumenta sobremaneira os riscos de erosão. Mesmo quando mantidos, os terraços em canaviais não são dimensionados para culturas anuais, então é desejável a adoção de sistemas conservacionistas de manejo de solo. No sistema convencional predominante, o assoreamento dos

sulcos de semeadura é o primeiro e o principal problema para o sorgo cultivado na reforma de canaviais colhidos mecanizados. No Estado de São Paulo, a Lei de Uso do Solo (Lei nº 6.171, de 4/7/1988, regulamentada pelo Decreto nº 41.719, de 16/4/1997) disciplina o uso e a conservação do solo agrícola (SÃO PAULO, 1988). O órgão fiscalizador pode autuar o agricultor caso sejam flagrados sulcos de erosão na propriedade.

106

### **Quais são as vantagens competitivas na adoção do SPD para o sorgo introduzido na reforma de canaviais?**

O uso do SPD na reforma de cana crua apresenta as seguintes vantagens: reduz em dez vezes os riscos de erosão; reduz o gasto com combustível em 70% (menor custo); reduz em oito vezes as emissões de gases do efeito estufa; contribui no controle de plantas daninhas; diminui prejuízos em períodos de deficiência hídrica; permite antecipar o período de semeadura e não atrasa o plantio do canavial no ano seguinte.

107

### **Qualquer semeadora permite semeadura direta do sorgo sobre palhada de cana crua?**

Não. Semeadoras tradicionais para plantio direto não asseguram o estabelecimento de estande inicial de plantas e podem inviabilizar a semeadura direta sobre palhada de cana crua, principalmente para culturas como o sorgo, que necessita de um bom contato solo-semente e é pouco resistente a impedimentos físicos para a germinação. No sistema de colheita conhecido como cana crua, cerca de 20 t/ha de palhiço é depositado na superfície do solo, formando uma camada de 10 cm a 15 cm de espessura, composta por resíduo com alta relação C/N e distribuída de forma irregular. Além disso, existe a irregularidade entre a soqueira e a entrelinha, condição que dificulta o desempenho das semeadoras, mesmo naquelas que apresentam mecanismo pantográfico.

## Quais são os requisitos mínimos para viabilizar a semeadura direta do sorgo sobre palhada de cana crua?

As semeadoras devem apresentar requisitos mínimos a fim de proporcionar uma boa qualidade na operação, tais como: disco corta-palha com, no mínimo, 20 cm de diâmetro, haste escarificadora na distribuição do fertilizante, linhas desencontradas, sistema pantográfico e chassi alto. A simples troca do disco duplo por haste escarificadora não basta, sobretudo se for utilizado espaçamento menor que 50 cm, pois poderão acontecer problemas de embuchamento e constantes paradas. Existem semeadoras de marcas nacionais que foram projetadas para essas condições, portanto as adaptações realizadas no passado por oficinas não são mais necessárias. No caso do sorgo, é importante que o sistema de distribuição de sementes seja pneumático, a fim de melhorar as chances de um bom estabelecimento inicial da lavoura. A utilização de *row cleaners* (limpa trilho) é uma forma de favorecer a emergência do sorgo em condições de grande quantidade de palhada.



## Quais são os desafios da adoção do plantio direto de sorgo em reforma de canaviais?

Podem ser caracterizados como desafios os seguintes fatores: a falta de equipamentos adequados para semeadura direta, o desconhecimento sobre o sistema, a aplicação de corretivos, a presença de zonas de compactação e a falta de recomendações sobre adubação. O fato de não revolver o solo aumenta as chances de ocorrer fitotoxicidade por residual de herbicidas acumulados na superfície, pois o sorgo é muito susceptível a diversas moléculas utilizadas na cana-de-açúcar.

**110**

### **Qual é o efeito do calcário aplicado em superfície na reforma de cana crua no plantio direto do sorgo?**

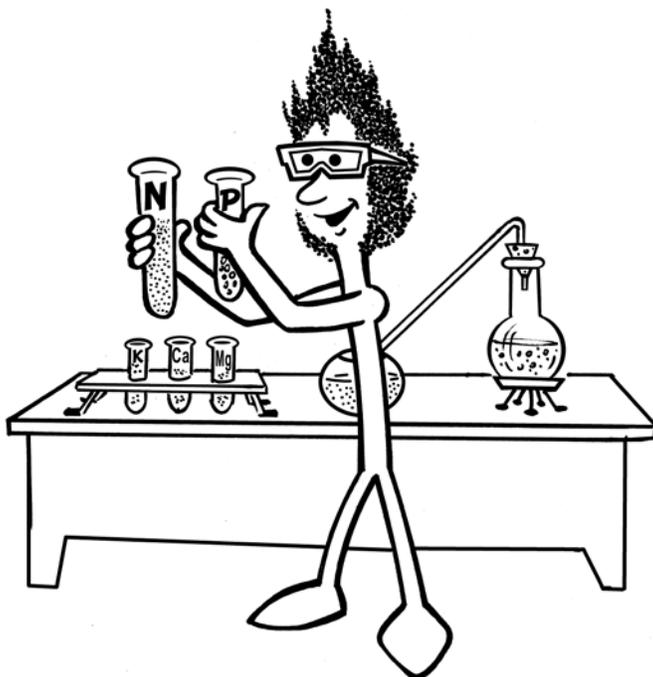
Pesquisas demonstram que o calcário aplicado em superfície proporciona alterações nas características de fertilidade de solos argilosos somente nas camadas de 0 a 5 cm e de 5 cm a 10 cm. Poucas alterações são verificadas nas camadas abaixo de 40 cm de profundidade. As aplicações de grande quantidade na superfície resultam em acúmulo de calcário não reagido, o que pode levar à indisponibilidade de micronutrientes para as culturas do sorgo e da cana-de-açúcar plantada na sequência. Em solos com textura arenosa, ocorrem alterações nas camadas subsuperficiais, contudo a ocorrência em nível tóxico de alumínio trocável em subsuperfície deve ser investigada a fim de evitar impedimento químico ao crescimento radicular, fato que pode comprometer a formação do estande e a produtividade do sorgo.

**111**

### **Quais são as situações mais favoráveis à adoção do plantio direto de sorgo na reforma de cana crua?**

As situações são as seguintes: a) em talhões colhidos em meio de safra, pois há tempo hábil para esperar a rebrota da soqueira, que normalmente leva entre 45 e 60 dias. Antes disso, pode ocorrer rebrota de cana durante o desenvolvimento da cultura do sorgo, competindo com a cultura, que é muito sensível aos herbicidas; b) quando não houver limitações de fertilidade em subsuperfície, que demandam tempo para correção sem o revolvimento do solo; c) em talhões sobre os quais se têm informações corretas acerca do histórico de herbicidas, para que não haja problemas com residuais, evitando problemas de fitotoxidez e má formação do estande do sorgo; d) quando se utiliza semeadora adequada, conforme já especificado para as áreas de colheita da cana crua, em razão da grande quantidade de palhada em cobertura, fato que constitui uma barreira física ao plantio do sorgo.

# 6 Exigências Nutricionais e Adubação



*Flávia Cristina dos Santos  
Álvaro Vilela de Resende  
Antônio Marcos Coelho*

112

### **Quais são as condições de fertilidade do solo para o adequado desenvolvimento e para a boa produtividade de sorgo?**

No Brasil, de um modo geral, a maioria dos solos agricultáveis localizados entre a linha do Equador e o trópico de Capricórnio caracteriza-se por apresentar características mineralógicas com predominância de caulinita (> 70%) e/ou óxidos de ferro e alumínio, argila de baixa atividade, carga variável, elevada acidez, presença de alumínio (Al) tóxico, baixo conteúdo de bases trocáveis e baixa fertilidade natural. Essas condições demandam o uso de corretivos e fertilizantes para o alcance de níveis elevados de produtividade e qualidade dos produtos.

O conhecimento desse fato é importante, pois, apesar de suas características relacionadas à tolerância a estresses hídricos, um mito que deve ser quebrado é o fato de o sorgo se adaptar aos solos degradados e de baixa fertilidade. O que tem sido verificado em condições experimentais e na prática é que o sorgo responde intensamente a incrementos na melhoria da fertilidade dos solos.

Deve-se buscar o condicionamento do perfil do solo em subsuperfície, principalmente com relação ao fornecimento de cálcio (Ca) e à redução da toxidez de Al por meio de calagem e gessagem. Essa estratégia torna o ambiente edáfico favorável a um maior aprofundamento do sistema radicular, fato que ameniza os efeitos prejudiciais dos períodos de déficit hídrico sobre a produtividade.

113

### **É viável adubar a cultura do sorgo safrinha em uma condição com grande possibilidade de ocorrência de estresse climático?**

O sorgo safrinha, cultivado sem irrigação no período de verão/outono (semeadura nos meses de fevereiro a meados de março), em sucessão a outras culturas, principalmente a soja, possui algumas características peculiares. Nessa época, o potencial de produtividade

é menor e os riscos aumentam em virtude das menores precipitações pluviais, das baixas temperaturas e da menor radiação solar na fase final do ciclo da cultura. Nessas condições, os principais questionamentos levantados pelos agricultores são: a) é viável adubar a cultura do sorgo semeada em sucessão, em uma condição com problemas de deficiência hídrica? b) quais são os parâmetros para a tomada de decisão? c) quais são as doses recomendadas e como se deve manejar essa adubação? Para responder a esses questionamentos, aspectos relacionados às exigências nutricionais do sorgo, de acordo com o potencial de produtividade e o nível de fertilidade dos solos, devem ser considerados.

Com relação à qualidade do solo, deve-se utilizar área que apresente, no mínimo, um perfil de 40 cm sem problemas de acidez, além de alto teor de matéria orgânica e teores adequados de fósforo (P) e de potássio (K) na camada superficial. Em média, as produtividades obtidas na safrinha são inferiores às da safra normal. Diante desse potencial produtivo limitado, a melhor estratégia é se valer do efeito residual da adubação realizada na safra normal, investindo algum recurso principalmente na adubação de plantio do sorgo safrinha. A opção por utilizar ou não a adubação de cobertura depende do acompanhamento das condições gerais de desenvolvimento da lavoura de safrinha e das previsões do tempo (clima).

114

### **Quais são as etapas a serem seguidas para o estabelecimento de um programa de recomendação e manejo da adubação para o sorgo?**

Antes de qualquer coisa, é preciso conhecer, por meio de análises químicas dos solos associadas ao histórico de uso, o potencial de fornecimento de nutrientes do solo da área a ser cultivada. Outro aspecto refere-se às exigências nutricionais, que variam de acordo com a produtividade esperada, características do sistema de produção, época de cultivo, etc. Por exemplo, os sistemas de produção com menor investimento em tecnologia e os cultivos



de safrinha normalmente são associados à aplicação de menores quantidades de adubos. Já os sistemas de produção com maior investimento em tecnologia e os cultivos na safra normal resultam em maior potencial de produtividade e, conseqüentemente, em maior resposta à aplicação de fertilizantes.

De posse da análise de solo e definida a expectativa de produtividade, elaborase um programa das necessidades de corretivos e fertilizantes. A análise de solo e o histórico de calagem e adubação das glebas são subsídios importantes para definir os nutrientes e as quantidades que devem ser fornecidas nas adubações corretivas, de semeadura e em cobertura. Em seguida, devem ser escolhidos os corretivos e fertilizantes mais apropriados e de menor custo, finalizando com o estabelecimento das estratégias de manejo no tocante à época, à forma e aos cuidados necessários na aplicação desses insumos. Assim, é imprescindível a utilização de instrumentos de diagnose de possíveis problemas nutricionais que, uma vez corrigidos, aumentarão a probabilidade de sucesso com a cultura. É recomendável ainda que o produtor busque auxílio de um profissional da área de Ciências Agrárias, que poderá definir, de forma mais acertada, a tomada de decisão quanto ao manejo da adubação, com base em critérios técnicos.

115

### **Quais são os procedimentos utilizados para a diagnose da necessidade de adubação para o sorgo?**

Para o estabelecimento de um programa de calagem, gessagem e adubação do sorgo, as seguintes ferramentas têm sido normalmente utilizadas: análise química do solo, análise foliar e diagnose visual da planta. Análises químicas e físicas de amostras de solo permitem conhecer sua capacidade de suprimento de nutrientes. A análise foliar possibilita o monitoramento dos níveis de suficiência nutricional na planta e constitui uma ferramenta auxiliar

para o uso eficiente dos fertilizantes. A visualização de sintomas de deficiência na lavoura é um elemento auxiliar na identificação de eventuais carências nutricionais. No entanto, para a identificação da deficiência com base na sintomatologia é necessário que o técnico tenha razoável experiência de campo, uma vez que deficiências nutricionais podem ser confundidas com sintomas de doenças e distúrbios fisiológicos.

### **116** Quais são os procedimentos necessários para uma correta amostragem de solos?

Para que os resultados de uma análise química de solo tenham validade e representatividade, é indispensável o máximo de cuidado e critério na coleta de amostras que deverão ser enviadas ao laboratório. O esquema de amostragem mais comum é ao acaso. Nesse esquema, a propriedade ou a área a ser amostrada deve ser dividida em glebas de até 10 ha, e cada uma delas de ver ser numerada. As glebas devem ser homogêneas quanto ao uso anterior, tipo de solo e aspectos gerais de relevo e vegetação. As glebas são percorridas em zigue-zague, retirando-se 20 amostras simples, as quais devem ser misturadas. Em seguida, separa-se uma amostra composta de cerca de 500 g que será enviada ao laboratório. A correta identificação das amostras é um ponto importante a ser observado, a fim de evitar erros de localização das respectivas glebas e permitir o registro organizado do histórico de fertilidade das áreas.

### **117** Qual é a melhor época para realizar a amostragem de solo para análises químicas?

A análise química de solo pode ser feita em qualquer época do ano, mas é importante realizar a amostragem até, no mínimo, 120 dias antes da semeadura do sorgo. Essa antecedência é necessária porque os processos de análises em laboratório, interpretação dos

resultados, aquisição de calcário e adubo demandam algum tempo. Além disso, havendo necessidade de se realizar a calagem, é preciso um período de cerca de 90 dias após a aplicação do calcário para que este possa reagir no solo, corrigindo a acidez.

118

**Em que profundidade devem ser coletadas as amostras de solo e com que frequência a análise de solo deve ser realizada?**

No caso de lavouras cultivadas no sistema de preparo convencional do solo, são recomendadas amostragens das camadas de 0 a 20 cm e de 20 cm a 40 cm. Para solos em sistema de plantio direto consolidado (<sup>3</sup> 5 anos), as camadas amostradas devem ser de 0 a 10 cm e de 10 cm a 20 cm. A coleta de amostras de solos na camada subsuperficial (de 20 cm a 40 cm) é indicada para uma caracterização inicial da área (na primeira vez que se analisa o solo) e sempre que se queira avaliar a disponibilidade de enxofre (S) e detectar a necessidade ou não de aplicação de gesso agrícola.

Em áreas já cultivadas, é importante que as amostras simples sejam coletadas em pontos distribuídos nas entrelinhas e nas linhas de semeadura da cultura anterior. As linhas adubadas em cultivos anteriores apresentam resíduos de fertilizantes que podem levar a uma superestimativa da disponibilidade de nutrientes, sendo necessário mesclar os pontos de coleta das amostras.

As ferramentas mais comumente utilizadas para a coleta de amostras de solo são: a enxada, o enxadão, a pá de corte, os trados e as sondas. Atualmente, existem no mercado empresas de prestação de serviços que realizam a amostragem georreferenciada de solos, análises químicas e físicas, elaboração de mapas e aplicações de corretivos e fertilizantes a taxas variáveis, utilizando equipamentos munidos de dispositivos automatizados.

Em relação à frequência de análise de solo, vale considerar que os resultados obtidos fornecem informações que são úteis por um período de 3 a 4 anos, visto que as aplicações de calcário, gesso, P e K podem apresentar efeito residual ao longo desse período.

Assim, sugere-se a realização de nova amostragem e análise de solo a cada 3 anos. Por sua vez, pode ser necessária maior frequência quando se trata de sistemas de produção mais intensivos ou sempre que houver indicativos de alteração na fertilidade do solo ou na produtividade da cultura.

119

### **Quais análises devem ser solicitadas ao laboratório para se conhecer a fertilidade do solo?**

As principais determinações que precisam ser feitas são as análises químicas consideradas de rotina, tais como: o pH, os teores de Al trocável, hidrogênio + Al, P, K, Ca e magnésio (Mg), etc. Também é importante determinar o teor de matéria orgânica e a granulometria ou textura do solo (teores de argila, silte e areia). Atualmente, tem assumido grande importância a solicitação das análises de S e micronutrientes – boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn).

120

### **Quando e como devem ser realizadas a amostragem de folhas e a análise foliar do sorgo para diagnóstico do estado nutricional?**

Para o sorgo, devem-se coletar as folhas no período compreendido entre as fases de emborrachamento e florescimento – emissão das panículas. Recomenda-se coletar 30 folhas por talhão homogêneo, na parte mediana das plantas (uma folha por planta). As folhas devem ser acondicionadas em sacos de papel, identificadas de forma adequada e enviadas o mais breve possível para um laboratório de confiança e com controle de qualidade de análises.

As folhas não devem ser coletadas se, nas semanas antecedentes, foi feito uso de adubação foliar e aplicação de defensivos. O diagnóstico nutricional, por meio da análise foliar, não pode ser considerado como uma avaliação definitiva e deve integrar um conjunto de outros métodos, como análises químicas de

solos, histórico das adubações usadas, diagnóstico visual, consulta a resultados experimentais, comparação com a experiência de outros agricultores e avaliação da produtividade, que devem confirmar ou não as necessidades de correção indicadas pelo diagnóstico nutricional.

121

### **Qual é o nível de acidez do solo tolerado pelo sorgo e como deve ser corrigido?**

De um modo geral, para as cultivares atualmente disponíveis no mercado, o sorgo é classificado como sendo de baixa tolerância à acidez dos solos. Assim, solos com saturação por Al (valor “m” da análise de solo) maior do que 20% limitam o potencial produtivo da cultura. Nessas condições, deve-se aplicar o calcário, objetivando corrigir a acidez e tornar insolúvel o Al, que é tóxico às plantas, bem como corrigir o fornecimento de Ca e Mg. Como a calagem é uma prática normalmente aplicada em sistemas de culturas em rotação ou sucessão, na sua recomendação deve-se priorizar a cultura mais sensível à acidez do solo.

122

### **Como definir a quantidade e o tipo de corretivo da acidez a ser aplicado no solo?**

Existem boletins específicos de algumas regiões e estados que apresentam fórmulas e detalham os procedimentos para recomendação de calagem. Uma vez determinada a necessidade de calagem, a quantidade de calcário a ser aplicada na lavoura depende ainda de outros aspectos, como as características do corretivo (poder relativo de neutralização total – PRNT) e a profundidade de incorporação no solo.

Existem vários produtos que têm ação corretiva da acidez, tais como: calcários, cal virgem, cal hidratada, silicatos e escórias de siderurgia. Porém, o calcário é o corretivo mais comumente encontrado nas diversas regiões produtoras do País. Existem

diferentes tipos de calcário que variam quanto à natureza física (granulometria) e composição química (como, por exemplo, teores de Ca e Mg). Calcários finos reagem mais rapidamente que os de granulometria grosseira, mas têm menor efeito residual no solo. A escolha de um calcário com teor mais elevado de Mg deve ser priorizada quando o teor desse nutriente no solo estiver abaixo de  $0,5 \text{ cmol/dm}^3$ . Além disso, na tomada de decisão sob os aspectos técnicos e econômicos, em relação à escolha do corretivo a ser usado na calagem, devem-se considerar: a) o PRNT; b) o preço por tonelada efetiva, que pode ser calculado pela fórmula: preço por tonelada efetiva = preço na propriedade x 100/PRNT.

123

### **Como deve ser realizada a calagem em plantio convencional?**

Os efeitos da calagem se restringem à camada de incorporação do calcário. A utilização de arado ou grade aradora em sistema de plantio convencional permite que o calcário distribuído a lanço seja incorporado até 20 cm de profundidade (ou um pouco mais). No caso de profundidade de incorporação diferente de 20 cm, a quantidade de corretivo a aplicar deverá ser corrigida para mais (profundidade maior que 20 cm) ou para menos (profundidade menor que 20 cm), de modo que se evite o excesso ou a falta de calcário. Visando a uma melhor distribuição do calcário na camada de incorporação, para doses maiores que 3,0 t/ha, é recomendado aplicar metade da dose antes da aração e a outra metade após a aração e antes da gradagem niveladora.

124

### **Como deve ser feita a calagem em plantio direto estabelecido?**

Como no sistema plantio direto (SPD), não deve haver revolvimento do solo, o manejo da calagem precisa ser muito bem feito antes da implantação do sistema. Nesse caso, o processo é idêntico

ao indicado para o sistema de preparo convencional. Em áreas com o plantio direto estabelecido (<sup>3</sup> 5 anos), não é feita a incorporação do calcário, que é simplesmente aplicado a lanço, na superfície do solo. Sugere-se que se considere a aplicação correspondente à dose recomendada para correção na camada de 0 a 10 cm e monitoramento mais frequente das condições de acidez do solo no perfil. Em ambos os sistemas, a calagem deve ser realizada, preferencialmente, com antecedência de 90 dias do plantio.

125

### **Se a calagem apenas corrige a acidez da camada superficial, como se deve manejar a acidez da camada subsuperficial?**

Como já mencionado, o efeito da calagem é restrito à camada de incorporação do calcário que normalmente atinge a profundidade de 20 cm. Entretanto, muitos solos apresentam acidez subsuperficial (abaixo de 20 cm). Nessas condições, o gesso agrícola ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) é um composto que apresenta maior mobilidade que o calcário ( $\text{CaCO}_3$ ) no solo, alcançando camadas mais profundas. Assim, a gessagem possibilita o fornecimento de Ca e a redução da toxidez por alumínio abaixo da camada de 20 cm. É importante ressaltar que a gessagem não substitui a calagem e não propicia elevação do pH do solo. O gesso pode ser também utilizado como fonte de Ca e S para o sorgo.

126

### **Como definir a quantidade de gesso a ser aplicada e como deve ser feita a gessagem?**

A gessagem é recomendada quando, na camada de 20 cm a 40 cm ou abaixo, tem-se teor de Ca menor que  $0,5 \text{ cmol/dm}^3$  ou saturação por Al maior que 20%. Nesse caso, pode-se aplicar 50 kg de gesso para cada 1% de argila na análise do solo. O gesso deve ser aplicado a lanço, sem a necessidade de incorporação e, preferencialmente, após a calagem. O efeito residual da gessagem é de, pelo menos, 5 anos.

## 127 Quais são as exigências nutricionais do sorgo?

Como qualquer outra cultura, o sorgo demanda diversos elementos químicos considerados nutrientes essenciais: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, molibdênio (Mo) e Zn. Os seis primeiros (N, P, K, Ca, Mg e S) são requeridos em maiores quantidades, por isso são chamados de macronutrientes. Os demais são requeridos em quantidades muito pequenas, e são chamados de micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn).



## 128 O que é adubação corretiva?

Em muitas regiões do País, sobretudo nas áreas de Cerrado, quando a vegetação nativa é retirada para o estabelecimento de lavouras, a condição inicial de fertilidade do solo não permite obter produtividades satisfatórias de sorgo. É preciso promover a elevação dos teores iniciais dos nutrientes no solo, principalmente do P e, eventualmente, K e micronutrientes. Para tanto, deve-se realizar a chamada adubação corretiva, que consiste da aplicação de fertilizantes em quantidades que gerem alguma reserva mínima desses nutrientes.

## 129 Como devem ser feitas as adubações corretivas?

No caso do P, uma regra geral é aplicar de 3 kg/ha a 5 kg/ha de  $P_2O_5$  para cada 1% de argila, quando a análise de solo indicar teor de P muito baixo ou baixo. No caso do K, são recomendados de 25 kg/ha a 100 kg/ha de  $K_2O$ , conforme a capacidade de troca de cátions (CTC). Solos arenosos apresentam menor CTC e devem receber menores doses de K. A adubação corretiva com

micronutrientes pode ser feita com cerca de 50 kg/ha de fertilizantes do tipo “fritas” (*fritted trace elements* – FTE), que normalmente fornecem vários micronutrientes simultaneamente. Os fertilizantes utilizados nas adubações corretivas devem ser aplicados a lanço e incorporados com grade a cerca de 20 cm de profundidade, preferencialmente após a calagem e antes do plantio.

### **130 O que é adubação de manutenção?**

Mesmo quando se faz uso de adubações corretivas, são necessárias aplicações de fertilizantes em cada cultivo de sorgo, denominadas adubações de manutenção, que visam, principalmente, repor os nutrientes removidos na colheita.

### **131 Que quantidade de nutrientes é extraída e exportada pela cultura do sorgo?**

Existem cultivares de sorgo para diferentes finalidades: sorgo granífero, sorgo pastejo, sorgo silagem, sorgo sacarino e sorgo biomassa (bioenergia). Desse modo, a quantidade de nutrientes absorvida e exportada varia de acordo com a produção de massa e dos componentes da planta que são retirados da lavoura com a colheita.

O sorgo granífero, por exemplo, acumula cerca de 30 kg de N, 6 kg de P, 23 kg de K e 2,7 kg de S para cada tonelada de grão produzida, dos quais 17 kg de N, 4 kg de P (9 kg de  $P_2O_5$ ), 5 kg de K (6 kg de  $K_2O$ ) e 1,2 kg de S são exportados com a colheita dos grãos. É importante atentar para o fato de que, quando a planta inteira é colhida, como é o caso do sorgo silagem, sacarino e biomassa, a remoção de nutrientes é bem maior, e a principal diferença relaciona-se ao K, cuja extração atinge em média o valor de 10 kg de K (12 kg de  $K_2O$ ) por tonelada de matéria seca produzida.

Com relação aos micronutrientes, as quantidades requeridas pelas plantas de sorgo são muito pequenas. Entretanto, a deficiência

de um deles pode ter tanto efeito na desorganização de processos metabólicos e na redução na produtividade quanto a deficiência de um macronutriente, como, por exemplo, o N. A manutenção dos restos culturais do sorgo granífero na lavoura devolve ao solo grande parte dos nutrientes contidos na palhada. Quando a planta de sorgo é colhida inteira (silagem e bioenergia), a exportação de nutrientes é muito maior, havendo rápido esgotamento da fertilidade do solo.

132

**Em quais estádios fenológicos de desenvolvimento da cultura do sorgo as exigências nutricionais são maiores?**

Definida a necessidade de aplicação de fertilizantes para a cultura do sorgo, o passo seguinte, que é de grande importância no manejo da adubação, visando à máxima eficiência, é o conhecimento da absorção e acumulação de nutrientes nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta, identificando as épocas em que os elementos são exigidos em maiores quantidades. Essa informação, associada ao potencial de perdas por lixiviação de nutrientes nos diferentes tipos de solos, é um fator importante a ser considerado na aplicação parcelada de fertilizantes, principalmente nitrogenados e potássicos. O sorgo apresenta períodos diferentes de intensa absorção. O primeiro ocorre durante a fase de desenvolvimento vegetativo, das folhas V7 a V12. O segundo ocorre durante a fase reprodutiva ou de formação dos grãos. Assim, para altas produtividades deve-se garantir boa disponibilidade de nutrientes durante todos os estádios de desenvolvimento da planta.

133

**Qual é o critério utilizado para definir as doses de nutrientes a serem aplicadas na cultura do sorgo?**

Ainda é muito comum a prática de definição das doses de aplicação de fertilizantes com base em experiências locais ou em dados gerais de requerimento das culturas. Embora sejam informações úteis para obtenção de níveis médios de produtividade,

geralmente são pouco efetivas ou antieconômicas. Os solos apresentam diferenças em sua capacidade de fornecimento de nutrientes, dependendo das reservas totais e da disponibilidade dos nutrientes para as raízes. Desse modo, é necessário quantificar, por meio de análises químicas, o potencial dos solos em fornecer os nutrientes e o estado nutricional das plantas como instrumentos para o uso eficiente de fertilizantes.

Pelo fato de culturas com maiores rendimentos extraírem e exportarem maiores quantidades de nutrientes e, portanto, necessitarem de doses diferentes de fertilizantes, nas recomendações oficiais de adubação para a cultura do sorgo no Brasil, as doses dos nutrientes são segmentadas conforme a produtividade esperada. Isso se aplica mais apropriadamente, a nutrientes como o N e o K, extraídos em grandes quantidades, mas também é válido para o P e, de certo modo para o S. O conceito é menos importante para o Ca e o Mg, cujos teores nos solos, com a acidez adequadamente corrigida, devem ser suficientes para culturas de sorgo com altas produtividades.

134

### **Quais são as épocas adequadas para realizar a adubação do sorgo?**

Com base nas informações sobre o potencial produtivo dos solos (fertilidade e textura) e sobre as exigências nutricionais do sorgo durante o seu desenvolvimento, pode-se estabelecer que duas épocas são importantes para a aplicação de fertilizantes: a semeadura e o estágio de desenvolvimento vegetativo. A definição dessas épocas é baseada no conhecimento a respeito da absorção e da acumulação de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da planta, com identificação das épocas em que os elementos são exigidos em maiores quantidades, bem como o potencial de perdas por lixiviação dos nutrientes nos diferentes tipos de solos, os quais são fatores importantes que devem ser considerados na aplicação parcelada de fertilizantes, principalmente nitrogenados e potássicos.

**135**

### **Que nutrientes devem ser aplicados na semeadura do sorgo?**

Dependendo da dose recomendada, do risco de queima de raízes em razão da salinidade de determinados fertilizantes, das perdas por lixiviação no perfil do solo e das questões operacionais, alguns nutrientes devem ser aplicados na semeadura do sorgo, tais como o N e o K. Esses nutrientes devem ter suas doses normalmente parceladas, aplicando-se parte na semeadura e parte em cobertura. O P deve ser preferencialmente fornecido durante o período de semeadura. Para alguns micronutrientes, além da aplicação via solo ou nas sementes por ocasião da semeadura, aplicações via pulverizações foliares também podem ser utilizadas. Em algumas situações, como em solos cuja fertilidade é classificada na classe média ou alta e por questões operacionais, a adubação utilizando formulações que contenham N-P-K + micronutrientes pode ser aplicada a lanço em pré-plantio. Posteriormente, a adubação nitrogenada de cobertura é suplementada.

**136**

### **Como definir as quantidades de N e K a serem aplicadas em cobertura?**

O potencial produtivo da lavoura é o principal critério para dimensionar as quantidades de N e/ou K a serem fornecidas em cobertura. Para o K, além da análise de solo, deve-se também levar em consideração o tipo de exploração: produção de grãos, forragem ou bioenergia. Lavouras de alta produtividade exigem fornecimento adicional de N e K proporcionalmente maior que dos demais nutrientes.

O histórico de uso (adubações anteriores, tipos de culturas em rotação/sucessão, etc.) e de produtividade das lavouras, as condições climáticas, além de outros fatores que interferem no desenvolvimento das plantas durante o ciclo do sorgo, podem ser utilizados para ajustes na adubação de cobertura. No caso do

sorgo safrinha, a deficiência hídrica, que normalmente ocorre nas lavouras, limita fortemente o potencial de produção; com isso, a maioria dos produtores não utiliza a adubação de cobertura ou a fazem em doses mínimas.

137

### **Em que época deve ser feita a adubação de cobertura com N e K?**

A adubação de cobertura deve ser aplicada a partir de 30 dias após a germinação, quando as plantas apresentarem de quatro a seis folhas ou de 30 cm 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. Quando o sorgo for cultivado para produção de forragem ou biomassa (bioenergia), para o que normalmente são necessárias doses mais altas de K, pode-se dividir a adubação em cobertura em mais de uma aplicação durante a fase vegetativa.

138

### **Como se define a necessidade de adubação com micronutrientes?**

Existem duas filosofias básicas para a aplicação de micronutrientes: prescrição e restituição. A primeira utiliza a análise de solo e/ou foliar para avaliar a disponibilidade e definir doses a serem aplicadas. A filosofia de restituição vem sendo utilizada principalmente nas áreas que têm atingido altos tetos de produtividade e naquelas em que os problemas de deficiências têm se intensificado pelas altas taxas de exportação.

Um aspecto importante a ser observado em relação aos micronutrientes é o fato de o intervalo de variação entre os teores considerados deficientes ou excessivos (tóxicos) para as plantas ser muito pequeno. Portanto, é preciso tomar cuidado para não aplicar os micronutrientes em quantidades acima das recomendadas. Os micronutrientes podem ser aplicados em adubações de manutenção

via solo ou via foliar. A adubação no solo é feita juntamente com a adubação NPK de plantio.

A maioria dos formulados NPK comercializados no País é enriquecida com Zn e outros micronutrientes. As áreas novas de cultivo no Brasil respondem à adubação com micronutrientes, e o Zn é o que apresenta maior retorno para a cultura do sorgo. Com o passar do tempo de cultivo, os teores de micronutrientes no solo, principalmente de Zn e Cu, tendem a aumentar em razão das adubações sucessivas.

139

### Em que época deve ser feita a adubação foliar com micronutrientes?

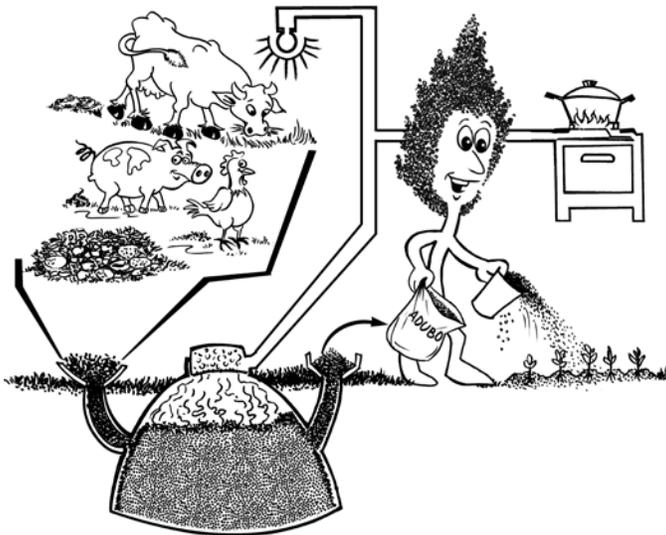
A aplicação de micronutrientes na cultura do sorgo via pulverização foliar é realizada no período de desenvolvimento vegetativo de quatro a sete folhas completamente desenvolvidas. Essa fase é conhecida como a janela para aplicação foliar de micronutrientes. Normalmente, para a maioria dos micronutrientes são necessárias duas aplicações durante essa fase.

O volume da calda pode variar de 150 L/ha a 250 L/ha, e o maior volume é utilizado quando os micronutrientes são aplicados juntamente com algum tipo de inseticida para o controle de pragas da parte aérea do sorgo.





# 7 Manejo e Uso da Adubação Orgânica e Biológica



*Fernando Cassimiro Tinoco França  
Ivanildo Evódio Marriel  
Israel Alexandre Pereira Filho*

## 140 O que são adubos orgânicos?

São adubos de natureza orgânica, ou seja, originados de matérias-primas diversas, principalmente provenientes de origem animal, vegetal, bem como de resíduos da agroindústria e resíduos urbanos.



## 141 Qual é a origem dos adubos orgânicos e quais nutrientes eles fornecem?

Há origens diversas para adubos orgânicos:

### **Origem animal**

O adubo orgânico de origem animal mais conhecido é o esterco, que é formado por excrementos sólidos e líquidos dos animais, o qual pode estar misturado com restos vegetais. Sua composição é muito variada. São bons fornecedores de matéria orgânica (MO) e nutrientes. O fósforo (P) e o potássio (K) são de fácil disposição e o nitrogênio (N) fica na dependência do sistema de manejo adotado.

### **Origem vegetal**

São os restos vegetais remanescentes de uma cultura anterior. As lavouras de arroz e o trigo deixam de 30% a 35% de resíduos vegetais. Por sua vez, o algodão, a cana e o milho deixam cerca de 50% a 80% da massa original em forma de resíduo orgânico.

### **Origem de resíduos da agroindústria**

Vinhaça: é o resíduo produzido em grande quantidade nas destilarias de álcool. A vinhaça de cana é rica em K, N, MO e outros elementos minerais.

Torta de filtro: é o resíduo da indústria açucareira oriundo da filtração do lodo retido nos clarificadores. Cada tonelada de cana

moída rende em torno de 40 kg de torta, que é rica em P, cálcio (Ca), cobre (Cu), zinco (Zn) e ferro (Fe). É deficiente em K, o que sugere a combinação desse resíduo com a vinhaça.

### **Origem de resíduos de biodigestores**

São constituídos pelos efluentes de biodigestores e são considerados excelentes adubos orgânicos. Possuem composição muito variável, uma vez que os efluentes consistem de materiais diversos.

### **Origem de resíduos urbanos**

Lodo de esgoto: material sólido orgânico ou inorgânico que é removido das águas residuais provenientes das residências e de estabelecimentos comerciais e industriais, entre outros, nas estações de tratamento de esgoto. A concentração de N, P e K no lodo depende das contribuições recebidas pelas águas residuais, do tipo de tratamento a que foi submetido e do manejo entre a sua produção e a sua aplicação no solo. O lodo de esgoto possui o inconveniente de ser contaminado com alguns agentes patogênicos e metais pesados.

Lixo urbano: material sólido orgânico proveniente de sobras de alimentos e demais resíduos domiciliares. Mesmo sendo rico em MO e em alguns minerais, a sua composição varia muito, pois depende da origem dos resíduos gerados e da sua forma de manejo, pois é decomposto por diversos processos de acordo com as quantidades, os recursos e as intenções, variando desde a decomposição ao ar livre até a fermentação em digestores fechados.

## **142 O que é composto orgânico?**

Composto orgânico é o produto final da decomposição de resíduos vegetais e animais, que permite a reciclagem desses resíduos e a sua desinfecção contra pragas, doenças, plantas espontâneas e compostos indesejáveis. Fornece matéria orgânica e nutrientes para o solo, além de atuar como condicionador e melhorar as

propriedades físico-químicas e biológicas do solo. Dessa forma, promove o desenvolvimento das plantas e sua resistência ao estresse hídrico e aos possíveis ataques de insetos e de doenças.

### **143 O que é compostagem?**

Compostagem é o processo de transformação de materiais grosseiros, como palhada e estrume, em materiais orgânicos utilizáveis na agricultura. Envolve transformações extremamente complexas de natureza bioquímica, promovidas por milhões de microrganismos do solo que têm na matéria orgânica in natura sua fonte de energia, nutrientes minerais e carbono.

### **144 Quais são principais materiais que se deve usar para que se produza um bom composto?**

Existe uma variedade enorme de materiais que podem ser utilizados na elaboração dos compostos orgânicos. Entretanto, para se produzir um composto rico em nutrientes e em matéria orgânica, recomenda-se utilizar uma fonte de biomassa (capim picado, bagaço de cana-de-açúcar triturado, sobras de silagem e de cochos, folhas trituradas, etc.) e misturá-la com esterco de fresco de curral e com uma boa fonte mineral rica em P e Ca (fosfatos naturais, superfosfatos, farinha de osso, termofosfatos, etc.) e K e Ca (pó fino de carvão, cinzas de lenha, etc.).

### **145 Qual é o local ideal para se preparar um composto?**

Dependendo das condições locais, os compostos podem ser produzidos em locais variados (debaixo de árvores, a céu aberto, etc.). O ideal é que se faça em local de fácil acesso para carga e descarga do material, próximo a uma fonte de água para as irrigações periódicas, plano ou com declive suave, coberto e sombreado, como os galpões, a fim de que os compostos fiquem protegidos das

ações das chuvas torrenciais e excessivas, que podem empobrecer os compostos por causa do encharcamento e da lixiviação de nutrientes.

146

### **Qual é a melhor maneira de se fazer um bom composto orgânico?**

O preparo e o manejo do composto requerem alguns passos e cuidados, que são citados a seguir:

- Dispor os materiais em camadas ou fazer a pré-mistura deles.
- Colocar três partes de biomassa (capim triturado, restos de cochos, etc.) para uma parte de esterco fresco.
- Enriquecer com uma fonte de P e Ca (fosfatos naturais, termofosfatos, farinha de osso, etc.).
- Enriquecer com uma fonte de K e Ca (pó fino de carvão, cinzas de lenha).
- No momento do preparo do composto, molhar a mistura até atingir 50% de umidade.
- Para melhor controle do arejamento e da umidade, o tamanho da pilha do composto não deve exceder a 2,5 m de largura por 1,50 m a 1,70 m de altura. O comprimento é livre e depende apenas da quantidade de material e do espaço disponível no local.
- Utilizar uma barra de ferro/vergalhão como ferramenta auxiliar de medição de temperatura.
- Controlar a temperatura com o uso de água e/ou com reviramento da pilha de compostagem.
- Em casos de reviramentos manuais, é importante fazer o primeiro reviramento com 7 a 10 dias após a montagem e os demais espaçados de 20 a 25 dias, num total de quatro reviramentos até o composto ficar pronto.
- Em sistemas mecanizados, a quantidade de reviramentos pode ser maior, com intervalos menores entre as operações (geralmente em intervalos de 7 em 7 dias), reduzindo-se o

tempo de decomposição e obtendo-se o composto pronto em até 60 dias, dependendo dos materiais empregados. Durante cada reviramento (ou logo após), deve-se proceder a uma nova irrigação com uma quantidade de água suficiente para repor as perdas por lixiviação e evaporação, de forma que a umidade seja bem distribuída por todo o monte.

- Para facilitar o manejo e, em muitos casos, facilitar a prática da compostagem, muitos compostos de qualidade não estão sendo revirados. No entanto, é necessário fazer a pré-mistura dos materiais e realizar o controle da temperatura por meio do umedecimento, ou seja, do uso contínuo de água.

Receita básica de um bom composto:

Material	Quantidade (%)
Esterco bovino	25 a 35
Resíduos vegetais (cana e capim triturados, bagaço da cana, etc.)	55 a 65
Fosfato natural (ou termofosfato ou farinha de osso)	5
Cinza de madeira (ou pó fino de carvão)	5

147

### **Qual é a faixa ideal de manutenção de temperatura na compostagem e como fazer para controlá-la?**

A faixa de temperatura ideal para a decomposição do material varia de 50 °C a 60 °C. Temperaturas excessivas podem queimar o material, o que não é desejável. Por isso, deve-se evitar que a temperatura ultrapasse 70 °C, o que pode ser obtido com reviramentos ou irrigações. Pedacos de vergalhão enterrados nos montes permitem verificar periodicamente a temperatura interna do composto, através do contato com as mãos. Se o calor for suportável, estará normal. Caso contrário, estará muito quente.

Após 60 dias, a temperatura diminui significativamente e atinge níveis abaixo de 35 °C. Isso indica o fim da fase de fermentação e o início da fase de mineralização da matéria orgânica.

### **148 O que é bokashi?**

É um método japonês de compostagem baseado na adição de microrganismos eficientes (effective microorganisms – EM)<sup>6</sup>. É produzido com resíduos orgânicos vegetais e animais de diferentes origens e ativado com microrganismos úteis que aceleram o processo de compostagem. Esses microrganismos, como os actinomicetos e tricodermas, entre outras espécies, são provenientes do solo e são selecionados e cultivados em laboratórios especializados ou podem ser produzidos nas propriedades rurais. Os microrganismos eficazes na produção do *bokashi* não se restringem a um grupo especial, mas são espécies muito comuns que podem se multiplicar rapidamente em materiais usados para compostagem. Os EM contêm bactérias anaeróbicas abundantes e fermentos do ácido láctico, assim como outros microrganismos que aceleram a decomposição dos materiais. A utilização desses microrganismos selecionados é uma característica que distingue os EM de outros produtos de origem microbiana.

### **149 Quais são as principais características de um bom composto?**

Uma avaliação visual do composto já pode fornecer muita informação acerca do seu estado de maturação. Um composto

---

<sup>6</sup> É uma suspensão na qual coexistem mais de 10 gêneros e 80 espécies de microrganismos eficazes, assim chamados porque potencializam a fertilidade natural do solo. É composto basicamente de leveduras, actinomicetos, bactérias produtoras de ácido láctico e bactérias fotossintetizantes. Esses microrganismos poderão ser capturados por meio da utilização de arroz cozido (sem óleo e sem sal), que deverá ser colocado em um recipiente de barro (ex.: telha) ou em pedaços de bambus ou em garrafas PET perfuradas. Depois, deve ser levado para uma mata, onde permanecerá por, no mínimo, 7 dias. Após esse período, procede-se à seleção visual das colônias de microrganismos, eliminando aquelas de coloração mais escura. Em seguida, esfrega-se o arroz colonizado em um balde com garapa (ou água com rapadura triturada), onde permanecerá em fermentação aeróbia por um período mínimo de 10 dias.

maduro apresenta-se com as seguintes características: a) redução da massa à metade ou a um terço do seu volume inicial; b) degradação física dos componentes, não sendo possível identificar os constituintes; c) facilidade na moldagem com as mãos; d) cheiro de terra moçada, tolerável e agradável.

150

### **Quando o composto está pronto e como saber se foi bem manuseado?**

O tempo de fermentação e de estabilização varia muito, pois depende das condições climáticas e dos materiais a serem utilizados. Em média, os compostos ficam prontos para uso entre 90 e 100 dias após o início do preparo, mas no inverno poderá se estabilizar aos 110–120 dias. O período de compostagem depende das temperaturas e do tamanho das partículas dos materiais, bem como da aeração, por exemplo:

- Partes pequenas, do tipo capim picado, com temperaturas em torno de 60 °C = 55 a 60 dias.
- Partes médias, com 15 cm a 20 cm, com temperaturas em torno de 60 °C = 60 a 80 dias.
- Partes inteiras, com temperaturas até 60 °C = em torno de 90 dias.
- Se for utilizado somente esterco bovino, com temperaturas de 60 °C a 70 °C = 30 a 35 dias.

Existem compostos orgânicos, como, por exemplo, os *bokashi*, que demoram em torno de 15 a 25 dias para se estabilizarem. Isso ocorre porque são utilizados microrganismos (EM-4) que aceleram a fermentação e os materiais (farelos, cama de frango, etc.) de rápida decomposição.

151

### **Que materiais são utilizados para o preparo dos *bokashi*?**

Nos dias de hoje, existem diversas receitas de *bokashi*. A seguir, são descritas duas dessas receitas.

Material	Quantidade
Terra de barranco (isenta de sementes e folhas)	250 kg
Farelo de soja (ou esterco de galinha ou cama de frango)	100 kg
Farelo de arroz (ou raízes e folhas de mandioca trituradas e secas ou cana-de-açúcar triturada)	100 kg
Farinha de osso (ou termofosfato magnésiano ou fosfato natural)	75 kg
Açúcar mascavo (ou rapadura triturada ou 40 L de garapa)	5 kg
Microrganismos eficientes (EM)	2 L

Obs.: Pode-se acrescentar o pó fino de carvão na proporção de 10%.

Material	Quantidade
Farelo de arroz	500 kg
Farelo de algodão	200 kg
Farelo de soja	100 kg
Farinha de osso	170 kg
Farinha de peixe	30 kg
Termofosfato	40 kg
Carvão moído	200 kg
Melaço ou açúcar	4 kg
EM-4	4 L
Água	350 L

## 152 Como se prepara um bom *bokashi*?

É necessário misturar os materiais em local protegido, umedecer (até chegar a 50% de umidade), inocular os EM e deixar fermentar a mistura durante um período mínimo de 20 dias. Na primeira semana, a massa deverá ser revirada diariamente, três vezes ao dia. Após a primeira semana, a massa deve ser revirada diariamente à medida que for necessário, até o seu resfriamento (ponto ideal de uso). Depois de estabilizado, os materiais são espalhados (desfaz-se a pilha) para secar e, finalmente, são embalados em sacos para armazenamento.

153

### **Como é feita a distribuição dos fertilizantes orgânicos?**

Pode ser feita em área total, no sulco de plantio ou na cova, dependendo da espécie vegetal e da forma de cultivo. Em gramíneas, a exemplo do sorgo, a forma mais comum de utilização é em pré-plantio, com a distribuição do material na área de cultivo e posterior incorporação.

A aplicação do fertilizante orgânico deve ser realizada cerca de 30 dias antes do plantio, o que evita a possibilidade de “queima” de sementes instaladas no local.

Pode ser utilizado também como adubo de cobertura. Para isso, o fertilizante deve passar previamente por um processo de fermentação e estabilização e deve ser distribuído uniformemente.

154

### **Os esterco frescos podem causar algum problema na planta?**

Os esterco frescos (não curtidos) podem conter microrganismos causadores de doenças transmissíveis para o homem. Na forma in natura, não devem ser utilizados na agricultura, pois podem contaminar as plantas e o solo e matar as plantas.

155

### **Como devem ser utilizados os esterco frescos?**

O esterco fresco deve ser curtido antes de ser utilizado na agricultura. Esse processo nada mais é que o envelhecimento do esterco sob condições naturais, não controladas, ou por meio da fermentação controlada sob a forma de compostagem. Leva em torno de 90 dias para que fique pronto para o uso, dependendo das condições ambientais. O esterco curtido é uma massa escura com aspecto gorduroso, odor agradável de terra e sem nenhum mau cheiro.

156

## Quais são as desvantagens e/ou limitações da adubação orgânica.

Entre as desvantagens da adubação orgânica, destacam-se:

- Alguns fertilizantes orgânicos mal decompostos ou de origem não controlada podem introduzir ou aumentar o número de microrganismos de solo nocivos às plantas (ex.: *Verticillium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, etc.) e introduzir sementes de plantas daninhas.
- Resíduos como compostos de lixo urbano e lodo de esgoto tratado não monitorados podem acarretar danos com a introdução de metais pesados ao solo e de microrganismos patogênicos ao homem.
- Os custos de produção, transporte e aplicação dos adubos orgânicos frequentemente são mais elevados do que os dos fertilizantes minerais. Isso pode ser minimizado com a utilização dos fertilizantes organominerais.
- Nem sempre a proporção dos nutrientes contidos nos fertilizantes orgânicos atende as necessidades das plantas.

157

## O que são biofertilizantes líquidos?

Biofertilizantes líquidos são produtos naturais obtidos da fermentação de materiais orgânicos com água, na presença ou ausência de ar (processos aeróbicos ou anaeróbicos). Podem possuir composição altamente complexa e variável, dependendo do material empregado, e contêm macro e microelementos necessários à nutrição vegetal. Além disso, é um produto obtido da fermentação, com a participação de bactérias, leveduras e bacilos.

158

## Para que servem os biofertilizantes líquidos?

São utilizados como adubos de cobertura e também como adubos complementares de plantio. Quando produzidos e

aplicados adequadamente, podem ser usados para repelir insetos além de possuírem efeito fito-hormonal, fungicida, bacteriológico, nematicida e acaricida. Atuam, portanto, como um protetor natural das plantas cultivadas contra doenças e pragas, com menos danos ao ambiente. Além disso, se preparados corretamente, não oferecem perigo para a saúde humana. O biofertilizante pode ser usado em culturas anuais e perenes, bem como em sistemas convencionais e orgânicos.

159

### **Quais materiais são utilizados no preparo dos biofertilizantes e como devem ser feitos?**

Existem diversas maneiras de preparar os biofertilizantes. Em diversas regiões do País, eles receberam nomes de identificação, tais como: Agrobio, Tinocão, Vairo, Biogeo, Supermagro, biofertilizante enriquecido, Bioervas, entre outros. A seguir, são descritas algumas receitas.

- **Agrobio**

#### **Indicações de uso**

Adubação foliar e de solo. Repelente de insetos.

#### **Materiais a serem utilizados**

700 L de água

100 L de esterco bovino fresco

20 L de leite ou soro de leite de vaca

3 kg de melaço de cana-de-açúcar

3 kg de bórax ou ácido bórico

4 kg de cinza de lenha

300 g de sulfato ferroso

4,20 kg de farinha de osso

4,20 kg de farinha de carne

1 kg de termofosfato magnésiano

210 g de molibdato de sódio

210 g de sulfato de cobalto  
300 g de sulfato de cobre  
600 g de sulfato de manganês  
1 kg de sulfato de magnésio  
400 g de sulfato de zinco  
210 g de torta de mamona  
500 mL de urina de vaca

### **Modo de preparar**

Misturar a água, o esterco, o leite ou soro e o melaço e deixar fermentar por uma semana.

Durante as 7 semanas seguintes (a cada 7 dias), os seguintes ingredientes deverão ser acrescentados à mistura: 430 g de bórax ou ácido bórico + 570 g de cinza de lenha + 850 g de cloreto de cálcio + 43 g de sulfato ferroso + 60 g de farinha de osso + 60 g de farinha de carne + 143 g de termofosfato magnésiano + 1,5 kg de melaço + 30 g de molibdato de sódio + 30 g de sulfato de cobalto + 43 g de sulfato de cobre + 86 g de sulfato de manganês + 143 g de sulfato de magnésio + 57 g de sulfato de zinco + 29 g de torta de mamona.

Observações de preparo:

- a) Antes de serem adicionados à primeira mistura, os produtos deverão ser dissolvidos em um pouco de água.
- b) A calda deverá ser bem misturada duas vezes ao dia.

Nas 4 últimas semanas, deve-se adicionar 500 mL de urina de vaca. Após 8 semanas, o volume deverá ser completado com 500 L de água.

Antes da aplicação, o Agrobio deverá ser coado.

### **• Tinocão**

#### **Indicações de uso**

Adubação foliar e de solo. Repelente de insetos.

## **Materiais a serem utilizados**

- Tambor de água com capacidade mínima de 200 L
- 40 kg de esterco de curral (fresco)
- 10 kg de esterco novo de galinha caipira (ou cama de frango)
- 5 L de leite talhado ou integral
- 20 L ou 2 kg de garapa ou rapadura triturada
- 5 kg de cinzas de madeira (fogão a lenha) ou pó fino de carvão
- 2 kg ou 5 kg de termofosfato magnésiano ou fosfato natural ou farinha de osso
- 2 kg de micronutrientes – FTE-BR 12 (dividido em 3 vezes)
- 5 L de urina de vaca
- 3 kg de folhas trituradas de plantas (ex.: buganvília, beldroega, caruru, tiririca, mamona, etc.)

## **Modo de preparar**

Colocar esterco fresco no tambor ou bombona (tambor de plástico) de plástico com capacidade mínima de 200 L e sobre ele adicionar os demais ingredientes. Adicionar água pura, não clorada, até atingir o ponto de 15 cm a 20 cm abaixo do nível máximo do tambor (espaço vazio de 15 cm a 20 cm de altura). Agitar bem para uniformizar os ingredientes, e repetir esse procedimento duas a três vezes por dia durante as duas primeiras semanas. Posteriormente, essa agitação deve ser realizada uma vez por dia. A fermentação total dos ingredientes acontece em aproximadamente 30 dias. No momento da pulverização do biofertilizante, o material deverá ser agitado e, posteriormente, coado em uma peneira para separar a parte sólida mais pesada. Em seguida, deverá ser filtrado em um pano ou tela fina. Para o uso em adubação de cobertura das plantas via solo, pode-se utilizar o produto sem ser coado (ou apenas retirando-se os materiais remanescentes mais grosseiros), com a utilização de um balde ou um regador sem o bico, como instrumentos auxiliares de acondicionamento e transporte do fertilizante.

Obs.: o FTE deverá ser colocado aos poucos, semanalmente, até completar a dosagem recomendada. Pode-se substituí-lo por outra fonte de boro (B) e de Zn.

- **Biogeo**

### **Indicações de uso**

Adubação foliar e de solo.

### **Materiais a serem utilizados**

Tambor de água com capacidade mínima de 200 L

30 kg de resto de rúmen (proveniente de matadouro)

20 kg a 30 kg de esterco fresco de curral

5 kg de folhas e restos vegetais (folhas de couve, beterraba, “mato”, etc.)

10 L ou 1 kg de garapa ou rapadura triturada

### **Modo de preparar**

Misturar todos os ingredientes e deixar fermentar por 25 a 30 dias, aerobicamente (na presença de oxigênio), agitando diariamente (duas a três vezes/dia).

- **Supermagro**

### **Indicações de uso**

Adubação foliar e de solo.

### **Componentes minerais**

2 kg de sulfato de zinco

2 kg de sulfato de magnésio

300 g de sulfato de manganês

300 g de sulfato de cobre

50 g de sulfato de cobalto

300 g de sulfato de ferro

2 kg de cloreto de cálcio

1 kg de ácido bórico

100 g de molibdato de sódio

### **Mistura proteica**

1 L de leite ou soro de leite

1 L de melaço ou 500 g de rapadura moída ou 5 L de garapa

100 mL de sangue

100 g de fígado moído

200 g de farinha de osso

200 g de calcário

200 g de fosfato de araxá

Obs.: para preparar a mistura proteica não é necessário ter todos os ingredientes. No entanto, é melhor que a mistura seja o mais diversificada possível.

### **Modo de preparar**

Em um tambor de 200 L, colocar 20 kg de esterco fresco de gado e completar com 100 L de água. A partir do primeiro dia, colocar o primeiro dos nutrientes no tambor, junto com a mistura proteica. Colocar cada nutriente de três em três dias. Toda vez que for colocar um nutriente, colocar também a mistura proteica e mexer bem. Quando for colocar o quinto nutriente, acrescentar mais 10 kg de esterco fresco e 20 L de água. No final, depois de adicionar todos os nutrientes e a mistura proteica, completar com água até encher o tambor. Depois é só deixar fermentando por, no mínimo, um mês, em local fresco e com sombra, para poder aplicar nas plantas.

### **• Biofertilizante líquido enriquecido**

#### **Indicação de uso**

Adubação foliar

#### **Componentes para um recipiente de 1.000 L**

100 kg de composto orgânico ou esterco bovino curtido

100 kg de mamona triturada (folhas, talos, bagas e hastes tenras)

20 kg a 30 kg de cinza vegetal

700 L de água

Obs.: A mamona triturada pode ser substituída por outro resíduo vegetal na mesma quantidade ou por resíduos agroindustriais (torta de mamona, farelo de cacau, etc.) em quantidade menor (50 kg).

### **Modo de preparar**

Em um recipiente com capacidade volumétrica de 1.000 L, acrescenta-se o ingrediente da base orgânica (composto ou esterco bovino) e 500 L de água, fazendo uma pré-mistura. Depois que essa solução estiver homogeneizada, acrescentar a mamona ou resíduo similar e a cinza vegetal, agitando até nova homogeneização. Acrescentar água até completar o volume total do recipiente.

Para evitar mau cheiro advindo da fermentação anaeróbica, a solução deve ser agitada durante um tempo mínimo de 5 minutos, no mínimo três vezes ao dia. Após 10 dias de fermentação, pode-se iniciar a retirada da parte líquida (passar por uma peneira fina e/ou coar), sempre após uma pré-agitação, e aplicar nas culturas de interesse.

## **160 Como devem ser utilizados os biofertilizantes líquidos?**

Os biofertilizantes líquidos podem ser usados em culturas anuais e perenes e em sistemas convencionais e orgânicos. É utilizado principalmente em pequenas áreas de culturas anuais, em hortas e pomares. Ao final do processo de fermentação, após coar o material, surge o resíduo sólido (borra) que fica na peneira, o qual pode ser curtido e aplicado no solo como adubo. Essa borra contém muita fibra e nutrientes e pode ser reutilizada como adubação para canteiros, em covas de plantio ou como adubação periódica aplicada em torno da copa das plantas. Ao contrário do biofertilizante líquido, sua absorção pela planta é lenta, assim como a dos outros adubos orgânicos sólidos em geral.

Na hora da aplicação, o fertilizante deve ser bem agitado. Em seguida, a quantidade que vai ser usada deve ser diluída em água. Essa mistura deve ser coada em um pano ou tela fina. Isso é importante para não entupir o bico do pulverizador.

Depois de coar a mistura, a parte líquida rica em nutrientes deve ser aplicada sobre a folha (adubo foliar), sobre as sementes, sobre o solo, via regadores ou via fertirrigação, em hidroponia, mas sempre em dosagens diluídas. A absorção pelas plantas ocorre com muita rapidez, o que os tornam de grande utilidade na nutrição dos vegetais que apresentam deficiências nutricionais, principalmente para as plantas de ciclo mais curto (gramíneas, leguminosas e hortaliças em geral).

161

### **Quais são as vantagens da utilização dos biofertilizantes líquidos como fertilizantes de cobertura e/ou de plantio?**

A maior vantagem está no baixo custo de aplicação e na facilidade de aplicação em pequenas áreas de cultivos. A maioria das matérias-primas utilizadas geralmente é adquirida no próprio local, principalmente nas propriedades que possuem atividades de produção diversas, típicas dos agricultores familiares. Outra vantagem é a rápida absorção e as respostas dadas pelas plantas.

162

### **Quais são as desvantagens da utilização dos biofertilizantes líquidos?**

Para grandes áreas de cultivo, as maiores desvantagens estão relacionadas aos custos de investimentos das lagoas de estabilização (fermentação), aos maquinários utilizados (caminhões, tratores e implementos) e à forma de aplicação. Dependendo do modo de preparo, o processo de fermentação gera maus odores, o que pode ser inconveniente e incomodar os vizinhos e, até mesmo, o proprietário.

Sua aplicação incorreta e em excesso poderá também causar contaminação do meio ambiente, principalmente dos cursos d'água.

163

**Por que a combinação do gesso com dejetos líquidos de animais é vantajosa no cultivo do sorgo orgânico?**



A vantagem deve-se à combinação do enxofre do gesso com o hidrogênio do esterco, evitando, assim, perdas por volatilização da porção líquida dos dejetos.

164

**O que deve ser levado em conta ao se fazer a adubação do sorgo com esterco líquido de suínos?**

O esterco líquido de suínos pode ser incorporado até 5 meses antes da semeadura da cultura, para que se realize a mineralização. Alguns estercos como o de aves apresenta maior rapidez na mineralização, necessitando assim menor tempo entre a aplicação e o plantio.

165

**Por que a lavoura de sorgo deve ser adubada todos os anos com o esterco líquido de suínos?**

A adubação com esterco líquido de suínos deve ser feita de ano em ano, na dose recomendada para cada condição de fertilidade do solo, por causa de seu baixo poder residual no solo.

166

**Que quantidade de adubos orgânicos deve ser utilizada e como deve ser feita a aplicação?**

É recomendável que os adubos orgânicos sejam distribuídos de maneira mais uniforme possível na área a ser cultivada. A quantidade deve ser complementar à equivalência dos nutrientes extraídos pela cultura anterior, levando-se em conta a produtividade e a eficiência relativa de cada nutriente.

167

**A distribuição dos dejetos de animais por aspersão é mais econômica do que aquela que é feita por tanques mecanizados?**

Sim, pois a distribuição via aspersão permite maior rendimento operacional, além de ter menor custo, pois consegue adubar uma área cinco vezes maior com o mesmo investimento.

168

**Os esterco de animais apresentam algum risco ao meio ambiente?**

Sim, porque têm alta exigência em oxigênio para sua estabilização (passivo ambiental). Para reduzir a carga orgânica, antes de serem usados os esterco de animais devem sofrer processos de estabilização (fermentação), a fim de que os adubos se tornem ambientalmente seguros.

169

**Por quais processos de estabilização devem passar os esterco de animais para se tornarem ambientalmente seguros?**

Os sólidos devem passar pelo processo de compostagem; enquanto os líquidos devem passar por biodigestão e fermentação anaeróbia em tanques e lagoas.

170

**Os dejetos de suínos podem substituir total ou parcialmente o adubo químico?**

Sim. Além da presença dos macronutrientes, os dejetos de suínos contêm um considerável volume de micronutrientes, o que irá melhorar os aspectos químicos, físicos e biológicos do solo.

171

**Quais são as determinações básicas e necessárias para a aplicação de dejetos de animais no solo?**

As determinações básicas e necessárias para a aplicação dos dejetos em qualquer tipo de solo são: análise do solo; análise dos dejetos; cultura a ser plantada; e distância a qual os dejetos estão do local de aplicação, uma vez que isso incorre em maiores custos para os produtores.

172

**O que são bactérias diazotróficas da espécie *Azospirillum brasilense*, usadas como fonte de N na agricultura?**

As bactérias *A. brasilense* são geralmente gram-negativas, em forma de bastonetes bastante móveis. Medem de 0,8  $\mu\text{m}$  a 1  $\mu\text{m}$  de diâmetro e de 2  $\mu\text{m}$  a 4  $\mu\text{m}$  de comprimento e possuem grânulos intracelulares de poli-hidroxibutirato. São microrganismos aeróbicos típicos quando cultivados na presença de N combinado, e microaerófilicos quando dependentes de fixação biológica de nitrogênio (FBN) para seu crescimento. Essas bactérias têm a capacidade de fixar N atmosférico e torná-lo disponível às plantas.

173

**Que benefícios a espécie *A. brasilense* proporciona à agricultura?**

As bactérias diazotróficas dos gêneros *Azospirillum*, *Herbaspirillum* e *Paenibacillus* são altamente competitivas quanto à capacidade de colonização de raízes de plantas não leguminosas, como no caso do sorgo. Para a agricultura, os principais benefícios da inoculação com *Azospirillum* são: aumento de produtividade das culturas, redução de custos de produção e aumento de renda para o produtor. Além disso, contribui para a redução de emissão de gases de efeito estufa atribuída à atividade agrícola.

174

**Como a bactéria *Azospirillum* contribui para o crescimento vegetal na planta de sorgo?**

Essas bactérias contribuem para o crescimento vegetal, por meio da fixação biológica de nitrogênio; da produção de metabolitos que alteram o metabolismo e favorecem o crescimento da planta; da produção de fito-hormônios que estimulam o crescimento radicular; e, conseqüentemente, da absorção de outros nutrientes e de água, além da tolerância ao estresse hídrico.

175

**Em quais culturas a espécie *A. brasilense* tem apresentado bons resultados?**

A maior parte dos resultados positivos com a aplicação de *Azospirillum* é relatada para a cultura do milho, entretanto outras culturas não leguminosas, como o sorgo granífero, o forrageiro e o sacarino, além do milheto, do arroz, do trigo, da braquiária e várias outras espécies, são beneficiadas pela associação com essas bactérias. Recentemente têm sido observados ganhos de produtividade na soja e no feijão com a inoculação de rizóbio em conjunto com *Azospirillum*.

176

**Qual é o ganho de massa verde e de grãos obtidos por hectare com a tecnologia da inoculação com *Azospirillum*?**

Os ganhos de massa verde ou de grãos variam principalmente de acordo com a estirpe da bactéria e qualidade do inoculante utilizado. Em termos médios, têm sido observados ganhos em torno de 20% em relação à produtividade de milho. Esse resultado poderá também ser apresentado em sorgo, mesmo na presença de adubação nitrogenada.

177

**Quando deve ser efetuada a aplicação do inoculante?**

O inoculante deve ser aplicado o mais cedo possível, de preferência por ocasião da semeadura. A aplicação pode ser

realizada na semente ou no sulco de plantio ou, ainda, por meio de pulverização via irrigação.

178

### **Qual é o manejo correto da prática da inoculação com *Azospirillum*?**

As seguintes recomendações devem ser seguidas:

- No processo de compra, deve-se verificar se o produto apresenta o número de registro no Mapa, bem como seu prazo de validade estabelecido pelo fornecedor.
- O produto deve ser conservado em condições adequadas de umidade e temperatura (no máximo 30 °C). Após a aquisição, deve-se conservar o inoculante em local protegido do sol e arejado até o momento da utilização.
- O inoculante líquido pode ser misturado às sementes, de maneira uniforme, fora da caixa de sementes da plantadeira.
- Deve-se evitar que as sementes inoculadas sejam expostas a temperaturas elevadas.
- Semear imediatamente ou, no máximo, dentro de 24 horas após a inoculação.
- Recomenda-se aumentar a dose do inoculante quando forem utilizadas sementes tratadas com fungicida, inseticidas e/ou micronutrientes.

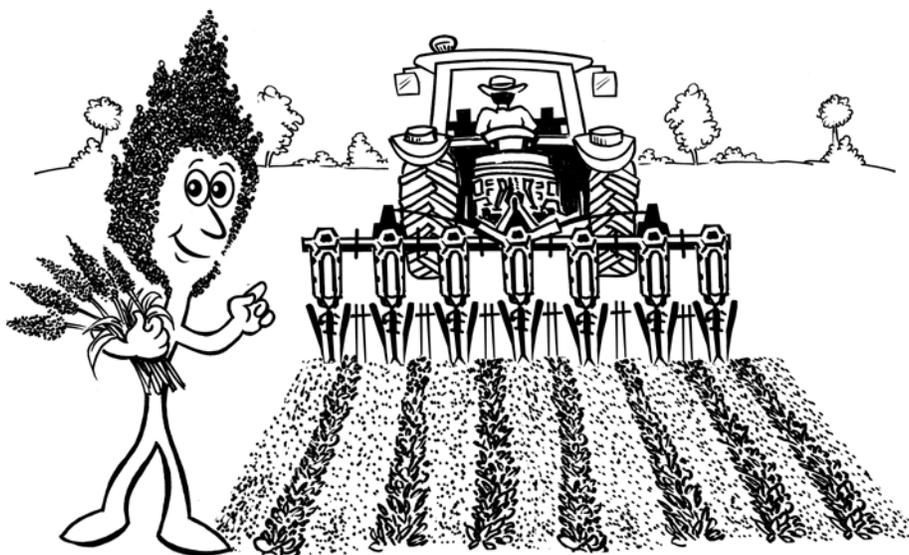
179

### **Qual é a relação custo-benefício da tecnologia de inoculação com *Azospirillum*?**

A aplicação de inoculante à base de bactérias diazotróficas selecionadas do gênero *Azospirillum* apresenta elevada relação custo-benefício, pois seu custo de aplicação é equivalente ao custo de um saco de sorgo, além de proporcionar ganhos de produtividade de grãos de até 20%.



# 8 Manejo Cultural



*José Avelino Santos Rodrigues  
Cícero Beserra de Menezes  
Jane Rodrigues de Assis Machado  
José Nildo Tabosa  
Josimar Bento Simplício*

## 180 Quais são os principais tipos de sorgo cultivados no Brasil?

Existem cinco tipos de sorgo cultivados no Brasil: granífero, forrageiro (silagem e pastejo), sacarino, biomassa e vassoura.

## 181 Quais são as principais características de cada um desses tipos de sorgo?

**Sorgo granífero** – planta de porte baixo a médio (entre 1,20 m e 1,50 m). O produto principal de exploração são os grãos que ficam na panícula ou cacho, os quais são colhidos quando estão secos ou duros. Após a colheita dos grãos, o resto da planta (restolho ou palhada) ainda permanece verde e pode ser utilizada como feno, destinada ao pastejo direto, ou também servir de cobertura morta do solo para o plantio direto.

**Sorgo forrageiro** – planta de porte médio a alto (entre 2,0 m e 3,0 m). Existe o sorgo forrageiro silageiro e o sorgo forrageiro para corte e/ou pastejo. O sorgo silageiro de porte elevado (> 2,5 m) possui alto potencial de produção de matéria seca, mas baixa relação grãos-forragem.

**Sorgo silageiro** – planta de porte médio (de 1,8 m a 2,5 m) que possui boa produção de matéria seca e boa relação grãos-planta. A vantagem do sorgo de médio porte quando colhido junto com a planta e grãos no estágio leitoso/pastoso constitui a biomassa total da planta, promovendo assim um maior enriquecimento da forragem a ser utilizada. Ainda no contexto do sorgo forrageiro, existe o sorgo-sudão ou sorgo-sudanense, tipo que pertence à espécie *Sorghum sudanense*. Suas características são: ciclo precoce (pode ser colhido entre 40–60 dias após o plantio ou corte), planta de porte médio que vai de 1,70 m a 2,0 m, elevado valor nutricional de forragem, alta capacidade de rebrota e de perfilhamento.

Existem também no mercado híbridos de sorgo bicolor x capim-sudão (*S. sudanense*), que unem algumas boas características das duas espécies.

**Sorgo sacarino** – tipo de sorgo de porte alto, acima de 2,0 m. Possui o colmo doce e succulento (similar ao colmo da cana-de-açúcar). A panícula é geralmente aberta e possui poucos grãos. Apresenta rendimento de caldo em torno de 50% (para cada tonelada de colmo verde, poderá produzir cerca de 500 L de caldo). É destinado à produção de agroenergia (produção de xarope e de etanol). Pela elevada produção de biomassa, poderá também ser utilizado como forrageiro, na forma de corte e de silagem, mas, em razão da baixa quantidade de grãos, sua silagem é de menor qualidade que a do sorgo silageiro.

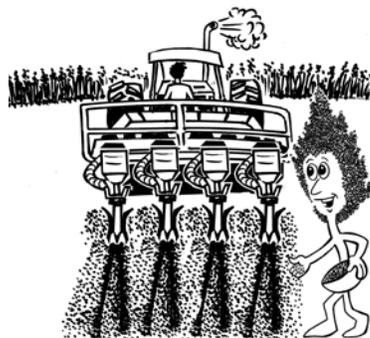
**Sorgo biomassa** – apresenta como característica principal o alto potencial de massa seca e vem sendo utilizado para produção de energia de segunda geração.

**Sorgo vassoura** – apresenta como característica principal a panícula na forma de vassoura. É utilizado principalmente na fabricação de vassouras e também como produto artesanal.

## 182 Como o sorgo é semeado?

O sorgo pode ser semeado manualmente ou de forma mecanizada, utilizando-se o trator com os implementos de plantio e de adubação.

A semeadura manual poderá ser realizada em covas rasas, com distância de 20 cm uma da outra, dentro de cada linha ou fileira. O espaçamento entre essas fileiras é variado. Para cultivares de porte alto (superior a 2,0 m), é de 80 cm a 90 cm. Para as cultivares de porte (de até 1,50 m de altura), o espaçamento pode variar de 50 cm a 60 cm. Em cada cova, recomenda-se colocar de três a quatro sementes. A semeadura manual poderá também ser realizada com o uso da matraca, seguindo os mesmos espaçamentos utilizados na semeadura manual em covas.



A semeadura mecanizada, na qual um trator é acoplado a uma semeadora, é realizada em linhas espaçadas de 45 cm a 50 cm para cultivares de porte de até 1,50 m. Para cultivares de porte elevado, o espaço entrelinhas é de 70 cm. A densidade de plantio depende do porte da cultivar a ser utilizada.

### **183 Qual é a profundidade de semeadura de sorgo?**

A profundidade de semeadura depende, principalmente, dos seguintes fatores relacionados ao solo: tipo (solos mais leves ou arenosos, ou solos argilosos ou mais pesados), umidade, temperatura e preparo. Resultados de pesquisa indicam que a semente deve ser colocada numa profundidade que possibilite um bom contato com a umidade do solo. Em solos mais pesados, com dificuldade de infiltração ou com fatores que dificultam a emergência de plântulas como torrões, as sementes devem ser colocadas entre 3 cm e 5 cm de profundidade. Já em solos mais leves, as sementes podem ser colocadas em maior profundidade, para se beneficiarem do maior teor de umidade do solo e escaparem de possíveis temperaturas muito elevadas nos primeiros centímetros de profundidade.

### **184 Quais são as consequências de se adiantar ou atrasar a semeadura do sorgo?**

Para o agricultor ter sucesso no seu cultivo, é necessário um planejamento que envolva todas as etapas: escolha da área, época de plantio, definição da cultivar a ser plantada, tratos culturais, época e método de colheita. Um planejamento errado na época de semeadura deve ser evitado, pois influenciará o ciclo da cultura, caso ela seja mais precoce ou mais tardia. Nesse caso, os seguintes fatores devem ser lembrados: maior risco de deficiência ou excesso hídrico; menor população de plantas; maior dificuldade no controle de plantas daninhas, pragas e doenças e, conseqüentemente, menor produtividade. A melhor época para o plantio do sorgo forrageiro

no centro-sul do País deve ser o mês de outubro. Plantios tardios podem sofrer problemas de fotoperiodismo e reduzir o porte da planta, afetando a produção de matéria seca total. No caso do sorgo granífero plantado tarde na safrinha no Sudeste do Brasil, o risco de perdas por estresse hídrico é significativo.

185

### **Qual é a vantagem de se utilizarem espaçamentos mais estreitos na cultura do sorgo forrageiro?**

As vantagens são as seguintes: aumento do rendimento de massa verde e seca, em razão da maior população de plantas na área, aumentando a eficiência de utilização de luz solar, água e nutrientes; melhor controle de plantas daninhas, em virtude do fechamento mais rápido dos espaços disponíveis, diminuindo, dessa forma, a competição das plantas daninhas por água e nutrientes; redução da erosão, em consequência do efeito da cobertura antecipada da superfície do solo.

Além disso, o uso de espaçamentos reduzidos no caso específico do sistema plantio direto (SDP) (70 cm entre fileiras, com até 20 plantas por metro linear) tem permitido melhor distribuição da palhada de sorgo sobre a superfície do solo.

186

### **Em que situações deve-se utilizar variedade ou híbrido de sorgo?**

Em geral, em condições favoráveis, os híbridos são mais produtivos do que as variedades. Entretanto, em situações de baixo capital e uso de baixo nível de tecnologia (o que pode resultar em menores níveis de produtividade), o uso de variedades pode oferecer um custo-benefício superior ao obtido com o uso de híbridos.

Uma variedade de sorgo é um conjunto de plantas com características comuns, em que, apesar de cada planta ser geneticamente diferente da outra, se for tomada uma amostra adequada/representativa (mínimo de 50 panículas), as características

são mantidas de uma geração para outra, sem nenhuma perda de seu potencial produtivo. As sementes das variedades melhoradas são de menor custo e de grande utilidade em regiões onde, em virtude das condições econômico-sociais e de baixa tecnologia, a utilização de sementes híbridas torna-se inviável. As variedades são também importantes em sistemas de produção agroecológicos ou orgânicos, pois, embora não restrinjam o uso de híbridos, são preferidas, já que permitem ao produtor produzir sua própria semente e a preço menor.

187

### **O tamanho da semente pode influenciar na germinação e no rendimento da cultura?**

O tamanho e a forma das sementes não afetam o rendimento das lavouras de sorgo. Entretanto, poderá influenciar o percentual de germinação e o vigor das plantas emergidas. Para uniformizar e facilitar a semeadura, as sementes de sorgo são classificadas, quanto ao tamanho, em pequenas, médias e grandes.

No entanto, sementes maiores, por apresentarem maiores reservas, podem resistir melhor aos estresses que podem ocorrer após o plantio e, com isso, suportar melhor as possíveis deficiências hídricas.

188

### **Quais são os principais aspectos que devem ser levados em consideração na escolha de cultivares?**

- Aceitação comercial do tipo de grão pelo mercado consumidor, principalmente quanto à cor e textura do grão, e resistência às principais podridões de grão.
- Adaptação às condições edafoclimáticas de cada região – atualmente o zoneamento agroclimático indica as cultivares recomendadas para cada estado, tanto no plantio da safra quanto na safrinha.

- Estabilidade e potencial de rendimento de grãos, massa verde e seca.
- Resistência ou tolerância às principais pragas e doenças que ocorrem na região (o produtor deve se informar com extensionistas sobre as principais pragas e doenças que ocorrem em sua região e utilizar cultivares que sejam resistentes/tolerantes a elas).



- Nível de tecnologia disponível para a cultivar a ser utilizada.
- Ciclo adequado aos diferentes sistemas de produção.
- Tipo de destinação do produto (ex.: produção de grãos, silagem, fenação, consumo in natura ou pastejo).

A escolha de cada cultivar deve atender a necessidades específicas, pois não existe uma cultivar superior que consiga atender a todas as situações. Na escolha da cultivar, o produtor deve fazer uma avaliação completa das informações geradas pela pesquisa, pela assistência técnica, pelas empresas produtoras de sementes, pelas experiências regionais, bem como pelo comportamento de safras passadas.

### **189** Que fatores influenciam o ciclo de uma cultivar de sorgo?

A genética é um fator que determina o ciclo, o rendimento e o ambiente (regionalização). No caso do fotoperíodo (quantidade de luz diária), algumas cultivares de sorgo têm seus ciclos afetados. Contudo, essa característica é muito influenciada pela latitude. Já a temperatura exerce maior influência durante a fase vegetativa. Nos plantios de épocas mais frias, verifica-se um aumento no ciclo da cultura, enquanto em plantios em meses mais quentes há uma redução no ciclo. Comercialmente, as cultivares de sorgo são classificadas em precoces, de ciclo médio e tardio, com florescimento variando entre 45 e 85 dias após a semeadura.

No mercado, há ampla predominância de cultivares precoces, que são as mais plantadas tanto na safra quanto na safrinha ou ainda para formação da palhada no sistema plantio direto (SPD). Ainda em situações especiais, são plantadas para escapar de estresses climáticos como geada em plantios tardios ou safrinha, nos estados mais ao sul, ou em condições de período chuvoso reduzido, como em algumas regiões do Nordeste e mesmo em sistemas de sucessão de culturas, quando há necessidade de liberar a área para o plantio da cultura subsequente.

### **190 É aconselhável o produtor plantar sempre a mesma cultivar?**

Não. A produção de sementes atualmente é muito dinâmica e o mercado está sempre oferecendo cultivares com características genéticas que apresentam diferenças de tolerância às principais pragas e doenças. É importante também estar sempre bem informado sobre as condições climáticas da região, pois fatores como temperatura média e regime de chuvas têm variado a cada ano agrícola. Sendo assim, dependendo da época de plantio pode ocorrer frustração de safra. Dessa forma, é importante que o produtor, sob a orientação da assistência técnica, esteja sempre avaliando as cultivares melhoradas que chegam ao mercado, sem grandes mudanças no seu sistema de produção. É importante frisar que o uso de outras cultivares favorece maior garantia de rendimento, enquanto o plantio da mesma cultivar potencializa a ação de fatores adversos que comprometem a produtividade.

### **191 Quais são as vantagens do cultivo do sorgo em consórcio com outras culturas?**

O sistema de consorciação geralmente é utilizado por pequenos agricultores familiares do semiárido brasileiro, entre outras regiões brasileiras, e atualmente está sendo bastante utilizado no

sistema lavoura-pecuária, como uma proposta de sustentabilidade (segurança alimentar) na agropecuária.

Para o pequeno agricultor, a principal vantagem está no cultivo de, pelo menos, duas culturas na mesma área, normalmente uma cultura beneficiando a outra (fixação de nitrogênio, suporte para as plantas trepadeiras, sombreamento, entre outros).

### **192** Quais são as culturas mais indicadas para o consórcio com o sorgo?

As mais recomendadas são as leguminosas de ciclo rápido, pois, além de favorecerem o sorgo com a fixação e disponibilidade de nitrogênio atmosférico, contribuem para o aumento da renda do produtor, protegem o solo diminuindo a erosão, favorecem a infiltração e mantêm a umidade do solo por mais tempo, minimizando a ação danosa dos veranicos (períodos secos entre uma chuva e outra). Na integração lavoura-pecuária, é muito utilizado o consórcio sorgo com braquiária.

### **193** Qual é o ponto ideal de colheita de uma lavoura de sorgo?

Em relação ao sorgo granífero, a colheita deverá ser realizada quando os grãos estiverem duros (na fase posterior à fase farinácea), ou seja, quando estiverem quebradiços, mas não ao ponto de soltarem-se da panícula (degrana) caso sejam impulsionados pela força de fatores externos. Nessa fase, a umidade deve ser de 14% a 16%.

A colheita do sorgo forrageiro é realizada quando os grãos estiverem no estágio leitoso/pastoso. Esse fato é importante em face do maior enriquecimento da massa verde com os constituintes do grão ainda mole, quando se destina principalmente a silagem de boa qualidade.

## 194 Como se processa a colheita do sorgo?

O procedimento adequado é a colheita da panícula (corte), que é processada por meio da máquina colheitadeira, separando o grão das demais partes. O restolho que fica no campo poderá ser aproveitado como pastejo direto ou para confecção de feno. Além disso, o restolho poderá também ser utilizado como cama de aviário, em lugar da palhada de arroz, que é comumente usada.



Em relação ao sorgo forrageiro, para pequenos plantios a colheita poderá ser realizada manualmente. Desse modo, a planta colhida deverá ser processada na forrageira/ensiladeira tanto para consumo direto dos animais como para enchimento do silo, dependendo de cada caso. Para grandes plantios, poderá ser utilizada a colheitadeira (acoplada ao trator) nos casos em que o destino final do material colhido é o silo.

## 195 Quais são as desvantagens de antecipar ou retardar a colheita do sorgo forrageiro?

Ao antecipar a colheita, a planta ainda não apresenta teor de matéria seca desejado e o grão não acumulou quantidade suficiente (próximo da máxima) de amido. Esses dois fatores (matéria seca e amido) são essenciais principalmente quando o objetivo é a ensilagem.

Quando a planta é colhida com teor de matéria seca abaixo de 30%, nem todo amido foi acumulado no grão. Quando a matéria seca é baixa, bactérias indesejáveis dominam o processo fermentativo, elevando as perdas do material ensilado.

Ao antecipar a colheita, o amido, que é o principal carboidrato presente no sorgo, além de definir a concentração energética do alimento, ainda não está na sua concentração ideal, elevando significativamente o custo da silagem, por requerer complementação de nutrientes energéticos na forma de concentrado para o balanceamento da dieta.

Embora o teor reduzido de matéria seca (abaixo de 30%) seja indesejado pelos aspectos enumerados anteriormente, é importante observar que retardar a colheita onde a matéria seca esteja acima de 38% também não é recomendado, pois isso aumenta a resistência da massa de silagem à compactação durante a sua confecção, reduzindo a densidade, o que exige maior potência do equipamento que realiza a colheita para manter o tamanho de partícula uniforme.

Além desses fatores, quando o grão atinge a maturidade fisiológica, a digestibilidade do amido decresce, tornando baixa a conversão dos nutrientes em carne ou leite. Isso favorece a perda de grãos pelas fezes.

196

### **Quais são os principais fatores que contribuem para a baixa produtividade do sorgo?**

- Baixa qualidade de sementes comercializadas.
- Presença de alumínio tóxico nas camadas subsuperficiais dos solos (não correção).
- Planejamento inadequado na implantação e condução por causa do baixo nível tecnológico empregado.
- Estande inadequado para os diferentes sistemas de produção.
- Perdas na produção em razão de estresses ambientais, principalmente o hídrico.
- Quanto mais tardia a sementeira do sorgo safrinha, maior o risco de estresse hídrico e geada na lavoura.

## **197** Que época é a ideal para a semeadura do sorgo granífero?

Na região Sul do Brasil, a semeadura do sorgo granífero é realizada no final da primavera (set./out.). No Centro-Oeste, o semeio do sorgo granífero é realizado após a colheita da soja (na safrinha). No Nordeste, sob regime de sequeiro, a semeadura deverá ser realizada no início da estação chuvosa.

Todavia, é importante consultar o zoneamento de risco climático para cada estado da federação, que se encontra no site do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa)<sup>7</sup>. Esse zoneamento constitui uma ferramenta importante para as culturas recomendadas para cada região. Dá a ideia de um calendário agrícola, com informações que orientam sobre a melhor época e o melhor local de plantio.

## **198** Qual é a quantidade de sementes de sorgo para o plantio de um hectare?

Depende de uma série de fatores, tais como: tamanho da semente, cultivares, espaçamento entre linhas, densidade, percentagem de germinação e vigor. Considerando todos esses aspectos e ainda com uma relativa margem de segurança (15% a 20% a mais de sementes), a quantidade de sementes por hectare poderá variar de 6,0 kg/ha (menor consumo) a 10 kg/ha (maior consumo de sementes).

## **199** Quais são as cultivares de sorgo granífero recomendadas para plantio?

As cultivares de sorgo granífero (híbridos comerciais e variedades) que vêm sendo avaliadas nas regiões do Brasil estão relacionadas no Zoneamento de Risco Climático<sup>8</sup> do Ministério de

<sup>7</sup> Disponível em: <[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)>.

<sup>8</sup> Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola>>.

Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). O zoneamento é elaborado de acordo com os ambientes, os ciclos e a natureza de uso, relacionados às diversas unidades federativas do Brasil.

### **200** Quais são as cultivares de sorgo forrageiro (híbridos comerciais e variedades) recomendadas para plantio?

A relação das cultivares de sorgo forrageiro (híbridos comerciais e variedades) recomendadas para plantio, para os diversos ambientes nas quais foram avaliadas, encontra-se no site da Embrapa Milho e Sorgo. Além disso, há disponibilidade de informações técnicas por meio de fôlderes e de comunicados técnicos de recomendação de cultivares (inclusive variedades locais) nos diversos centros da Embrapa e de empresas locais de pesquisa agropecuária, como o Instituto Agrônômico (IAC), o Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA), a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (Emparn), a Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA), etc.

### **201** O cultivo de sorgo granífero pode ser mecanizado?

O sorgo é uma cultura 100% mecanizável. No cultivo do sorgo, são utilizados os mesmos equipamentos de plantio, cultivo e colheita de culturas de grãos como a soja, o arroz e o trigo. Por sua vez, a cultura pode ser também conduzida manualmente com boa adaptação a sistemas utilizados por pequenos produtores. O sorgo pode ser semeado tanto em cultivo convencional quanto em semeadura direta na palha (SPD). No processo convencional, o solo é arado, gradeado, desterroado e nivelado, enquanto no processo de semeadura direta, o revolvimento do solo é localizado apenas na região de deposição de fertilizante e da semente (sulco de plantio).

## **202 O sorgo pode ser cultivado em qualquer tipo de solo?**

A planta de sorgo adapta-se igualmente a uma série de tipos de solo. No Brasil, a cultura é plantada tanto em solos heteromórficos das regiões arroyeiras do Rio Grande do Sul quanto em latossolos das regiões do Cerrado e, até mesmo, em solos aluviais dos vales das regiões semiáridas do Nordeste. As cultivares comerciais originalmente importadas não se adaptaram bem a solos com acidez elevada e com alumínio tóxico presente. Mas os programas de melhoramento nacionais (públicos e privados) já disponibilizaram cultivares comerciais com tolerância ao alumínio e à acidez do solo.

## **203 Em quais regiões do Brasil a cultura do sorgo se adapta melhor?**

A adaptação de cultivares de sorgo é relativamente boa nos trópicos ou numa amplitude que vai de 30° de latitude norte até 30° de latitude sul. No entanto, o que verdadeiramente tem norteado a recomendação de cultivares para os diferentes sistemas de produção de sorgo no Brasil são as características agrônômicas, tais como: resistência a doenças e a patótipos locais, resistência a insetos-pragas, resistência à seca, tolerância à acidez do solo e finalidade de uso.

## **204 Qual é a densidade de semeadura recomendada para o sorgo granífero?**

Ao escolher a densidade ideal, o produtor deverá levar em conta os seguintes fatores: tipo de sorgo, espaçamento escolhido e população de plantas final desejada. No geral, a densidade de plantas de sorgo granífero varia de 100 mil a 240 mil plantas por hectare. Os plantios realizados no início da safreinha podem ter densidade maior, e plantios tardios devem usar densidade menor de plantas.

## 205 Qual é o ponto de colheita do sorgo?

O ponto ideal de colheita do sorgo depende do tipo e da finalidade de uso.

**Para a colheita de grãos:** o ponto deverá estar entre 14% e 17% de umidade com secagem artificial. Sem recursos para secagem artificial, a colheita só poderá ser feita quando a umidade estiver entre 12% a 13%. O produtor de sorgo granífero deve-se lembrar de que, após a colheita, a umidade dos grãos sobe sempre de 1 a 1,5 ponto percentual em relação à umidade da amostra sem detritos verdes.

**Para ensilagem:** o ponto ideal é quando a planta inteira atinge pelo menos 30% de matéria seca. Na prática, o produtor poderá se basear no estágio de desenvolvimento do grão, ou seja, deverá ser colhido quando os grãos estiverem no estágio leitoso/pastoso.

**Para corte verde:** o ponto adequado é quando a planta atinge o estágio de emborrachamento ou a idade de 50 a 55 dias pós-semeadura.

**Para pastejo e fenação:** o ponto ideal é quando as plantas estiverem entre 0,80 m a 1,00 m de altura ou a idade de 30 a 40 dias pós-semeadura ou no início da rebrota.

**Para cobertura morta:** a planta deverá ter mais ou menos 1,5 m de altura.

## 206 Qual dessecante deve ser usado quando se vai fazer semeadura direta?

As escolhas do dessecante e da dose a ser aplicada devem ser feitas de acordo com cada situação, dependendo principalmente da comunidade de plantas daninhas, ou seja, das espécies presentes na área, bem como do estágio de crescimento dessas plantas. Geralmente, plantas perenes necessitam de doses maiores de dessecantes para que o controle seja adequado. Na maioria dos

casos, os herbicidas utilizados para o manejo após a colheita são à base de glyphosate, 2,4D, paraquat e paraquat + diuron.

Quando a dessecação é realizada antes da cultura de verão, outros herbicidas têm sido aplicados para complementar o espectro de controle das plantas daninhas. Alguns produtores têm utilizado frequentemente, além dos desseccantes, os herbicidas chlorimuron-ethyl, carfentrazone-ethyl e flumioxazin, em complementação ao glyphosate, ou a mistura formulada de glyphosate + imazethapyr.

### **207 O que é o vazio outonal?**

Por causa das condições climáticas diferenciadas da região Sul do Brasil, o estabelecimento e o manejo de forrageiras durante o ano todo são um desafio para o produtor. O vazio forrageiro outonal é o período em que a disponibilidade de forragem é menor e seu valor nutritivo é baixo, compreendendo a fase de maturação das espécies de verão e o início do estabelecimento das espécies de inverno na região Sul.

### **208 Qual é a importância do sorgo no período do vazio outonal?**

A possibilidade de plantio de gramíneas de verão, como o sorgo forrageiro e o sorgo silageiro na região Sul, torna-se alternativa importante na manutenção do fornecimento de alimento em pasto para os animais. Se for realizado o escalonamento de semeadura do sorgo forrageiro no período de setembro até fevereiro, haverá pastagem para os animais até que as culturas de inverno se estabeleçam, garantindo a produção e a qualidade do leite. O sorgo silageiro pode se tornar um importante aliado do produtor de leite do Sul do País, principalmente em regiões onde as estiagens são frequentes. Em razão de sua maior rusticidade, ele é capaz de tolerar melhor os veranicos que ocorrem em geral nos meses de janeiro e fevereiro.

## **Como planejar as épocas de semeadura para o sorgo forrageiro nas condições da região Sul do Brasil?**

Como o sorgo é uma cultura anual e pouco tolerante a geadas, na região Sul ele atinge a sua máxima ótima eficiência de produção durante a primavera e no início do verão. Portanto, é importante levar em consideração o escalonamento do plantio para que o produtor tenha o pasto durante todo esse período. Recomenda-se que o pastejo rotacionado inicie quando as plantas estiverem com o porte de 60 cm a 80 cm de altura, porém deve-se ter o cuidado de retirar os animais quando elas atingirem uma resteva de 20 cm.

Em pastoreio com lotação rotacionada e com alta carga animal, por um curto período de tempo, deve-se, após a retirada dos animais, implementar uma adubação nitrogenada na área, com o intuito de obter uma rebrota mais rápida das plantas e permitir tão logo um novo pastoreio.



# 9 Manejo de Plantas Daninhas



*Maurílio Fernandes de Oliveira  
Décio Karam*

210

### **Quais são os herbicidas registrados para uso na cultura do sorgo?**

Atualmente existem apenas herbicidas à base de atrazina registrados para comercialização no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Entretanto, nem todas as marcas comerciais que são formuladas a partir de atrazina têm registro de uso para a cultura do sorgo. De todas as atrazinas registradas, apenas as marcas comerciais Atranex WG, Atrazina Nortox 500 SC, Coyote WG, Gesaprin GrDa, Gesaprim 500 Ciba Geisy, Herbitrin e Proof têm sua comercialização autorizada para uso nessa cultura.

211

### **Qual é a dose de atrazina indicada para aplicação no sorgo?**

Depende muito da marca comercial a ser utilizada e do modo de aplicação do produto. As marcas Atranex WG, Coyote WG e Gesaprim GrDa estão registradas para serem utilizados em pós-emergência, nas doses de 2 L/ha a 3 L/ha. Para os demais produtos, sua aplicação é recomendada tanto em pré quanto em pós-emergência, e as doses de registro variam de 3,0 L/ha a 6,5 L/ha. As doses médias utilizadas pelos produtores variam entre 4,0 L/ha e 5,0 L/ha.



212

### **Por que as gramíneas são consideradas as plantas daninhas de maior dificuldade de controle no sorgo?**

Isso ocorre pelo fato de as gramíneas pertencerem à mesma família botânica do sorgo. O herbicida atrazina, único produto registrado para controle de plantas daninhas nessa cultura, tem alta eficiência sobre plantas de folhas largas e menor eficiência no controle de gramíneas, especialmente quando utilizado na pós-

-emergência tardia. A grande dificuldade de controle de espécies gramíneas na cultura do sorgo decorre também da falta de opção de produtos para combate de plantas daninhas na cultura.

### **213 Quais são as plantas daninhas controladas pelo herbicida atrazina?**

No Mapa, estão registradas 35 espécies de plantas daninhas que podem ser controladas com o herbicida atrazina. Vale a pena salientar que poucos herbicidas à base de atrazina são registrados para a cultura do sorgo. Entretanto, sugere-se ao produtor consultar um técnico especialista na área para certificar-se a respeito de qual herbicida desse grupo pode ser utilizado e para qual espécie de sorgo é mais indicado.

### **214 Pode-se utilizar um herbicida que apresenta registro para controle de plantas daninhas e não apresenta o registro para a cultura do sorgo?**

Para que um produto seja utilizado, ele deverá estar registrado no Mapa tanto para a cultura quanto para a espécie a ser controlada. Portanto, o uso de qualquer produto não registrado para a cultura do sorgo não é autorizado legalmente.

### **215 O que é a Instrução Nominativa Conjunta nº 1?**

A Instrução Nominativa Conjunta nº 1, de junho de 2014 (BRASIL, 2014a), foi publicada pelo Mapa, pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Ela estabelece diretrizes para o registro dos agrotóxicos, seus componentes e afins para culturas com suporte fitossanitário insuficiente.



216

**O que poderá ocorrer após a publicação da Instrução Nominativa Conjunta nº 1?**

Conforme a Instrução Nominativa Conjunta nº 1 (BRASIL, 2014a), as instituições de pesquisa ou de extensão rural, bem como as associações e cooperativas de produtores rurais e empresas registrantes, poderão pleitear a extrapolação de limite máximo de resíduo de ingredientes ativos especificados com posterior registro de uso para a cultura do sorgo.

217

**Por quanto tempo a cultura do sorgo deve permanecer no limpo livre da competição de plantas daninhas?**

Qualquer cultura agrícola deve ser mantida livre da presença de plantas daninhas no período crítico de competição, que compreende o período anterior à interferência e o período total de prevenção da interferência, ou seja, entre a emergência e o início da competição e antes da emergência das plantas daninhas que não causam mais prejuízo econômico. Para a cultura do sorgo, o período crítico está estimado entre 20 e 42 dias após a emergência das plantas ou entre os estádios vegetativos de três a sete folhas verdadeiras.

218

**Que herbicidas podem ser utilizados em sorgo sacarino e em sorgo biomassa?**

O registro de uso do Mapa não estabelece distinção entre as diferentes aptidões do sorgo (granífero, forrageiro, sacarino ou biomassa). Portanto, os herbicidas que poderão ser utilizados são os mesmos para as cultivares das quatro aptidões do sorgo, ou seja, somente a atrazina nas marcas comerciais Atranex WG, Atrazina Nortox 500 SC, Coyote WG, Gesaprin GrDa, Gesaprim 500 Ciba Geisy, Herbitrin e Proof.

219

**Alguns países têm utilizado na cultura do sorgo protetores conhecidos como *safeners*. Pode-se fazer uso dessa tecnologia para uso de herbicidas na cultura do sorgo?**

Apesar de se conhecer o efeito de protetores de sementes utilizados para proteger as plantas contra o efeito fitotóxico de herbicidas, o seu uso na cultura do sorgo não é permitido no Brasil, pois não possui registro no Mapa.

220

**O sorgo cultivado na safrinha após soja convencional pode ter crescimento afetado por resíduos de herbicidas?**

Por ser uma planta muito sensível, o sorgo tem sido utilizado como teste de resíduo de herbicidas no solo. Alguns herbicidas utilizados na cultura da soja que apresentam residual longo poderão afetar o desenvolvimento do sorgo em sucessão, entre os quais estão o diclosulam, imazaquin, imazethapyr e sulfentrazone. De acordo com o registro do diclosulam, a soja não poderá ser rotacionada (sucessão) com girassol, sorgo e brássicas.

221

**Herbicidas aplicados na cultura do milho podem apresentar potencial de resíduo para sorgo em sucessão?**

Alguns herbicidas de milho poderão apresentar efeito fitotóxico para a cultura do sorgo em sucessão. Entretanto, como na sucessão da soja, do algodão ou da cana-de-açúcar, esses efeitos poderão ser maximizados ou minimizados de acordo com o regime de chuvas após a aplicação dos herbicidas. O sorgo cultivado após a cultura do milho poderá apresentar problemas de crescimento na presença de resíduos no solo de herbicidas da família das dinitroanilinas (trifluralin, pendimethalin), cloroacetamidas (S-metolachlor, alachlor, acetochlor) e sulfonilureias (nicosulfuron).

**222****Que cuidados devem ser tomados pelos produtores no uso de herbicidas com glyphosate na dessecação?**

Alguns produtores têm utilizado, além dos dessecantes, os herbicidas chlorimuron-ethyl, carfentrazone-ethyl, flumioxazin em complementação ao glyphosate, ou mesmo a mistura formulada de glyphosate + imazethapyr. O uso desses herbicidas complementares deve estar associado ao sistema de plantio a ser implantado, visto que, em alguns casos, podem ocorrer efeitos residuais em culturas de sucessão, como no sorgo. Resíduos de chlorimuron-ethyl, flumioxazin e imazethapyr podem afetar o crescimento do sorgo.

**223****Posso utilizar outro método de controle além do químico na cultura do sorgo?**

O controle químico é apenas um dos métodos de controle que podem ser empregados na cultura do sorgo. Outros métodos devem ser utilizados visando ao melhor manejo de plantas daninhas. O controle mecânico por meio de cultivadores de arrasto pode ser utilizado e apresenta bom controle na entrelinha, mas pode apresentar baixo nível de controle de plantas daninhas na linha de plantio. Outro aspecto a ser lembrado no momento do uso de cultivadores é a possibilidade de ocorrência de danos ao sistema radicular das plantas de sorgo, o que poderá afetar o crescimento e, muitas vezes, facilitar o tombamento de plantas quando houver vento mais acentuado.

**224****Quantos dias após a aplicação de glyphosate se deve semear o sorgo?**

O sorgo poderá ser semeado após a aplicação do herbicida glyphosate sem que ocorra nenhum sintoma de fitointoxicação. Cuidados deverão ser tomados na dessecação de áreas que apresentem grande quantidade de massa, pois, nesse caso, a

fitointoxicação poderá ocorrer na passagem das plântulas de sorgo por essa massa. Nesse caso, outro efeito que poderá ser notado é a deficiência de nitrogênio por causa do uso desse elemento na decomposição da massa em cobertura do solo. O herbicida glyphosate poderá também ser utilizado após a semeadura do sorgo, mas antes da emergência das plântulas, ou seja, em aplicações conhecidas como “plante e aplique”.

### **225 O sorgo pode ser semeado após a dessecação com 2,4D?**

Os agricultores têm utilizado uma forma prática para o plantio do sorgo e do milho após a aplicação do herbicida 2,4D. De acordo com a regra, a cada 100 mL de produto aplicado, o produtor deve aguardar um dia para semear o sorgo, ou seja, ao usar 1,0 L/ha (1.000 mL) de produto na dessecação, o produtor irá semear o sorgo 10 dias após a aplicação.

### **226 Que métodos de controle de plantas daninhas podem ser utilizados na cultura do sorgo?**

Os métodos de controle conhecidos que têm sido utilizados na agricultura são: a) controle preventivo, que tem como objetivo evitar a introdução ou a disseminação de plantas daninhas nas áreas de produção; b) controle cultural, que tem como finalidade aumentar a capacidade competitiva da cultura em detrimento das plantas daninhas; c) controle mecânico, que poderá ser realizado por meio de capina manual ou mecânica; d) controle químico, que consiste na utilização de herbicidas para controlar as plantas daninhas.

### **227 Como fazer o controle preventivo das plantas daninhas na cultura do sorgo?**

O controle preventivo poderá ser feito evitando a introdução de novas espécies de plantas daninhas nas áreas de produção. Isso

geralmente ocorre por meio de lotes contaminados de sementes, máquinas agrícolas, animais e vento. Para minimizar esse problema, devem-se tomar os seguintes cuidados: utilizar sementes de boa procedência, livres de sementes de plantas daninhas, realizar a limpeza das máquinas e dos equipamentos e controlar as plantas daninhas em beiras de estradas, nas cercas, nos terraços e em canais de irrigação.

**228 Quando se deve realizar a aplicação de herbicidas pós-emergentes na cultura do sorgo?**

A aplicação pós-emergente de herbicidas na cultura do sorgo deve ser realizada quando as plantas daninhas estiverem nos primeiros estádios de crescimento. Esse estágio pode variar desde as primeiras folhas verdadeiras até seis folhas para as dicotiledôneas (folhas largas) e até o início do perfilhamento para as monocotiledôneas (gramíneas). No sorgo, a aplicação está mais fundamentada no estágio das plantas daninhas.

**229 Os herbicidas à base de paraquat podem ser utilizados na cultura do sorgo?**

Segundo a legislação brasileira, somente poderão ser utilizados na cultura do sorgo produtos que tiverem registro no Mapa. A aplicação em jato dirigido, embora tenha sido utilizada antigamente, não poderá mais ser realizada, pois, na reavaliação do registro do produto, não foi solicitada a inclusão dessa modalidade de aplicação para a cultura do sorgo.

**230 O herbicida atrazina pré-emergente pode ser utilizado na cultura do sorgo em sistema plantio direto (SPD)?**

Para a aplicação do herbicida atrazina em pré-emergência, deve se prestar atenção na quantidade de palha que está cobrindo

o solo. Para seu correto funcionamento, os herbicidas, quando utilizados em pré-emergência, precisam chegar ao solo. Camadas muito espessas de palha (cobertura do solo) dificultam a passagem do produto, fazendo que pequenas quantidades do produto cheguem ao solo. Em decorrência disso, uma menor dose do herbicida chegaria ao solo, resultando num possível controle não satisfatório das plantas daninhas.

**231 Qual é o melhor horário para a aplicação de herbicidas na cultura do sorgo?**

Assim como em qualquer aplicação de herbicidas, o produtor deverá estar atento principalmente às condições climáticas, como temperatura e umidade relativa do ar. As aplicações deverão ser realizadas em horários com temperaturas mais amenas e umidade



relativa do ar superior a 60%. Geralmente, essas características ocorrem no período da manhã e no final da tarde. Independentemente do horário de aplicação, as plantas daninhas não devem estar em condições de estresse, principalmente por falta de água, o que dificulta a penetração do produto, reduzindo, portanto, o seu efeito de controle.

**232 Que vazão do pulverizador deve ser utilizada para a aplicação de herbicidas na cultura do sorgo?**

Os herbicidas podem ser aplicados com diferentes vazões, entretanto a mais comum está sendo a aplicação com pontas que apresentam vazões de 0,2 ou 0,3 galão por minuto (0,757 mL ou 1.135 mL por minuto), em ângulos de 80° ou 110°. Essas pontas de pulverização, dependendo da pressão a ser utilizada, deverão gerar uma aplicação com volumes que variam de 100 L/ha a 250 L/ ha.

Alguns produtores têm utilizado, nas aplicações de herbicidas, volumes de calda inferiores a 50 L/ha. Volumes baixos como esse só deverão ser utilizados com pontas apropriadas que permitam tal volume, tomando-se bastante cuidado com as condições ambientais no momento da aplicação, pois esse tipo de pulverização apresenta grande probabilidade de deriva do herbicida.

233

### **Em que fase da cultura do sorgo pode-se fazer, com eficiência, a aplicação de herbicidas à base de atrazina?**

A aplicação do herbicida atrazina na cultura do sorgo pode ser realizada tanto em pré quanto em pós-emergência. Quando a aplicação for realizada em pré-emergência, o produtor terá de verificar se as condições do solo estão apropriadas para essa modalidade de aplicação. Para isso, os seguintes fatores devem ser observados: o solo deve estar com umidade para que as sementes das plantas daninhas germinem e o produto atue; as condições ambientais no momento da aplicação devem estar favoráveis para que o produto não seja perdido por volatilização e/ou deriva (alta temperatura, baixa umidade relativa do ar e velocidade do vento inferior a 10 km/h); e o solo deverá estar livre de torrões, os quais podem dificultar a movimentação do herbicida no solo. Em plantas sensíveis a esses herbicidas, há a germinação das sementes; porém, quando as plântulas emergem do solo e recebem luz, são desencadeadas reações que afetam a fotossíntese e levam a plântula à morte.

As aplicações em pós-emergência devem ser realizadas preferencialmente nos estádios iniciais de desenvolvimento (de quatro a seis folhas nas dicotiledôneas ou folhas largas, e antes do perfilhamento das gramíneas). Não se deve aplicar quando as plantas daninhas estiverem em condições de estresse, evitando condições climáticas desfavoráveis às aplicações de herbicidas. Nas plantas suscetíveis, ocorre a foto-oxidação da clorofila, que provoca a clorose internerval foliar, seguida de amarelecimento das bordas das folhas, que progride para necrose generalizada.

**234 O herbicida 2,4D pode ser utilizado na cultura do sorgo?**

Assim como o herbicida paraquat, o herbicida 2,4D não poderá ser utilizado na cultura do sorgo, pois não possui registro no Mapa para essa modalidade.

**235 O herbicida gramocil pode ser aplicado para fazer o plantio direto da cultura do sorgo? Quanto tempo depois da aplicação se deve fazer o plantio do sorgo?**

Herbicidas à base de paraquat têm sido utilizados para o manejo de plantas daninhas visando ao plantio direto antes da semeadura do milho ou logo após a semeadura, em aplicação conhecida como “plante e aplique”. Entretanto, na reavaliação do registro no Mapa, não foi solicitada a inclusão dessa modalidade de aplicação para a cultura do sorgo.

**236 Pode se aplicar herbicida depois que o sorgo estiver nascido? Caso seja possível, qual é o melhor estágio da cultura para fazer a aplicação? E qual tipo de herbicida deve ser utilizado?**

Existem duas formas de aplicar herbicidas na cultura do sorgo: a aplicação pré-emergente e a de pós-emergência. Os herbicidas que são aplicados após a emergência das plantas de sorgo geralmente são considerados de pós-emergência, entretanto alguns herbicidas de pré-emergência podem ser aplicados desde que as plantas daninhas não tenham emergido. A aplicação dos herbicidas é geralmente definida de acordo com os estádios de crescimento das plantas daninhas, pois, à medida que essas plantas se tornam maiores e mais desenvolvidas (folhas largas acima de seis folhas e gramíneas após início de perfilhamento), o controle se torna mais difícil.

237

**Para facilitar o manejo da cultura do sorgo quanto ao controle de plantas daninhas e de pragas, pode se fazer a aplicação do herbicida em mistura com inseticidas?**

A mistura em tanque de qualquer produto, herbicida, inseticida ou fungicida, não é regulamentada pelo Mapa, entretanto a maioria dos produtores tem realizado a aplicação de herbicidas em mistura com inseticidas. Caso for realizar esse tipo de mistura, mesmo sem a regulamentação do Mapa, procure um engenheiro-agrônomo para verificar as incompatibilidades da mistura de produtos. Na mistura de produtos, poderão ocorrer incompatibilidades físicas e químicas entre os produtos a serem utilizados.

238

**Que cuidados devem ser tomados no momento da utilização de um herbicida para o controle de plantas daninhas na cultura do sorgo?**

As pulverizações devem ser feitas geralmente nas horas menos quentes do dia, em que a presença de vento seja quase nula, para que não ocorram derivas que possam vir a contaminar locais indesejados próximos à área em que se está fazendo a pulverização. Toda e qualquer aplicação de herbicida deverá ser realizada por meio de equipamentos de proteção individual (EPIs). Os EPIs são apropriados para que o aplicador não tenha contato direto com o produto, eliminando ou reduzindo a possibilidade de intoxicação.

239

**Pode se fazer a aplicação de herbicidas na cultura do sorgo com um pulverizador costal? Como se deve proceder para que essa aplicação seja feita de forma correta?**

Os cuidados a serem tomados com a utilização de pulverizador costal são os mesmos a serem tomados na aplicação com pulverizadores tratorizados. Cuidados adicionais no uso do EPI devem ser tomados. O uso do avental voltado para as costas é de

fundamental importância, pois a maioria dos pulverizadores costais apresentam vazamentos na boca do reservatório. O produtor deve verificar qual é a vazão do pulverizador para que o herbicida seja aplicado na dose desejada. Geralmente, para realizar a pulverização de 1 ha de área, o produtor gasta 20 bombas costais munidas de ponta de pulverização do tipo leque de cor azul (100.03 ou 80.03). Quando o pulverizador estiver munido de pontas do tipo leque de cor amarela (110.02 ou 80.02), o aplicador vai gastar em torno de 10 bombas para pulverizar 1 ha de área. Independentemente dessa informação prática, o produtor deve calibrar o pulverizador. A calibragem (bomba de 20 L) poderá ser feita com a demarcação e pulverização de uma área de 10 m<sup>2</sup>. O volume gasto para pulverizar a área demarcada deve ser multiplicado por 500. O resultado corresponde ao número de pulverizadores que serão gastos para fazer a aplicação de 1 ha. O resultado será a dose recomendada por hectare. Em seguida, divide-se esse resultado pelo número de pulverizadores que serão utilizados para aplicar 1 ha. O valor corresponde ao volume de produto a ser adicionado por bomba.

240

### **Qual é o inconveniente de plantar o sorgo após a cultura do algodão?**

Da mesma forma que ocorre no plantio de sorgo em sucessão à cultura da soja, o plantio em sucessão à cultura do algodão poderá, em alguns casos, apresentar fitointoxicação causada por resíduos de herbicidas no solo. Herbicidas como clomazone, diuron, 2,4D, sulfentrazone, entre outros, podem deixar resíduos suficientes para intoxicar as plantas de sorgo, principalmente quando as condições ambientais não forem apropriadas para a degradação do herbicida no ambiente. Geralmente, condições de estresse de água pela falta de chuva ou por reduções do volume de chuvas no período da cultura do algodão contribuirão para que possa haver resíduos desses herbicidas no solo. Quando o produtor trabalhar em sistema de produção, deve sempre ter conhecimento dos efeitos negativos, principalmente dos herbicidas, na cultura de sucessão.

**O plantio de sorgo bioenergia em áreas de renovação de canavial poderá sofrer algum efeito fitotóxico em razão do uso de herbicidas na cana-de-açúcar?**

Da mesma forma que ocorre no plantio do sorgo em sucessão à soja e ao algodão, o sorgo em áreas de cana-de-açúcar poderá, em alguns casos, sofrer o efeito do resíduo de herbicidas, pois muitos dos herbicidas dessa cultura apresentam período residual longo. Portanto, o plantio do sorgo bioenergia em áreas de cana-de-açúcar deverá ser bem planejado, conhecendo-se os herbicidas utilizados anteriormente para definição da realização do plantio ou não da cultura do sorgo.

# 10 Manejo de Doenças



*Luciano Viana Cota  
Dagma Dionísia da Silva  
Rodrigo Veras da Costa*

## Quais são as principais doenças da cultura do sorgo no Brasil?

A planta de sorgo é suscetível a várias doenças, muitas das quais podem ser limitantes à sua produção, em razão das condições ambientais e da suscetibilidade das cultivares. Além disso, dependendo do ano e da região em que o sorgo é cultivado, pode ocorrer o ataque de patógenos causadores de doenças foliares e da panícula, de agentes causais de doenças sistêmicas, além de fungos de solo causadores de podridões radiculares e viroses. Entre as doenças que afetam a cultura no Brasil, podem ser citadas como mais importantes as seguintes: antracnose (*Colletotrichum sublineolum*), míldio (*Peronosclerospora sorghi*), helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), ferrugem (*Puccinia purpurea*) e ergot ou doença-açucarada (*Claviceps africana*). O míldio é considerado importante não somente pelos danos que causa ao sorgo, mas também pelos seus efeitos na cultura do milho.



## Quais são os principais fatores relacionados à ocorrência de doenças na cultura do sorgo?

Um dos principais fatores relacionados à ocorrência de doenças em lavouras de sorgo é a suscetibilidade das cultivares. O agricultor deve estar atento para a escolha da cultivar e dar sempre preferência aos genótipos com resistência às principais doenças que ocorrem em sua região. Por exemplo, em uma área com histórico de ocorrência de antracnose, se o agricultor optar por plantar uma cultivar suscetível e as condições ambientais forem favoráveis à ocorrência da doença, os danos são previsíveis.

Outro fator importante é o plantio contínuo de uma cultivar durante muitas safras na mesma área. Isso contribui para o aumento

da quantidade de inóculo de patógenos e favorece a severidade das doenças.

O manejo de áreas de plantio direto de forma incorreta, ou seja, sem levar em consideração a necessidade de associação à prática de rotação de culturas, é um fator que contribuiu para o aumento na incidência e na severidade de doenças, principalmente daquelas causadas por patógenos necrotróficos, como os agentes causais da antracnose e helmintosporiose.

244

### **Como as doenças podem reduzir a produtividade da cultura do sorgo?**

As manchas foliares e as ferrugens reduzem a área foliar fotossintetizante da planta, e isso resulta em menor produção de fotoassimilados e, conseqüentemente, em menor enchimento de grãos. Além disso, os patógenos causadores dessas doenças absorvem nutrientes que deveriam ser translocados para formação e enchimento de grãos.

Patógenos associados às sementes podem provocar podridões de sementes e tombamento de plântulas, o que provoca redução no estante final de plantas.

As podridões do colmo afetam negativamente a translocação de água e de nutrientes absorvidos pelas raízes para a parte aérea das plantas, o que reduz o enchimento de grãos e afeta a produtividade. As podridões do colmo também provocam o tombamento das plantas, o que dificulta a colheita mecanizada.

Alguns patógenos, como, por exemplo, *C. africana*, que causa a doença-açucarada ou ergot, podem atacar diretamente as panículas, com efeito direto na produção.

245

### **As doenças ocorrem ao longo de todo o ciclo da cultura do sorgo?**

As doenças podem ocorrer ao longo de todo o ciclo da planta de sorgo, no entanto a importância de cada uma pode variar. Por

exemplo, a helmintosporiose é mais severa durante a fase vegetativa, enquanto a antracnose-foliar é mais problemática a partir do florescimento. Algumas doenças são ainda mais específicas em relação ao órgão que atacam. A doença-açucarada, por exemplo, ataca apenas as flores, surgindo somente nessa fase.

246

### **Como o ambiente afeta a ocorrência de doenças na cultura do sorgo?**

As doenças ocorrem pela combinação de três fatores: hospedeiro, patógeno e ambiente. Se um deles não estiver presente, as doenças não se desenvolvem. Portanto, as condições ambientais são cruciais para a ocorrência de doenças na cultura do sorgo. Se o hospedeiro for suscetível, se houver inóculo do patógeno na área e se as condições climáticas forem favoráveis, haverá doença. Porém, as doenças podem requerer condições climáticas específicas para seu desenvolvimento. Por exemplo, algumas doenças, como a helmintosporiose, são favorecidas por temperaturas mais baixas, enquanto outras, como a antracnose, por temperaturas mais altas. De modo geral, as principais doenças do sorgo são fortemente influenciadas pela ocorrência de alta umidade.

247

### **O que são organismos biotróficos e necrotróficos? Qual é a importância desse conhecimento para o manejo de doenças do sorgo?**

Organismos biotróficos são aqueles que colonizam e se multiplicam apenas em plantas vivas, mas não podem sobreviver em restos culturais. Podem ser citados, como exemplo desse grupo, a ferrugem e as viroses. Organismos necrotróficos são aqueles que sobrevivem e se multiplicam de forma saprofítica em tecidos mortos. Como exemplo, podem ser citados os fungos *C. sublineolum* (agente causal da antracnose) e *E. turcicum* (agente causal da helmintosporiose). Esse conhecimento é importante, porque o modo

de sobrevivência e de multiplicação do patógeno pode influenciar o sistema de manejo a ser adotado. No caso de plantio direto, é fundamental que o produtor faça a rotação de culturas a fim de que haja tempo suficiente para que os restos culturais do plantio anterior (matéria morta) sejam decompostos e, conseqüentemente, haja uma redução na disponibilidade de inóculo dos fungos necrotróficos. Por sua vez, a não adoção da rotação de culturas dará chance a esses organismos para que sobrevivam e se multipliquem, aumentando o potencial de inóculo do patógeno que irá atingir a próxima cultura. No caso de patógenos biotróficos, é fundamental que se evite o plantio contínuo de sorgo em uma mesma área e a presença de hospedeiros alternativos (principalmente do sorgo selvagem). Nesse caso, a disponibilidade de tecidos vivos (plantas de sorgo) durante a maior parte do ano fará que esses patógenos se multipliquem ao ponto de causarem severas perdas à produção.

248

**Como é a sobrevivência dos patógenos que causam doenças em sorgo?**

Os patógenos que causam doenças em sorgo desenvolveram diferentes estratégias de sobrevivência. Alguns sobrevivem em restos culturais (como, por exemplo, os saprófitos), em hospedeiros alternativos (principalmente sorgo selvagem) ou formam estruturas de resistência como microescleródios e oósporos.

249

**Qual é a recomendação prática para o uso de cultivares resistentes a doenças na cultura do sorgo?**

Não existe uma medida única para o controle de doenças do sorgo. A resistência genética deve ser considerada como componente de um conjunto de medidas que compõem o sistema de manejo integrado de doenças, que inclui, entre outras, as seguintes alternativas: a rotação de culturas, a diversificação de cultivares, o uso de sementes de boa qualidade, o uso de cultivar

ou de cultivares que além de resistentes a doenças sejam também as mais indicadas para a região, o plantio na época adequada, o uso da população adequada de plantas e o uso da adubação adequada.

**250** **Quais fatores podem ser observados para aumentar a eficiência e a estabilidade do uso de cultivares de sorgo resistente às doenças?**

É importante que o produtor tenha em mente que a resistência genética é um recurso de alto valor para o seu negócio, mas está sujeita a ser perdida por causa de alterações que podem ocorrer na população do patógeno. O uso dessa resistência de forma criteriosa é, portanto, tão importante quanto o plantio de um híbrido resistente em si. Associada à resistência genética, deve vir também a ideia de que a diversificação de sua lavoura é importante para aumentar a durabilidade da resistência e reduzir a vulnerabilidade à ação dos agentes patogênicos. O agricultor deve, em uma mesma época de plantio, plantar mais de um híbrido, os quais devem ter base genética diferenciada. Em anos diferentes, o produtor deve realizar uma rotação de híbridos em suas áreas, evitando-se o plantio de um mesmo híbrido em uma mesma área por dois plantios consecutivos.

**251** **Qual é a importância da rotação de culturas para o manejo de doenças na cultura do sorgo?**

A rotação de culturas é eficiente para o controle de doenças cujos agentes causais possuam uma fase de sobrevivência nos restos culturais e não formem estruturas de resistência. Sua eficiência se dá porque a rotação vai quebrar o ciclo de sobrevivência dos patógenos nos restos culturais e, com a sua decomposição, vai ocorrer redução no tempo de sobrevivência dos fungos. A rotação é eficiente para o controle da antracnose, helmintosporiose, cercosporiose, mancha-zonada, etc. Por sua vez, não é eficiente para o controle da ferrugem (parasita obrigatório) e do míldio (patógeno forma oósporo que tem um longo período de sobrevivência no solo).

A rotação de culturas é uma prática essencial para o manejo de doenças, principalmente quando se faz uso do plantio direto. O princípio é semelhante ao da rotação de genótipos, com a diferença de que na rotação de culturas o agricultor estará alternando o plantio do sorgo com uma espécie não hospedeira dos patógenos que afetam essa cultura, principalmente uma leguminosa, como a soja ou o feijão. Os benefícios são os mesmos, ou seja, há uma redução do potencial de inóculo dos patógenos necrotróficos, bem como um aumento na durabilidade da resistência presente nos híbridos. A associação da rotação de culturas à rotação de híbridos poderá reduzir consideravelmente a severidade das doenças causadas por patógenos necrotróficos, bem como aumentar a durabilidade e a estabilidade da resistência genética a esses patógenos.

252

**As doenças que ocorrem no sorgo granífero são as mesmas que ocorrem em outros tipos de sorgo (forrageiro, sacarino e biomassa)?**

As doenças que ocorrem nos diferentes grupos de sorgo são as mesmas. A importância de cada uma vai variar de acordo com a resistência genética que cada cultivar possui.

253

**Que fatores devem ser observados num programa de manejo integrado de doenças na cultura do sorgo?**

O manejo integrado de doenças, não apenas da cultura do sorgo como também de qualquer espécie vegetal, deve começar por uma diagnose correta da doença ou das doenças a serem controladas. A escolha da cultivar ou cultivares mais indicadas para a sua região é outro aspecto que deve ser levado em consideração ao se montar uma estratégia de manejo integrado de doenças. Obviamente, é importante que o produtor conheça a reação desses híbridos às doenças predominantes na região. A época de plantio deve ser a mais adequada possível para a região. Por sua vez, qualquer

desequilíbrio nutricional torna a planta mais vulnerável a doenças de uma maneira geral. Deve-se promover uma diversificação espacial dos híbridos, ou seja, em uma mesma área e em um mesmo ano devem-se plantar híbridos que tenham bases genéticas distintas. Além disso, deve-se promover uma diversificação temporal das cultivares, ou seja, evitar o plantio de um mesmo híbrido ou de híbridos que tenham uma base genética próxima, por vários anos seguidos em um mesmo local. Por fim, essas práticas devem ser associadas à rotação de culturas com espécies não hospedeiras.

### 254 Qual é o potencial de perdas da antracnose do sorgo?

Não existem estudos feitos no Brasil que informem com precisão o potencial de perdas de determinada doença. Em áreas não pulverizadas, perdas na produtividade superiores a 70% têm sido relatadas em comparação com áreas submetidas à aplicação de fungicida, por causa da ocorrência da antracnose foliar. Em trabalhos conduzidos nos Estados

Unidos, a redução de produção de grãos em híbridos de sorgo provocada pela antracnose variou de 15% a 20%; enquanto na Índia houve perdas de até 16,4%. Na República do Mali, África, em híbridos suscetíveis, a redução da produção chegou a 70%. Em Porto Rico, as perdas foram superiores a 70%; enquanto na Nigéria, são relatadas perdas em torno de 45%.



### 255 A antracnose do milho é a mesma do sorgo?

Não. A antracnose do sorgo é causada pelo fungo *C. sublineolum*; e a antracnose do milho, por *Colletotrichum graminicola*.

256

### **Quais são as medidas recomendadas para o controle da antracnose do sorgo?**

A principal medida de controle da antracnose é a utilização de cultivares resistentes. Entretanto, o uso da resistência genética é dificultada pela alta variabilidade apresentada pelo patógeno, o que pode determinar que a cultivar resistente seja superada pela rápida adaptação de uma nova raça do patógeno. Outras estratégias de utilização e manejo da resistência genética têm sido recomendadas, tais como: utilização de resistência horizontal, misturas de genótipos, diversificação da população hospedeira e rotação de genótipos com diferentes genes. Essas estratégias, além de importantes para o manejo da doença, auxiliam na preservação da resistência genética presente em híbridos comerciais.

O controle químico é eficiente para o controle da doença; no entanto, não existem produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para serem recomendados.

257

### **Como funciona a rotação de cultivares para o manejo da antracnose do sorgo?**

A rotação de cultivares consiste na alternância de cultivares, previamente avaliadas, de uma determinada espécie em uma mesma área de plantio. Trata-se de uma estratégia que reduz a seleção direcional, a fim de impedir ou reduzir a seleção de raças específicas em um determinado genótipo na população do patógeno. A rotação de cultivares tem inúmeras vantagens que justificam a sua utilização, tais como: redução da vulnerabilidade genética da cultura manejada; controle sobre o desenvolvimento de raças do patógeno por meio da seleção direcional e da seleção estabilizadora; melhor eficiência na utilização e no manejo dos genes de resistência vertical; e maior preservação dos recursos genéticos, uma vez que os genes verticais podem ser utilizados repetidamente. Em sistema plantio

direto, a população de um patógeno necrotrófico que sobrevive na palhada do plantio anterior possui raças já adaptadas ao híbrido plantado anteriormente. Ao se plantar um híbrido de constituição genética diferente no plantio seguinte, as raças do patógeno que ali sobreviveram não possuem os genes de patogenicidade para esse novo híbrido.

Esse procedimento traz dois benefícios: uma redução do potencial de inóculo adaptado ao novo híbrido e um aumento na durabilidade da resistência genética dos híbridos utilizados pelo produtor. Com o passar dos anos, resultados de pesquisas têm mostrado uma redução na severidade da antracnose variando entre 37% e 70% para uma cultivar suscetível que foi plantado após cultivares resistentes. Nesse tipo de manejo, é importante que se conheça a reação das cultivares na região onde serão plantadas, a fim de escolher aquelas que podem ser eficientes para uso em rotação.

258

**Quais são as condições que favorecem o desenvolvimento da antracnose do sorgo?**

As epidemias da antracnose são mais severas durante períodos prolongados de temperatura e umidade elevadas, principalmente se essas fases coincidem com a fase de formação dos grãos.

259

**Existem raças diferentes de *C. sublineolum* nas diferentes regiões produtoras de sorgo do Brasil? Qual é a implicação disso para o manejo da doença?**

Sim. Existem inúmeras raças de *C. sublineolum* descritas nas diferentes regiões produtoras do Brasil. O conhecimento prévio da raça que predomina em uma região é importante para a escolha da cultivar a ser plantada. O agricultor deve dar prioridade para a cultivar que possui uma boa resistência às raças que predominam em sua região ou propriedade.

### **Que partes da planta podem ser infectadas pelo fungo *C. sublineolum*?**

O fungo *C. sublineolum* pode infectar praticamente toda a parte aérea da planta. Nas folhas, são formadas lesões elípticas a circulares com até 5 mm de diâmetro, no centro das quais se desenvolvem pequenos círculos de coloração palha, com margem avermelhada, alaranjada, púrpura-escuro ou castanha dependendo da cultivar. A doença pode ocorrer também na nervura central da folha, onde são formadas lesões elípticas a alongadas de coloração variável, nas quais se formam os acérvulos em grande quantidade. A podridão do colmo é caracterizada pela formação de lesões deprimidas, as quais apresentam áreas mais claras circundadas pela pigmentação característica da planta hospedeira.

A antracnose da panícula é caracterizada por lesões formadas abaixo da epiderme, que têm, inicialmente, um aspecto encharcado e adquirem, mais tarde, uma coloração que varia de cinza a púrpura-avermelhado. A esporulação pode ocorrer na raque, nas ramificações primárias, secundárias e terciárias, nas glumas e nas sementes, em estádios mais avançados de desenvolvimento da doença. As panículas de plantas infectadas geralmente apresentam tamanho reduzido, têm menor peso e amadurecem precocemente.

### **O tratamento de sementes com fungicidas é eficiente no controle da antracnose?**

O tratamento de sementes com fungicidas vai ser eficiente para proteção da plântula de sorgo em seus primeiros dias de desenvolvimento e é importante para manter a quantidade de plantas na área. Portanto, ao iniciar o florescimento, momento em que as epidemias da antracnose iniciam no campo, o efeito residual do fungicida já passou. Isso acontece, porque o fungo sobrevive nas sementes e também em restos culturais e em espécies de sorgo selvagem, assim o tratamento de sementes é importante para o manejo integrado da doença.

**262** Quais são as principais medidas para o controle da helmintosporiose?

As principais medidas de manejo da helmintosporiose em sorgo são o plantio de cultivares resistentes e a rotação de culturas com hospedeiros não suscetíveis. O controle químico é eficiente para o controle da doença; no entanto, não existem produtos registrados no Mapa para serem recomendados.

**263** A mancha de turcicum causada por *E. turcicum* em sorgo é a mesma do milho?

A mancha de turcicum tanto em milho quanto em sorgo é causada pela espécie *E. turcicum*. No entanto, estudos com inoculações em condições controladas têm demonstrado que isolados de milho não são capazes de infectar o sorgo e nem os de sorgo infectar o milho.

**264** Quais são os sintomas do míldio em sorgo?

O míldio do sorgo ocorre na forma de infecção sistêmica e localizada. Os sintomas típicos de infecção sistêmica são a formação de faixas paralelas de tecidos verdes alternadas com áreas de tecidos cloróticos. Em estádios mais avançados, as áreas de tecidos cloróticos tornam-se necróticas e se rasgam pela ação do vento. A forma localizada da doença caracteriza-se por lesões de formato retangular delimitadas pelas nervuras das folhas.

**265** O míldio do milho é o mesmo do sorgo?

Em ambas as culturas, o míldio é causado pelo fungo *P. sorghi*. Portanto, pode infectar as duas culturas.

266

**Como é a sobrevivência do patógeno *P. sorghi*? Qual é o problema de se plantar sorgo em uma área onde já ocorreu o míldio em plantios anteriores?**

O patógeno *P. sorghi* pode sobreviver na forma de oósporos que sobrevivem no campo por longos períodos de tempo. *P. sorghi* pode sobreviver infectando outros hospedeiros, como milho e espécies de sorgo selvagem.

Os oósporos de *P. sorghi* podem ser produzidos em grande quantidade em plantas de sorgo que desenvolvem infecção sistêmica de míldio. Esses oósporos são estruturas de sobrevivência que podem permanecer viáveis no solo por um longo período de tempo. Ao plantar um híbrido de sorgo suscetível em uma área onde já tenha ocorrido o míldio, esses oósporos podem germinar e infectar a planta de sorgo por meio de seu sistema radicular, dando origem a uma planta com infecção sistêmica. Dependendo da quantidade de oósporos presentes no solo, a quantidade de plantas de sorgo com infecção sistêmica poderá ser grande, o que poderá comprometer a produtividade da lavoura.

267

**O míldio é transmitido pelas sementes?**

Sim. A transmissão por sementes é realizada pelos oósporos imersos nas glumas ou aderidos na superfície das sementes, bem como pelo micélio localizado no pericarpo, no endosperma ou no embrião.

268

**Quais são as medidas recomendadas para o controle do míldio do sorgo?**

As principais medidas para o manejo do míldio do sorgo são: uso de sementes de boa qualidade; aração profunda para favorecer a decomposição dos oósporos presentes no solo; utilização de

cultivares resistentes; e tratamento de sementes com produtos à base de metalaxyl, eficiente para o controle do patógeno.

269

### **Quais são os sintomas da doença-açucarada do sorgo ou ergot?**

Os primeiros sintomas da doença podem ser observados no ovário, de 3 a 5 dias após a infecção. O ovário infectado apresenta-se enrugado, com uma coloração cinza, enquanto um ovário sadio e fertilizado tem coloração verde-escura e formato arredondado. Com a evolução da infecção, a base do ovário é substituída por uma estrutura estromática que gradualmente se estende para cima. Externamente, os sintomas evidenciam-se de 5 a 10 dias após a inoculação, na forma de gotas de coloração rósea, pegajosas e adocicadas, que exsudam dos ovários infectados. Sob condições de alta umidade, o fungo saprófita *Cerebella volkensis* cresce sob as gotas, que se convertem em uma massa negra e amorfa. Sob condições de alta temperatura e de baixa umidade, há um ressecamento da exsudação, que se transforma em uma crosta esbranquiçada e dura que facilmente se destaca da panícula. No interior das glumas, a estrutura do fungo (estroma) pode finalmente se transformar em esclerócio.

270

### **Por que a doença-açucarada ou ergot é mais problemática em campos de produção de sementes híbrida?**

A produção de híbridos de sorgo envolve uma linhagem fêmea e um macho estéril. Linhagens macho-estéreis são altamente suscetíveis a esse patógeno, e a doença se desenvolve exclusivamente no ovário, impedindo a formação de semente. Em caso de ocorrência severa, a perda de produção pode ser total. *Sphacelia sorghi* infecta somente o ovário não fertilizado, durante a antese, e vários estudos demonstraram que a polinização seguida de uma rápida fertilização previne a infecção.

271

**A doença-açucarada ou ergot pode ocorrer em campos de produção de grãos?**

A doença é menos comum em áreas de produção de grãos pelo fato de os híbridos terem uma boa produção de pólen. No entanto, se as condições ambientais forem desfavoráveis a essa produção, a doença pode ocorrer. A produção de pólen em sorgo é afetada pelas baixas temperaturas, portanto, se o florescimento coincidir com períodos de baixas temperaturas, poderá ocorrer a doença-açucarada. Com a menor produção de pólen, os esporos do fungo vão chegar a um maior número de ovários não fecundados.

272

**Que condições favorecem a ocorrência da doença-açucarada ou ergot?**

Os conídios provenientes de hospedeiros secundários, de panículas de sorgo infectadas de plantas remanescentes ou de restos de cultura são inóculo primário ou fonte de infecção primária. As condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento da doença-açucarada são temperaturas noturnas baixas, em torno de 14 °C, que, durante a fase da microsporogênese (pré-florescimento), podem induzir a inviabilidade do pólen. Em decorrência disso, as flores não fertilizadas ficam expostas ao ataque de *S. sorghi*. Durante o florescimento, a doença é favorecida por temperaturas mínimas de 13 °C a 18,7 °C e umidade relativa entre 76% a 84%.

273

**O consumo de silagem produzida com a doença-açucarada do sorgo oferece algum risco à saúde animal?**

Não. O fungo *S. sorghi* (*C. africana*) não é produtor de micotoxinas.

## Quais são as principais medidas de manejo da doença-açucarada ou ergot?

A indisponibilidade de genótipos de sorgo resistentes a *S. sorghi* e o estabelecimento da doença só em flores não fertilizadas levam à adoção de medidas de controle que associem técnicas de manejo da cultura para obter uma boa produção de pólen na lavoura e a utilização de fungicidas.

As principais medidas de manejo são: uso de cultivares bem adaptadas à região de plantio e mais tolerantes a baixas temperaturas; semeadura em épocas adequadas, a fim de evitar que o período de florescimento coincida com baixas temperaturas; remoção de plantas remanescentes e de plantas hospedeiras secundárias do patógeno; adequação da proporção de linhagens macho-estéreis e restauradoras em campos de produção de sementes para garantir uma boa disponibilidade de pólen, uma vez que a infecção não ocorre em flores fertilizadas; programação do plantio a fim de que haja uma boa coincidência de florescimento entre as linhagens-macho e linhagens fêmeas para garantir uma rápida fertilização; aplicação de fungicidas à base de tebuconazole.

A aplicação de fungicida deve ser realizada durante o período de florescimento. Assim, logo ao emitir a folha-bandeira, recomenda-se aplicar a cada 5–7 dias até o final da antese.

## Que fungos podem ser controlados pelo tratamento de sementes de sorgo?

O tratamento de sementes é eficiente para o controle de fungos que causam podridões nas sementes no solo e doenças que infectam as plântulas. Entre as doenças controladas pelo tratamento de sementes na cultura do sorgo, merece destaque o míldio causado por *P. sorghi*. No Mapa, existe registro de fungicidas à base do princípio ativo captana ou da mistura fludioxonil + metalaxil-M para tratamento de sementes. *Captana* tem efeito

sobre *Alternaria alternata*, *Alternaria tenuissima*, *Aspergillus* spp., *Cladosporium cladosporioides*, *C. sublineolum*, *E. turcicum*; *Phoma sorghina*; *Rizophus* spp., *Fusarium verticillioides*, *Rhizoctonia* spp. O fludioxonil (fenilpirrol) + metalaxil-M (acilalaninato) tem efeito sobre *C. sublineolum*; *F. verticillioides*; *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp.; *Pythium aphanidermatum*; *R. solani* e *P. sorghi*.

276

### **Como diferenciar os sintomas da helmintosporiose dos da mancha de ramulispóra?**

Os sintomas provocados pelas duas doenças são bem semelhantes. Na helmintosporiose, ocorrem lesões foliares alongadas de formato elíptico, de tom púrpura-avermelhado ou cinza-amarelado, que se desenvolvem inicialmente nas folhas inferiores. Já os sintomas característicos da mancha de ramulispóra são lesões necróticas de forma elíptica, alongadas de 5 cm a 14 cm de comprimento e de 1 cm a 2 cm de largura. A presença de halo amarelado nas lesões e de numerosos pontos negros (esclerócios) na superfície das lesões confere a elas um aspecto fuliginoso. Esses são os sintomas que diferenciam a mancha de ramulispóra da helmintosporiose.

Ao passar os dedos sobre as lesões, os escleródios de ramulispóra se soltam facilmente, o que não acontece com a helmistosporiose.

277

### **Os fungicidas existentes são eficientes para o controle de doenças na cultura do sorgo? Existe informação sobre a eficiência de fungicidas para essa cultura?**

Dados de pesquisas comprovam a eficiência de fungicidas para o controle de doenças foliares, principalmente a antracnose e a helmintosporiose. Em condições experimentais, as misturas compostas por triazol e estrobirulina resultaram em ganhos de produção de até 70% quando comparadas áreas pulverizadas e não pulverizadas. O uso de fungicidas é uma alternativa promissora para

o manejo de doenças na cultura do sorgo. Resultados de pesquisas têm mostrado alguns pontos que precisam ser considerados para melhorar a eficiência do uso de fungicidas. O nível de resistência presente nos híbridos influencia diretamente a eficiência do controle químico de doenças.

A aplicação de fungicidas em híbridos com níveis intermediários de resistência resulta numa eficiência de controle significativamente superior ao observado em híbridos suscetíveis. No entanto, o potencial de redução das perdas e a obtenção de retorno econômico são maiores para híbridos mais suscetíveis. A aplicação de fungicidas e a resistência genética atuam de forma sinérgica, resultando em maior eficiência de controle quando comparado ao seu uso de forma isolada.

Desse modo, recomenda-se que, na utilização de fungicidas para o manejo da antracnose, seja considerado o nível de resistência das cultivares de sorgo, observando-se, principalmente, o número necessário de aplicações para a obtenção de níveis satisfatórios de controle em cada híbrido. Em híbridos com bons níveis de resistência, não se recomenda a aplicação de fungicidas para o controle de doenças.

278

**Fungicidas podem ser usados ou recomendados para o controle de doenças foliares na cultura do sorgo?**

Apesar de eficientes, os fungicidas não podem ser recomendados para o controle de doenças foliares na cultura do sorgo porque, até o momento, eles não possuem registro no Mapa para uso na cultura.

279

**Qual é a principal forma de manejo das podridões de colmo em sorgo?**

As medidas de controle importantes principalmente para reduzir a fonte primária do inóculo são as seguintes: plantio de

cultivares resistentes, rotação de culturas, enterrio de restos de cultura, eliminação de gramíneas hospedeiras dos fungos causadores de podridões de colmo, uso de sementes sadias e tratamentos de sementes. A utilização de cultivares resistentes ao acamamento, tolerantes à seca e não senescentes pode reduzir as perdas causadas pela doença, bem como a utilização de níveis adequados de nitrogênio (N) e potássio (K).

**280** **Quais são as principais micotoxinas que podem ser encontradas em grãos de sorgo e como evitar essa contaminação?**

As principais micotoxinas que podem ser encontradas em grãos de sorgo são as aflatoxinas, a zearalenona, as fumonisinas e a Toxina T-2. Para reduzir o risco de contaminação dos grãos com micotoxinas, devem ser adotadas medidas que reduzam a infecção pelos fungos produtores de micotoxinas.

Entre as medidas de manejo, destacam-se: escolher a época de plantio que permita a ocorrência dos estádios de enchimento de grãos e de maturidade fisiológica em período sem chuvas frequentes; utilizar cultivares de sorgo com grãos resistentes ao ataque dos fungos presentes no campo de produção dos grãos; evitar que grãos no ponto de colheita permaneçam no campo, ficando assim sujeitos a serem molhados durante a ocorrência de chuvas; colher os grãos com nível adequado de umidade e armazená-los em condições que não favoreçam o desenvolvimento de fungos.

**281** **Quais são os sintomas do mosaico da cana-de-açúcar em sorgo? Como ocorre a transmissão do vírus na cultura do sorgo?**

O vírus provoca o aparecimento de sintomas do mosaico típico e do necrótico. No primeiro, aparecem, nas folhas, áreas verde-claras entremeadas com áreas verde-escuras. Normalmente, esse sintoma

é mais evidente em folhas mais novas, podendo desaparecer com o envelhecimento da planta.

No necrótico, aparecem, nas folhas, áreas necrosadas de cor avermelhada ou amarelada, dependendo da cultivar atacada. Esses tipos de sintomas, na maioria das vezes, levam a planta do sorgo à morte, principalmente quando a infecção ocorre prematuramente. O vírus é transmitido de maneira não persistente por, pelo menos, sete espécies de afídeos. O pulgão-do-milho (*Rhopalosiphum maidis*) é o principal vetor do *Sugarcane mosaic virus* (SCMV).

## 282 Quais são os sintomas da ferrugem do sorgo?

A ferrugem do sorgo é causada por *P. purpurea* e está disseminada em todas as regiões produtoras de sorgo no Brasil. A doença ocorre em plantas com idade entre 45 e 90 dias. Os primeiros sintomas são a presença de pontuações de coloração púrpura, vermelha ou marrom, distribuídas sobre ambas as superfícies da folha, porém essa coloração pode variar de acordo com a pigmentação da própria planta. As pontuações aumentam de tamanho e dão origem a pústulas de coloração marrom-avermelhada, denominadas urédias, estruturas típicas do patógeno, que podem atingir até 2,0 mm de comprimento e que se distribuem paralelamente às nervuras da folha.

Quando a epiderme se rompe, uma massa pulverulenta de uredósporos de coloração marrom-avermelhada é liberada e mais infecções são geradas no campo.

Com o avanço da doença, as urédias convertem-se em télias, que podem ser identificadas por uma mudança na coloração das pústulas para marrom-escuro. No pedúnculo, as urédias e as télias apresentam-se como estrias ou listras de coloração que varia de castanho-avermelhado a castanho-escuro ou, ainda, como lesões alongadas e estreitas.



**283** Quais são as medidas de manejo para a ferrugem do sorgo?

A principal medida de controle da ferrugem é o uso de cultivares resistentes. Outras alternativas são a destruição de restos de cultura de plantas infectadas e de plantas infectadas remanescentes após a colheita.

**284** A ferrugem que afeta o sorgo é a mesma do milho?

Não. A ferrugem do sorgo é causada pelo fungo *P. purpurea*, que não é capaz de infectar o milho.

**285** A cercosporiose que afeta o sorgo é a mesma do milho?

Não. A cercosporiose do sorgo é causada pelo fungo *Cercospora fusimaculans* e a do milho por *Cercospora zeae-maydis*.

**286** Plantas de sorgo são suscetíveis a nematoides?

As plantas de sorgo são suscetíveis a algumas espécies de nematoides. Os principais nematoides parasitas do sorgo são: o nematoide-do-enfezamento *Tylenchorhynchus martini*, o nematoide-das-galhas *Meloidogyne* spp. e os nematoides lesionadores de raízes *Pratylenchus* spp. Em áreas com histórico de ocorrências desses nematoides, o agricultor deve priorizar o plantio de cultivares resistentes ou com baixos fatores de reprodução dos nematoides.



# 11 Manejo Integrado de Pragas



*Simone Martins Mendes  
Paulo Afonso Viana*

## 287 Quais são as principais pragas que atacam o sorgo?

Há vários tipos de sorgo: o forrageiro, o granífero, o sacarino para produção de etanol, o biomassa para produção de energia e o vassoura próprio para fabricação de vassouras artesanais. Em todos os tipos, a importância de determinados grupos de pragas dependerá da utilização do sorgo.

As pragas iniciais, que atacam a fase inicial do sorgo, danificam as sementes, o sistema radicular e as plantas novas (plântulas). As mais frequentes são: os cupins subterrâneos (*Heterotermes*, *Syntermes* e *Proconitermes*), a larva-aramé (*Conoderus* spp.), a larva-angorá (*Astylus variegatus*), os corós (*Euethela*, *Dyscinetus*, *Stenocrates*, *Diloboderus*, *Cyclocephala*, *Phytalus* e *Phyllophaga*), a lagarta-elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*) e a lagarta-roscá (*Agrotis ipsilon*). Outro grupo são as pragas da parte vegetativa (folhas e colmos), como a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), o curuquerê-dos-capinzais (*Mocis latipes*), a broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*), o pulgão-verde (*Schizaphis graminum*) e o pulgão-do-milho (*Rhopalosiphum maidis*). O último grupo ataca a fase reprodutiva, danificando a panícula e os grãos, como a mosca-do-sorgo (*Stenodiplosis sorghicola*), as lagartas-da-panícula (*S. frugiperda*, *Helicoverpa zea* e *Helicoverpa armigera*) e os percevejos-da-panícula (*Sthenaridea carmelitana*, *Nezara viridula*, *Thyanta perditor*, *Oebalus* spp.).

Embora o número de espécies de insetos seja elevado, nem todas são de importância econômica e consideradas pragas primárias. Merecem grande atenção por parte do agricultor os cupins, a lagarta-elasmó, a lagarta-do-cartucho, a broca-da-cana, o pulgão-verde e, mais recentemente, a *H. armigera*.

## 288 O que é manejo integrado de pragas (MIP)?

O MIP é uma filosofia de controle de pragas que visa aumentar os fatores de mortalidade natural das pragas por meio da utilização



de métodos selecionados em base técnica, econômica e ecológica, como descrito no esquema a seguir. A utilização das estratégias de controle via MIP visa obter maior eficácia de controle, considerando resultados econômicos e ecológicos. A compreensão dos preceitos do MIP requer o conhecimento de alguns conceitos básicos que são comumente usados por pesquisadores, técnicos e produtores que lidam com a entomologia. Para entendê-los, deve-se conhecer a relação inseto-praga e planta.

289

### **Qual é o método mais eficiente para o controle de pragas de sorgo?**

Para maior eficiência, o controle das pragas do sorgo deve ser realizado de maneira integrada, ou seja, deve utilizar as diferentes táticas que compõem o manejo integrado de pragas (MIP). O MIP

constitui uma filosofia de controle de pragas que visa preservar e incrementar os fatores de mortalidade natural por meio do uso integrado de várias técnicas, selecionadas com base nos parâmetros econômicos, ecológicos e sociológicos, visando à manutenção da densidade populacional da praga abaixo do nível de dano econômico. Os principais componentes do MIP são: a identificação correta da praga, bem como os conhecimentos de sua bioecologia, do monitoramento populacional, de fatores ambientais e de níveis de controle.

Os métodos de controle que podem ser empregados são os seguintes: o cultural, o biológico, o comportamental, o varietal, o genético e o químico. O uso isolado de um desses métodos não é eficiente para controlar uma praga, pois é necessária a integração



de várias técnicas de controle. Deve-se também considerar o sistema produtivo regional em que o sorgo está inserido, pois várias outras culturas de importância econômica são hospedeiras de diversas pragas que danificam o sorgo, tais como: o milho, a soja, o arroz, o milheto, a cana-de-açúcar, o algodão, o trigo, as gramíneas forrageiras, entre outras.

## 290 Qual é a importância das pragas iniciais do sorgo?

Para que a lavoura tenha um número ideal de plantas e tenha alta produtividade, deve-se ter o cuidado na escolha da cultivar. Além disso, deve-se fazer a correção e a adubação do solo, utilizar máquinas adequadas para o plantio, contar com condições climáticas favoráveis e controlar as pragas mais importantes que atacam a fase inicial de desenvolvimento do sorgo. Os ataques de

pragas nessa fase reduzem significativamente o número de plantas na área cultivada, resultando em baixa produtividade. Essas pragas podem danificar as sementes logo após a semeadura, as raízes, o colo da planta ou cortar logo acima do nível do solo.

Geralmente os sintomas de ataque são o amarelecimento. Em seguida, ocorre a seca das folhas, resultando invariavelmente na morte da planta. Com os danos provocados, as plantas não conseguem absorver e translocar os nutrientes e a água do solo, por causa da injúria causada pela praga. Cada cultivar disponível no mercado tem um posicionamento que indica o número de plantas ideal para que se obtenha elevado rendimento. Dependendo da praga, o ataque pode causar acentuada redução no número de plantas, demandando o replantio da lavoura.

### **291** Quais são as pragas que podem matar a planta de sorgo?

De maneira geral, as pragas que atacam o sorgo na fase inicial, que vai do plantio até cerca de 20 dias após a emergência das plantas, são as que possuem maior potencial de matar a planta. Essas pragas geralmente são de hábito subterrâneo e atacam a semente e as raízes no solo, como os cupins, a larva-aramé e o coró. Há também aquelas que atacam a planta ainda muito pequena, logo após a emergência. Elas penetram no colo da planta e danificam a região de crescimento no interior do colmo, como, por exemplo, a lagarta-elasmó. Portanto, essas pragas são aquelas que têm o maior potencial para reduzir a produtividade.

No entanto, existem também algumas pragas que podem matar a planta, mesmo quando ela está mais desenvolvida. Essa injúria é tipicamente causada pela lagarta-rosca ou mesmo pela lagarta-do-cartucho, que ataca o colmo de 2 cm a 3 cm acima do nível do solo, destruindo a região de crescimento, o que resulta na morte da planta. Logicamente, a redução no número de plantas por unidade de área vai depender da densidade populacional de cada espécie envolvida. O problema pode ser agravado por um ataque de mais de uma espécie de praga ao mesmo tempo.

## **Qual praga tem sido mais problemática para a fase inicial da lavoura do sorgo e como deve ser realizado o controle?**

A praga que tem frequentemente causado danos na fase inicial da lavoura de sorgo, principalmente na região do Cerrado, é a lagarta-elasma. Essa espécie é favorecida por condições climáticas de alta temperatura e de baixa umidade do solo, associadas principalmente a áreas mais arenosas, situações essas que ocorrem no período de plantio de safrinha. Populações mais elevadas são observadas no sistema de plantio convencional e sob o cultivo mínimo, quando em situações de baixa densidade de cobertura morta. A presença dessa praga também é verificada na condição de cultivo do sorgo na reforma de pastagens e quando são praticadas queimadas nas áreas de cultivo. Em relação ao controle, quando se tem histórico de ocorrência da lagarta-elasma e, muito particularmente, quando a semeadura é realizada sob condições de risco (baixa umidade do solo), o mais aconselhável é o uso do tratamento de sementes com inseticidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). O número de inseticidas registrados para uso geral na cultura do sorgo é bastante reduzido, e estão disponíveis no mercado somente 13 produtos comerciais (setembro/2014).

## **Como se reconhece o sintoma de ataque da lagarta-elasma na planta de sorgo?**

O ataque aos tecidos da planta causa três tipos de sintomas, que podem ocorrer isoladamente ou combinados. No primeiro tipo de sintoma, a plântula pode parecer ter o tamanho normal ou aparentar estar ligeiramente enfezada, e com uma ou mais folhas apresentando uma fileira simétrica de pequenos furos. No colmo, o dano se apresenta de forma elíptica, com 1 mm a 4 mm de diâmetro, atingindo uma ou mais camadas de tecido foliar embrionário. Se não houver nenhum ataque adicional, a planta se desenvolve normalmente; no caso de a lagarta continuar se alimentando, os

sintomas irão evoluir para o segundo estágio, no qual a plântula fica moderadamente a severamente enfezada; uma ou mais folhas podem apresentar uma fileira simétrica de furos e menor tamanho, dependendo do grau de injúria.

Os sintomas nas folhas são enrolamentos, secamento das bordas e uma larga estria clorótica. No interior do colmo, a lagarta constrói uma galeria de até 2,5 cm; para o exterior, é construído um tubo com mistura de teia e partículas de solo, onde a lagarta se aloja após se alimentar dentro do colmo. A planta que sofre esse tipo de ataque não se recupera e apresenta um crescimento anormal, geralmente desenvolve perfilhos improdutivos e os sintomas evoluem para o terceiro estágio de dano, especialmente se o ataque ocorreu em períodos de seca. No último estágio de dano, a planta morre, apresentando um sintoma típico de severo estresse hídrico; as folhas se enrolam, murcham e secam, e as centrais facilmente se destacam da planta. Nesse estágio, é menos provável encontrar a lagarta do que no estágio anterior, visto que geralmente migram da planta morta para as plantas adjacentes. Dessa maneira, várias plantas podem ser atacadas por uma única lagarta.

294

### **Existe algum método que possa detectar a presença da lagarta-elasma na época do plantio do sorgo?**

Sim. Para o monitoramento de insetos de uma maneira geral, podem ser empregadas diferentes técnicas de amostragens. Cada técnica tem as suas vantagens e desvantagens para a espécie a ser estudada. Além disso, no desenvolvimento de um programa de monitoramento, mais de uma técnica pode ser considerada apropriada. O desenvolvimento de um programa eficiente de manejo integrado de pragas está alicerçado no conhecimento a respeito de informações biológicas e de procedimentos para obter essas informações. Um dos métodos de grande potencial para o monitoramento constitui a manipulação do comportamento do inseto por meio do uso de feromônios, que é empregado para monitorar a atividade do inseto. No caso de elasma, o feromônio sexual das



fêmeas foi documentado primeiramente nos Estados Unidos. Porém avaliações que sucederam mostraram-se ineficientes para atrair os adultos machos da mariposa.

A técnica mais utilizada para determinar a população da praga é avaliar o número de plantas atacadas pela lagarta. Porém, essa técnica frequentemente falha, pois as infestações da praga não são detectadas a tempo de empregar medidas de controle que evitem perda econômica na lavoura. A detecção de infestações em hospedeiros

alternativos, como feijão e ervilha, semeados antes da cultura, pode ser utilizada como um indicador da ocorrência da praga na área a ser cultivada.

295

**Existe algum método cultural que o agricultor possa utilizar para o controle da lagarta-elasmô?**

Sim, o uso do controle cultural tem sido uma das técnicas mais antigas empregadas para o controle da lagarta-elasmô, auxiliando na redução da infestação da praga. A prática de queimada na área antes de ser cultivada e em áreas adjacentes aumenta significativamente a ocorrência do inseto e deve ser evitada. Os adultos respondem por um estímulo olfativo e são atraídos pela fumaça, o que favorece a oviposição nesses locais. Isso resulta em alta infestação do inseto e, conseqüentemente, em elevados danos para a lavoura. A alta umidade do solo é o principal fator abiótico que pode ser utilizado no manejo da lagarta-elasmô. O fator umidade age negativamente em qualquer estágio do ciclo biológico da praga. Porém, a sua importância é maior no início da fase larval, causando alta mortalidade. À medida que a lagarta se desenvolve, a mortalidade decresce. A umidade elevada do solo também afeta negativamente o comportamento dos adultos na seleção do local para oviposição e na eclosão das lagartas. As mariposas preferem

depositar os ovos em solos mais secos. A oviposição é maior em solos secos do que em solos mais úmidos. Para que a umidade do solo por si só mantenha os danos causados pela praga em níveis abaixo de perda econômica, é necessário que a lavoura esteja no período de suscetibilidade, com a umidade ao redor da capacidade de campo.

O método de cultivo também afeta a ocorrência dessa praga, porque a infestação chega a ser duas vezes maior em cultivo convencional quando comparado ao plantio direto. De acordo com o método de cultivo empregado, uma série de fatores pode afetar a população do inseto. Esses fatores estão relacionados ao próprio comportamento, à presença de inimigos naturais, aos danos mecânicos de implementos agrícolas causados à praga no seu habitat no solo e às mudanças na umidade do solo.

296

### **Os cupins representam um problema para a cultura do sorgo?**

Sim, os cupins podem causar perdas significativas na lavoura de sorgo. O dano é causado pelo descortçamento total da raiz axial, deixando intacta a parte lenhosa. Falhas na emergência, mudança de coloração, murchamento de folhas e morte da plântula (planta nova) podem indicar sintomas do ataque da praga. Os cupins de ocorrência mais frequente na cultura do sorgo são: *Heterotermes* sp., *Cornitermes* sp. e *Procornitermes* sp. Os mais importantes são os de hábitos subterrâneos que destroem as sementes antes da germinação e as raízes de plantas novas.

O produtor rural deve dar atenção especial para o plantio de sorgo em áreas mantidas com pastagens por longo período ou que estejam em pousio, situação que é bastante favorável para o desenvolvimento de colônias de cupins. Para os cupins subterrâneos, não há uma prática muito eficiente de controle. O uso de inseticidas no tratamento de sementes ou a aplicação nos sulcos de semeadura reduzem os danos causados pela praga nas plantas de sorgo.

## A lagarta-rosca é uma praga importante para a cultura do sorgo?

A lagarta-rosca é uma praga de ocorrência mundial que ataca folhas, colmos e raízes de muitas espécies vegetais cultivadas. No Brasil, essa praga não é considerada primária para o sorgo. A sua ocorrência é esporádica e está associada a ambientes de alta umidade e à matéria orgânica do solo. Em regiões de Cerrado, a sua incidência em sorgo não é significativa. A lagarta desse inseto alimenta-se da haste da planta e provoca seu seccionamento, que pode ser total – quando as plantas estão com a altura de até 20 cm, pois ainda são muito tenras e finas – ou parcial, após esse período. Quando a região de crescimento presente no interior do colmo é seccionada, a planta morre e o estande da lavoura é reduzido. Apesar desse sintoma de dano ser característico da lagarta-rosca, ele não é exclusivo, podendo ser confundido com a injúria provocada pela lagarta-do-cartucho. Portanto, deve-se identificar corretamente a espécie que está ocasionando o dano.

A separação dos adultos das espécies não apresenta dificuldade por causa das grandes diferenças morfológicas. No entanto, às vezes não é tão fácil a separação das lagartas. Uma das características que pode ser utilizada para uma separação mais rápida é a observação das suturas da cabeça. Em *S. frugiperda*, há um desenho na parte frontal em forma de Y invertido; enquanto na lagarta de *A. ipsilon*, o desenho apresenta a forma de V invertido. As posturas são feitas na parte aérea da planta. Após a primeira fase de desenvolvimento (instar), as lagartas dirigem-se para o solo, onde permanecem protegidas durante o dia, só saindo ao anoitecer para se alimentar.

Quando completamente desenvolvidas, as lagartas medem cerca de 40 mm, são robustas, cilíndricas, lisas e apresentam coloração variável, predominando a cor cinza-escuro. O tratamento de sementes é eficaz para o controle da lagarta-rosca, porém somente para os ataques em plântulas. A pulverização com inseticidas químicos, quando realizada logo no início do ataque, pode ser eficiente.

## Que outras pragas reduzem o número de plantas na lavoura de sorgo?

Além das espécies de pragas subterrâneas de maior importância econômica, existem outras que causam danos esporádicos à lavoura. Entre esses insetos, os mais comuns são a larva-aramé e a larva-angorá. Os gêneros mais comuns de larva-aramé que atacam o sorgo são: *Agriotes*, *Conoderus* e *Melanotus*. Os danos são mais severos em lavouras semeadas em áreas que foram pastagens, situação em que o solo não é preparado anualmente, proporcionando condição favorável para o desenvolvimento da praga. As larvas danificam as sementes após a semeadura, bem como o sistema radicular da planta de sorgo e de outras gramíneas. Geralmente elas constroem galerias e destroem a base do colmo das plantas. As larvas possuem o corpo revestido de quitina e apresentam coloração marrom. O período larval pode variar de 2 a 5 anos. Em áreas que apresentam histórico de ataque da larva-aramé, medidas de controle deverão ser utilizadas preventivamente na semeadura. Inseticidas utilizados no controle da lagarta-elasmó apresentam desempenho moderado para a larva-aramé.

A umidade do solo é um fator importante no manejo dessa praga. Em sistemas irrigados, a suspensão da irrigação e a consequente drenagem da camada agricultável do solo forçam a larva a aprofundar-se, e isso reduz o dano no sistema radicular.

A outra praga que ataca a fase inicial do sorgo é a larva-angorá (*A. variegatus*), que também danifica outras espécies de plantas cultivadas. Somente a alta população do inseto causa prejuízos para cultura. As larvas alimentam-se preferencialmente das sementes após a semeadura e de raízes, reduzindo a germinação e o número de plantas na lavoura. Elas são densamente cobertas por pelos marrons e medem aproximadamente 14 mm, quando completamente desenvolvidas. O período larval é longo e pode chegar a 1 ano. O uso de aração e gradagem ocasiona a morte das larvas.

O tratamento de sementes com inseticidas para o controle de outras pragas reduz o dano causado por essa espécie.

## **Como as pragas que atacam o sorgo podem ser controladas com inseticidas?**

Desde a semeadura até a fase reprodutiva, a cultura do sorgo é hospedeira de vários insetos-praga. Entre as alternativas que visam à redução populacional dessas pragas, observa-se basicamente o controle químico com o uso de inseticidas. A seleção de uma molécula inseticida para o controle de uma determinada espécie de praga deverá basear-se em informações de nível de controle, a fim de evitar que o dano atinja o limiar econômico. Para o controle das principais pragas da lavoura de sorgo, existem inseticidas recomendados. Pragas iniciais que atacam as sementes, as raízes e as plântulas são geralmente controladas por meio do tratamento de sementes. Para as demais pragas da parte vegetativa e reprodutiva, a aplicação de inseticidas geralmente é realizada por meio de pulverizações, empregando-se equipamento costal, tratorizado, aéreo ou por meio de água de irrigação.

A formulação dos inseticidas deverá ser adequada ao equipamento de aplicação e à praga-alvo. A disponibilidade de inseticidas registrados para o controle de pragas na lavoura de milho é um processo dinâmico. Anualmente, novas moléculas são incorporadas ao mercado e outras são retiradas por razões técnicas ou mercadológicas.

## **O tratamento de sementes com inseticidas é eficiente para o controle das pragas iniciais do sorgo?**

Para evitar a infestação precoce do sorgo, o tratamento de sementes e/ou do solo pode trazer benefícios significativos. Para a mitigação do problema das pragas iniciais, recomenda-se a realização do tratamento de sementes para garantir um bom estande no campo.

O tratamento de sementes com inseticidas eficientes é uma prática tão importante quanto o uso de uma semente de boa genética e qualidade tecnológica (germinação e vigor). Geralmente o tratamento

de sementes dá proteção ao cultivo até aproximadamente 15 dias após a germinação. O conceito de eficiência deve ser visto do ponto de vista do retorno econômico. Especificamente no caso de pragas iniciais que atacam o sorgo, são várias as espécies envolvidas. Tais pragas, de maneira geral, podem ocasionar invariavelmente perdas econômicas bem acima do custo de controle.

O método de tratamento de sementes é o mais prático para controle das pragas iniciais pelos seguintes aspectos: seu custo é baixo, o impacto ambiental é reduzido e é de fácil utilização. Existem poucos inseticidas disponíveis para essa finalidade. No Mapa<sup>9</sup>, há somente dois produtos para o tratamento de sementes na lavoura de sorgo. Para escolher o inseticida mais adequado para a espécie de inseto, deve-se primeiramente conhecer o histórico do ataque de pragas na região.

O inseticida que controla uma determinada praga pode não ser eficiente para outra. A utilização do controle dessas pragas mediante o tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos propicia retornos muito acima do custo de controle; portanto, é uma medida adequada. Esse retorno é facilmente observado quando a área de sorgo tratada fica próxima de um local onde não foi realizado o tratamento de sementes. Essa operação é essencial e visa à manutenção do estande recomendado e à obtenção do potencial produtivo.

301

### **O tratamento de sementes com inseticidas traz algum risco ambiental e apresenta seletividade?**

Todo inseticida, como o próprio nome indica, é um produto tóxico e a toxicidade vai depender da molécula de origem e da formulação. Em qualquer situação, deve-se ler e entender o rótulo do fabricante que está de acordo com as normas governamentais. No caso do tratamento de semente, o produto fica localizado estritamente na semente e não é difundido em toda a área tratada,

<sup>9</sup> Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>.

como na pulverização. Também mostra seletividade, pois como é destinado ao uso em mistura com a semente de sorgo para o controle de pragas no campo, recebe uma formulação especial. Além do ingrediente ativo, parte dos inertes é uma “cola” necessária para aderir o produto à semente. Portanto, o inseticida fica localizado e não se espalha no ambiente. Sendo um inseticida sistêmico, ele protege a semente, as raízes e também a parte aérea contra as pragas iniciais.

O tratamento químico de sementes tem as seguintes vantagens: é econômico, o produto e a mão de obra são de baixo custo, não utiliza água, o custo de transporte é reduzido e é de fácil execução. Também é considerado seguro tanto para o homem quanto para o ambiente, quando comparado aos sistemas convencionais de controle de pragas via aérea.

### **302 Que características são importantes na escolha de um inseticida para o controle de pragas do sorgo?**

As principais características a serem observadas na escolha de um inseticida para o controle de pragas são: a eficiência, o custo, a toxicidade e a seletividade aos inimigos naturais. As doses a serem empregadas devem ser as recomendadas pelo fabricante. Superdosagens ou subdosagens não devem ser usadas, uma vez que a eficiência de controle pode ser reduzida, além de contribuir para a seleção de populações resistentes das pragas aos inseticidas. A formulação do inseticida e o modo de ação são informações técnicas que devem ser levadas em conta na escolha do inseticida. No que se refere a essas informações, o produtor rural deve ser orientado por um especialista. A ação do inseticida no inseto poderá ocorrer por contato (absorção pela epiderme); por ingestão (absorção pelo aparelho bucal) ou por fumigação (penetração pelos espiráculos).

Determinados inseticidas possuem mais de um modo de ação. Portanto, a espécie da praga a ser controlada influenciará diretamente a escolha do inseticida a ser aplicado. Produtos com

largo espectro de ação aparentemente podem se mostrar vantajosos, mas, com o uso frequente, podem, no decorrer do tempo, demandar aplicações sucessivas causando desequilíbrio ambiental e ressurgência de pragas primárias e secundárias. Esses produtos eliminam simultaneamente os insetos que causam danos à lavoura e os inimigos naturais, responsáveis por manter a população das pragas sob equilíbrio. Outro aspecto a ser considerado é a rotação de grupos químicos dos inseticidas. Esse procedimento retarda a ocorrência de resistência de populações da praga ao inseticida.

303

### **Por que a seletividade é uma característica importante para a escolha de um inseticida?**

A seletividade de um inseticida é uma característica importante do produto, pois fornece a possibilidade de menor impacto sobre outras espécies de insetos consideradas benéficas, como os agentes de controle biológico natural da praga-alvo ou de outras pragas. Todo inseticida para uso na agricultura é registrado para o controle de determinadas espécies de pragas. Para o registro, também são colocadas outras informações importantes sobre os cuidados a serem observados no seu uso. A seletividade pode ser fisiológica, inerente ao produto, ou seja, mesmo quando aplicado onde o inseto benéfico se encontra, não causa mortalidade ou causa um nível muito baixo de mortalidade. A seletividade também pode ser ecológica, quando a aplicação do produto é realizada de maneira apropriada, evitando que o produto químico atinja o inseto benéfico. Por exemplo, uma aplicação dirigida é muito mais seletiva do que uma aplicação em área total.

A manutenção dos agentes de controle biológico natural na área de cultivo mantém a espécie de praga por mais tempo, e não chega a atingir uma densidade populacional suficiente para ocasionar prejuízos. Muitas espécies de insetos fitófagos na verdade não são consideradas pragas, por causa da baixa população mantida por diversos agentes de controle biológico natural.

## Como a tecnologia de aplicação de inseticidas pode contribuir para a eficácia no controle de pragas do sorgo?

Para a pulverização de inseticidas, a calibração de deposição de gotas é de suma importância para a aplicação tanto de produtos químicos quanto de produtos biológicos. A calibração deve ser realizada nos locais das plantas onde a praga se localiza, e no estágio inicial do seu desenvolvimento, ou seja, no alvo biológico. Além disso, deverá ser realizada com cartões ou papéis sensíveis à água, que deverão ser grampeados nas regiões onde a praga se encontra (folhas, colmo, panículas ou grãos). Como serão utilizados princípios ativos químicos ou biológicos com diferentes graus de toxicidade para a praga, serão necessárias, no mínimo, 30 gotas/cm<sup>2</sup> de calda em cada alvo de amostragem. Outro aspecto importante é a escolha correta dos bicos. O ângulo de abertura e a uniformidade de aplicação devem ser observados para poder proporcionar uma vazão adequada para o controle das pragas. Os bicos necessitam ser periodicamente vistoriados e, em caso de avarias, devem ser substituídos. O manômetro deve indicar a pressão adequada para a aplicação e, junto com as características técnicas dos bicos e a velocidade de deslocamento do equipamento, irá proporcionar a vazão indicada da calda inseticida para o controle da praga.

As condições ambientais durante e após as pulverizações irão afetar o resultado do controle. Precipitação elevada após a aplicação contribui para a lavagem do inseticida do alvo (folhas, colmo, panículas e grãos). Ventos fortes provocam deriva e o não atingimento do alvo, bem como riscos ambientais.

A qualidade da água também influencia o controle. A água com alto teor de matéria orgânica pode proporcionar adsorção de elementos e reduzir a eficácia de controle. O pH ideal da água para a maioria dos inseticidas varia em torno de 4 a 5,5. Recomenda-se buscar com o fabricante a informação sobre o pH ideal da água para a aplicação e realizar a devida correção. Finalmente, é importante observar o horário de aplicação.

Deve-se evitar o período mais quente do dia e, preferencialmente, fazer a aplicação próximo ao entardecer, principalmente visando às pragas que possuem hábitos noturnos.

305

**A época em que o sorgo é cultivado pode determinar o grupo de pragas de maior importância para o cultivo?**

Sim, a época em que se planta o sorgo pode determinar o conjunto de insetos mais importante na lavoura. O caso mais conhecido no Brasil é o da mosca-do-sorgo *S. sorghicola* (Coquillett, 1899) (Diptera: Cecidomyiidae), cuja população, nas últimas duas décadas, foi reduzida nas regiões produtoras de sorgo no Brasil Central. Isso ocorreu em razão da biologia da espécie, que tem seu pico populacional nos meses de janeiro e fevereiro. Com o deslocamento do plantio de sorgo granífero para a safrinha, a praga deixou de ser um grande problema.

No caso de pragas polífagas, como *S. frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), o cultivo na safrinha pode potencializar os danos, uma vez que a população da praga tende a aumentar nas lavouras da primeira safra de milho, milheto e outros hospedeiros. Dessa forma, no plantio da safrinha existe maior população de insetos-praga no campo.

306

**Infestações da broca-do-colmo (ou broca-da-cana) são mais importantes para o sorgo sacarino e o sorgo biomassa?**

Não. Todos os tipos de sorgo são suscetíveis ao ataque dessa praga. Contudo, em lavouras de sorgo de grande porte, as infestações com essa praga, por tornar o colmo mais frágil, predisõem a planta ao acamamento. Assim são visualizados mais facilmente os danos causados por ela em lavouras de grande porte.

307

**Quais são as principais pragas com as quais o produtor deve se preocupar na fase vegetativa (de crescimento) da lavoura de sorgo?**

Embora várias espécies de insetos possam se alimentar 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. Além disso, o produtor precisa se preocupar com a broca-da-cana, que deve ter monitoramento e controle intensificados nessa fase do plantio, e com os pulgões, que são os principais sugadores de seiva e transmissores de vírus.

308

**Como é o dano causado pela lagarta-do-cartucho (*S. frugiperda*) em sorgo?**

Inicialmente, as lagartas recém-eclodidas raspam as folhas e deslocam-se para a parte mais protegida da planta, chamada de cartucho do sorgo. A larva, ao se alimentar nas folhas antes de se abrirem, provoca lesões no “palmito” da planta, que podem se tornar simétricas nas folhas após sua abertura. Os danos são causados pela redução da área foliar das folhas mais novas.

Quando o ataque ocorre no coleto da plântula, resulta no sintoma chamado “coração morto”, semelhante ao dano causado pela lagarta-elasmô. No caso do sorgo granífero, como as plantas apresentam baixo porte, a lagarta pode consumir toda a folha-bandeira e partes significativas das folhas abaixo dela. Como se sabe, as folhas superiores são as que mais contribuem para o processo de enchimento dos grãos. Em geral, quando se observa o cartucho todo destruído e abundância de excrementos no topo da planta, significa que houve alto grau de infestação da lagarta. Na cultura do sorgo, há variedades tão susceptíveis à lagarta-do-cartucho que se ataque pode causar redução de até 27% no peso final de grãos.

Nos últimos anos, por causa da alta incidência, da frequência ao longo do ano e da distribuição espacial, essa espécie vem se tornando uma das principais pragas na cultura. Em todos os tipos de sorgo, há registros de infestação dessa espécie causando danos econômicos.

### **309 Como identificar a lagarta-do-cartucho no campo?**

A lagarta completamente desenvolvida apresenta um Y invertido na cabeça e, normalmente, está alojada dentro do cartucho da planta do sorgo. Quando se transforma em pupa, cai no solo, onde passa toda essa fase protegida dentro de uma câmara pupal, de onde, então, emergem os adultos, que são mariposas de hábitos noturnos e migratórios. Durante o dia, as mariposas são encontradas, normalmente, dentro do cartucho das plantas. Já à noite, os adultos têm intensa atividade de acasalamento, dispersão e migração. As fêmeas, depois do acasalamento, depositam massas de ovos (de 150 a 250 ovos por postura) nas folhas.



### **310 Como fazer o monitoramento da lagarta-do-cartucho no campo?**

O monitoramento deve ser feito preferencialmente com o uso de armadilhas de feromônio, que consiste basicamente de uma gaiola plástica, de formato triangular, cujo piso contém cola suficiente para aprisionar os insetos que nela pousarem. Essa estrutura deve ser fixada numa haste por meio de arame, na altura do topo da cultura e deve conter um atraente sexual, denominado feromônio (sintético), direcionado para os machos da espécie. A armadilha é colocada no centro da área plantada, inicialmente a uma altura de 1 m da superfície do solo. Quando a planta ultrapassar essa altura, a

armadilha deve ser levantada de maneira a ficar sempre na mesma altura da planta. O feromônio sintético comercial para essa espécie possui na bula todas as instruções relacionadas à frequência de trocas.

Deve-se distribuir uma armadilha para cada 5 ha de área. Deve-se tomar a decisão de adotar o controle químico, quando em média forem capturadas três mariposas por noite.

**311 O monitoramento da lagarta-do-cartucho também pode ser feito por meio de vistoria na lavoura?**

Sim, nesse caso é importante conhecer bem os sintomas causados pela infestação dessa praga. Para realizar a vistoria, deve-se dividir a lavoura em glebas e avaliar, no mínimo, três pontos. Quando os três pontos da gleba apresentarem plantas com 20% de infestação da lagarta, é hora de tomar a decisão de iniciar o controle.

**312 Quando se deve fazer o controle da lagarta-do-cartucho com inseticida?**

Para iniciar qualquer medida de controle, é fundamental que o produtor faça o monitoramento da lavoura, como recomendado anteriormente. Assim, quando a infestação atingir os níveis de controle, as medidas devem ser iniciadas, quando a larva estiver no início de desenvolvimento. Para o eficiente controle químico dessa praga, é importante que o inseticida atinja o interior do cartucho da planta. Portanto, recomenda-se a pulverização com inseticidas com ação de profundidade e em alto volume de calda. Deve-se estar atento para o uso de produtos seletivos, a fim de evitar o desequilíbrio biológico, o que pode resultar numa alta infestação do pulgão-verde.

### **O produtor pode esperar infestações severas de lagarta-militar na cultura?**

Não, essa praga ocorre em surtos esporádicos, normalmente não são registrados surtos de ocorrência desse inseto-praga todos os anos no mesmo local. Em anos e em locais críticos, os insetos podem consumir todo o limbo foliar da planta com perdas totais. Como são lagartas que se alimentam nas folhas abertas, ficam, portanto, mais expostas do que a lagarta-do-cartucho, tornando-se mais vulneráveis, tanto ao controle natural quanto às ações artificiais de controle. Além dos lagartocidas normalmente utilizados, essa espécie pode também ser controlada com os produtos à base de *Bacillus thuringiensis*. A importância econômica dessa espécie está associada aos prejuízos que decorrem da redução da área foliar das plantas. Geralmente, a infestação inicia-se pelas bordas das lavouras ou nas reboleiras próximas de outras gramíneas, nas áreas onde o controle de plantas daninhas não foi satisfatório.

### **Quais são os sintomas causados pela infestação de broca-da-cana ou broca-do-colmo (*D. saccharalis*) em sorgo?**

A broca-da-cana é uma espécie polífaga. Pode ser encontrada em mais de 65 espécies vegetais, sobretudo em gramíneas, e causa perdas econômicas consideráveis nesses cultivos. Em sorgo os são decorrentes da alimentação da mesma dos tecidos da planta, que 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 gemas laterais. Esses danos podem ocorrer isolados ou associados.

Quando a infestação ocorre no início do desenvolvimento da planta, o dano causa a morte. Esse sintoma assemelha-se ao causado pela lagarta-elasmô, que é conhecido como “coração morto” ou pode causar o perfilhamento da planta. Nas infestações mais tardias, quando o dano ocorre no pedúnculo, ocorre a morte

da panícula, causando o sintoma denominado panícula-branca. No caso de sorgo granífero, o prejuízo pode ser total.

Além disso, a infestação dessa espécie de praga enfraquece o caule das plantas, predispondo-os a quebramentos, o que pode ser agravado por ventos fortes e plantios muito adensados.

**315 No caso do sorgo sacarino, por causa do colmo úmido e dos elevados teores de açúcares, os danos causados pela broca-do-colmo são piores?**

Sim, em sorgo sacarino esses danos são potencializados, pois, além de todos os danos diretos causados pela alimentação, ocorre a oxidação do caldo, e isso leva a alterações na sua qualidade, além da transformação dos açúcares do caldo. Isso provavelmente está relacionado à infecção de microrganismos oportunistas, como os fungos *Fusarium moniliforme* e *Colletotrichum falcatum*, e leva à diminuição da pureza do caldo, ao menor rendimento de açúcar e a contaminações da fermentação alcoólica, com menor rendimento em álcool.

**316 Os pulgões podem ser considerados pragas-chave em lavouras de sorgo?**

Sim, especialmente porque esses insetos são os principais sugadores e transmissores de vírus para o sorgo. Embora as várias espécies de pulgões que atacam gramíneas sejam potenciais pragas do sorgo, principalmente pela transmissão de viroses, as principais espécies se encontram nos gêneros *Schizaphis* Börner e *Rhopalosiphum* Koch. Além de causarem dano direto nas plantas por causa da sucção de seiva, transmitem viroses capazes de causar redução significativa na produção ou mesmo a morte de plantas jovens.

**317****Quantas espécies de lagartas podem ser encontradas se alimentando da panícula do sorgo?**

Basicamente três espécies podem ser encontradas: a lagarta-do-cartucho (*S. frugiperda*), a lagarta-da-espiga-do-milho (*H. zea*) e a lagarta da espécie *H. armigera*. Essas são espécies que 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, por causa da redução da massa de grãos, e indiretas, em razão da contaminação dos grãos danificados por fungos. Aparentemente, os danos são semelhantes aos causados por pássaros. Quando as panículas se abrem, pode ocorrer um controle biológico que pode ser eficiente ou não, uma vez que a alimentação se torna difícil para as larvas da praga, e isso facilita a ação dos inimigos naturais contribuindo para a redução das perdas de grãos. 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 brasileiras permitem o aumento populacional dessas pragas e potencializa os problemas para os cultivos subsequentes, já que a sequência de culturas no verão, na safrinha e no inverno constitui a conhecida “ponte verde”. Além disso, inúmeros hospedeiros nativos dessas espécies estão presentes nos cultivos durante todo ano.

**318****É possível realizar o monitoramento de todas as pragas da cultura com armadilhas?**

Não, infelizmente para muitas pragas que infestam as lavouras de sorgo, é necessário realizar o levantamento de campo, pois as armadilhas com feromônio sintético só podem ser utilizadas para a espécie *S. frugiperda*. Além disso, o monitoramento de *D. saccharalis*

é possível com o uso de fêmeas virgens colocadas nas armadilhas, disponíveis comercialmente no País.

Os níveis aceitáveis para infestação de insetos-praga nas lavouras de sorgo estão 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.

**319** **Que inseto-praga é considerado o principal na cultura do sorgo, independentemente da aptidão do cultivo?**

A lagarta-do-cartucho está caracterizada como a principal praga da cultura do sorgo, independentemente do tipo de cultivo. Como 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 sido 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.

**320** **Como é o ciclo de desenvolvimento da mosca-do-sorgo? Por que esse inseto não é considerado praga-chave para sorgo granífero?**

Os adultos da mosca-do-sorgo, *S. sorghicola* (Coquillett) (Diptera: Cecidomyiidae), são pequenas moscas, cujo tamanho varia de 1,3 mm a 1,6 mm de comprimento, com coloração alaranjada, cabeça amarela e apêndices marrons. Durante o único dia de vida adulta, as fêmeas colocam, em média, 75 ovos dentro

das flores abertas do sorgo. Após 2 ou 3 dias eclodem as larvas, que se deslocam para a base do grão em formação e se alimentam dele. A fase larval é concluída em torno de 10 dias. Em seguida, inicia-se a fase de pupa, que se completa em 3 dias, dentro da própria espiguetta. No final dessa fase, a pupa se desloca para o ápice da espiguetta, por onde sai o adulto. O dano causado por essa praga ocorre pelo fato de ela se alimentar dos grãos, e isso pode comprometer toda a produção.

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 por causa da entrada das larvas em diapausa. Atualmente, nas regiões produtoras de sorgo no Brasil Central houve redução dessa praga, no entanto surtos esporádicos ainda são verificados no Sul e no Nordeste do País.



# 12 Controle Biológico



*Ivan Cruz  
Fernando Hercules Valicente*

### **321 O que é controle biológico (CB)?**

O CB é um fenômeno natural e consiste na regulação do número de plantas e animais pelos agentes biológicos de mortalidade (inimigos naturais). É o elemento principal dentro do controle natural, que mantém todas as criaturas (com exceção, possivelmente, do ser humano) em estado de equilíbrio com seu ambiente. O controle biológico engloba tanto a introdução quanto a manipulação dos inimigos naturais pelo homem para o controle de pragas (aplicado), bem como o controle sem a intervenção humana (natural). Os inimigos naturais de insetos são, às vezes, chamados de “organismos benéficos” ou simplesmente “benéficos”. Eles são classificados em predadores, parasitoides e patógenos.

### **322 O que é um inseto predador?**

É aquele que tem como alimento outro inseto ou mesmo um ácaro. Em geral, o predador é relativamente grande quando comparado a sua presa. Ele rapidamente a paralisa e depois devora ou suga os sólidos do conteúdo fluido de seu corpo. Tipicamente o predador consome vários indivíduos de sua presa durante seu desenvolvimento. Os insetos predadores podem alimentar-se indistintamente de todas as fases do hospedeiro: ovo, larva (ou ninfa), pupa e adulto. Do ponto de vista de hábito alimentar, ocorrem dois tipos de predadores: aqueles com aparelho bucal mastigador – por exemplo, os besouros conhecidos como “joaninhas”, os quais simplesmente mastigam suas vítimas, como um todo – e aqueles com aparelho bucal sugador – por exemplo, insetos da família Reduviidae (percevejos) ou a larva do bicho lixeiro, os quais sugam os sucos internos das presas.

### **323 Os insetos predadores se alimentam de todas as pragas?**

Os predadores podem ser polípagos, que se alimentam de uma ampla faixa de hospedeiros; oligófagos, que se alimentam

de uma faixa restrita de hospedeiros; ou monófagos, isto é, que se alimentam de uma presa específica. Independentemente do tipo de predador, geralmente eles se alimentam de um determinado grupo específico de presas, ou seja, não atacam todas as pragas.

### **324 Os insetos denominados joaninhas são pragas?**

Não. Na realidade, um dos mais comuns e reconhecidos grupos de insetos benéficos são justamente as joaninhas. Esse grupo engloba uma família inteira de besouros, conhecida como Coccinellidae. As joaninhas se apresentam em cores e tamanhos variáveis. As larvas parecem com um jacaré em miniatura. Tanto os adultos quanto os jovens (larvas) são comedores de pulgões ou ovos e lagartas de várias espécies de insetos-praga. São encontradas praticamente em todos os cultivos e mantêm, muitas vezes, os insetos fitófagos sob controle.



### **325 Os insetos parecidos com os barbeiros são prejudiciais à plantação de sorgo?**

Apesar de algumas espécies serem muito parecidas com os insetos popularmente chamados de barbeiros, existe um grupo comum de insetos que são benéficos, os quais se alimentam de diferentes presas, cujo nome mais comum é percevejo. O agricultor deve estar atento, pois algumas espécies desses insetos são parecidas com os percevejos que atacam a soja, especialmente o percevejo marrom ou o barriga-verde. Tais pragas também podem ser encontradas no milho causando danos. Porém não têm sido comuns no sorgo, embora às vezes possam ser vistos nos grãos em formação. Portanto, o agricultor deve realmente saber distinguir as espécies-pragas das benéficas.

O percevejo predador tem como característica principal seu aparelho bucal apropriado para sugar as presas. Seja jovem seja adulto, ao encontrar a presa, ele introduz seu aparelho bucal no abdome do inseto-alvo e o paralisa, independentemente do tamanho da praga. Isso pode ser facilmente observado no campo, quando o percevejo predador ataca uma lagarta, como, por exemplo, a lagarta-do-cartucho.

### **326 Os insetos com asas em formato rendilhado são pragas?**

Não. Tais insetos também são predadores de pulgões e de ovos e lagartas, porém somente na fase jovem, denominada larva. Os adultos com as asas rendilhadas, transparentes e delicadas, com formato de tenda sobre o corpo, não se alimentam de insetos, e sim de substâncias açucaradas presentes nas plantas, sem causar nenhum prejuízo. Já as larvas são especialmente vorazes e recebem o nome vulgar de “devoradoras de pulgões”, sendo eficientes no controle de suas presas. São várias as espécies e a coloração do adulto pode ser verde e amarelada.

### **327 Qual é o significado dos insetos conhecidos como “tesourinhas”?**

São conhecidos como tesourinhas, por apresentarem um par de ferrões (cercos) na extremidade do corpo, que atuam na defesa e servem de apoio na cópula durante o acasalamento. Existem várias espécies de tesourinhas. No entanto, a mais importante é conhecida cientificamente como *Doru luteipes*. Entre os predadores de pragas tanto de milho quanto de sorgo, é considerado o mais importante.

Ao contrário de vários outros insetos benéficos, as tesourinhas “vivem” no interior do cartucho da planta, onde depositam seus ovos, por ser um local de maior umidade na planta e servir de refúgio. Tanto a forma jovem quanto os adultos se alimentam de ovos, lagartas e pulgões. Dependendo da densidade populacional,



evitam consideravelmente o dano das pragas. Uma característica diferenciada da tesourinha é seu ciclo de vida. O inseto pode viver mais de 200 dias, ao contrário da lagarta-do-cartucho, cujo ciclo total é em torno de 35–40 dias.

A tesourinha também apresenta como característica a sua voracidade. Durante sua vida, pode consumir mais de 8 mil ovos, por exemplo, da lagarta-da-espiga, que também é praga do sorgo.

Salienta-se ainda que as tesourinhas têm o hábito de colocar seus ovos, de coloração amarelada, no interior do cartucho da planta, em geral, em grupos de até 30 ovos. A fêmea geralmente fica próximo aos ovos protegendo-os. Esse fato indica para o agricultor que tais ovos não são de espécies de pragas.

### **328 O que é um inseto parasitoide?**

É um inseto que, em sua fase adulta, geralmente é de vida livre. Alimenta-se de néctar, de outras substâncias açucaradas presentes nas plantas e, às vezes, até de fluidos de ovos ou do corpo de suas presas. Seus estágios imaturos (larvas) se desenvolvem dentro do corpo do hospedeiro (endoparasitoide) ou sobre ele (ectoparasitoide). À medida que a larva completa seu desenvolvimento, o corpo do hospedeiro, que pode ser um ovo, uma larva ou uma pupa da praga, é destruído. Esse grupo compreende algumas das mais importantes espécies de organismos benéficos para programas de controle biológico.

No caso de parasitoides que se desenvolvem dentro do corpo do inseto hospedeiro, fica difícil afirmar se há ou não o parasitismo. No entanto, o inseto parasitado praticamente não se alimenta, portanto não causa danos à planta hospedeira. No caso específico de parasitoides de pulgão, é fácil distinguir o inseto parasitado, pois o pulgão muda de cor e fica “colado” na folha. Sua cor torna-se amarelada ou escura, recebendo a denominação de “múmia”. No que se refere aos ectoparasitoides, aqueles que se desenvolvem sobre

o corpo de seu hospedeiro, o processo é facilmente observado, pois geralmente há a presença de pequenos casulos aderidos ao corpo do inseto hospedeiro. Desses casulos, emergem pequenas vespas, que pertencem ao gênero *Apanteles* sp.

329

### **Que parasitoides são geralmente encontrados em lavouras do sorgo?**

São várias as espécies de parasitoides associadas às pragas de sorgo. Entre os mais importantes, estão aqueles que parasitam exclusivamente os ovos da praga, como, por exemplo, as vespinhas do gênero *Trichogramma*. São insetos diminutos (com menos de 1 mm de envergadura), mas com grande capacidade de encontrar o ovo da praga. Assim que encontra o ovo da praga, a fêmea do *Trichogramma* imediatamente insere nele seu aparelho bucal, deixando o seu próprio ovo, do qual nasce uma pequena larva que passa a consumir todo o conteúdo interno do ovo da praga, impedindo o desenvolvimento embrionário e, por conseguinte, a eclosão da lagarta. Geralmente 4 dias após o parasitismo, o ovo da praga fica escuro, e isso é um indicativo da eficiência do agente de controle biológico.

A vespinha apresenta um ciclo de vida pequeno, cerca de 10 dias. Comparado, por exemplo, ao ciclo biológico de uma praga, que, em média, é de 35–40 dias, a vespinha nesse período pode propiciar até quatro gerações, o que aumenta sua eficácia. Por ser muito fácil e de baixo custo criá-la em laboratório, hoje no Brasil já é possível adquirir a vespinha em biofábricas. Existe ainda a possibilidade de ser produzida em escalas menores, especialmente por associações de produtores ou cooperativas.

Outras espécies de parasitoides de ovos, como *Telenomus remus*, também são importantes, especialmente no combate à lagarta-do-cartucho, pois só atuam sobre essa praga.

A opção de utilização do controle biológico pelo agricultor, como, por exemplo, a aquisição e liberação, na área alvo, da vespinha *Trichogramma*, especialmente em substituição a produtos químicos,

traz como efeito positivo adicional a atuação complementar de outras espécies de parasitoides. É o caso, por exemplo, da espécie *Chelonus insularis* (parasitoide “grande”, com cerca de 8 mm de comprimento), que também coloca seus ovos nos ovos da praga, deixando, porém, que haja a eclosão das lagartas. No entanto, a lagarta parasitada não causa danos econômicos à planta.

Existem ainda espécies de parasitoides que atacam lagartas de diferentes fases de desenvolvimento, incluindo a fase de pupa das pragas, como, por exemplo, *Campoletis* sp., *Exasticolus fuscicornis* e, até mesmo, várias espécies de moscas, muitas vezes confundidas com a mosca doméstica.

### **330 Como utilizar o controle biológico das pragas de sorgo?**

O controle biológico pode ser realizado de duas maneiras. A primeira delas ocorre pela aquisição dos insetos diretamente de fábricas comerciais e liberação deles no campo. Outra maneira seria aplicada quando os resultados são obtidos em longo prazo, pela não adoção de práticas que produzem efeitos negativos sobre os agentes de controle biológico natural, especialmente os inseticidas químicos. Esses produtos somente devem ser utilizados quando for extremamente necessário e deve-se dar preferência àquele que apresenta características favoráveis, como a seletividade e o baixo impacto ambiental.

A presença de áreas de preservação permanente nas propriedades também exerce um importante papel para o controle biológico, pois propicia áreas de refúgio e alimento para os inimigos naturais, além dos benefícios pertinentes a sua função legal. O mesmo fato ocorre quando o agricultor, além do sorgo, cultiva outras plantas. Quanto mais diversificada for a área agrícola, maior será a presença de agentes de controle biológico.

331

**Considerando-se que a lagarta-do-cartucho é a principal praga do sorgo, como implementar o manejo integrado de pragas (MIP) com ênfase no controle biológico para o seu manejo?**

Primeiramente é fundamental o planejamento agrícola. A melhor estratégia é a realização do controle biológico com a vespa *Trichogramma*, pois elimina a praga antes que qualquer tipo de dano seja ocasionado à planta. Portanto, o agricultor deve conhecer bem a biologia da praga e, em especial, determinar a chegada da mariposa na sua área de plantio, já que a praga pode ocasionar danos em todas as fases de desenvolvimento da planta. Assim sendo, qualquer técnica utilizada para determinar a chegada da mariposa deve ser levada a cabo logo após o plantio. A melhor técnica para isso é a colocação, no centro da área de plantio, de uma armadilha do tipo delta, que contenha feromônio para atração das mariposas (machos).

É recomendada uma armadilha para cada 5 ha. Tão logo sejam capturadas na armadilha três ou mais mariposas, deve ser iniciada então a soltura de vespinhas, que é feita na área de sorgo em diferentes pontos, a fim de facilitar sua busca pela massa de ovos da praga. O número de liberações é definido pela densidade populacional da praga na área. Recomenda-se a liberação de 100 mil vespinhas por hectare.

332

**Quais são os principais entomopatógenos eficientes para o controle da lagarta-do-cartucho?**

Os principais entomopatógenos usados para o controle da lagarta-do-cartucho são: *Bacillus thuringiensis* e o *Baculovirus spodoptera*.

333

**Quais são as principais características do *B. thuringiensis*?**

É uma bactéria cosmopolita, que ocorre naturalmente em vários tipos de habitat, incluindo solo, resíduos de grãos, poeira,

água, matéria vegetal e insetos. Caracteriza-se por formar um cristal proteico, que possui propriedades inseticidas específicas, podendo atacar vários insetos e artrópodes incluindo lagartas, moscas, besouros, cigarrinhas e ácaros. No mercado, bioinseticidas à base de *B. thuringiensis* existem desde 1960.

### 334 Quais são as principais características do *B. spodoptera*?

Os baculovírus são o grupo mais comum e mais estudado entre os grupos de vírus patogênicos para insetos. Isso se deve ao fato de eles serem os vírus com o maior potencial de uso como agentes de controle biológico de pragas, sendo conhecidos mais de 20 grupos de vírus patogênicos a insetos.



Os baculovírus pertencem à família Baculoviridae, que infectam um grande número de artrópodes, em especial as lagartas.

### 335 Como ocorre a infecção por baculovírus e qual é o modo de ação desse vírus?

A lagarta ou outro inseto suscetível adquire a doença quando ingere a folha impregnada com o baculovírus. As partículas de vírus encontram uma condição alcalina, que é comum no aparelho digestivo das lagartas, são dissolvidas e, após a dissolução, há a liberação das várias partículas infectivas no aparelho digestivo do inseto. Daí em diante, ocorre a multiplicação do vírus, que passa a infectar os demais tecidos do corpo do inseto. Nos estágios finais, ocorre a ruptura das células e a liberação dos poliedros. Nessa etapa, ocorre a morte do inseto seguida da liquefação dos tecidos.

Os sintomas típicos da infecção vão desde mudanças comportamentais a morfológicas, que levam à morte do inseto alguns dias após a ingestão. Pode ser observada redução na alimentação,

além de diminuição do crescimento e descoloração do tegumento. Ao morrer, ocorre rompimento do tegumento do inseto, o que vem a liberar os poliedros no ambiente, possibilitando novos ciclos de infecção.

**336** **Existem bioinseticidas à base de *B. spodoptera* disponíveis no mercado?**

Não, a Embrapa Milho e Sorgo tem trabalhado bastante com esse bioinseticida, o qual vem sendo utilizado em vários ensaios com unidades demonstrativas. Para outros detalhes, consulte o Serviço de Atendimento ao Consumidor (SAC)<sup>10</sup> da empresa.

**337** **Existem no Brasil programas de sucesso com o controle biológico?**

Atualmente o controle biológico vem assumindo grande importância no Brasil tanto pelos resultados já demonstrados pela pesquisa quanto pela necessidade de redução de agroquímicos no ambiente. Para implantar o controle biológico, a ação conjunta da pesquisa, da extensão rural e dos produtores é uma das melhores estratégias. Por exemplo, no Rio Grande do Sul, recentemente foi estabelecida uma biofábrica de produção da vespa *Trichogramma*, numa parceria entre a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater) e a Embrapa. Além do produto biológico, a parceria institucional considera a importância da capacitação profissional, de modo que se obtenha o melhor aproveitamento do controle biológico e a proteção do meio ambiente.

---

<sup>10</sup>Disponível em: <[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)>.

# 13 Manejo Integrado de Pragas em Grãos Armazenados



*Marco Aurélio Guerra Pimentel*

**338****Como se deve realizar a secagem dos grãos de sorgo destinados ao consumo ou sementes?**

A secagem dos grãos de sorgo após a colheita pode ser realizada de forma artificial ou natural. A secagem artificial pode ser realizada com uso de secadores, os quais injetam ar quente entre os grãos, acelerando o processo de perda de água. Para realizar a secagem, os secadores podem utilizar ar aquecido ou mesmo ar ambiente (dependendo das condições climáticas locais). A secagem natural dos grãos de sorgo na planta é uma prática comum em muitas áreas de produção. No entanto, a manutenção das plantas por tempo excessivo no campo deve ser evitada, o atraso em demasia da colheita pode prejudicar a qualidade dos grãos, expô-los a condições adversas de clima e à infestação por insetos e fungos. Além disso, pode favorecer o acamamento, a quebra de plantas e a redução da qualidade dos grãos.

**339****Por que deve ser realizada a secagem dos grãos de sorgo antes do armazenamento?**

A secagem dos grãos de sorgo antes do armazenamento deve ser realizada para reduzir o teor de água dos grãos destinados à armazenagem. No momento da colheita, os grãos podem apresentar teor de água elevado (acima de 20%). Nesse caso, deve-se realizar a secagem dos grãos até atingirem um teor de água seguro para a armazenagem. Se os grãos forem armazenados com teor de água elevado, o desenvolvimento de fungos e insetos é favorecido. Além disso, a respiração dos grãos gera calor e deteriora a qualidade dos grãos, podendo culminar na perda total da produção.

**340****Quando é necessário realizar a secagem dos grãos de sorgo?**

A secagem dos grãos de sorgo é necessária quando, após a colheita, eles apresentarem teor de água superior a 13%. Nesse caso,

não é recomendado realizar a armazenagem, por causa do elevado risco de deterioração dos grãos, pois pode ocorrer desenvolvimento de fungos, produção de toxinas, infestação por insetos-praga de grãos armazenados e, até mesmo, perda total da produção.

### **341 Como determinar o teor de água (umidade) dos grãos de sorgo?**

O teor de água dos grãos de sorgo pode ser determinado por meio de equipamentos próprios (determinadores de umidade) ou estufa. Os determinadores de umidade de grãos podem medir o teor de água de diferentes produtos. Nesse caso, a umidade é medida a partir da relação entre a umidade do produto e uma de suas propriedades físicas, geralmente propriedades elétricas. Esse método é conhecido como indireto e esses equipamentos podem ser de bancada ou portáteis. Os equipamentos mais utilizados baseiam-se em propriedades como a capacitância e a resistência elétrica que os grãos podem oferecer à passagem da corrente. São equipamentos amplamente utilizados pelo fato de permitirem a obtenção de resultados rápidos, o que é necessário principalmente durante as operações de colheita e secagem e pela facilidade de uso e manuseio.

A determinação do teor de água dos grãos pode ser feita em estufa com ou sem circulação forçada de ar, com temperatura estabilizada em 105 °C, durante 24 horas. Esse método, conhecido como direto, é o mais utilizado em laboratórios e, em relação ao método indireto, demanda mais tempo para determinação do teor de água dos grãos.

### **342 Como se calcula o teor de água dos grãos e sementes de sorgo?**

O teor de água dos grãos é importante para a comercialização e para o armazenamento do produto por períodos prolongados.

A massa de um grão de sorgo é composta por massa de água e massa de matéria seca. O conteúdo de água dos grãos em base úmida (BU), que geralmente é expresso em valores percentuais, pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{Umidade (\%)} = (\text{Ma}/\text{Mt}) \times 100$$

em que: Ma = massa de água da amostra; Mt = massa total da amostra.

**343**

### **Qual é o teor de água recomendado para armazenamento dos grãos e sementes de sorgo?**

A umidade do grão, junto com a temperatura, são os fatores mais importantes a serem observados para o armazenamento seguro do sorgo. Grãos com alta umidade armazenados em câmara fria não deterioram, e grãos secos (abaixo de 10% de umidade) também suportam armazenagem a temperaturas mais elevadas. Normas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), estabelecidas na Portaria nº 268, de 22 de agosto de 1984 (BRASIL, 1984), permitem a comercialização de sorgo com 13% de umidade – teor de água recomendado para a armazenagem. A 13% de umidade, o crescimento dos microrganismos e ácaros é reprimido. Quando o teor está abaixo de 10%, os insetos e fungos têm dificuldade de se multiplicar durante o armazenamento dos grãos de sorgo.

**344**

### **Em que consistem as operações de limpeza e pré-limpeza dos grãos e quando é necessário realizar essa operação?**

As operações de pré-limpeza e limpeza dos grãos antes da secagem e do armazenamento, respectivamente, são importantes, pois os restos de cultura (pedaços de folhas, panículas e colmos) geralmente são muito úmidos, dificultam a secagem, aumentam o

consumo de energia e são fonte de contaminação dos grãos durante a armazenagem. Essas impurezas e sujeiras podem afetar ainda a qualidade dos grãos durante a armazenagem e a comercialização do produto, pois alteram sua classificação e geram descontos ao produtor por parte da unidade armazenadora.

345

### **Como a temperatura pode afetar a qualidade dos grãos de sorgo durante o armazenamento?**

A temperatura da massa de grãos e do ar intergranular é um importante fator que influencia a qualidade dos grãos e o desenvolvimento dos insetos que atacam grãos de sorgo armazenados. No início da armazenagem, a temperatura dos grãos normalmente fica igual à temperatura do ambiente; porém, com o passar do tempo, há tendência de aumento. Portanto, a temperatura deve ser reduzida, pois se trata de um dos fatores que favorecem a respiração dos grãos causando a sua deterioração. A manutenção da temperatura dos grãos e do ar intergranular entre 19 °C a 21 °C afeta diretamente o desenvolvimento, reduzindo a atividade reprodutiva dos insetos.

O controle da temperatura da massa de grãos é fator decisivo para o manejo dos insetos que atacam grãos armazenados. O controle da temperatura pode ser realizado por meio de sistemas de termometria instalados nos silos metálicos e graneleiros ou por inspeção e amostragem da massa de grãos. Atualmente, a aeração e o resfriamento são as práticas mais viáveis que podem ser adotadas para redução e manutenção da temperatura da massa de grãos.

346

### **Quais são as formas de armazenamento mais comuns dos grãos de sorgo?**

O tipo de armazenamento ideal depende da disponibilidade de armazéns na região, na propriedade ou da destinação dos grãos de sorgo após a colheita. Além disso, o nível tecnológico



do armazenamento será estabelecido de acordo com o volume a ser armazenado e com a disponibilidade de recursos para a construção e para os equipamentos que constituirão a unidade armazenadora. Os grãos de sorgo geralmente são armazenados a granel, em silos (metálicos, de alvenaria ou concreto), em armazéns convencionais (sacarias), em armazéns graneleiros e em sistemas de armazenagem temporária, como o silo-bolsa.

347

### **Quais são os principais problemas que podem ocorrer durante o armazenamento dos grãos de sorgo a granel?**

Durante o armazenamento do sorgo por período prolongados, em silos metálicos ou em armazéns graneleiros horizontais, podem-se observar partes da massa de grãos com diferentes temperaturas, provocando a migração da umidade e, até mesmo, a condensação da água na superfície. Nesse caso, esse fenômeno de migração da umidade pode favorecer a criação de condições ótimas para o desenvolvimento de insetos e fungos e a deterioração dos grãos. Essa migração pode ser evitada fazendo-se a aeração dos grãos, que consiste na movimentação forçada do ar através da massa de grãos, retirando-se o ar úmido e uniformizando a temperatura e a umidade. A presença de exaustores eólicos no teto dos silos metálicos e nos armazéns horizontais também contribui para a eliminação do ar úmido em seu interior.

O armazenamento de lotes de produtos com umidade adequada e uniformemente distribuída por toda a massa pode ser realizado com segurança por longo período de tempo. Na ausência da operação de aeração, a umidade migra de um ponto para outro até ocorrer sua estabilização. Essa movimentação da umidade ocorre em virtude de diferenças significativas na temperatura dentro da massa de grãos, provocando correntes de convecção de ar que geram pontos de alta umidade relativa e alto teor de umidade no

grão e, conseqüentemente, pontos com condições ambientais favoráveis para o desenvolvimento de insetos e fungos. Portanto, a aeração exerce função essencial tanto para manter a temperatura e a umidade no ponto desejado, quanto para uniformizar e distribuir esses fatores pela massa de grãos.

Conclui-se, portanto, que a estabilidade da umidade e da temperatura é fundamental para o controle preventivo da ocorrência de insetos e fungos.

348

### **Quais são os principais insetos que atacam os grãos de sorgo durante o armazenamento?**

Durante o armazenamento, os grãos de sorgo podem ser atacados por insetos-praga de grãos armazenados. As principais espécies que podem causar danos nos grãos durante esse período são: os carunchos ou gorgulhos *Sitophilus zeamais*, *Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Oryzaephilus surinamensis* e *Tribolium castaneum*; e as traças *Sitotroga cerealella*, *Ephestia kuehniella*, *Ephestia elutella* e *Plodia interpunctella*.

A maior parte dessas espécies inicia a infestação dos grãos ainda na lavoura e, durante o período de armazenagem dos grãos, continuam presentes e aumentam a infestação. O conhecimento a respeito das espécies, bem como de seus hábitos alimentares e aspectos da biologia, constitui informação importante para definir o manejo dos grãos durante o armazenamento. As espécies *R. dominica*, *S. oryzae*, *S. zeamais*, e as traças *S. cerealella*, *E. kuehniella*, *E. elutella* e *P. interpunctella* são consideradas pragas primárias, pois atacam grãos inteiros e sadios e se alimentam de todo o tecido de reserva, favorecendo a colonização por outras espécies e demais agentes de deterioração (fungos, por exemplo). As demais espécies de gorgulhos, como *C. ferrugineus*, *O. surinamensis* e *T. castaneum*, são consideradas pragas secundárias, ou seja, são aquelas que não atacam sementes e grãos inteiros, pois dependem que esses estejam danificados ou quebrados para deles se alimentarem. Essas pragas ocorrem nos grãos e nas sementes, quando estão trincados,

quebrados ou mesmo danificados por pragas primárias e, geralmente, ocorrem desde o recebimento até o beneficiamento e na indústria. As fases larvais desses insetos desenvolvem-se no interior dos grãos de sorgo, dificultando, em alguns casos, a detecção de infestação nos grãos armazenados.

349

### **Quais são os danos decorrentes da infestação de insetos-praga de grãos armazenados?**

Os danos causados pelos insetos de grãos armazenados podem ser quantitativos ou qualitativos. Os danos quantitativos decorrem da infestação direta dos insetos que causam redução de massa dos grãos armazenados. A perda de peso causada por insetos-praga em grãos de sorgo armazenado varia de acordo com os seguintes aspectos: espécie, tempo de armazenamento, cultivar, condições climáticas do ambiente e teor de água dos grãos. Essas perdas podem variar de 10% (após 60 dias de armazenamento) a 100% (em condições extremas, sem aplicação de medidas de controle e em condições favoráveis ao desenvolvimento dos insetos-praga). As perdas qualitativas podem incorrer em grandes prejuízos ao produtor em decorrência dos seguintes fatores: contaminação da massa de grãos por impurezas; detritos de insetos; redução do poder germinativo e do vigor das sementes; perda do valor nutritivo dos grãos, quando destinados à produção de rações; redução do padrão comercial dos grãos, enquadrando-os em tipos inferiores; desvalorização dos grãos comercialmente; e contaminação com fungos decorrentes do aquecimento da massa de grãos em razão da infestação dos insetos-praga. A infestação por insetos na massa de grãos pode ainda afetar o odor e o sabor dos grãos, além de afetar a qualidade da farinha produzida de grãos de sorgo quando destinados à alimentação humana.

350

### **Como pode ser realizado o manejo integrado de pragas (MIP) de grãos armazenados e quais são as etapas a serem seguidas para implementá-lo?**

O MIP de grãos armazenados pode ser realizado e implementado em unidades armazenadoras de pequeno e de grande porte. Inicialmente o produtor ou responsável pela unidade armazenadora deve ter pleno conhecimento da unidade armazenadora, das pragas que causam danos aos grãos, das medidas preventivas, como higienização e limpeza das instalações, do emprego de métodos de controle preventivo e curativo, de um sistema de monitoramento das pragas e da massa de grãos, bem como das estratégias de manutenção da qualidade do grão. A fase inicial do MIP de grãos está relacionada ao engajamento e à mudança de comportamento dos armazenadores e da equipe que trabalha nas unidades armazenadoras. Nessa etapa, o objetivo é criar consciência sobre a importância de pragas no armazenamento e os danos diretos e indiretos que elas podem causar.

As etapas para implantação do MIP de grãos armazenados podem ser resumidas da seguinte maneira: a) conhecimento da unidade armazenadora e das principais pragas que causam danos nos grãos armazenados; b) adoção de medidas preventivas de controle dessas pragas, como limpeza e higienização das instalações; c) aplicação de métodos de controle preventivos e curativos; d) monitoramento dos insetos-praga e da massa de grãos; e) adoção de estratégias de manutenção da qualidade dos grãos durante o armazenamento.

351

### **Existem medidas preventivas no MIP de grãos armazenados?**

As principais medidas preventivas para conter infestações por insetos-praga em grãos armazenados são a limpeza e higienização das instalações de armazenagem. Monitoramentos em unidades armazenadoras demonstram que, na maioria delas, mesmo vazias,

são observados insetos adultos de diferentes espécies. Alimentos para animais, como rações, bem como equipamentos agrícolas, como carretas transportadoras de grãos, além de poeiras, sujidades, restos de grãos nos pisos e equipamentos, constituem outras fontes de infestação. Muitos insetos são dotados de grande capacidade de voo, o que aumenta sua condição de infestar os grãos armazenados.

Algumas medidas preventivas devem ser tomadas, como promover uma boa limpeza dos grãos antes do armazenamento, limpar toda a estrutura, de preferência utilizando jatos de ar para desalojar a sujeira das paredes e dos equipamentos, e recolher todo o material fino com aspirador de pó; inspecionar todo o teto e consertar toda e qualquer possibilidade de goteira antes de carregar o silo ou armazém; não permitir acúmulo de material proveniente da limpeza dos grãos, como sujidades, palha, restos de grãos quebrados, quirera e demais produtos oriundos da limpeza e pré-limpeza dos grãos na unidade armazenadora; pulverizar as paredes, tetos e piso de unidades armazenadoras vazias com produto inseticida registrado e aprovado tecnicamente para essa finalidade; monitorar a temperatura da massa de grãos, a umidade do grão e a presença dos insetos em pontos críticos do silo; somente armazenar grãos de safra nova em estrutura vazia e que tenha passado por uma higienização geral e evitar misturar grãos recém-colhidos com grãos de safras anteriores; submeter os grãos à aeração nos silos quando observar aumento de temperatura da massa de grãos.

352

### **Quais são os métodos de controle preventivo das pragas de grãos atualmente disponíveis?**

A aplicação de inseticidas residuais na superfície de pilhas de sacarias em armazéns convencionais e sementeiros, bem como nas estruturas, como em silos e armazéns graneleiros, é o principal método de controle preventivo de pragas de grãos armazenados. Essa prática constitui uma medida complementar, que, aliada à higienização espacial, limpeza e realização de expurgos à base de fosfina, pode evitar a infestação dos grãos armazenados. As

pulverizações de superfície devem ser renovadas no momento em que as instalações forem limpas. A limpeza das instalações e dos maquinários deve ser realizada antes da aplicação protetora ou a cada 60 dias, principalmente nas regiões e nas épocas mais quentes do ano, quando a atividade dos insetos é mais intensa. Também nos armazéns convencionais e/ou sementeiros, as aplicações de superfície nas pilhas e nos blocos de produtos ensacados oferecem excelentes resultados. O tratamento espacial das instalações e dos maquinários também pode ser realizado com termonebulizadores. Esse tratamento elimina os insetos adultos nos locais inacessíveis à ação dos pulverizadores, como vigamentos e estruturas do telhado e passarelas, por exemplo.

Os inseticidas indicados para o tratamento espacial possuem como ingrediente ativo a deltametrina e o pirimifós-metílico. Salienta-se que o uso de equipamentos de proteção individual (EPIs) é obrigatório para manuseio e aplicação dos inseticidas.

353

### **Que métodos de controle de pragas podem ser aplicados em grãos que já apresentam infestação aparente?**

O método de controle de pragas em grãos de sorgo armazenados que apresentam infestação aparente é a fumigação ou expurgo, que é uma técnica empregada para eliminar, mediante uso de gás, qualquer infestação de pragas em sementes e grãos armazenados. Deve ser realizada sempre que houver infestação, seja em produto recém-colhido infestado na lavoura seja após um período de armazenamento em que houve infestação no armazém. Esse processo pode ser realizado diretamente no local de armazenamento dos grãos, desde que seja observada a perfeita vedação do local a ser expurgado e as normas de segurança para os produtos em uso. Assim, pode ser realizado em pilhas de sacos (lotes), silos de concreto e metálico, em armazéns graneleiros, em tulhas, em vagões de trem, em porões de navios, em câmaras de expurgo, entre outros, observando-se sempre o período de exposição e a hermeticidade do local.

O inseticida indicado para expurgo de grãos de sorgo é a fosfina, que pode ser encontrada comercialmente sob dois diferentes princípios ativos: fosfeto de alumínio (ALP) e fosfeto de magnésio ( $Mg_3P_2$ ). As duas formulações são oferecidas em diferentes formas e embalagens, compreendendo os comprimidos de 0,6 g, as pastilhas de 3,0 g, e os sachês compostos por saquinhos permeáveis com 34,0 g de produto na forma de pó seco.

A fosfina oferece as seguintes vantagens no que se refere à aplicação para o controle de insetos: libera gradualmente o gás, conferindo maior segurança para o aplicador; apresenta facilidade na dosagem e na aplicação, evitando erros durante o processo; promove economia de mão de obra na aplicação; não deixa pó residual após o expurgo (em forma de sachês); o gás apresenta densidade similar à densidade do ar, facilitando sua distribuição uniforme no volume expurgado; é de fácil transporte; não afeta a viabilidade de sementes; e pode ser gerada in situ pela reação da formulação com a umidade do ar ambiente.

### **354 Como é realizado o expurgo em grãos de sorgo armazenados?**

O expurgo dos grãos de sorgo ensacados ou a granel deve ser realizado utilizando-se uma lona apropriada para a operação de expurgo, como as de PVC ou polietileno, com espessura mínima de 150 microns, sem furos, que permita a cobertura total da massa de grãos de sorgo e ainda permita uma sobra, em todas as laterais, de 20 cm a 30 cm no mínimo. O local do expurgo deve ser plano, preferencialmente com piso de cimento. Deve-se dar preferência a local coberto, para proteção contra a chuva e umidade. Os procedimentos para o expurgo podem ser listados a seguir:

- Pesar ou cubar (determinar o volume) os grãos de sorgo no local do expurgo.
- Cobrir com a lona, deixando sobrar, no mínimo, 20 cm a 30 cm de espaço em todas as laterais.

- Fechar as partes laterais da lona com “cobras de areia” ou material pesado, para não permitir a saída de ar. Deixar duas aberturas pequenas nos cantos, em lados opostos.
- Colocar a fosfina em comprimidos ou pastilhas, de acordo com a quantidade de grãos de sorgo, previamente calculado, nos dois cantos abertos.
- Imediatamente após a colocação da fosfina, fechar os cantos abertos com as “cobras de areia”, justapostas para evitar vazamento do gás.
- Deixar coberto durante o período de exposição recomendado para que o expurgo seja efetuado com eficiência.
- Por medida de segurança, utilizar os grãos de sorgo somente de 3 a 4 dias após o expurgo.
- O uso dos EPIs é obrigatório. Deve-se utilizar máscara própria para gases e luvas protetoras para fazer o expurgo e repeti-lo a cada três meses ou quando verificar infestação na massa de grãos.

355

### **Como se calcula a quantidade de pastilhas de fosfina a ser aplicada para realizar o expurgo em grãos de sorgo?**

Para o expurgo de grãos de sorgo a granel e em sacaria (em sacos de 60 kg), recomendam-se duas pastilhas de 3 g/m<sup>3</sup> ou 10 comprimidos de 0,6 g/m<sup>3</sup>, ou ainda um sachê de 34 g para cada 6 m<sup>3</sup>. Recomenda-se ainda que a dosagem seja calculada sempre de acordo com o volume (m<sup>3</sup>) do total a ser ocupado, considerando que o sorgo possui densidade aparente de 720 kg/m<sup>3</sup> a 750 kg/m<sup>3</sup>. Assim, deve-se calcular o volume de grãos de sorgo de acordo com a quantidade de grãos a serem expurgados (em toneladas ou quilos). A partir do volume obtido, calcula-se o número de pastilhas ou comprimidos a serem empregados. O período de exposição dos grãos ao gás fosfina também é de extrema importância para o sucesso do expurgo. Sendo assim, recomenda-se período de exposição para temperaturas acima de 25 °C, variando de 96 horas para sementes,

120 horas para sacarias, 240 horas para silos metálicos e porões de navios e 280 horas para graneleiros horizontais. Para temperaturas entre 15 °C e 25 °C, recomenda-se prolongar o tempo de exposição em 20% para sacaria, silos metálicos e graneleiros horizontais, exceto para sementes.

Exemplo: para um lote de grãos de sorgo que contém 10 mil sacos (600 t), o volume estimado dessa massa de grãos é de:  $600.000 \text{ kg} \div 750 \text{ kg/m}^3 = 800 \text{ m}^3$ . Caso sejam usadas pastilhas de 3 g, serão necessárias 1.600 pastilhas de 3 g para o expurgo desse lote de grãos de sorgo.

356

### **Que cuidados devem ser tomados para que o expurgo seja realizado com sucesso?**

Para que o expurgo seja eficiente, é extremamente importante que sejam observadas as condições de temperatura e umidade relativa do ar no armazém, para uso de fosfina. O tempo mínimo de exposição das pragas à fosfina deve ser de 168 horas para temperatura superior a 10 °C. Abaixo de 10 °C, não é aconselhável usar fosfina em pastilhas, pois a liberação do gás será prejudicada, e isso afetará o expurgo. Quanto à umidade relativa do ar, deve-se observar que, no intervalo de 168 horas, seja superior a 25%. É desaconselhável a realização do expurgo com umidade inferior a 25%. Deve-se associar temperatura com umidade relativa do ar para definir o período de exposição, prevalecendo sempre o fator mais limitante dos dois. Além dessas recomendações, destaca-se a limpeza dos grãos que serão submetidos ao expurgo, para que a ação do gás seja efetiva. Deve-se ainda evitar o contato das pastilhas com locais com muita umidade ou que permitam o contato delas com água. A aplicação das pastilhas ou comprimidos, quando em grandes volumes de grãos, deve ser feita de forma fracionada, a fim de não colocar grande quantidade de pastilhas juntas em um mesmo ponto e facilitar a difusão do gás e a efetividade do expurgo.

## Após o controle das pragas de grãos armazenados, que medidas devem ser observadas?

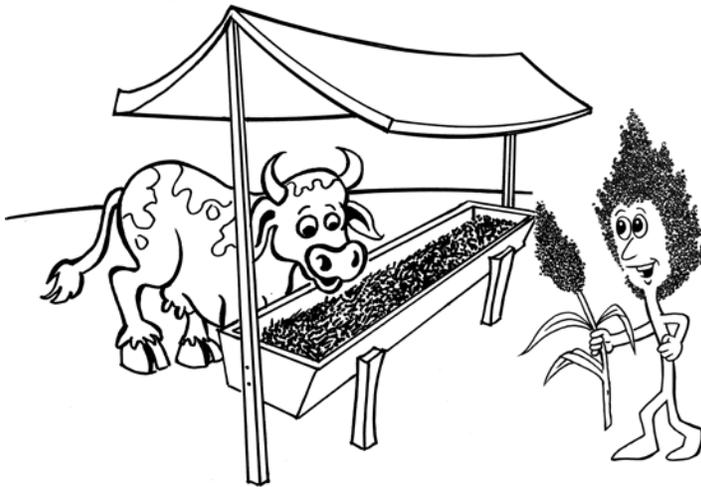
Depois de tomadas as medidas de controle das pragas de grãos armazenados, é necessário realizar o monitoramento da massa de grãos, que consiste em acompanhar a presença de pragas nos grãos e na estrutura, para sustentar as tomadas de decisão para as medidas de controle. Esse monitoramento tem por base um sistema



eficiente de amostragem de pragas, por meio de planilhas semanais, e a medição de variáveis correlacionadas, como a temperatura e a umidade do grão, que influem na conservação do produto armazenado. Dessa forma, é possível registrar o início da infestação e, a partir daí, tomar as decisões que irão garantir a qualidade do grão.



# 14 Utilização do Sorgo na Nutrição Animal



*Jose Avelino Santos Rodrigues  
Cícero Beserra de Menezes  
Roberto Guimarães Júnior  
Jose Nildo Tabosa*

358

### Quais são as principais formas de utilização do sorgo na dieta animal?

A planta inteira do sorgo pode ser utilizada como uma valiosa fonte de alimento volumoso para ruminantes. Ela é utilizada principalmente na forma de silagem, rolão (planta inteira seca), feno, pastejo ou corte. Para cada forma de utilização, existe um tipo de sorgo adequado. Para a confecção de silagem, recomenda-se o plantio de cultivares de sorgo silageiro ou forrageiro. Para a utilização do sorgo em pastejo ou em manejo de corte, recomenda-se o plantio de



variedades forrageiras adaptadas a essa finalidade, bem como seus híbridos com o capim-sudão.

O grão do sorgo é utilizado em rações para ruminantes e monogástricos, e é uma importante alternativa ao milho. O grão de sorgo é um cereal rico em amido, não compete com a alimentação

humana e, por causa das suas características produtivas e nutricionais, torna-se uma boa opção para suplementação energética. Quando a finalidade é a colheita do grão, recomenda-se o plantio de híbridos graníferos.

359

### Quais são as principais características das variedades de sorgo granífero, forrageiro e de duplo propósito?

Os sorgos graníferos são também chamados de porte baixo. São plantas com altura inferior a 1,5 m e são cultivados com a finalidade de produção de grãos (60% de grãos) para alimentação humana ou animal, ou ainda para a produção de amido, óleo comestível e industrial, álcool, cerveja e cera.

Os sorgos forrageiros ou de porte alto apresentam ciclos mais longos, alturas superiores a 2 m e caracterizam-se pela grande

capacidade de produção de matéria verde. Essas variedades podem ser subdivididas em: a) forrageiros com baixa produção de grãos e baixo teor de açúcares solúveis; b) forrageiros com baixa produção de grãos, alta percentagem de açúcares solúveis (10% a 14%) no colmo e altura próxima a 3 m, também conhecidos por sorgos sacarinos; c) forrageiros com pequena percentagem de grãos (normalmente muito pequenos) e panículas abertas e bem ramificadas; d) forrageiros especializados para pastejo, corte ou fenação (sorgo ou capim-sudão e seus híbridos com o sorgo).

Os sorgos de duplo propósito ou de porte médio apresentam boa produção de grãos (30% a 40% de grãos). Com relação à altura, são menores que os forrageiros, porém maiores do que os graníferos (2 m a 2,5 m).

**360**

### **Quais são as principais características anatômicas do grão de sorgo?**

O grão de sorgo é composto por três partes anatômicas principais: o pericarpo (camada externa), o endosperma (tecido de armazenamento) e o gérmen (embrião). A proporção relativa desses componentes no grão é variável, mas, na maioria dos casos, ela é de 6%, 84% e 10%, respectivamente. O tamanho, a forma e a composição dos grânulos de amido do sorgo são similares aos do milho. Exceto pelo tamanho da semente e a forma, as maiores diferenças entre o milho e o sorgo residem no tipo e na distribuição das proteínas do endosperma ao redor do amido. Geralmente, o sorgo apresenta maior camada de endosperma córneo e periférico. Essa matriz que envolve o grânulo de amido é composta principalmente por proteína e carboidratos não amiláceos, relativamente impermeáveis à água e à atividade enzimática.

**361**

### **Qual é o valor nutritivo médio do grão de sorgo para ruminantes?**

O valor nutritivo do grão de sorgo é similar ao do milho. O principal componente do grão de sorgo é o amido (63%), composto

por cerca de 70% a 80% de amilopectina e de 20% a 30% de amilose. Quando comparado ao milho, apresenta menores teores de extrato etéreo (3,0%) e teores de proteína ligeiramente superiores (9,5%). Aproximadamente 80%, 16% e 3% da proteína encontra-se no endosperma, no gérmen e no pericarpo, respectivamente. A maioria da fração fibrosa se encontra nas células do pericarpo e no endosperma, apresentando pequenas quantidades de lignina. O valor energético do grão de sorgo corresponde a aproximadamente 90% do valor energético do milho e apresenta aproximadamente 78% de nutrientes digestíveis totais (NDT).

### **362 Qual é o ponto ideal de colheita do sorgo para ensilagem?**

O conteúdo de matéria seca desempenha um papel fundamental na confecção de silagem, tanto no aumento da proporção de nutrientes, facilitando os processos fermentativos, quanto na redução da ação de microrganismos do gênero *Clostridium*, responsáveis pela produção de ácido butírico e pela degradação da fração proteica, com conseqüente redução do valor nutricional da silagem. Quanto maior a umidade da forragem, menor será o pH limite para inibir o crescimento dos microrganismos benéficos. Mesmo com níveis adequados de carboidratos solúveis para promover fermentação láctica, a silagem muito úmida é pouco desejável por causa do menor consumo voluntário, o que reduz o desempenho animal.

Além disso, a silagem com menor teor de umidade tem menor custo de transporte, pois cada vagão ou carreta leva maior quantidade de matéria seca. Silagens com alto teor de umidade produzem maior quantidade de efluentes, que são responsáveis pela perda de nutrientes de alta digestibilidade.

A produção de efluentes reduz com o aumento do teor de matéria seca, chegando em condições normais a níveis próximo de zero, quando o teor de matéria seca chega a 30%.

Por sua vez, silagens com alto teor de matéria seca têm grande tendência à produção de calor e ao crescimento de fungos, por

causa da dificuldade de compactação e exclusão do oxigênio. Além disso, o material mais seco, por ter menor calor específico, sofre um aumento de temperatura maior com a mesma quantidade de calor produzido pela fermentação, por isso as perdas pelo calor são maiores em materiais mais secos.

Híbridos de sorgo no estágio de grão leitoso normalmente apresentam maiores coeficientes de digestibilidade da porção fibrosa. No entanto, o rápido aumento da proporção de grãos e, conseqüentemente, de amido altamente digestível que ocorre com o amadurecimento compensa a diminuição da digestibilidade da porção fibrosa, mantendo inalterada a digestibilidade da matéria seca.

O ponto de colheita ideal da planta de sorgo para a confecção de silagem deve ser quando o teor de matéria seca da planta ensilada estiver entre 27% e 35%, o que ocorre no estágio de grãos leitosos/pastosos.

### **363 O sorgo rebrota?**

Sim. Após a colheita, a planta de sorgo conserva vivo o seu sistema radicular, o que possibilita uma rebrota que poderá produzir de 40% a 60 % da produção de forragem do primeiro corte.

### **364 Quais são os períodos de maturação do grão de sorgo e em que época eles ocorrem?**

O ciclo de crescimento (maturação) do grão de sorgo pode ser subdividido em: grão inteiro leitoso (12 dias após o florescimento), grão pastoso (24 dias), grão farináceo-duro (36 dias), grão duro (48 dias), grão maturo com características vítreas (55 dias).

### **365 Qual é a diferença entre sorgo forrageiro, sorgo granífero e sorgo para corte e patejo?**

A diferença entre os três grupos de sorgo está no porte da planta, na forma de uso e na composição genética. O sorgo

forrageiro é utilizado como volumoso na forma de silagem. Tem alta produtividade de matéria verde bem como maior altura de plantas. O sorgo granífero possui menor porte, para facilitar a colheita mecanizada dos grãos. É muito cultivado na segunda safra (safrinha), em regiões do Centro-Oeste, e os grãos das plantas são o produto final. O sorgo para corte e partejo é um cruzamento entre o sorgo e o capim-sudão. É utilizado como volumoso no pastejo direto dos animais.

366

**Qual é a densidade de semeadura recomendada para o sorgo forrageiro?**

No plantio do sorgo, é importante regular a densidade de plantio. A densidade ótima, que promoverá o máximo rendimento da lavoura, varia basicamente de acordo com os seguintes aspectos: cultivar, época de plantio e disponibilidade de água e de nutrientes. A recomendação de densidade de sorgo forrageiro varia de 100 mil a 130 mil plantas por hectare.

367

**Que espaçamento entre linhas é recomendado para o sorgo forrageiro?**

O espaçamento entre linhas para o sorgo forrageiro situa-se entre 50 cm e 70 cm entre fileiras, isto é, depende do implemento que o produtor tem em sua propriedade para colheita do volumoso. Os menores espaçamentos são mais eficientes para controlar plantas daninhas, entretanto erros na quantidade de sementes por metro nos menores espaçamentos provocam maior tombamento de plantas. Os maiores espaçamentos exigem menores quantidades de manobras dos tratores para confecção da silagem. Ou seja, o monitoramento das áreas com problemas sérios de plantas daninhas deve ser considerado para as tomadas de decisões futuras no que se refere ao uso de menores espaçamentos no sorgo forrageiro.

**368**

**Qual é a profundidade de plantio recomendada para o sorgo forrageiro?**

A semente do sorgo é pequena. Por isso, é necessário realizar o plantio mais superficial, a uma profundidade de 3 cm a 5 cm. O solo deve estar bem preparado para facilitar a emergência das plântulas.

**369**

**Além da silagem, quais são as outras formas de uso do sorgo forrageiro?**

O sorgo forrageiro pode ser utilizado de várias maneiras diferentes, tais como: silagem da planta inteira; silagem da parte superior; alimentos volumosos; silagem de panículas e de grãos úmidos; alimentos concentrados e ricos em energia. O grão de sorgo é bastante utilizado na formulação de rações concentradas.

**370**

**O que significa silagem de grãos úmidos de sorgo?**

Consiste na colheita para ensilagem apenas dos grãos logo após a maturação fisiológica, ocasião em que eles apresentam teores de umidade entre 25% e 32%. O processo de ensilagem de grãos segue os mesmos princípios adotados para ensilagem de volumosos.

**371**

**Qual é a silagem mais nutritiva, de sorgo ou de milho?**

Em condições normais de cultivo, a silagem de sorgo é um pouco inferior, principalmente no que diz respeito à digestibilidade. Em condição de baixos regimes pluviométricos e elevadas temperaturas, a silagem de sorgo pode ser superior que a silagem de milho. Essa condição é muito comum em regiões semiáridas e na segunda safra ou em plantios atrasados no Cerrado brasileiro.

### **372 Que grãos são mais nutritivos, os de sorgo ou de milho?**

O sorgo apresenta nível de proteína bruta um pouco superior ao do milho e energia um pouco inferior, podendo ser considerado equivalente ao milho em minerais e vitaminas. O grão de sorgo tem um valor nutricional muito próximo do valor nutricional do milho. Além disso, pode participar das rações em diferentes níveis de associação ao milho, ou mesmo como única fonte de amido sem comprometer o valor nutricional das dietas ou o desempenho dos animais. Por sua vez, nas rações de frangos de corte sua participação pode ainda ser mais valorizada, pois não há necessidade de moagem do grão, que pode ser incluído nas misturas inteiro e oferecido aos frangos do alojamento no momento de abate, sem comprometer o desempenho das aves, barateando ainda mais o custo final das rações e, por conseguinte, da produção.

### **373 Que tipo de sorgo deve-se utilizar para silagem?**

Há no mercado disponibilidade de sementes de sorgo para adaptar-se às diferentes condições do Brasil. No geral, as cultivares deverão apresentar características desejáveis como: resistência às principais doenças foliares, resistência ao tombamento de plantas, alta qualidade nutricional (alta proporção de grãos na massa e alta digestibilidade) e alta produtividade de matéria seca. A escolha do sorgo forrageiro dependerá das exigências nutricionais dos bovinos alimentados com a silagem (variável de acordo com a categoria animal e desempenho) e do custo total da dieta formulada (consumo da silagem de sorgo + consumo de concentrados). Atualmente existem no mercado brasileiro híbridos de sorgo forrageiros especializados para produção de silagem de boa qualidade.

374

### **Qual dos cereais é mais tolerante à seca: o milho ou o sorgo?**

Quando comparado a outros cereais, o sorgo requer menos água para se desenvolver. Para a produção de 1 kg de matéria seca, o sorgo necessita de 330 kg de água, já o milho precisa de 370 kg de água. O sorgo possui características morfológicas e fisiológicas diferentes do milho que favorecem essa característica.

O sistema radicular profundo e ramificado do sorgo favorece a extração de água do solo e leva muitas vezes ao escape do estresse hídrico. Outra característica de tolerância do sorgo está relacionada ao nível bioquímico. A planta diminui seu metabolismo e tem poder extraordinário de recuperação quando o estresse é interrompido. A vantagem competitiva do sorgo em relação ao milho é a sua tolerância ao déficit hídrico e a maior amplitude na sua época de semeadura.

375

### **Qual é a diferença entre o sorgo forrageiro e o sorgo-sudanense?**

O sorgo forrageiro compreende um tipo de sorgo de porte alto, com altura de planta superior a 2 m, muitas folhas, panículas abertas, com poucas sementes e elevada produção de forragem. Poderá ser chamado também de silageiro pelo fato de sua aptidão ser principalmente para silagem. O sorgo-sudanense (*Sorghum sudanense*) – também denominado de sorgo-sudão, capim-sudão e sorgo-sudan – possui as seguintes características: apresenta ciclo precoce, é colhido em intervalos de 40 a 50 dias, possui porte médio, elevado valor nutritivo de forragem e aptidão principal para feno e pastejo.

376

**Quantos quilos de sementes de sorgo são necessários para plantar 1 ha?**

A quantidade de semente vai depender do espaçamento, da densidade de plantio e da cultivar. Geralmente utiliza-se em torno de 8 kg a 10 kg de semente por hectare.



377

**Qual é a produção esperada de sorgo forrageiro, seguindo as recomendações técnicas dentro das condições climáticas favoráveis?**

O cultivo de sorgo forrageiro poderá alcançar, no primeiro corte, de 15 t a 20 t por hectare de matéria seca, ou seja, de 45 t a 60 t de forragem verde por hectare. O sorgo possui capacidade de rebrota, o que possibilita uma produção de 40% a 60% do que foi obtido no primeiro corte.

378

**Qual é a diferença entre o sorgo-sudão variedade e o sorgo-sudão híbrido?**

Sorgo ou capim-sudão [*S. sudanense* (Piper) Stapf], variedade, é uma forrageira anual, com folhas longas e abundantes, colmo fino e suculento, que chega a medir 3 m de altura e apresenta excelente capacidade de perfilhamento.

O sorgo de pastejo é o resultado do cruzamento entre o *S. sudanense* com *Sorghum bicolor*. É uma planta de rápido crescimento vegetativo e estabelecimento, resistente à seca, apresenta grande rusticidade e pouca exigência quanto à qualidade de solo, além da facilidade de manejo para corte ou pastejo direto, bom valor nutritivo e alta produção de forragem.

### **379** Pode-se ensilar o sorgo de pastejo?

Planta de rápido crescimento, vigorosa e de abundante perfilhamento, o sorgo de corte/pastejo é uma forragem especializada para o fornecimento de forragem fresca de alta qualidade, para corte ou pastejo direto. Embora possa ser utilizado, seu uso para silagem não é recomendado, em razão de sua baixa produção de grãos e do alto teor de umidade no ponto ideal de corte, ou seja, quando os grãos estão no estágio leitoso/pastoso.

### **380** Como deve ser o preparo do solo para o plantio do sorgo forrageiro?

É importante que haja um bom contato da semente com o solo para obter uniformidade de germinação e emergência. Nos sistemas tradicionais, envolvendo aração e gradagem, deve ser dada atenção à gradagem para haver a quebra dos torrões do solo. O sistema plantio direto agrega vantagens comparativas aos sistemas convencionais uma vez que revolve apenas uma pequena parte da superfície do solo, deixando o restante protegido pela palhada. Isso contribui para a redução da erosão e promove a conservação da umidade do solo, ajudando no controle das plantas daninhas.

### **381** Qual é a época de semeadura recomendada para o sorgo forrageiro?

No Brasil Central, mais especificamente na região dos Cerrados, embora o cultivo do sorgo seja feito em diversas condições climáticas por ser uma cultura de ampla adaptação, a semeadura ocorre entre setembro e novembro, dependendo da época de início das chuvas da região considerada. A produtividade é mais elevada quando as condições climáticas permitem o plantio em outubro.

O sorgo forrageiro é uma espécie de dias curtos, ou seja, quando a semeadura é realizada mais tardiamente pode haver efeito

de fotoperiodismo, que reduz, principalmente, o porte da planta e afeta a produção de matéria seca total. No Sudeste e no Centro-Oeste do País, o semeio é feito a partir de meados de dezembro e, dependendo da cultivar utilizada, já ocorre redução no porte da planta.

O sorgo é uma espécie tipicamente tropical e não tolera clima frio. Quando a temperatura média cai muito ( $\leq 12,0$  °C), o ciclo da planta alonga-se muito, o crescimento é retardado e a planta tende a emitir perfilhos (brotos) laterais.

Nas regiões onde ocorre baixa precipitação pluvial, com predominância frequente de período de estiagem ou veranico, a semeadura deve ser programada para que os períodos de floração e enchimento de grãos ocorram antes ou após o veranico.

### **382 O conteúdo de grãos na silagem afeta sua qualidade?**

Os híbridos modernos de sorgo forrageiro e de milho para silagem apresentam praticamente valores semelhantes de digestibilidade aparente de matéria seca. A maior percentagem de panículas, além de contribuir para o aumento na qualidade da silagem por seu melhor valor nutritivo, tem uma participação muito grande na elevação da porcentagem de matéria seca da massa ensilada, pois seu conteúdo de água é menor. Além disso, o aumento do teor de matéria seca da panícula durante a maturação é o maior responsável pela queda da umidade da planta total. O desempenho animal cresce com o aumento do conteúdo de grãos na forragem.

### **383 Pode-se utilizar sorgo de pastejo para confecção de feno?**

A utilização de híbridos de sorgo-sudão com sorgo bicolor para produção de feno é possível, embora seja mais complexa, uma vez que o conteúdo de água no colmo é alta, o que torna mais difícil reduzir esse nível de umidade até um ponto satisfatório. A secagem é lenta, principalmente quando se desenvolvem colmos

grossos. Para facilitar a secagem, recomenda-se cultivar um material de colmo mais fino, utilizar maior densidade de plantio e coletar as plantas mais cedo.

### **384 Qual é a qualidade da forragem dos híbridos de sorgo de pastejo?**

O valor nutritivo dos híbridos de sorgo-sudão com sorgo bicolor tem pouca variação entre os diferentes materiais, entretanto há um efeito drástico da época de colheita sobre a qualidade nutricional. O teor de proteína da forragem diminui drasticamente à medida que a planta se desenvolve, e o mesmo fato acontece com a digestibilidade da proteína, em razão do aumento significativo de fibra.

Analisando a qualidade nutritiva do sorgo de corte e pastejo, nas condições de Sete Lagoas, MG, e no ponto de pastejo (1,00 m a 1,20 m de altura), tem-se encontrado no híbrido BRS 800 valores entre 9% e 12% de proteína bruta no colmo, 15% e 18% nas folhas e 12% e 16% na planta inteira. Nesse mesmo híbrido, no estágio de emborrachamento, a quantidade de folhas equivale a cerca de 30% da massa verde.

### **385 Quantos cortes ou pastejos podem ser realizados no sorgo de pastejo?**

A maioria dos estudos que avaliam a conveniência dos híbridos para pastejo consideram que um sistema de três cortes produz forragem de melhor qualidade, maior quantidade e menor custo de produção, embora isso seja função da umidade, temperatura e fertilidade do solo. A partir do terceiro corte, observa-se reduzido crescimento das plantas e do número de perfilhos, além de acentuado decréscimo na produção de massa seca, o que poderia inviabilizar a sua exploração econômica após esse estágio (terceiro corte).

386

### Qual é o espaçamento entre linhas de plantio de sorgo de pastejo?

Para a formação de pastagens temporárias usando-se plantios em linha, o espaçamento entre as fileiras não deve ultrapassar a distância de 50 cm, uma vez que o que se deseja é a rápida formação da pastagem e a alta produção de massa. Maiores produções de forragem são obtidas à medida que se aumenta a taxa de semeadura e reduz-se a distância entre linhas, de modo que os espaçamentos de 20 cm e 30 cm proporcionem maiores rendimentos.



387

### Qual é a época de semeadura de sorgo de pastejo?

A época de plantio tem muita influência sobre a produtividade de forragem, em decorrência de vários fatores climáticos, especialmente umidade e temperatura. Entretanto, procura-se aliar a época de plantio de sorgo de corte com a demanda de forragem. No Sul do Brasil, especialmente no Rio Grande do Sul, o sorgo de corte é semeado no final da primavera, uma vez que a maior demanda por volumoso dessa categoria ocorre durante o verão, principalmente nos meses de janeiro e fevereiro. Nas condições do Brasil Central, plantios de verão só acontecem em condições especiais, uma vez que, nessa época, há intensa produção de volumoso nas pastagens já implantadas.

Nas condições do norte de Minas Gerais, ou em regiões onde ocorrem altas temperaturas na maior parte do ano, o plantio do sorgo de corte poderá também ocorrer em qualquer época, desde que haja suplementação de água.

A habilidade das plantas em produzir ácido cianídrico (HCN), conhecida por cianogênese, é exibida em mais de mil espécies. A mandioca e o sorgo são as forrageiras que mais comumente podem apresentar níveis tóxicos aos ruminantes.

O gênero *Sorghum* contém o glicosídeo cianogênico durrina e o composto p-dihidroxi mandelonitrilo, que, na presença de enzimas B-glicosidases, quando ingerido pelos ruminantes, produzem o açúcar e o produto cianogênico correspondente. Uma vez ingerido e absorvido pelo organismo, o HCN possui afinidade por íons metálicos, inibindo a atividade de muitas metaloenzimas. O cianeto combina com a hemoglobina para formar a cianohemoglobina, composto que, sob essa forma, não é capaz de transportar oxigênio. Os animais podem apresentar quadro de anóxia histotóxica, incontinência urinária e morte fetal de bezerros.

*Sorghum* é uma espécie notavelmente rica em ácido prússico e nitratos. A adubação nitrogenada e especialmente o ponto de colheita são fatores importantes que afetam a concentração de nitratos em plantas. O ácido prússico, assim como os nitratos podem estar presentes em doses elevadas em plantas que sofreram algum estresse ambiental, e também são influenciados pela hereditariedade.

O declínio do nível de HCN na maturação está associado ao aumento proporcional das partes da planta que são pobres em HCN (nervura, bainhas e colmos) em relação às partes ricas, que são as lâminas das folhas. A cura ou seca da forragem verde no campo, bem como a ensilagem reduzem os teores de HCN a níveis insignificantes.

O risco de intoxicação é maior quando o sorgo é utilizado para pastejo direto ou corte, principalmente nas rebrotas, pois a durrina concentra-se mais nas folhas superiores das plantas. Geralmente o pastejo em híbridos de sorgo-sudão com sorgo bicolor não oferece nenhum risco de intoxicação quando as plantas alcançam 60 cm de altura. Segundo Wall e Ross (1975), níveis de 25 mg até 50 mg de

HCN por 100 g de matéria seca são considerados inofensivos para ruminantes e níveis de 75 mg a 100 mg ou mais são perigosos.

389

### Como usar o sorgo pastejo sem correr o risco de intoxicação dos animais?

Para o uso do sorgo em pastejo, é recomendável o seguinte:

- Iniciar o pastejo quando as plantas atingirem, em média, 1,0 m de altura.
- As últimas rebrotas poderão não atingir 1,00 m de altura. Nesse caso, o pastejo só deve se iniciar quando as plantas alcançarem o ponto de panícula.
- Adaptar os animais ao pastejo de sorgo da seguinte forma:
  - 1ª semana – pastejar, de preferência pela manhã, no máximo 3 horas por dia.
  - 2ª semana – pastejar no máximo 6 horas por dia.
  - 3ª semana – pastejar durante o dia e retirar os animais à noite.
- Retardar o pastejo de lavouras de sorgo que tenham sido afetadas por geada, granizo ou seca prolongada.
- Evitar que animais jovens se alimentem do sorgo pastejo, pois correm o risco de intoxicação.
- Lembre-se de que o manejo correto de pastejo dessa forrageira é feito sempre segundo sua altura ou formação de panícula.



390

### Que medicamento deve ser aplicado no animal intoxicado?

Vale ressaltar que, caso o produtor siga as orientações sugeridas, a intoxicação de animais sob pastejo em sorgo dificilmente ocorrerá. Se acontecer, sugere-se usar o seguinte tratamento:

Solução A	158 g de sulfato ferroso cristalizado, grau farmacêutico (BP) ( $\text{Fe SO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$ ), e 3 g de ácido cítrico em cristais, segundo BP, dissolvidos em 1 L de água destilada.
Solução B	60 g de $\text{Na}_2 \text{ CO}_3$ em 1 L de água destilada.

Misturar 50 mL da solução A com 50 mL da solução B e dar ao animal para beber.

**391 O que é tanino? Ele está presente em toda cultivar de sorgo?**

O tanino é um composto que tem ação antinutricional principalmente para os animais monogástricos, e nem toda cultivar tem a presença dessa substância química. O tanino no grão de sorgo tem causado bastante controvérsia, uma vez que, apesar de algumas vantagens agrônômicas, como a resistência a pássaros e doenças do grão, ele causa problemas na digestão dos animais, pelo fato de formarem complexos com proteínas e, assim, diminuírem a sua palatabilidade e digestibilidade. O sorgo com tanino é indesejável para a alimentação de aves e suínos, mas pode ser utilizado para alimentação de bovinos, sem qualquer perda de ganho de peso. O sorgo com tanino também vem sendo estudado para alimentação humana e de animais domésticos pela sua alta capacidade antioxidante e seu potencial de redução da digestibilidade do amido e das proteínas, por causa da interação com taninos, fato que previne doenças como obesidade, câncer e diabetes.

**392 Todo sorgo cultivado na safrinha contém o composto tanino?**

Não. O sorgo plantado na safrinha, na sua totalidade, é representado por híbridos sem tanino nos grãos. Há muitos anos, o mercado brasileiro de sementes deixou de vender híbridos de sorgo

com tanino para plantio na safrinha. O mercado interno de grãos de sorgo, representado na sua totalidade pelas indústrias de rações, demanda grãos sem tanino. Entretanto, no Brasil a comercialização de sementes de sorgo com tanino é bastante restrita. Somente 4% do sorgo granífero semeado é do tipo com tanino, e está restrito ao Rio Grande do Sul, em localidades onde o ataque de pássaro é muito intenso nas lavouras.

### 393 O que é sorgo BMR?

O sorgo BMR (*brown midrib*) possui plantas caracterizadas pela presença de pigmentos amarronzados na nervura central das folhas e no colmo. O interesse pelos genótipos de capim-sudão mutantes BMR têm aumentado pelo fato de eles apresentarem menores teores de lignina e, conseqüentemente, maior digestibilidade. O híbrido de sorgo BRS 810, lançado pela Embrapa Milho e Sorgo, é um exemplo de sorgo BMR. Com a presença de uma nervura ou listra marrom central em suas folhas, essa cultivar apresenta menor teor de lignina e maior potencial de desaparecimento da fibra em detergente neutro (FDN). A presença dessa fibra tem efeito de enchimento do rúmen, ou seja, quanto menor a porcentagem de FDN, maior será o consumo pelo animal.

# 15 O Sorgo na Alimentação Humana



*Valéria Aparecida Vieira Queiroz  
Cícero Beserra de Menezes  
Frederico Augusto Ribeiro de Barros  
Hércia Stampini Duarte Martino*

394

**No Brasil, o sorgo é conhecido como cereal para alimentação animal. Ele pode ser utilizado também para consumo humano?**

No Brasil, o sorgo vem sendo cultivado, principalmente, visando à produção de grãos, para suprir a demanda das indústrias de ração animal ou como forragem, para alimentação de ruminantes e praticamente não há consumo desse cereal na alimentação humana. No entanto, na África e Ásia, o sorgo foi domesticado para consumo humano e animal há milhares de anos. Desde então, tem sido utilizado como base alimentar de milhões de pessoas (HANCOCK, 2000). Estima-se que mais de 300 milhões de indivíduos que vivem em países em desenvolvimento dependam essencialmente desse cereal como fonte de energia (DICKO et al., 2006).

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).

395

**Os grãos de sorgo podem ser tóxicos para animais e humanos?**

O sorgo possui um composto cianogênico chamado durrina, que, quando ingerido, é transformado por ação enzimática em ácido cianídrico (tóxico). Dependendo do nível do ácido cianídrico, pode haver morte de animais e humanos. Porém, o nível de durrina é mais elevado nas folhas das plantas jovens de sorgo. Com o avanço da maturidade, ocorre uma redução dos níveis de durrina, que chegam a zero nos grãos maduros de sorgo. Dessa forma, os grãos de sorgo colhidos e utilizados para a alimentação animal e humana não contêm durrina e não são tóxicos para animais e humanos.

## Quais são as vantagens de se utilizar o sorgo na alimentação humana?

O sorgo vem despontando como uma alternativa altamente viável para uso na alimentação humana em razão principalmente de quatro fatores: 1) não possui glúten, por isso é totalmente seguro para o desenvolvimento de produtos para os celíacos, ou seja, indivíduos portadores de doença celíaca; 2) apresenta valor nutricional semelhante ao milho, porém o sabor é neutro, o que é uma grande vantagem na indústria de alimentos; 3) apresenta menor custo de produção, vislumbrando a possibilidade de redução dos custos na indústria alimentícia; 4) apresenta uma variedade de compostos bioativos com elevada capacidade antioxidante, com potencial para utilização em produtos com apelo funcional, ou seja, de promoção à saúde (QUEIROZ et al., 2014).

## Qual é o valor nutricional do sorgo?

O valor nutricional dos grãos de sorgo é semelhante ao dos grãos de milho e varia de acordo com o genótipo. Em todos eles, o amido corresponde ao principal macronutriente, com variação entre 55,6% e 75,2% do cereal. Os teores de proteínas nos grãos variam entre 7,3% e 15,6%, os de fibra alimentar 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 de proteína das amostras variou entre 8,6% e 11,6%, os teores de lipídios entre 1,2% e 3,1%, os de carboidratos entre 57,3% e 64,7% e a fibra alimentar total variou entre 9,1% e 15,1% (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 alimentares, no pericarpo dos grãos de sorgo. Assim, a



concentração tanto de lipídios quanto de fibras na farinha de sorgo dependerá da extensão da remoção do pericarpo e do gérmen, nos processos de decorticação, de germinação e de moagem dos grãos.

398

### **Como se deu o início das pesquisas do uso do sorgo para consumo humano no Brasil? Quais são os avanços na área?**

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 crescente busca por alimentos mais nutritivos, com características funcionais e sem glúten, aliado às novas descobertas a ao respeito pela importância do sorgo nesses aspectos desencadearam uma nova e crescente demanda pelo cereal.

Nesse contexto, a Embrapa Milho e Sorgo, por meio do projeto Sorgo para Alimentação Humana: Caracterização de Genótipos quanto a Compostos de Interesse para a Nutrição e a Saúde Humana e o Desenvolvimento de Produtos sem Glúten, vem, em parceria com a Embrapa Agroindústria de Alimentos e com as universidades federais de Viçosa (UFV), de Minas Gerais (UFMG) e de São João Del Rei (UFSJ), desenvolvendo e testando diversos produtos de sorgo, isentos de glúten. O primeiro protótipo desenvolvido foi a barra de cereais com pipoca de sorgo, cuja aceitação em teste sensorial foi de 100% para aparência geral e sabor e de 92,3% para cor e textura. Quanto à intenção de compra, 94% dos avaliadores afirmaram que comprariam o produto. Outros dois produtos desenvolvidos foram os cookies de sorgo com amendoim e o bolo de sorgo com banana. A aceitação dos cookies foi de 92% para os atributos sabor e aroma, 86% para a textura e 82% para cor. Já o bolo foi aceito por 88% para o sabor, aroma e textura e 75% para cor. Esses resultados mostraram que os consumidores gostaram de todos os produtos desenvolvidos.

Outros produtos à base de farinha de sorgo, como cereais matinais, farinha solúvel, pães e macarrão sem glúten, já foram desenvolvidos e encontram-se em fase final de avaliação.

399

### **Qual é o potencial do sorgo para a indústria de alimentos? Ele já é utilizado para esse fim em outros países?**

A indústria alimentícia tem condições de confeccionar produtos de qualidade, a partir de cultivares de sorgo selecionadas para boas características tecnológicas. 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 apresentam sabor suave, o que é bastante desejável pelo consumidor.

Em países como Japão e EUA, o sorgo branco tem sido usado no processamento de farinha e em outros produtos nos quais vêm ganhando 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.

Extrusados expandidos, como snacks e cereais matinais, são muito populares por causa da sua “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 ainda não havia sido usado para esse fim. No entanto, nos últimos anos, estudos vêm sendo conduzidos a fim de otimizar o uso do sorgo na elaboração desse tipo de produto. Produtos extrusados de excelente sabor, aparência e textura foram obtidos tanto de grãos integrais quanto decorticados, a partir de sorgo branco e marrom, e podem ser uma excelente opção para processadores de alimentos.

Estudos têm demonstrado que farelos provenientes de cultivares de sorgo mais pigmentadas, como as marrons e as

vermelhas, em combinação com outros ingredientes, fornecem produtos de panificação de coloração mais escura, desejáveis pela aparência “natural” e saudável de produto integral. Usualmente, na indústria alimentícia são utilizados corantes para conseguir tal efeito, como, por exemplo, o caramelo no pão de centeio.

**400**

### **Por que o sorgo vem despontando como alternativa viável para produção de alimentos sem glúten?**

Porque o sorgo é um cereal que não possui glúten. Portanto, poderá ser uma alternativa altamente viável para substituir o trigo na elaboração de produtos destinados a celíacos e aos indivíduos com algum grau de intolerância ao glúten.

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. 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.

Nesse contexto, o sorgo, por ser um cereal com menor custo de produção, poderá permitir a redução dos custos dos produtos sem glúten, despontando como alternativa totalmente segura e mais barata, portanto altamente viável para suprir essa demanda ascendente da indústria alimentícia.

**401**

### **Por que o sorgo é considerado um cereal com potencial funcional?**

Alguns tipos de sorgo possuem compostos fenólicos, como as 3-deoxiantocianidinas e os taninos, especialmente aqueles que

apresentam pericarpo de coloração vermelha, marrom e negra, que podem beneficiar a saúde humana. Acredita-se, também, que o conteúdo de fibra alimentar e o tipo de amido presente nesse cereal possam potencializar os efeitos benéficos do sorgo.

Os potenciais benefícios funcionais à saúde humana decorrentes do consumo de compostos bioativos isolados de sorgo e do grão integral ainda são desconhecidos. Os resultados de estudos in vitro demonstraram que compostos isolados a partir de sorgo, particularmente as 3-deoxiantocianidinas, os taninos e os lipídios, desempenham um forte efeito modulador em processos relacionados a doenças crônicas não transmissíveis, como a obesidade, o diabetes, a dislipidemia, as doenças cardiovasculares, o câncer e a hipertensão.

402

**O sorgo possui substância antioxidante? O que é uma substância antioxidante?**

O sorgo, dependendo do tipo, possui compostos fenólicos em menor ou maior quantidade. Esses compostos fenólicos são os principais responsáveis pela atividade antioxidante demonstrada pelo sorgo. Uma substância antioxidante, como é o caso dos compostos fenólicos, irá prevenir possíveis oxidações no nosso organismo. Essas oxidações são as responsáveis por doenças como o câncer e são causadas por vários fatores, tais como estresse, excesso de peso, fumo, consumo de bebida alcoólica, etc. Portanto, o consumo de alimentos que contenham sorgo pode ajudar na prevenção de algumas doenças por causa da presença de antioxidantes.

403

**O sorgo que contém taninos é bom para a alimentação humana?**

Do ponto de vista nutricional, alimentos que contêm taninos são indesejáveis para animais monogástricos, como os humanos, os suínos e as aves, pois esses compostos interagem com proteínas e

carboidratos presentes no alimento e diminuem seu aproveitamento pelo organismo, o que provoca um menor ganho de peso dos animais. Porém, essa baixa digestibilidade dos carboidratos e proteínas, por causa das interações com os taninos, é desejável para o controle do diabetes e da obesidade em seres humanos. Além desse benefício, os taninos possuem uma alta capacidade antioxidante. Essa característica é importante para a proteção de nossas células contra danos oxidativos, ou seja, os taninos possuem propriedades anticâncer e anti-inflamatória. Portanto, o sorgo que contém taninos pode contribuir com vários benefícios à saúde (BARROS et al., 2012).

Por sua vez, o fato de os taninos complexarem com proteínas e carboidratos, o torna indesejável para compor dietas de pessoas com desnutrição ou com algum problema de absorção de nutrientes. Da mesma forma, grãos de sorgo com tanino não devem fazer parte da alimentação de crianças com peso normal ou de baixo peso, pois poderão comprometer seu crescimento.

Em síntese, os taninos são muito desejáveis na dieta de indivíduos adultos normais, com sobrepeso ou diabéticos, pois podem contribuir com a redução do consumo de calorias. Além disso, o consumo de sorgo com taninos pode colaborar com o aumento da ingestão de substâncias antioxidantes, as quais estão envolvidas nos processos de promoção da saúde.

404

**Alguns genótipos de sorgo possuem altas concentrações de compostos bioativos, como antocianinas, isoflavonas e taninos. Além de vitaminas e minerais, há grandes perdas nutricionais durante seu processamento?**

Dependendo do processamento, haverá perda de vitaminas e minerais. Geralmente, o uso de altas temperaturas durante o processamento ocasiona significativa perda desses nutrientes; porém, esses compostos podem ser repostos. Por exemplo, tanto no leite pasteurizado quanto nos cereais matinais, são adicionadas vitaminas, e na farinha de trigo, há enriquecimento de ferro.

Em geral, dependendo da temperatura do processamento, haverá redução na quantidade de compostos fenólicos em produtos à base de sorgo. No entanto, comparando com produtos à base de outros cereais processados da mesma forma, os produtos à base de sorgo ainda conterão concentração importante desses compostos, que atuarão como antioxidantes. As antocianinas do sorgo são muito estáveis a variações de pH, mais estáveis que antocianinas de frutas. Atualmente, resultados de pesquisas demonstram que antocianinas de sorgo são bem estáveis ao calor. Essa estabilidade indica um grande potencial do uso de antocianinas do sorgo como corantes naturais em alimentos. Taninos do sorgo são bem estáveis em temperaturas abaixo de 100 °C.

Outro ponto interessante é que a maioria dos compostos fenólicos em cereais, diferentemente de frutas, está ligada/presa à parede celular, portanto teores desses compostos em sorgo e outros cereais, mostrados na literatura, são baseados no que foi extraído (minoria nos cereais) durante o experimento. Assim, o que é medido para verificar perdas durante processamento são os compostos fenólicos que se consegue extrair (livres ou fracamente ligados à parede celular), os quais podem ser afetados durante processamento. Porém não há informações sobre o que acontece com a maioria dos compostos fenólicos que ficam presos à parede celular e não são extraídos. Esses compostos são benéficos para saúde, pois chegarão ao cólon intactos juntamente com a fibra alimentar, prevenindo doenças como câncer de cólon.

405

### **O sorgo pode ser utilizado em qualquer tipo de preparação? Quais são suas limitações?**

O sorgo pode ser utilizado na maioria das preparações usualmente feitas com trigo como bolos, biscoitos, cereais matinais e massas alimentícias. Os pães, por causa da ausência de glúten do sorgo, são mais difíceis de ser preparados somente com a farinha desse cereal. O glúten é o responsável pela formação da massa e da textura durante a produção de pães. Assim, para produção de pães

de boa qualidade, o ideal é utilizar uma mistura de farinhas sem glúten, como, por exemplo, farinha de sorgo e de arroz, bem como adicionar outros ingredientes, como gomas (ex.: goma arábica), e realizar mudanças no processamento (ex.: pré-cozimento do cereal).

**406 Além da utilização da farinha de sorgo, que outras formas de apresentação podem ser incorporadas à culinária?**

Além da farinha, que pode ser utilizada em diversas preparações, podem-se utilizar, ainda, os grãos inteiros cozidos, em saladas e no arroz, entre outros pratos. Os grãos semitriturados podem ser utilizados para o preparo de quibe de sorgo e tabule. Outra potencialidade a ser explorada é o farelo de sorgo, onde estão concentradas as fibras alimentares e as substâncias antioxidantes. Esse farelo, após moído, pode ser utilizado diretamente na alimentação (como é feito com farelo de trigo) ou para formulação de alimentos (cookies, cereais matinais, etc.).



**407 Os grãos de sorgo devem ser decorticados para uso na alimentação humana?**

O processo de decorticação é a remoção do pericarpo dos grãos, ou seja, da película externa que recobre os grãos. Ao final do processo obtém-se, separadamente, uma farinha de sorgo refinada e o farelo. Para utilização dos grãos de sorgo na alimentação humana, pode-se decorticar ou não os grãos. Caso haja interesse do consumidor ou da indústria de alimentos em um produto de coloração mais branca e com menos fibra, é importante proceder à decorticação dos grãos. Por sua vez, se o interesse for em um produto integral, pode-se proceder à moagem dos grãos diretamente com o pericarpo.

É importante salientar que atualmente há grande demanda por produtos integrais, pois as fibras e a maioria dos compostos bioativos importantes para a saúde humana concentram-se nessa camada externa dos grãos, denominada pericarpo. Além disso, a decorticação dos grãos demanda mais tempo e energia, o que poderá encarecer o produto final. Assim, o ideal seria não decorticar os grãos, mas usá-los de forma integral.

#### **408 O sorgo de grãos brancos é melhor para a alimentação humana do que o sorgo de grãos vermelhos?**

De forma geral, o sorgo branco possui uma quantidade muito menor de compostos fenólicos do que o sorgo vermelho. Os compostos fenólicos presentes no sorgo branco são principalmente os ácidos fenólicos (ex.: ácido ferúlico, ácido cafeico, etc.). O sorgo vermelho possui ácidos fenólicos e flavonoides, tais como antocianinas, flavonas e taninos. Dependendo do tipo de sorgo, o sorgo vermelho terá mais ou menos flavonoides. Portanto, o sorgo vermelho tende a possuir maior capacidade antioxidante, o que o torna melhor para a alimentação humana do que o sorgo branco.

#### **409 A coloração dos grãos de sorgo exerce influência na qualidade do produto?**

Os grãos de sorgo podem apresentar oito cores diferentes: branco, cinza, creme, amarelo, bronze, vermelho, marrom-claro e marrom. Dependendo da cor dos grãos, é possível obter farinhas de diferentes colorações, das mais claras às mais escuras.

Assim, o cereal é muito versátil, podendo ser utilizado em diferentes preparações com efeitos distintos, de acordo com a cor dos grãos. Por exemplo, para obter um produto mais branco, como pães e massas, semelhantes aos elaborados com trigo refinado, deve-se utilizar sorgo de pericarpo branco. Para obter um produto com aparência de produto integral, deve-se dar preferência aos

grãos de cor bronze, marrom-clara ou vermelha. Por sua vez, se a intenção é preparar um produto com sabor de chocolate, como bolos e cookies, o ideal é utilizar grãos de coloração marrom.

**410 O extrato obtido do sorgo pode ser utilizado como corante natural na indústria de alimentos?**

Existe um grande interesse por parte das indústrias de corantes para alimentos e dos consumidores na substituição de corantes artificiais por naturais. Atualmente, há vários produtos que já utilizam corantes naturais, tais como bebidas, molhos, sopas, temperos, etc. Alguns dos corantes naturais utilizados são as antocianinas de frutas, os carotenoides, a clorofila, a cochonilha, etc. As antocianinas presentes em altas quantidades no sorgo negro são mais estáveis a variações de pH e ao calor do que as antocianinas de frutas, ou seja, a cor de um alimento que contém como corante principal as antocianinas do sorgo permanecerá mais estável após tratamento térmico e armazenamento do que as antocianinas de frutas. Dessa forma, existe um grande potencial no uso de antocianinas do sorgo como corante natural em alimentos, o que poderia substituir ou complementar os corantes artificiais e alguns corantes naturais já utilizados.

**411 Qual é a expectativa em relação à incorporação do sorgo na dieta brasileira, visto que atualmente é muito difícil achar fornecedores da matéria-prima no País?**

A dificuldade de achar matéria-prima deve-se ao cenário atual de demanda retraída por produtos de sorgo. Com os trabalhos de divulgação e eventos realizados, é crescente a demanda por informações sobre o mercado e sobre as possibilidades da cultura do sorgo na alimentação humana no Brasil. Mais de 90% do sorgo granífero é plantado na safrinha, em sucessão à cultura da soja. O grão de sorgo, por ser mais barato e ter quase o mesmo

valor nutricional do milho, possui grande liquidez no mercado. Ao ser colhido, o grão de sorgo é destinado diretamente à produção de ração. Portanto, semelhantemente a outros cereais, para que seja utilizado na nutrição humana, o grão de sorgo precisará ser armazenado após sua colheita, para posterior processamento durante o resto do ano.

O SAC da Embrapa Milho e Sorgo vem registrando uma demanda crescente por informações sobre produtos à base de sorgo. Esse fato demonstra que está havendo um aumento no interesse pelo tema, não somente por parte de empresas e da indústria alimentícia, mas também por parte de indivíduos portadores de doença celíaca.

412

### **A produção e a comercialização de sorgo para consumo humano no Brasil é uma realidade que está próxima?**

Ainda existem diversas barreiras a serem transpostas para a efetivação do consumo humano de sorgo no Brasil. Falta ainda um elo para unir o produtor de grãos de sorgo ao mercado consumidor. Como qualquer negócio que envolve mercado, a demanda por parte dos consumidores é que vai fazer surgir a oferta de grãos, de farinha e de produtos de sorgo para consumo humano. Outra barreira a ser transposta no Brasil refere-se a questões de armazenamento do grão, pois a safra de sorgo é muito concentrada. Só há sorgo no mercado por um período de, no máximo, 4 a 6 meses. Quem for trabalhar nesse mercado vai ter que se associar a algum produtor ou mesmo comprar grãos e armazenar durante a entressafra.

Em outros países, como nos Estados Unidos, o uso de sorgo na alimentação humana vem sendo intensificado por causa de várias pesquisas que relatam as descobertas dos benefícios dos grãos de sorgo para saúde e também pelo aumento do número de pessoas com doença celíaca. A pressão por produtos saudáveis e sem glúten motivou o aumento da produção de alimentos que contêm sorgo nos EUA e, atualmente, barras de cereais, cookies, cereais matinais, cerveja, xarope, farinha de sorgo, farelo de sorgo, massa para pizza e pipoca já são encontrados nesse mercado.

Assim, acredita-se que, também no Brasil, o mercado de produtos à base de sorgo já seja realidade e a prova disso é que já há produtores interessados em produzir farinha de sorgo. A indústria alimentícia também já manifestou interesse em utilizar sorgo, pois os produtos, além de não possuírem glúten, poderão contribuir na prevenção de doenças como obesidade e câncer, em razão de seu alto teor de substâncias antioxidantes e de fibra alimentar.

413

**Quais estados do Brasil têm capacidade produtiva para o sorgo? Pode ser uma alternativa para o cultivo em regiões afetadas pela seca? Os grãos de sorgo para consumo animal podem ser os mesmos para consumo humano?**

Todos os estados do Brasil possuem zonas climáticas favoráveis para produção do sorgo, excetuando-se aqueles com épocas de muito frio ou chuvas pesadas. Em condições ótimas de clima (umidade e temperatura), o sorgo não concorre com o milho em produtividade. Portanto, o sorgo é plantado na chamada safrinha, quando começa a haver risco de veranicos prolongados que prejudicam a produtividade do milho. O sorgo quando comparado a outros cereais é considerado tolerante a seca, por isso é muito comum a recomendação da cultura para áreas marginais, mas, no tocante a outros tratamentos culturais como adubação, o sorgo precisa de nutrientes para atingir altas produtividades.

Entre os principais cereais plantados, o sorgo é o mais tolerante à seca. A planta de sorgo possui características fisiológicas que permitem paralisar seu crescimento, ou diminuir o seu metabolismo, durante o estresse hídrico e reiniciá-lo quando a água torna-se disponível.

As cultivares de sorgo granífero usualmente cultivadas para alimentação animal também podem ser utilizadas para consumo humano. A única ressalva é que haja um maior rigor na qualidade dos grãos, desde o plantio até a colheita e armazenamento dos grãos.

## **Como está o interesse das empresas alimentícias em relação ao cereal?**

Algumas empresas, principalmente as que produzem alimentos sem glúten, têm procurado informações a respeito da farinha de sorgo para testarem em seu portfólio de produtos usualmente fabricados com farinhas de outros cereais ou féculas. Os resultados têm sido bastante promissores e estamos caminhando para o estabelecimento de parcerias com essas empresas no intuito de validar os processos desenvolvidos em nível laboratorial.

Nos Estados Unidos, existe um grande interesse pelo uso do sorgo em alimentos por causa da ausência de glúten e por possuírem compostos benéficos para saúde, como fibras dietéticas e antioxidantes. Muitas empresas americanas, como a General Mills, já produzem alimentos à base de sorgo.

## **Por ser um cereal produzido para alimentar animais, a indústria pode ter algum tipo de preconceito em seu cultivo para alimentação humana?**

Há séculos, as populações de muitos países da África e da Ásia dependem do sorgo na alimentação. No dia a dia desses países, são consumidos produtos como pão fermentado, panquecas, cuscuz, mingau e cerveja à base de sorgo. Assim, não deveria ocorrer preconceito por parte da indústria para utilização do sorgo em produtos alimentícios, ao contrário, o sorgo deveria ser visto como uma excelente alternativa para substituição do trigo em produtos sem glúten.

Na verdade, o que precisa ser trabalhado são as demandas específicas, como, por exemplo, sorgo com e sem tanino. O sorgo destinado a aves e suínos não pode conter tanino, porque essa substância interage com proteínas e amido, e isso diminui a digestibilidade e afeta o ganho de peso dos animais. No entanto, essa característica é muito interessante em humanos, pois, além

da alta capacidade antioxidante dos taninos, há uma redução na digestibilidade do amido e das proteínas por causa da interação com taninos, o que previne, dessa forma, doenças como obesidade, câncer e diabetes. Esses benefícios das variedades de sorgo com antioxidantes (como taninos e outros compostos fenólicos), associados ao fato de que sorgo não possui glúten, eliminarão todo preconceito, se houver, com relação ao consumo de produtos à base de sorgo.

Por sua vez, o sorgo sem tanino é fácil de ser encontrado. Já o sorgo com tanino necessita de um trabalho mais demorado no intuito de desenvolver a produção de novos híbridos e estimular empresas de sementes que se interessem por esse mercado ainda incipiente.

A exemplo do que ocorreu com a soja, que inicialmente era cultivada principalmente para consumo animal e hoje faz parte da alimentação do brasileiro, acredita-se que, com a divulgação das informações a respeito das vantagens do uso do sorgo para consumo humano, o cereal terá seu valor reconhecido e sua difusão garantida.

416

### **Que métodos podem ser utilizados para produzir farinha a partir de grão de sorgo em nível doméstico?**

O primeiro passo para se obter farinha de sorgo em nível doméstico é limpar os grãos, retirando todos os resíduos, como pedras, palhas e insetos.

Em seguida, podem-se utilizar dois métodos diferentes para produção de farinha de sorgo, um pelo processo a seco e outro pelo processo úmido, conforme descrito a seguir:

- Método a seco: lavar os grãos e colocá-los em forno moderado até que fiquem completamente secos. Moer os grãos limpos com o pericarpo (pele), em moinho elétrico de café ou em máquina de moer carne ajustada para moagem fina. Os grãos de sorgo podem também ser moídos em moinhos próprios para grãos, como os que são utilizados para fazer fubá de milho ou farinha de trigo.

- Método úmido: lavar os grãos e colocá-los em um recipiente com água, na proporção de uma parte de sorgo para quatro partes de água, e deixar no remolho por três dias, tendo o cuidado de trocar a água todos os dias. Escorrer a água no final do terceiro dia e moer os grãos em máquina de moer carne, processador, liquidificador, pilão ou outro equipamento próprio para moagem. Espalhar a farinha obtida em uma assadeira e deixá-la exposta ao sol até secar completamente. Guardar a farinha em vasilha tampada, em lugar seco. Caso prefira farinha mais fina, peneirá-la em peneira fina.

417

### **Que receitas podem ser utilizadas para o preparo de bolo de sorgo?**

A farinha de sorgo é uma excelente opção para confecção de bolos sem glúten. Para prepará-los, basta utilizar as receitas comuns de bolo e substituir a farinha de trigo pela farinha de sorgo, tendo o cuidado de reduzir um pouco o ingrediente líquido da receita (leite, suco, etc.).

A seguir, encontram-se duas receitas de bolo de sorgo já testadas, que poderão ser utilizadas.

#### **Bolo de sorgo com banana sem glúten**

##### **Ingredientes**

1 xícara de chá de açúcar cristal

½ xícara de chá de óleo

1 ovo

4 bananas (nanica) grandes

1 xícara de chá de farinha integral de sorgo

½ xícara de chá de amido de milho

½ colher de chá de canela em pó

1 pitada de sal

2 colheres de chá de fermento químico em pó

## **Opcional**

½ xícara de chá de uvas passas

½ xícara de chá de nozes picadas

## **Modo de preparar**

Bater em um liquidificador os quatro primeiros ingredientes. Despejar a massa obtida em um recipiente adequado e acrescentar os demais ingredientes. Misturar tudo muito bem e levar para assar em forno, em temperatura moderada, por aproximadamente 30 minutos.

Rendimento: aproximadamente 10 fatias.

## **Bolo de sorgo com cenoura sem glúten**

### **Ingredientes da massa**

3 cenouras médias, sem pele, picadas

3 ovos

1 e ½ xícara de chá de açúcar

½ xícara de chá de óleo vegetal

1 e 1/2 xícara de chá de farinha integral de sorgo

½ xícara de chá de amido de milho

1 colher de sopa cheia de fermento químico em pó

1 pitada de sal

### **Ingredientes da calda**

4 colheres de sopa de chocolate em pó

2 colheres de sopa de açúcar

1 colher de sopa de margarina

1 xícara de café de leite



### **Preparo do bolo**

Bater os quatro primeiros ingredientes no liquidificador até que a mistura fique bem homogênea e a cenoura bem triturada. Despejar a massa obtida em um recipiente adequado e acrescentar os demais ingredientes, misturando bem. Assar em forno em temperatura moderada até que a superfície fique corada. Retirar o bolo do forno e despejar sobre ele a calda ainda quente.

### **Preparo da calda**

Em uma panela pequena levar todos os ingredientes ao fogo baixo e mexer de vez em quando até que a calda fique com uma consistência mais firme e solte do fundo da panela.

Rendimento: aproximadamente 10 fatias.

418

### **Qual é o modo de preparo de biscoitos à base de farinha de sorgo?**

Para preparar biscoitos do tipo cookies com farinha integral de sorgo, pode-se utilizar a receita descrita a seguir.

### **Cookies de sorgo com amendoim**

#### **Ingredientes**

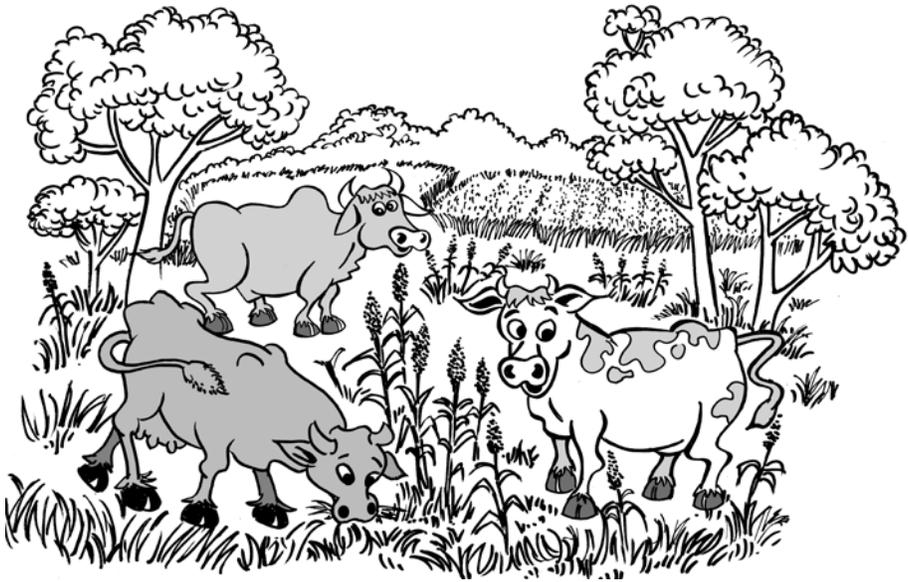
- 1 xícara de chá de farinha integral de sorgo
- 1 xícara de chá de amido de milho
- ½ xícara de chá de açúcar cristal ou refinado
- ¼ de xícara de chá de açúcar mascavo
- 1 colher de sopa de fermento químico em pó
- ½ xícara de chá de amendoim torrado e moído
- 3 colheres de sopa de margarina
- 1 ovo

### **Modo de preparar**

Misturar bem todos os ingredientes secos. Em seguida, acrescentar a margarina e o ovo e amassar a mistura com as mãos até que os ingredientes fiquem totalmente agregados formando uma massa homogênea. Formar bolinhas com as mãos, achatá-las ligeiramente e colocá-las em assadeira untada com margarina. Assar em forno com temperatura moderada por cerca de 15 a 20 minutos ou até que a base dos cookies fique dourada.

Rendimento: aproximadamente 50 cookies pequenos.

# 16 Integração Lavoura- -Pecuária-Floresta



*Ramon Costa Alvarenga  
Emerson Borghi  
Miguel Marques Gontijo Neto*

419

### **O sorgo é uma boa opção de cultivo na integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)?**

Sim. A cultura do sorgo, tanto para produção de grãos quanto para forragem, é destaque nos sistemas de ILPF, em razão do potencial que apresenta em qualquer tamanho de propriedade, desde as pequenas, com alguns hectares, e que usam a mão de obra familiar, até aquelas empresariais, com alto nível tecnológico. São plantas bem adaptadas ao consórcio, com arquitetura foliar que lhes confere pressão de competição com as demais espécies. Toleram bem períodos de estiagem ou de maior competição por água, e são recomendadas pelo zoneamento agroclimático para regiões mais secas, para as quais o milho não é recomendado. Isso permite seu uso em solos ainda em processo de construção da fertilidade como é o caso de áreas de recuperação, bem como sua expansão em regiões de cultivo com distribuição irregular de chuvas e em sucessão às culturas de verão, na segunda safra ou safrinha.

420

### **Quais são as vantagens de se usar o sorgo no sistema ILPF?**

Além das vantagens com relação ao solo e ao clima, o sorgo é uma planta muito versátil dentro da propriedade, especialmente para uso na pecuária, passível de inserção em sistemas de produção que envolvam a rotação e a sucessão de culturas, bem como a consorciação com capins. Existem materiais para produção de grãos de uso em rações, forragens conservadas (silagem ou feno) e pastejo direto com excelente aceitação pelos animais. Suas características de perfilhamento e rebrota são ingredientes a mais que potencializam sua aptidão forrageira. Seja no cultivo na segunda safra seja na safrinha, é excelente não só para a pecuária, mas também para a agricultura, por ser utilizada no sistema de rotação ou de sucessão de culturas. Produz, ainda, uma palhada de qualidade para o sistema plantio direto.

#### **421 Em quais arranjos do sistema ILPF é possível cultivar sorgo?**

A cultura do sorgo pode ser utilizada satisfatoriamente nas quatro combinações da estratégia ILPF, quais sejam: a) lavoura-pecuária ou agropastoril (ILP); b) lavoura-floresta ou silviagrícola (ILF), com exceção do sorgo de pastejo; c) pecuária-floresta ou silvipastoril (IPF); d) lavoura-pecuária-floresta ou agrossilvipastoril, que é o sistema ILPF completo, pois integra os três componentes. Naqueles sistemas que incluem as árvores, a cultura do sorgo pode ser cultivada nos primeiros anos, quando o nível de sombreamento é moderado.

#### **422 As árvores não competem com o sorgo?**

Depois que elas crescem, o sombreamento prejudica muito o sorgo. O tempo, em anos, que isso vai durar depende do espaçamento entre os renques de árvores e o espaçamento delas na linha. É possível cultivar o sorgo até, no máximo, o terceiro ano nos seguintes espaçamentos: entre renques até cerca de 20 m e entre plantas de 2 m a 3 m na linha. Para espaçamentos maiores, 30 m ou 50 m entre renques, esse intervalo pode ser ampliado. Para terrenos planos, onde as linhas de árvores podem ser orientadas no sentido leste-oeste, é possível cultivar o sorgo por um período maior, dependendo do espaçamento dos renques. É recomendado também, principalmente no caso do eucalipto, realizar a desrama do terço inferior das árvores após o primeiro ano de implantação, como forma de reduzir o sombreamento próximo ao renque de árvores.

#### **423 O que é o consórcio de sorgo com capim?**

É o cultivo numa mesma área e num mesmo momento de um tipo de sorgo com um capim. O plantio das espécies pode ser no mesmo momento ou em momentos diferentes, dependendo de



cada situação e do objetivo a que se destina o uso do sorgo e do capim. O primeiro caso é a semeadura simultânea, quando ambas as espécies são semeadas na mesma operação. A semeadura defasada ocorre quando o capim é semeado algum tempo após a semeadura do sorgo. Quando o capim é semeado primeiro, a semeadura defasada não é recomendada por causa da maior competição com o sorgo e das dificuldades no momento da colheita do sorgo granífero, geralmente de porte mais baixo.

**424** **Que tipos agronômicos de sorgo podem ser plantados, em consórcio ou não com capim, no sistema ILPF?**

Podem ser plantados os sorgos de três tipos agronômicos: a) granífero; b) forrageiro para silagem; c) forrageiro para pastejo, corte verde ou fenação.

**425** **Quais seriam as etapas importantes no planejamento do cultivo do sorgo no sistema ILPF?**

Todas as etapas do manejo do consórcio sorgo-capim são de extrema importância para obter boas produtividades. Assim, para o manejo do solo para o cultivo, recomenda-se realizar análise de solo nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 cm a 40 cm, que sejam representativas da área onde o sorgo será implantado. Deve-se buscar o maior número possível de amostras simples que irão compor a amostra, pois, quanto maior o número de amostras, mais confiável o resultado será. A análise de 20 cm a 40 cm identificará a necessidade do uso do gesso para correção do solo em subsuperfície, muito importante para o desenvolvimento radicular. Os resultados das análises servirão como base para determinar as quantidades de

nutrientes que serão adicionados via fertilizantes e, caso necessário, a quantidade de corretivos a serem aplicados antes da semeadura. O produtor deve optar por cultivares recomendadas para sua região, semear o estande recomendado para o sorgo e para o capim e realizar o tratamento de sementes com inseticidas para reduzir o ataque de pragas iniciais que possam reduzir o estande final e, conseqüentemente, a produtividade das culturas.

Atenção especial deverá ser dada à profundidade de semeadura do sorgo, que não deve ultrapassar 3 cm de profundidade, buscando maior contato das sementes com o solo por meio do bom preparo do solo e de uma compactação efetiva. Também é importante evitar a matocompetição nos primeiros 60 dias após a emergência (DAE), a fim de preservar o potencial produtivo da cultura.

426

### **Que quantidade de sementes de sorgo e de capim deve ser usada no consórcio?**

Basicamente as quantidades de sementes são as mesmas utilizadas em cultivos solteiros, com exceção do consórcio sorgo de pastejo-capim. Para o sorgo granífero, devem ser usados 8 kg de sementes/ha para uma população final de 140 mil plantas/ha. Para o sorgo forrageiro, também são gastos em torno de 8 kg de sementes/ha para uma população final também de 140 mil plantas/ha. Para o sorgo de pastejo, a estratégia é reduzir para 5 kg de sementes/ha por ser bastante competitivo com as forrageiras perenes. No caso do capim, o valor cultural (VC) da semente é decisivo na quantidade gasta. De maneira geral, recomenda-se taxa de semeadura de, no mínimo, 400 pontos de VC/ha. Isso significa que, com uma semente de capim com 50% de VC, serão consumidos 8 kg/ha.

427

### **Que quantidade de adubo deve ser aplicada no sorgo consorciado com capim até o momento da colheita do sorgo?**

As quantidades são as mesmas recomendadas para a lavoura de sorgo solteiro e devem ser seguidos os resultados da análise de solo e a recomendação da região. No consórcio sorgo-capim, a forrageira se beneficia do residual deixado pelo sorgo para se desenvolver e proporcionar forragem de qualidade e quantidade para pastejo dos animais no período outono-primavera. Assim como toda espécie cultivada, o sorgo expressa o seu potencial de produção vegetal ou de grãos em solos com alta fertilidade. Seguindo as recomendações técnicas e tendo como base a análise de solo, uma vez que o sorgo responde à adubação, ela traz retornos econômicos significativos. Assim, as adubações devem ser ajustadas para garantir a produtividade desejada, levando em consideração o sistema de rotação-sucessão lavouras-pastagens ao longo do tempo e não somente a cultura do sorgo.

428

### **Deve-se adubar a pastagem originária do consórcio com sorgo depois de pastejada?**

A adubação de manutenção do pasto é recomendada como medida para manter a produtividade de forragem. Os adubos residuais do consórcio mantêm por algum tempo certo nível de produtividade, depois a tendência é a redução da produção de pasto sem a reposição de nutrientes. Sem adubação da pastagem, a produtividade no primeiro ano é muito boa, porém, dependendo da quantidade de animais e do tempo de exploração do pasto, já a partir do segundo ano ocorre redução na produção da pastagem, o que piora consideravelmente se a adubação de manutenção não for realizada. Como em sistemas ILPF a meta é ter sistemas produtivos, recomenda-se a adubação da pastagem de acordo com produtividades de forragem desejada e a exportação de nutrientes, buscando sempre a orientação de um técnico para auxiliar nessa etapa.

429

### **No consórcio com o sorgo, quais herbicidas podem ser utilizados para controlar o crescimento do capim?**

Não existem herbicidas gramínicidas pós-emergentes seletivos ao sorgo. Portanto, como forma de diminuir a pressão de competição entre o sorgo e o capim, pode-se realizar o manejo cultural, utilizando-se algumas destas estratégias: a) utilização de defasagem na semeadura do capim; b) espaçamentos menores (por exemplo, 45 cm); c) profundidades maiores de semeadura dos capins em relação à profundidade do sorgo, com exceção do consórcio em que a forrageira utilizada for um *Panicum*; d) população de plantas. Para o controle de plantas daninhas de folha larga, podem-se utilizar herbicidas à base de atrazina, de acordo com a recomendação técnica.

430

### **Que espaçamento e população de plantas são melhores para o sorgo em sistemas ILPF?**

A planta de sorgo, especialmente dos grupos forrageiro (silagem) e de pastejo direto, é muito versátil quanto ao espaçamento e à densidade de plantas, pois, de certa forma, compensa o seu crescimento em situações de baixa população ou espaçamentos maiores. Espaçamentos menores, com entrelinhas de 0,45 m a 0,5 m, são desejáveis para essa cultura como forma de melhor aproveitamento dos fatores de crescimento (luz, água e nutrientes), principalmente no consórcio sorgo-capim, em que o sorgo ganha em competitividade, garantindo boa produtividade. Além disso, há possibilidade do estabelecimento de pastagens mais bem formadas (fechadas) quando se trabalha com o semeio do capim somente na linha do sorgo. Espaçamentos menores do sorgo forrageiro são, muitas vezes, limitados pelo equipamento de ensilagem, que somente efetua o corte em espaçamentos maiores do que 0,65 m. Nesse caso, podem-se adotar espaçamentos adequa-



dos de acordo com o equipamento de ensilagem ou a aquisição de equipamentos que permitem a colheita do sorgo para ensilagem em área total. Outra constatação é o fato de as ensiladeiras de duas linhas terem problemas de embuchamento para colher o sorgo + capim, especialmente se houver capim na entrelinha do sorgo. No caso de equipamentos que realizem a semeadura do sorgo em espaçamentos maiores (70 cm), é recomendada a semeadura de pelo menos uma entrelinha com capim, que poderá ser realizada utilizando a própria semeadora sem as sementes de sorgo.

**431 Qual é o grupo de sorgo mais recomendado para cultivo consorciado com capim, em sucessão a culturas de verão, na safrinha?**

São recomendados os sorgos do grupo dos graníferos em sucessão à cultura principalmente da soja. Os materiais de sorgo desse grupamento foram melhorados para insensibilidade ao fotoperíodo, portanto crescem e produzem conforme o desejado na época da segunda safra, quando o comprimento do dia (luminosidade) diminui. Os sorgos dos outros grupamentos não possuem essa característica, portanto têm queda acentuada de produtividade quando semeados nessa época.

**432 Ainda com relação à safrinha, que estratégias devem ser adotadas para alcançar sucesso com o consórcio sorgo granífero-capim?**

Os sorgos graníferos possuem porte baixo, portanto devem ser semeados antes do capim em qualquer condição de cultivo. No caso da semeadura simultânea, nessas condições climáticas, é possível que o capim cresça muito, concorra mais e tenha grande competição, prejudicando a produtividade de sorgo. Recomenda-se a defasagem de semeadura do capim, que deve ser de 5 a 10 dias. Sugere-se ainda que a defasagem não seja maior do que

a recomendada, porque a competição do sorgo associada às condições climáticas, de restrição hídrica, podem impedir que haja adequada formação da pastagem.

**433 E nos cultivos de verão? Que estratégias devem ser usadas para alcançar sucesso no cultivo do consórcio sorgo-capim?**

No verão, raramente será cultivado o sorgo granífero, em razão da preferência pelos cultivos de soja e/ou do milho. Entretanto, seu cultivo é possível desde que a defasagem para semeadura do capim seja maior, entre 20 e 30 dias ou por ocasião da adubação de cobertura (a lanço ou incorporado). Para o verão, os mais utilizados são os sorgos para silagem ou para pastejo direto, que são plantas de porte alto e devem ser semeados simultaneamente com o capim. A semeadura defasada do capim em consórcio com esses tipos de sorgo não é recomendada, porque o capim vai ser abafado pelo sorgo, não vai se estabelecer bem e a pastagem fica muito mal formada e ocorre baixo rendimento. No caso do sorgo de pastejo, é recomendável reduzir de 30% a 50% a quantidade de sementes do sorgo para garantir a adequada formação da pastagem consorciada. Para a boa formação da pastagem e utilização da forragem do sorgo pastejo, é necessária a realização do pastejo intenso, com alta lotação e curto período de ocupação, sempre que o sorgo atingir em torno de 1 m de altura, o que favorece a rebrota e evita o apendoamento.

**434 Existe alguma forma de reduzir problemas na colheita do sorgo granífero consorciado com capins?**

Uma alternativa seria a colheita e a armazenagem do grão na forma silagem de grão úmido. Com essa prática, seria possível antecipar a colheita dos grãos de sorgo em 3 a 4 semanas, reduzindo quase que totalmente a interferência do capim na colheita e as perdas por ataque de aves. Após a colheita e antes do ensilamento,

os grãos devem ser moídos finos (para alimentação de suínos), quebrados ou laminados (para a de bovinos), a fim de que ocorra melhor compactação e, conseqüentemente, a eliminação do oxigênio seja facilitada. Porém, um aspecto negativo é o fato de a silagem de grãos úmidos ser de difícil comercialização, por isso o produtor deve utilizá-la dentro da própria propriedade.

**435 A qualidade da silagem do sorgo forrageiro consorciado com capim é pior que a do sorgo solteiro?**

Normalmente a forragem produzida no consórcio apresenta qualidade um pouco inferior à forragem da cultura solteira, pois, no consórcio, além da forragem de sorgo é também ensilado forragem do capim, que geralmente apresenta valor nutricional inferior à forragem do sorgo. Entretanto, essa redução da qualidade da silagem é amplamente compensada pelo aumento da produção de forragem na área ensilada e, principalmente, pela produção de forragem da pastagem que foi formada na área após a ensilagem.

**436 O que se deve fazer para aumentar a produção de forragem após a ensilagem do sorgo consorciado com o capim?**

Uma estratégia interessante é a aplicação de 100 kg/ha a 150 kg/ha de ureia em cobertura logo após a ensilagem. Essa prática aumenta a quantidade e a qualidade de forragem produzida na rebrota do sorgo e, principalmente, no crescimento do capim.

**437 Com semeadoras/adubadoras convencionais para sorgo, como se deve proceder para realizar a semeadura simultânea com o capim?**

No consórcio, a semeadura do capim pode ser efetuada em diferentes épocas: antes da semeadura do sorgo (pré-plantio), simultaneamente à semeadura do sorgo (na mesma linha de plantio)

e após a semeadura do sorgo. No primeiro caso, as sementes são lançadas na área e a incorporação pode ser feita com grade niveladora. No consórcio simultâneo, as sementes da forrageira podem ser misturadas ao fertilizante antes do plantio ou serem acondicionadas em compartimento especial das máquinas (terceira caixa), sendo depositadas no solo na mesma linha de plantio do sorgo. Na cobertura, o consórcio pode ser realizado a lanço ou incorporado, e as sementes podem ou não ser misturadas ao fertilizante de cobertura. Nos casos de mistura de sementes de capins no adubo, especialmente para as sementes do capim-braquiária, elas devem ser misturadas ao adubo de plantio imediatamente antes da semeadura e utilizadas no mesmo dia. Assim, elas serão incorporadas em profundidade maior do que a das sementes do sorgo, que vai emergir primeiro, limitando a concorrência entre as espécies.

Se o capim escolhido for do gênero *Panicum*, a estratégia deve ser diferente, pois esses capins não emergem se depositados em profundidades pouco maiores que 3 cm. Para esses capins, a recomendação de semeadura pode variar: faz-se a distribuição das sementes a lanço e, imediatamente após, faz-se a semeadura de sorgo. Nesse caso, a quantidade de sementes deve ser aumentada para até o dobro, a fim de garantir boa formação da pastagem.

Outra possibilidade é semear o capim primeiro, em sulcos e, na sequência, o sorgo, lembrando que não deve haver atraso no plantio do sorgo.

438

### **Depois de quanto tempo da colheita do sorgo granífero ou forrageiro deve-se utilizar a pastagem formada?**

O tempo para utilizar a pastagem vai depender de alguns fatores locais. Após a colheita de grãos do sorgo granífero, geralmente na safrinha, o desenvolvimento da forrageira vai depender das condições de umidade do solo na época, portanto o tempo para uso pode variar bastante. Para os sorgos forrageiros, que são colhidos em pleno período chuvoso, o intervalo entre colheita do sorgo e utilização da pastagem é menor, de 30 a 40 dias, e vai depender

bastante da altura de corte das plantas de sorgo e da disponibilidade de chuvas após a ensilagem. Havendo entrelinhas apenas com plantas de capim, esse período pode ser encurtado.

Em qualquer situação, antes da entrada dos animais na área para o pastejo, o produtor deve

procurar informações sobre o manejo correto da pastagem, principalmente no tocante à altura de entrada e saída dos animais. Cada espécie forrageira tem uma altura ideal de pastejo, e o conhecimento dessa informação é fundamental no sucesso do uso da pastagem.



439

**Que manejo deve ser utilizado no consórcio sorgo de pastejo-capim para potencializar o uso tanto do sorgo quanto da pastagem subsequente?**

Como já comentado, a densidade de semeadura do capim continua a mesma. A entrada dos animais para pastejo deverá ocorrer quando as plantas de sorgo atingirem a altura média de 1 m, aproximadamente aos 45 e 60 dias após o plantio, dependendo da disponibilidade de nutrientes (adubações) e das condições climáticas (pluviosidade e temperatura), podendo variar um pouco conforme a região. No primeiro e no segundo ciclo de pastejo, os animais irão se alimentar basicamente só de sorgo. Já no terceiro pastejo, depois de mais 20–30 dias, o consumo será das duas espécies e, daí em diante, a dieta será basicamente do capim.

440

**A rebrota do sorgo granífero ou forrageiro pode ser utilizada para pastejo?**

Após a colheita de grãos de sorgo, o sistema radicular ainda permanece vivo, possibilitando a rebrota. A tolerância ao déficit

hídrico também potencializa a rebrota. Com isso, o ganho em massa verde é considerável em relação a outras espécies, como o milho, por exemplo. Se as condições climáticas não forem favoráveis a ponto de permitir uma segunda colheita de grãos, a rebrota pode ser usada para pastejo.

441

### **Então vale a pena cultivar sorgo para utilizar no sistema ILPF?**

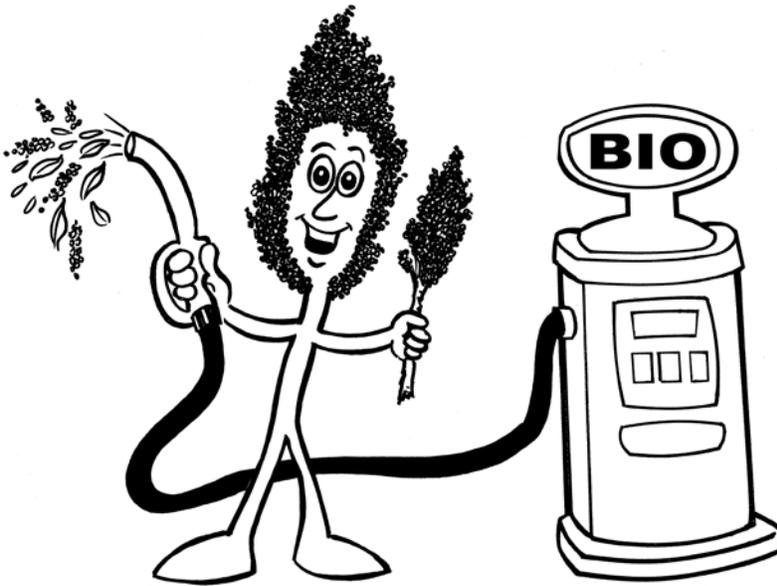
Em sistemas integrados de produção ILPF, o sorgo é utilizado frequentemente e atende perfeitamente as necessidades internas da propriedade de produção de grãos para elaboração de ração e de produção de pastagens. Tanto em cultivo solteiro quanto consorciado com capim, as vantagens para o produtor ou para o pecuarista são inúmeras, desde que sejam conduzidas de maneira profissional, seguindo as recomendações técnicas. A produção de grãos e de forragem pode, ainda, gerar excedentes para comercialização, aumentando a renda da propriedade.

Portanto, existem diversas tecnologias disponíveis para o cultivo do sorgo, seja para o granífero seja para o forrageiro ou de pastejo. Basta ao técnico, de comum acordo com o produtor, selecionar as alternativas tecnicamente corretas e economicamente viáveis e decidir por aquela que melhor se ajuste a uma situação em particular.



# 17

## Sorgo Bioenergia



*Rafael Augusto da Costa Parrella*

*André May*

*Maria Lucia Ferreira Simeone*

*Cynthia Maria Borges Damasceno*

*Robert Eugene Schaffert*

#### 442 Quais são as principais características do sorgo sacarino?

O sorgo sacarino é um tipo de sorgo com alto potencial para produção de biomassa. Ele atinge um porte de 3,0 m a 3,5 m de altura e uma produção de massa verde de 50 t/ha a 80 t/ha, num ciclo de 120 dias em média. A maior parte da massa verde produzida é constituída dos colmos, que é de 70% a 80%. Os seus colmos são suculentos, ou seja, apresentam grande quantidade de caldo. Outra característica marcante nesse tipo de sorgo é a produção de açúcares fermentescíveis nos colmos, que pode chegar a concentrações superiores a 160 g/L, dependendo das condições ambientais, época de colheita e da cultivar utilizada. O sorgo sacarino ainda produz de 2 t/ha a 4 t/ha de grãos, os quais podem ser utilizados para alimentação animal.

#### 443 Quais são os principais açúcares presentes no caldo do sorgo sacarino?

Os principais açúcares presentes no caldo do sorgo sacarino são a sacarose, a glicose e a frutose. A maior porcentagem é de sacarose (8% a 13%), vindo em seguida a glicose (0,5% a 2,0%) e a frutose (0,5% a 1,5%).

A sacarose é um dissacarídeo formado por duas unidades de açúcar (glicose e frutose). É o principal parâmetro de qualidade tecnológica para produção de açúcar e álcool.

A glicose é um monossacarídeo (composto de uma única unidade de açúcar). É um dos principais produtos da fotossíntese. Juntamente com a frutose, forma carboidratos maiores como a sacarose.

A frutose é um monossacarídeo que está presente em muitas frutas e é mais doce do que a sacarose.



#### **444 O que é o grau Brix do caldo de sorgo sacarino?**

Brix é um parâmetro de qualidade tecnológica. É bastante conhecido na indústria do açúcar e do álcool e representa a porcentagem em massa de sólidos solúveis contidos em uma solução pura de sacarose. Sua unidade de medida é o °Brix. No caso do caldo de sorgo sacarino, esse parâmetro pode variar entre 12 °Brix e 22 °Brix dependendo da cultivar, da época de colheita dos colmos e do sistema de produção. Para medir o °Brix, é necessária a utilização de um equipamento eletrônico chamado refratômetro.

#### **445 O que é período de utilização industrial (PUI) do sorgo sacarino?**

Entende-se por PUI o número de dias em que as cultivares de sorgo sacarino apresentam teores de açúcares redutores totais (ART) no caldo acima de 12,5% ou 125 g/L. Esse período deve ser o maior possível e no mínimo 30 dias, para garantir maior flexibilidade para a colheita no campo.

Essa característica pode ser influenciada pelas condições ambientais do campo, como, por exemplo, pela quantidade de chuva. Outro fator que influencia fortemente o PUI é a cultivar utilizada, pois existem no mercado cultivares de PUI curto, variando de 7 a 15 dias, bem como cultivares de PUI longo, maior que 30 dias. Cultivares de maior PUI devem ser priorizadas por garantirem maior estabilidade dos açúcares no caldo e, com isso, apresentarem maior rendimento de etanol.

#### **446 Qual é o ponto ideal de colheita do sorgo sacarino?**

Ao contrário da cana-de-açúcar, o sorgo sacarino começa a acumular açúcares nos colmos após o florescimento, que ocorre em média entre 80 e 90 dias após a emergência das plântulas, de acordo com a região de plantio. Dessa forma, a partir do florescimento,

ocorre um aumento significativo dos teores de açúcares nos colmos a cada semana, atingindo o pico de maturação entre 30 e 40 dias após o florescimento. Contudo, fatores ambientais, como quantidade de chuvas, podem interferir no número de dias para atingir o pico de maturação, bem como nos teores mínimo e máximo de açúcar acumulado nos colmos. O ponto ideal de colheita também varia com a cultivar utilizada, pois existem no mercado cultivares com diferenças bastante significativas de ciclos e picos de maturação.

#### **447 Qual é a melhor cultivar para produção de etanol: híbrido ou variedade?**

Para produção de etanol, não importa se é híbrido ou variedade, o que importa são seus caracteres agroindustriais como produtividade de colmos, extração de caldo, teor de açúcares no caldo e o PUI, que devem ser o maior possível. Além disso, a adaptabilidade e a estabilidade de produção para os caracteres mencionados são o que realmente deve ser analisado na cultivar.

#### **448 Quais são as principais características do sorgo biomassa?**

O sorgo biomassa também é um tipo de sorgo com alto potencial para produção de biomassa. Ele atinge um porte de 5,0 m a 6,0 m de altura e uma produção de massa verde de 120 t/ha a 150 t/ha, num ciclo de 180 dias em média. A maior parte da massa verde produzida é constituída dos colmos, que pode chegar a 80% da biomassa total. Os seus colmos são do tipo seco, ou seja, apresentam baixo rendimento de caldo e não produzem açúcares nos colmos. Chama a atenção o alto teor de fibra desse sorgo, que varia de 22% a 28%, dependendo das condições ambientais, da época de colheita e da cultivar utilizada.

O sorgo biomassa também produz grãos (de 2 t/ha a 4 t/ha) que podem ser utilizados para alimentação animal.

449

## **O que é o etanol de segunda geração, 2G ou etanol lignocelulósico?**

O etanol de segunda geração, 2G ou lignocelulósico é o etanol produzido a partir da hidrólise ou “quebra” da biomassa vegetal (caule e folhas, principalmente). Como grande porcentagem da biomassa vegetal é constituída de celulose, um componente estrutural da parede celular produzido a partir de cadeias de glicose, pode-se, por meio de um processo específico, realizar a liberação desses açúcares para que possam ser fermentados, e assim produzir o etanol. Os outros componentes principais da biomassa são a hemicelulose, composta de açúcares simples de cinco e seis carbonos, e a lignina, um composto fenólico.

A produção do etanol de segunda geração apresenta quatro etapas principais: pré-tratamento da matéria-prima (biomassa), sacarificação, fermentação e destilação. Como a parede celular é uma estrutura recalcitrante, é importante que inicialmente se faça um pré-tratamento, a fim de “afrouxar” os componentes da biomassa para que possam ser extraídos e expostos aos demais tratamentos.

No pré-tratamento, pode-se aplicar à biomassa fatores físicos (temperatura e pressão), químicos (ácidos ou bases) e enzimáticos, ou uma combinação deles. A etapa seguinte de sacarificação ou hidrólise permite a quebra da celulose e da hemicelulose em açúcares simples, utilizando-se enzimas hidrolíticas. Ao final dessa etapa, os açúcares simples estão disponíveis para serem fermentados por leveduras. O etanol, principal produto da etapa de fermentação, é purificado pelo processo de destilação, última etapa do processo.

450

## **Quais são os principais obstáculos na produção comercial do etanol 2G?**

Apesar das pesquisas contínuas e de já haver no Brasil exemplos de produção de etanol 2G em escala comercial, o processo para sua produção ainda apresenta alguns obstáculos que podem ou não

ser específicos da cultura utilizada como matéria-prima. Entre os principais problemas, destacam-se:

- Alta concentração de lignina e/ou variações em seus subcomponentes, que podem dificultar a etapa de pré-tratamento, uma vez que a lignina apresenta um efeito de “ligação” entre os demais componentes da biomassa, agindo como uma “cola”. Dessa forma, menores teores de lignina podem facilitar o “afrouxamento” da biomassa para as etapas subsequentes. Além disso, a lignina pode interferir negativamente na etapa de sacarificação, pela adsorção de enzimas ou pela produção de subprodutos de sua degradação, os quais interferem diretamente no processo enzimático. Nesse sentido, a biomassa do sorgo tem vantagem em relação à da cana por já ter naturalmente menos lignina.
- Ausência de leveduras que possam fermentar simultaneamente açúcares de cinco e seis carbonos em escala comercial, o que aumentaria o rendimento do processo por incluir os açúcares de 5C da hemicelulose no processo fermentativo.
- Baixa eficiência e custo alto das enzimas hidrolíticas utilizadas na etapa de sacarificação (hidrólise) da biomassa em açúcares simples. O custo da etapa enzimática ainda é um dos grandes gargalos de todo o processo, mesmo que os preços das enzimas venham sendo reduzidos nos últimos anos.

451

### **O sorgo cultivado para etanol 2G e para cogeração tem a mesma composição da biomassa?**

Não. O sorgo cultivado para etanol 2G deve apresentar uma composição que facilite o processo de conversão da biomassa. Nesse caso, diminuir o conteúdo de lignina é uma forma eficaz de aumentar a eficiência das etapas de pré-tratamento (“afrouxamento” da biomassa) e sacarificação, uma vez que a lignina pode interferir direta ou indiretamente com as enzimas hidrolíticas. Além disso, pela falta de leveduras comerciais que fermentem açúcares de cinco

e seis carbonos (C5, C6) simultaneamente, o ideal é a obtenção de aumento de celulose (apenas C6) em relação à hemicelulose (C5 e C6) para incrementar a produção final de etanol. Entretanto, no caso do uso do sorgo para produção de vapor pela queima de sua biomassa, a situação é inversa. Quanto maior o conteúdo de lignina, maior o poder calorífico da biomassa. Dessa forma, espera-se que cultivares de sorgo biomassa destinados à produção de etanol 2G tenham menor conteúdo de lignina em relação às cultivares destinadas à cogeração de energia.

452

**Qual é a vantagem de se utilizarem as cultivares BMR (nervura marrom) para produção de energia?**

Cultivares com menor conteúdo de lignina são mais eficientes na conversão da biomassa em etanol 2G. Um exemplo desse tipo de cultivar são as linhagens ou híbridos BMR, do inglês *brown midrib*, que significa nervura marrom. Essas cultivares já são utilizadas para corte e pastejo (BRS810), uma vez que apresentam alta digestibilidade e conversão alimentar, além de maior palatabilidade e valor nutritivo. Os materiais BMR possuem uma mutação em um dos genes importantes para produção de lignina no sorgo, por isso podem apresentar até 50% menos lignina do que o mesmo material sem a mutação. Dessa forma, por meio do melhoramento genético, é possível o desenvolvimento de híbridos BMR que apresentem alta biomassa com menores teores de lignina, ideal para a produção comercial de etanol 2G a partir da biomassa de sorgo.



453

**Qual é o poder calorífico do sorgo biomassa?**

A determinação do poder calorífico de uma matéria-prima é importante para avaliar seu potencial para uso no processo de

cogeração de energia. É uma medida experimental realizada em laboratório para determinar a quantidade de calor liberada pela combustão completa da unidade de massa (ou volume) de um combustível analisado. O equipamento utilizado para realizar essa análise chama-se calorímetro, e os resultados podem ser expressos em poder calorífico superior (PCS) e poder calorífico inferior (PCI), nas unidades kcal/mol ou MJ/kg. O sorgo biomassa apresentou poder calorífico (PCS) médio de 4.317 kcal/kg<sup>-1</sup>, resultado comparável ao de outras biomassas, como: capim-elefante (4.200 kcal/kg), *Brachiaria brizantha* (3.900 kcal/kg) e *Eucalyptus grandis* (4.641 kcal/kg).

454

### **Qual é o arranjo de plantas ideal para as culturas do sorgo sacarino e sorgo biomassa?**

A adequação do arranjo de plantas é fundamental para altas produtividades de espécies que produzem biomassa vegetal. Contudo, a escolha do espaçamento entre linhas e da população de plantas ideais para o sorgo sacarino e sorgo biomassa pode variar conforme a cultivar. Mas, em linhas gerais, as pesquisas mostram que as máximas produtividades são alcançadas com o uso de espaçamentos simples reduzidos, como, por exemplo, espaçamentos entre linhas de 0,5 m para sorgo sacarino, e de 0,7 m para sorgo biomassa. Contudo, a escolha do espaçamento entre linhas está atrelada ao tipo disponibilizado de semeadora e colhedora.

Quando o semeio é feito diretamente na palhada de cana, com o uso de semeadoras específicas para essa operação, o espaçamento mínimo entre linhas normalmente está acima de 0,6 m, uma vez que, em espaçamentos mais reduzidos, pode haver embuchamento da máquina, por causa do volume de palha acumulada na semeadora na operação de plantio. Mas o ponto mais grave está no tipo de colhedora disponibilizada, que, normalmente, são as colhedoras de cana utilizadas para a colheita de sorgo sacarino. Nesse caso, o espaçamento simples não é passível de utilização, pois a máquina exige linhas duplas ou triplas, em razão da necessidade de espaços maiores entre as linhas alternadas para passagem da esteira ou

rodado da máquina. Portanto, o dimensionamento do espaçamento entre linhas está bastante atrelado ao parque de máquinas disponível na propriedade.

Embora, os experimentos demonstrem maiores produtividades em linhas simples, operacionalmente essa escolha ainda não é possível. Contudo, novas tecnologias de colheita têm sido desenvolvidas, como é o caso da colheita com ensiladeiras autopropelidas, especialmente reguladas para a produção de toletes acima de 8 cm para sorgo sacarino ou frações de 2 cm para sorgo biomassa. Essas máquinas aceitam a colheita de lavouras semeadas em espaçamentos simples, já que colhem a biomassa produzida por sistema de plataforma. Contudo, algumas cultivares de sorgo sacarino têm melhor desenvolvimento em linhas duplas, principalmente aquelas com desenvolvimento vegetativo mais vigoroso.

Com relação à escolha da população de plantas, as pesquisas demonstram que esteja entre 120 mil a 140 mil plantas por hectare para sorgo sacarino, considerando-se o estande final. Para sorgo biomassa, levando em conta materiais que perfilham muito, o número de plantas deve ser aproximadamente o mesmo apresentado para o sorgo sacarino, contudo, para materiais que perfilham pouco, a população de plantas final deve girar em torno de 175 mil plantas por hectare.

455

### **Qual é a época de semeio mais adequada para as culturas do sorgo sacarino?**

No caso do sorgo sacarino, a época ideal de semeio está atrelada ao interesse na moagem por parte das usinas sucroalcooleiras, que, normalmente, está associado à entressafra da cana/abertura de safra de cana, ou seja, moagem apenas nos meses de março e abril. Assim, para que o sorgo sacarino disponibilize matéria-prima de qualidade em março-abril, o semeio deve ocorrer entre os meses de novembro-dezembro, para materiais precoces (pico de ATR aos 110 dias do semeio). Contudo, o semeio nesses meses pode ser de risco, uma vez que o veranico de janeiro, que ocorre com

muita frequência no Centro-Sul brasileiro, tem grandes chances de afetar o desenvolvimento das plantas, já que o seu efeito negativo coincidirá com o momento em que as plantas estarão definindo a produtividade de biomassa. Assim, no caso dessa cultura, quem governa a época de semeio ideal é a indústria de cana, que exige matéria-prima na abertura de safra, e não propriamente as boas práticas agrícolas, que governam outras culturas anuais de sequeiro, que visam, por sua vez, a maximização da lucratividade por área cultivada.

456

### **Qual é a época de semeio mais adequada para as culturas do sorgo biomassa?**

No caso do sorgo biomassa, para materiais sensíveis ao fotoperíodo e com ciclo longo (180 dias), o semeio deve ocorrer nas primeiras chuvas de outubro-novembro, visando à máxima produtividade de biomassa. Semeios tardios tendem a ter produtividades menores. Contudo, semeios realizados entre setembro e outubro tendem a ser de risco, uma vez que, no Centro-Sul, as chuvas frequentes ocorrem apenas a partir de outubro-novembro. Semeios anteriores à segunda quinzena de setembro, no Centro-Sul brasileiro, não são recomendados, uma vez que existe possibilidade de estímulo ao florescimento precoce, limitando a produtividade de biomassa.

457

### **Qual é a época de colheita do sorgo biomassa?**

Normalmente, o sorgo biomassa floresce no final do mês de março, quando os dias são curtos o suficiente para estimular o florescimento desse tipo de sorgo, que é sensível ao fotoperíodo. Nesse momento, encerra-se o período vegetativo e inicia-se o período reprodutivo com emissão da panícula, enchimento de grãos e redução de umidade na biomassa. Assim, as colheitas devem ocorrer a partir do mês de abril, período que associa máxima



produção de matéria seca com menor umidade da biomassa (60% a 50%). As colheitas no mês de março possuem limitação do alto teor de umidade da biomassa (80% a 70%), que reduz o poder calorífico. Contudo, pesquisas estão em andamento nessa linha, com o intuito de reduzir a umidade por meio do uso de dessecantes.



# 18 **Sorgo Safrinha**



*Cícero Beserra de Menezes  
Alexandre Ferreira da Silva  
Flávio Dessaune Tardin*

## 458 O que é sorgo safrinha?

A produção das principais culturas agrícolas ocorre ao longo de um ano e não necessariamente coincide com o início do mês de janeiro e o fim de dezembro. Para os agricultores, o início do ano é definido pelas condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de sua cultura principal. No caso do Cerrado brasileiro, esse período ocorre no início das chuvas, em outubro ou novembro, quando se planta a cultura da soja. Portanto, essa estação chuvosa, em que é a soja é plantada, é chamada safra. Após a colheita da cultura principal, em algumas regiões do País, como no caso do Cerrado, é possível o cultivo de uma segunda safra. Esse é um período com condições climáticas menos favoráveis à cultura principal. Essa safra, obtida geralmente no final do período chuvoso, é chamada de segunda safra ou safrinha.



Mais de 90% do sorgo granífero plantado no Brasil é realizado na safrinha, que compreende o sorgo de sequeiro semeado de janeiro a março, após a cultura de verão, normalmente a soja, na região Centro-Sul brasileira, englobando basicamente os estados de Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Bahia e Distrito Federal.

## 459 O sorgo safrinha pode ser plantado em todo o Brasil?

Não. Somente algumas regiões com época chuvosa maior permite o plantio do sorgo safrinha, como é o caso dos estados do Sudeste e do Centro-Oeste. O plantio de sorgo safrinha tem aumentado também na região do Oeste Baiano, de Tocantins e do Sul do Piauí e do Maranhão, como cultura de sucessão à soja. Para plantio do sorgo, é importante haver umidade pelo menos até

o início da formação do grão. Na região Sul, o sorgo é plantado somente no verão. No Nordeste, o sorgo é plantado na época das chuvas, que compreende os meses de março a abril.

#### **460 Qual é a área plantada de sorgo no Brasil?**

Estima-se que a área plantada com sorgo granífero no Brasil, na safra 2013–2014, tenha superado 731 mil hectares, com uma produção de grãos em torno de 1,9 milhão de toneladas. Esses valores indicam redução de 8,8% na área plantada em relação à safra 2012–2013 e de 10% na produção. Os estados de Goiás e Mato Grosso reduziram a área plantada em aproximadamente 29% e 15%, enquanto a Bahia teve sua área aumentada em torno de 57% nessa safra. A redução da área de sorgo no Centro-Oeste se deve principalmente à entrada da soja precoce no plantio de verão, o que deixa uma janela maior para o plantio do milho safrinha, causando um deslocamento do sorgo para safrinha tardia.

#### **461 Quais são os principais países produtores de sorgo no mundo?**

O sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] é o quinto cereal mais plantado no mundo, ultrapassado somente pelas seguintes culturas: trigo, arroz, milho e cevada. É cultivado em várias regiões tropicais e subtropicais do mundo. No entanto, o sorgo possui características adaptativas para cultivo em áreas marginais bem superiores às desses outros cereais. O sorgo é cultivado em 38 milhões de hectares, em 109 países na África, Ásia, Oceania e nas Américas. Os maiores produtores mundiais são: EUA, México, Nigéria, Índia, Argentina, Sudão, Etiópia, China, Brasil, Burkina Faso e Austrália.

462

### **Que fatores são considerados importantes no planejamento para o cultivo do sorgo safrinha?**

**Época de semeadura** – o planejamento da safrinha deve de ser iniciado na cultura anterior. A colheita da cultura antecessora deve ocorrer o mais cedo possível, de modo que a semeadura do sorgo seja realizada na época de maior probabilidade de sucesso, considerando-se as necessidades hídricas e térmicas da cultura. Nas semeaduras tardias, a produtividade do sorgo pode ser bastante afetada pelo regime de chuvas, pelas limitações de radiação solar e pelas temperaturas baixas durante o final do ciclo.

**Escolha da cultivar** – as cultivares devem ser escolhidas corretamente. Devem-se levar em conta os seguintes aspectos: adaptação e estabilidade de produção e resistência às principais doenças que ocorrem na região. Considerando-se o risco inerente do sorgo safrinha, principalmente com a ocorrência de doenças e deficiência hídrica, recomenda-se que o produtor utilize a combinação de cultivares, iniciando a semeadura com aquelas de maior teto produtivo, que geralmente são mais tardias, e finalizando com as mais precoces.

**Tratos culturais** – é importante estabelecer um estande adequado de plantas e realizar o manejo de pragas, doenças, plantas daninhas e fertilidade do solo de acordo com o sistema de produção adotado, visando obter a maior rentabilidade possível.

463

### **Como se deve escolher a cultivar de sorgo a ser plantada?**

A escolha da cultivar é crucial para que o produtor alcance elevadas produtividades, portanto ele deve pensar bem antes de tomar essa decisão. Existe um número elevado de híbridos de sorgo no mercado, mas infelizmente faltam informações ao produtor sobre o desempenho daqueles mais novos. Sempre que possível, é importante solicitar dados de produtividade desses híbridos na região de cultivo e evitar escolher com base em dados de outras

regiões. Quanto mais informações o produtor tiver a respeito do híbrido, menores serão os riscos de perda de produtividade. Na falta de dados concretos de desempenho dos híbridos, principalmente no caso de híbridos novos, recomenda-se plantar somente uma pequena área da propriedade nos primeiros 2 anos, de forma que haja aumento gradativo de área com os materiais novos.

Entre as cultivares disponíveis no mercado, o uso de híbridos simples têm predominado. Esses materiais apresentam ampla adaptabilidade e estabilidade de produção. Na escolha do híbrido, principalmente para o plantio em sucessão, devem ser observadas as seguintes características:

- Tolerância a períodos de deficit hídrico principalmente em pós-florescimento.
- Resistência ao acamamento e ao quebramento.
- Ausência de tanino nos grãos (o uso de cultivares com tanino está restrito ao Rio Grande do Sul).
- Porte entre 1,0 m e 1,5 m com boa produção de massa residual.
- Ciclo precoce a médio.
- Resistência às doenças predominantes na região de plantio.

#### 464 O agricultor deverá plantar sempre a mesma cultivar?

Não. Sempre que for possível, o agricultor deverá plantar mais de uma cultivar, a fim de reduzir riscos de frustração de safra, uma vez que as cultivares apresentam diferenças de tolerância às pragas e doenças. Condições climáticas variáveis a cada ano agrícola (ex.: seca) e mudanças na época de plantio também aumentam os riscos de frustração de safras. Dessa forma, um maior número de cultivares favorece uma maior garantia de rendimento, enquanto o plantio de uma só cultivar potencializa a ação de fatores adversos que comprometem a produtividade.



Além disso, o agricultor pode sempre avaliar novos híbridos que chegam ao mercado, sem grandes mudanças no seu sistema de produção.

**465 Quantos quilos de sementes de sorgo são necessários para plantar 1 ha?**

O consumo de sementes para plantio de 1 ha de sorgo varia de 7 kg a 10 kg, dependendo do tamanho das sementes do híbrido.

**466 Qual é a vantagem de plantar semente híbrida ou variedade?**

Pesquisas mostram que em quaisquer situações, os híbridos são mais produtivos do que as variedades. Entretanto, em situações de baixo capital disponível e baixo uso de insumos (o que deve levar a menores níveis de produtividade), a relação custo-benefício do plantio de variedades pode vir a ser superior à obtida com o uso de híbridos. No cultivo de safrinha, basicamente 100% do plantio de sorgo é feito com híbridos.

**467 O que é variedade de duplo propósito?**

O sorgo de duplo propósito é aquele utilizado tanto para colheita de grãos quanto para utilização da palhada para alimentação animal.

**468 É vantajoso plantar uma variedade de duplo propósito?**

No sistema de safrinha, não é recomendado plantar variedades de duplo propósito, pois elas normalmente são menos produtivas que os híbridos, possuem plantas mais altas e podem acamar por causa de ventos nos meses de julho e agosto. A retirada da palhada

do sorgo após a colheita do grão prejudica o sistema plantio direto utilizado na cultura subsequente.

#### **469 O ciclo da cultivar é importante para o sorgo safrinha?**

A classificação do ciclo do sorgo granífero é feita pela contagem dos dias da sementeira ao florescimento de 50% das plantas. O sorgo que floresce com menos de 50 dias é considerado superprecoce; de 51 a 60 dias, precoce; de 61 a 70, de ciclo médio; de 71 a 80, tardio; e acima de 80 dias, é considerado muito tardio. Essa classificação, entretanto, não é muito precisa. No mercado, há ampla predominância de cultivares precoces, que são as mais plantadas na safrinha. Recomenda-se que o produtor utilize uma combinação de cultivares, iniciando seu plantio com aquelas de maior teto produtivo, que geralmente são mais tardias, e finalize a lavoura com as mais precoces, evitando riscos de estresse hídrico na safrinha tardia.

#### **470 Qual é a densidade de plantas a ser adotada no cultivo do sorgo safrinha?**

As empresas obtentoras de cultivares, ao promoverem o lançamento de novos genótipos, indicam a densidade populacional média que deve ser empregada para cada cultivar em cada situação de cultivo. A densidade de sementeira do sorgo na safrinha pode variar de 100 mil a 240 mil plantas por hectare, dependendo da época de sementeira, do tipo de sorgo, da cultivar, da disponibilidade hídrica ao longo do ciclo da cultura, do nível de fertilidade natural do solo, da fertilização a ser adotada, entre outros fatores. De uma maneira geral, tem-se optado por utilizar menor população de plantas à medida que se avança na época de sementeira da safrinha, por causa da maior probabilidade de déficit hídrico ao longo do ciclo da cultura.

471

**Qual é o espaçamento mais adequado para a cultura do sorgo safrinha?**

O espaçamento entre linhas de sorgo pode variar de 60 cm a 90 cm, no entanto para melhor aproveitamento de implementos na propriedade rural e maior agilidade na regulagem das plantadeiras, comumente os produtores utilizam os mesmos espaçamentos da soja, que variam entre 45 cm e 50 cm. No início da safrinha, podem-se deixar dez plantas por metro linear; enquanto na safrinha tardia, não se deve exceder a quantidade de oito plantas por metro linear.

472

**Em que profundidade deve ser feito o plantio do sorgo?**

A profundidade de semeadura vai depender basicamente da temperatura do solo, umidade e tipo de solo. A semente deve ser colocada numa profundidade que possibilite um bom contato com a umidade do solo. As sementes de sorgo são de tamanho pequeno, e o preparo do solo deve ser bem feito para obtenção de boa germinação. A profundidade recomendada para o plantio do sorgo é de 2 cm a 3 cm. Plantios acima de 4 cm de profundidade não são recomendados.

473

**O sistema plantio direto pode ser realizado no sorgo safrinha?**

O plantio do sorgo safrinha, por ser uma cultura de sucessão, já foi descompactado e corrigido para o plantio da primeira safra (verão). Nesses casos, sempre que possível deve-se optar pelo sistema plantio direto, que oferece maior rapidez nas operações, principalmente nos plantios realizados simultaneamente à colheita da soja, permitindo o plantio mais cedo. Em áreas de primeiro ano de cultivo, é recomendada a correção e o preparo do solo antes do plantio do sorgo.

## Quais são os principais fatores que limitam a semeadura do sorgo na safrinha?

Os principais fatores são:

**Temperatura:** em razão de sua origem tropical, o sorgo é um dos cultivos agrícolas mais sensíveis a baixas temperaturas noturnas. A temperatura ótima para crescimento é em torno de 33–34 °C. Em temperaturas acima de 38 °C e abaixo de 16 °C, a produtividade decresce. Dessa forma, quanto mais ao sul do Brasil maior o risco de perdas por baixas temperaturas e/ou geadas a partir do final de maio, principalmente em regiões de maior altitude.



**Disponibilidade hídrica:** apesar de sua maior tolerância à seca, a ocorrência de deficit hídrico, principalmente na fase de florescimento e de enchimento de grãos, pode ocasionar redução acentuada na produtividade da cultura. Nas regiões mais ao norte do País (Goiás e Mato Grosso, por exemplo), um dos principais fatores limitantes ao rendimento do sorgo granífero, no período da safrinha, é a disponibilidade de água no solo nos estádios finais de desenvolvimento da cultura. Além do regime hídrico, características físicas do solo também podem influenciar na disponibilidade de água para a cultura. Solos arenosos possuem janela de semeadura mais curta do que solos de textura mais argilosa, em virtude da sua maior capacidade de retenção de umidade.

**Baixo nível tecnológico empregado:** o sorgo é considerado uma cultura rústica e de baixa necessidade de insumos. Essa afirmação prejudica muito o cultivo do sorgo, pois o produtor a interpreta como uma não necessidade de adubação, destinando também as piores áreas para o plantio do sorgo. A rusticidade do sorgo relaciona-se a sua tolerância maior à seca, quando comparado

a outras cereais. Mas, assim como as outras culturas, o sorgo é muito exigente em nutrientes para o alcance de elevadas produtividades.

475

### **Qual a época de semeadura recomendada para o sorgo safrinha?**

A semeadura do sorgo granífero deve ser realizada o mais cedo possível, após a colheita da cultura de verão. A época de semeadura é influenciada principalmente pela latitude e altitude da região, bem como pelo tipo de solo e o ciclo da cultivar. Informações sobre as épocas de semeadura para as principais regiões produtoras, no âmbito do município, podem ser obtidas no site<sup>11</sup> do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), em Zoneamento Agrícola, no item Portarias segmentadas por UF. As recomendações das datas de semeadura se baseiam no balanço hídrico da cultura, calculado com base na precipitação pluvial; na evapotranspiração potencial; no coeficiente de cultura; no ciclo e na fase fenológica do sorgo; além da disponibilidade máxima de água no solo, estimada de acordo com seu tipo. No Estado de Goiás, por exemplo, de uma maneira geral, cultivares com ciclo menor que 110 dias (Grupo 1), em solos com capacidade de armazenamento de água de até 70 mm (Tipo 3), possuem recomendação de semeadura de 1º de janeiro a 20 de março. Por sua vez, cultivares com ciclo maior que 120 dias (Grupo 3), nessas mesmas condições, possuem data de semeadura que varia de 1º a 31 de janeiro. Apesar de o Zoneamento Agroclimático coordenado pelo Mapa ter determinado esse período, é comum ocorrerem semeaduras após o limite máximo estabelecido em praticamente todas as regiões aptas ao cultivo do sorgo safrinha, principalmente por causa dos sistemas de produção regionais.

<sup>11</sup> Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola/portarias-segmentadas-por-uf>>.

**476 Há necessidade de adubar o sorgo safrinha?**

Sim. Para obtenção de elevadas produtividades, é essencial que a cultura do sorgo seja adubada. A adubação balanceada acelera o desenvolvimento, melhora a eficiência na absorção de água, aumenta o rendimento e melhora a qualidade. Como qualquer outra cultura, o sorgo necessita de uma formulação bem equilibrada de nutrientes básicos.

**477 O sorgo safrinha pode reduzir a produtividade de soja no verão subsequente?**

A planta de sorgo é bastante eficiente na utilização de fertilizantes. Se o produtor seguir as recomendações técnicas de adubação do sorgo, na haverá problemas para a cultura subsequente. Na cultura do sorgo, o fósforo (P) e o nitrogênio (N) são quase todos translocados para os grãos, seguindo-se o magnésio (Mg), o potássio (K) e o cálcio (Ca). Isso significa que a incorporação dos restos culturais do sorgo devolve ao solo parte dos nutrientes, principalmente K, Ca e Mg, contidos na palhada. Entretanto, mesmo com a manutenção da palhada na área de produção, e em decorrência das grandes quantidades que são exportadas pelos grãos, é necessária a reposição desses nutrientes nos cultivos seguintes. A não adubação do sorgo pode então acarretar deficiência de nutrientes no cultivo subsequente.

**478 Qual é a melhor opção: semear sorgo granífero ou milho safrinha?**

Apesar de o preço do grão de sorgo possuir deságio que varia de 15% a 20% em relação ao preço do milho, conforme a praça e as circunstâncias do momento, ele pode ser uma opção mais rentável em determinadas situações, tendo em vista o seu menor custo e maior estabilidade de produção, principalmente em

condições de deficit hídrico. Muitos produtores, ao optarem pela semeadura tardia do milho safrinha, obtêm baixo rendimento de grãos, principalmente em razão da ocorrência de deficit hídrico em períodos críticos que definem o seu potencial produtivo. O sorgo, por possuir menor exigência hídrica e por apresentar características que o tornam mais tolerante à escassez de umidade no solo, tende a apresentar melhor rendimento que a cultura do milho quando semeado mais tardiamente. Desse modo, maior rendimento de grãos, associado ao menor custo de produção, pode resultar em maior retorno financeiro para os produtores. De forma geral, qualquer plantio de milho após a primeira quinzena de fevereiro corre sério risco de queda de produção. A partir dessa data, é ideal o plantio de sorgo.

479

### **O sorgo forrageiro e o sorgo pastejo podem ser semeados na safrinha?**

Sim, porém é importante que o produtor se informe na empresa sementeira sobre a melhor época de semeadura para o genótipo escolhido. O sorgo forrageiro possui cultivares que são mais e menos sensíveis ao fotoperiodismo. As cultivares mais sensíveis devem ser semeadas preferencialmente no início do período da safrinha, pois, se forem semeadas mais tardiamente, podem florescer precocemente e afetar negativamente o seu rendimento. Já as menos sensíveis podem ser semeadas tanto no início quanto no final do período da safrinha. Para o sorgo corte e sorgo pastejo, não há nenhuma limitação quanto à época de semeadura, com relação ao fotoperiodismo. É importante respeitar o posicionamento das cultivares realizado pelas empresas obtentoras e lembrar que semeaduras realizadas no início do período da safrinha apresentam maior rendimento que as semeadas ao final desse período, pois a cultura tende a ter condições ambientais mais favoráveis ao seu desenvolvimento, ao longo do seu ciclo de cultivo. De forma geral, o sorgo forrageiro, destinado à produção de silagem, é plantado

no verão para colheita de primeiro corte e deixado no campo para rebrota na safrinha para produção de um segundo corte.

#### **480 Qual é o potencial produtivo do sorgo granífero na safrinha?**

A produtividade nacional média de grãos de sorgo na safra 2013–2014 foi de aproximadamente 2,6 t/ha. Esse valor está muito aquém do potencial produtivo da cultura. Produtores mais tecnificados, que seguem as recomendações básicas da cultura, como época de plantio e manejo, têm conseguido média em torno de 5 t/ha. Experimentos têm demonstrado híbridos de sorgo granífero, semeados na safrinha, com rendimentos superiores a 7 t/ha. No entanto, esses valores raramente são observados no campo, pois o sorgo vem sendo tratado como uma cultura marginal, isto é, manejada sob condições de estresse ambiental e com baixa aplicação de tecnologia. Por essa razão, os índices de produtividade ainda estão aquém do grande potencial de grãos e matéria seca da espécie.

#### **481 O atraso da colheita do sorgo granífero semeado na safrinha ocasiona perdas de rendimento e/ou qualidade, mesmo não ocorrendo chuvas?**

Sim, pode ocasionar perdas de rendimento e de qualidade. Em regiões onde a época da colheita do sorgo granífero ocorre em períodos secos do ano, de junho a agosto, muitos produtores, em razão da falta de unidades armazenadoras disponíveis para a cultura, optam por armazenar temporariamente os grãos de sorgo na lavoura ou a céu aberto, a espera de melhores preços. Porém, essas modalidades de armazenamento podem ocasionar perdas na produtividade e qualidade dos grãos. Quando o grão é armazenado no campo, as perdas de produtividades podem ser decorrentes do acamamento da cultura, do ataque de pragas (animais e insetos) e da degrana natural da cultivar. Já quando armazenado a céu

aberto, as perdas de rendimento se limitam ao ataque de pragas. Ao optar por essas modalidades de armazenamento, a qualidade dos grãos pode ser afetada negativamente, pois os grãos ficam expostos às oscilações de umidade do ambiente que podem favorecer o desenvolvimento de fungos prejudiciais a sua qualidade.

### **482 O sorgo safrinha pode ser consorciado com espécies forrageiras?**

Sim, pode ser consorciado, e o produtor deve ficar atento quanto às particularidades desse sistema de cultivo, tais como: menor disponibilidade hídrica e/ou baixas temperaturas. O consórcio do sorgo safrinha com espécies forrageiras pode ser considerado uma estratégia para o aumento de palha no sistema e/ou produzir forragens de melhor qualidade para os animais no período da entressafra, proporcionando melhorias no manejo e na rentabilidade da área. Usualmente, os tipos mais comuns de sorgo semeados em consórcio com plantas forrageiras são: granífero, forrageiro e corte e pastejo. O produtor deve adotar as mesmas indicações técnicas de cultivo do sorgo solteiro, ajustando a população da espécie forrageira a ser utilizada, de acordo com o objetivo do consórcio (palha e/ou pasto).

### **483 Como é realizado o consórcio de sorgo safrinha com forrageiras?**

Há várias formas de implantação do consórcio, as quais podem ser adaptadas pelo produtor de acordo com a sua realidade. Basicamente, a forrageira pode ser implantada no mesmo dia, em uma ou duas operações, ou após a emergência da cultura.

A semeadura da forrageira realizada no mesmo dia, em uma operação, ocorre quando a semeadora possui uma caixa adicional. Nesse caso, a semente pode ser semeada na mesma linha ou na entrelinha do sorgo, dependendo do arranjo que o produtor adotar. Já a semeadura da forrageira realizada em duas operações

é o método com maiores chances de formação do capim, porém é o mais oneroso por causa do seu custo operacional. O semeio da forrageira na pós-emergência do sorgo, ocorre normalmente na época de adubação nitrogenada. Nesse caso, o produtor deve de ficar atento, pois o capim pode não conseguir se desenvolver adequadamente em razão da redução do regime pluviométrico que ocorre no decorrer do período da safrinha. É importante salientar que, pela sensibilidade do sorgo aos herbicidas graminicidas utilizados na cultura do milho, não se recomenda a utilização de subdoses desses produtos para a supressão de braquiária. Desse modo, atenção especial deve de ser dada à densidade de semeadura da espécie forrageira.

#### **484 O que é tanino em sorgo?**

O tanino é um composto que tem ação antinutricional principalmente para os animais monogástricos. O tanino no grão de sorgo tem causado bastante controvérsia, uma vez que, apesar de algumas vantagens agronômicas, como a resistência a pássaros e doenças do grão, ele causa problemas na digestão dos animais, pelo fato de formarem complexos com proteínas e, assim, diminuírem a sua palatabilidade e digestibilidade. O sorgo com tanino é indesejável para alimentação de aves e suínos, mas pode ser utilizado para alimentação de bovinos, sem qualquer perda de ganho de peso. O sorgo com tanino também vem sendo estudado para alimentação humana e de animais domésticos, pela sua alta capacidade antioxidante e capacidade de redução da digestibilidade do amido e das proteínas por causa da interação com taninos, prevenindo, dessa forma, doenças como obesidade, câncer e diabetes.

#### **485 O sorgo safrinha tem tanino?**

Não. O sorgo plantado na safrinha na sua totalidade é representado por híbridos sem tanino nos grãos. Há muitos anos,

o mercado brasileiro de sementes deixou de vender híbridos de sorgo com tanino para plantio na safrinha. O mercado interno de grãos de sorgo, representado na sua totalidade pelas indústrias de rações, demanda grãos sem tanino. Entretanto, a comercialização de sementes de sorgo com tanino, no Brasil, é bastante restrita. Somente 4% do sorgo granífero semeado é do tipo com tanino, e está restrito ao Rio Grande do Sul, em localidades onde o ataque de pássaro é muito intenso nas lavouras.

# 19 Economia



*Rubens Augusto de Miranda  
João Carlos Garcia  
Jason de Oliveira Duarte*

## Qual é a importância do sorgo em comparação com as grandes culturas agrícolas no mundo?

Ao contrário das principais culturas agrícolas mundiais, a produção de sorgo está estagnada há algumas décadas. Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), a produção mundial de sorgo em 1960–1961 foi de 61,89 milhões de toneladas, mais do que qualquer um dos anos recentes (Tabela 1). Como é uma espécie cultivada em condições edafoclimáticas marginais, e geralmente em regiões pobres do globo, não foi possível incorporar as novas tecnologias agrícolas que foram desenvolvidas nas últimas décadas, como ocorreu com as principais commodities. Assim, a cultura do sorgo foi perdendo relevância mundial. Por sua vez, cabe mencionar que a produção de sorgo é subdimensionada em alguns países, por considerar apenas o tipo granífero, com o sorgo forrageiro sendo excluído das estatísticas oficiais.

**Tabela 1.** Principais produtos agrícolas no mundo (período de 2010–2011 a 2013–2014).

Cultura	Produção (milhão de toneladas)			
	2010–2011	2011–2012	2012–2013	2013–2014
Arroz	449,95	466,92	471,71	476,06
Aveia	19,64	22,36	21,14	23,58
Cevada	123,14	133,50	129,83	145,12
Milho	835,92	889,33	868,76	986,68
Trigo	650,79	695,94	658,16	714,05
Sorgo	61,17	57,25	57,93	59,69
Soja	172,98	155,43	185,27	193,62

Fonte: Estados Unidos (2014a, 2014b).

## Quais são os principais países produtores de sorgo no mundo?

A Tabela 2 apresenta os principais países produtores de sorgo. Os Estados Unidos são o principal país produtor de sorgo no mundo. Na safra 2013–2014, responderam por 16,5% da produção mundial, colhendo 9,88 milhões de toneladas. A produção americana aumentou 57,5% entre 2012–2013 e 2013–2014. O México é o segundo maior produtor.

Originário da África, a região subsaariana do continente ainda possui uma produção relevante, quase 30% da produção mundial em 2013–2014. Entre os países da região, merecem destaque a Nigéria (terceiro maior produtor mundial), o Sudão e a Etiópia.

Na América do Sul, o grande destaque é a Argentina, seguida pelo Brasil.

**Tabela 2.** Principais países produtores de sorgo (período de 2010–2011 a 2013–2014).

País	Produção (milhão de toneladas)			
	2010–2011	2011–2012	2012–2013	2013–2014
Argentina	4,40	4,20	4,70	4,20
Austrália	1,94	2,24	2,23	1,11
Brasil	2,31	2,21	2,10	2,40
Burkina Faso	1,99	1,50	1,92	1,94
Camarões	1,10	1,15	1,10	1,15
China	2,46	2,05	2,56	2,70
Estados Unidos	8,78	5,45	6,27	9,88
Etiópia	3,96	3,95	3,60	4,00
Índia	7,00	6,03	5,30	5,25
México	7,39	6,43	6,17	7,17
Nigéria	6,75	6,85	5,94	6,50
Sudão	2,63	4,61	4,52	2,25
<b>Mundo</b>	<b>61,17</b>	<b>57,25</b>	<b>57,93</b>	<b>59,69</b>

Fonte: Estados Unidos (2014a).

## 488 Quais são os principais países exportadores de sorgo?

O sorgo tem como característica a produção para consumo doméstico, e isso resulta em um mercado internacional pouco representativo, com baixa quantidade exportada. Como seu preço é relativamente baixo, os custos de transporte exercem uma influência muito grande no preço nos locais de consumo. Além disso, observa-se na Tabela 3 que as vendas externas estão concentradas em três países (Argentina, Austrália e Estados Unidos), que, juntos, tiveram participação na faixa de 90% nos últimos anos.

**Tabela 3.** Principais países exportadores de sorgo (período de 2010–2011 a 2013–2014).

País	Exportações (milhão de toneladas)			
	2010–2011	2011–2012	2012–2013	2013–2014
Argentina	1,89	2,16	3,06	1,00
Austrália	0,58	1,19	1,43	0,40
Estados Unidos	3,82	1,55	2,14	5,60
Etiópia	0,08	0,08	0,08	0,08
Índia	0,03	0,13	0,23	0,08
Nigéria	0,06	0,08	0,05	0,05
Uruguai	-	0,02	0,03	0,03
<b>Mundo</b>	<b>6,64</b>	<b>5,46</b>	<b>7,28</b>	<b>7,64</b>

Fonte: Estados Unidos (2014a).

## 489 Quais são os principais países importadores de sorgo?

A Tabela 4 apresenta os principais países importadores de sorgo. Até 2012–2013, o México e o Japão eram os grandes compradores de sorgo no mercado internacional, seguidos do Chile, da Colômbia e da União Europeia. Em 2013–2014, a China aparece como maior compradora, sendo responsável por quase 60% das importações. Esse fato apresenta grande relevância, considerando que, em 2010–2011, o país adquiriu apenas 4 mil toneladas de sorgo. Ainda é cedo

para dimensionar a responsabilidade da escassez de milho no mercado internacional, resultante da quebra da safra americana, em razão do aumento das compras chinesas. No entanto, duas informações devem ser ressaltadas: 1) a China ainda é um país pouco representativo nas importações de milho, logo deveria ter pouco impacto sobre o mercado de sorgo; 2) segundo resultados preliminares do Usda para 2014–2015, a China deve importar, pelo menos, 3,9 milhões de toneladas de sorgo. Assim, mesmo com o reestabelecimento da oferta internacional de milho, a China continua adquirindo sorgo.

**Tabela 4.** Principais países importadores de sorgo (período de 2010–2011 a 2013–2014).

País	Importações (milhão de toneladas)			
	2010–2011	2011–2012	2012–2013	2013–2014
Arábia Saudita	0,00	0,07	0,13	0,10
Botswana	0,03	0,03	0,05	0,05
Chile	0,73	0,55	0,40	0,15
China	0,00	0,08	0,63	4,50
Colômbia	0,39	0,59	0,59	0,25
União Europeia	0,92	0,13	0,29	0,20
Japão	1,42	1,48	1,90	1,10
México	2,38	1,37	1,79	0,20
Sudão	0,20	0,13	0,18	0,10
Taiwan	0,10	0,08	0,12	0,10
<b>Mundo</b>	<b>6,64</b>	<b>5,46</b>	<b>7,28</b>	<b>7,64</b>

Fonte: Estados Unidos (2014a).

## 490 Quais são os principais países consumidores de sorgo?

Tradicionalmente, o México é o maior consumidor de sorgo do mundo, seguido da Nigéria, Índia, Etiópia, Sudão e China (Tabela 5). Em relação à China, o consumo no país tem aumentado nos últimos anos. Em 2013–2014, chegou a ser o segundo maior consumidor,

com 6,8 milhões de toneladas. Assim como na produção, ainda é cedo para avaliar o impacto negativo da oferta de milho em 2013 sobre o consumo chinês de sorgo, pois, além do relativo equilíbrio de produção-consumo de milho na China, o país possui metade dos estoques mundiais de milho.

**Tabela 5.** Principais países consumidores de sorgo (período de 2010–2011 a 2013–2014).

País	Importações (milhão de toneladas)			
	2010–2011	2011–2012	2012–2013	2013–2014
Argentina	1,90	1,90	2,30	2,70
Austrália	1,41	1,11	1,11	0,81
Brasil	2,08	2,18	2,3	2,3
Burkina Faso	1,90	1,90	1,50	1,90
Camarões	1,11	1,18	1,11	1,18
Chade	0,70	0,65	1,15	0,85
China	2,20	2,20	3,20	6,80
Etiópia	3,70	3,70	3,70	4,10
Índia	6,80	6,00	5,15	5,20
Japão	1,46	1,48	1,90	1,10
Mali	1,30	1,30	1,20	1,20
México	9,40	8,10	8,10	7,40
Níger	1,25	0,95	1,20	1,30
Nigéria	6,70	6,80	5,90	6,45
Sudão	3,00	4,50	4,70	2,55
<b>Mundo</b>	<b>59,96</b>	<b>58,49</b>	<b>57,80</b>	<b>59,14</b>

Fonte: Estados Unidos (2014a).

## 491 Quais são os principais usos do sorgo?

Segundo a FAO (1995), até a década de 1960, grande parte da produção de sorgo era utilizada diretamente como alimento humano, mas esse uso tem diminuído desde então. Atualmente, nos países da América do Norte, América Central, América do

Sul e Oceania, a maior parte do sorgo consumido é direcionado à alimentação animal.

Na África, principalmente em países da região subsaariana, o sorgo ainda é o principal cereal usado para a alimentação humana. Em países como a Etiópia, o consumo per capita de sorgo chega a 100 kg/ano. Entretanto, o consumo per capita de sorgo na África tem declinado pela mudança dos hábitos alimentares, decorrentes de fatores como o aumento das taxas de urbanização, tempo e energia necessários para preparação de alimentos com base no sorgo, etc. (FAO, 1995).

#### 492 Quais são as maiores regiões produtoras de sorgo no Brasil?

A Tabela 6 apresenta a distribuição da produção de sorgo granífero no Brasil. A região Centro-Oeste é a maior produtora, seguida do Sudeste e Nordeste. Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso são os principais estados produtores de sorgo granífero. O Estado de Goiás é o maior produtor, mas é o único dos principais produtores cuja produção reduziu sistematicamente entre 2010–2011 e 2013–2014.

**Tabela 6.** Produção de sorgo granífero no Brasil, em mil t/ha (período de 2010–2011 a 2013–2014).

Região/UF	2010–2011	2011–2012	2012–2013	2013–2014
<b>Norte</b>	<b>36,1</b>	<b>37,3</b>	<b>36,7</b>	<b>38,4</b>
TO	36,1	37,3	36,7	38,4
<b>Nordeste</b>	<b>223,4</b>	<b>77,2</b>	<b>36,7</b>	<b>136,7</b>
PI	15,5	16,4	1,5	14,0
CE	6,5	0,1	0,3	1,7
RN	19,9	1,0	1,9	1,1
PB	0,1	0,3	0,2	-
PE	1,9	0,3	0,5	1,0
BA	179,5	59,1	32,3	118,9

Continua...

**Tabela 6.** Continuação.

<b>Região/UF</b>	<b>2010–2011</b>	<b>2011–2012</b>	<b>2012–2013</b>	<b>2013–2014</b>
<b>Centro-Oeste</b>	<b>1.541,4</b>	<b>1.526,2</b>	<b>1.418,5</b>	<b>1.126,0</b>
MT	203,50	420,90	445,00	352,40
MS	121,3	78,3	39,7	30,0
GO	1.161,4	998,9	900,2	707,6
DF	55,20	28,10	33,60	36,00
<b>Sudeste</b>	<b>462,4</b>	<b>519,9</b>	<b>539,6</b>	<b>549,6</b>
MG	367,8	443,7	472,0	506,1
SP	94,6	76,2	67,6	43,5
<b>Sul</b>	<b>50,7</b>	<b>61,3</b>	<b>70,0</b>	<b>40,2</b>
PR	6,0	6,7	-	-
RS	44,7	54,6	70,0	40,2
<b>Norte/Nordeste</b>	<b>259,5</b>	<b>114,5</b>	<b>73,4</b>	<b>175,1</b>
<b>Centro-Sul</b>	<b>2.054,5</b>	<b>2.107,4</b>	<b>2.028,1</b>	<b>1.715,8</b>
<b>Brasil</b>	<b>2.314,0</b>	<b>2.221,9</b>	<b>2.101,5</b>	<b>1.890,9</b>

Fonte: Conab (2014b).

493

### Quais são as regiões de maior produtividade na cultura de sorgo no Brasil?

Como normalmente o sorgo é plantado em situações de clima não muito favoráveis no Brasil, principalmente após o período recomendado para o plantio do milho, na safrinha, as produtividades agrícolas esperadas não são elevadas. Na Tabela 7, observa-se a produtividade média das lavouras de sorgo granífero nas diferentes regiões do Brasil. Goiás não apenas se distingue como maior produtor, como também apresenta uma das maiores produtividades do País, atrás apenas do Distrito Federal e Paraná. Apesar da grande produtividade, a produção de sorgo granífero no DF e no Paraná é restrita a uma área pequena.

Os dados de produtividade do Nordeste salientam o impacto das secas sobre a produção de sorgo na região. Na safra 2012–2013, a produtividade de sorgo granífero no Nordeste foi de 396 kg/ha, referente a 15,11% da média nacional e 13,47% da média do Centro-Sul do referido ano.

**Tabela 7.** Produtividade de sorgo granífero no Brasil, em kg (período de 2010–2011 a 2013–2014).

<b>Região/UF</b>	<b>2010–2011</b>	<b>2011–2012</b>	<b>2012–2013</b>	<b>2013–2014</b>
<b>Norte</b>	<b>1.789</b>	<b>1.736</b>	<b>1.923</b>	<b>1.880</b>
TO	1.789	1.736	1.923	1.880
<b>Nordeste</b>	<b>1.764</b>	<b>758</b>	<b>396</b>	<b>920</b>
PI	2.672	2.130	1.058	1.819
CE	2.516	236	480	2.442
RN	2.455	930	872	955
PB	800	1.500	800	1
PE	675	582	467	560
BA	1.674	642	371	867
<b>Centro-Oeste</b>	<b>3.120</b>	<b>3.160</b>	<b>2.965</b>	<b>3.096</b>
MT	1.833	2.780	2.727	2.526
MS	2.500	2.700	2.647	3.300
GO	3.600	3.369	3.085	3.420
DF	4.640	4.600	4.000	4.392
<b>Sudeste</b>	<b>2.940</b>	<b>3.460</b>	<b>2.944</b>	<b>3.003</b>
MG	2.901	3.519	2.883	2.974
SP	3.102	3.150	3.447	3.400
<b>Sul</b>	<b>2.631</b>	<b>2.030</b>	<b>2.465</b>	<b>2.645</b>
PR	3.770	3.700	-	-
RS	2.528	1.924	2.465	2.645
<b>Norte/Nordeste</b>	<b>1.768</b>	<b>928</b>	<b>657</b>	<b>1.035</b>
<b>Centro-Sul</b>	<b>3.064</b>	<b>3.176</b>	<b>2.939</b>	<b>3.054</b>
<b>Brasil</b>	<b>2.831</b>	<b>2.824</b>	<b>2.621</b>	<b>2.587</b>

Fonte: Conab (2014b).

494

### **Existe mercado futuro de sorgo na Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo (BM&F Bovespa)?**

Não. A BM&F Bovespa negocia contratos futuros apenas dos seguintes produtos agropecuários: açúcar; boi gordo; café arábica;

etanol; milho e soja. Por sua vez, o sorgo pode ser negociado em contratos particulares (negociação direta entre produtor e comprador), denominados de contratos a termo, que não necessitam de uma Bolsa de Futuros, fixando o preço e a quantidade de sorgo a ser entregue no futuro.

### 495 Existe preço mínimo de garantia para o sorgo?

Sim. O governo federal por intermédio da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) utiliza o Programa de Garantia de Preços Mínimos (PGPM) como suporte à garantia de renda do produtor rural e à manutenção da oferta agrícola para a sociedade. A Tabela 8 apresenta os preços mínimos de sorgo granífero nos estados brasileiros no decorrer de 2014. As únicas modificações durante o ano foram para os estados do Nordeste, onde o preço mínimo entre janeiro e maio foi de R\$ 19,00 e passou para R\$ 22,50 de junho em diante.

**Tabela 8.** Preço mínimo de sorgo granífero nos estados do Brasil, em 2014.

Região/ UF	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maió	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
<b>Norte</b>												
RR	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77
RO	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16
AC	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77
AM	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77
AP	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77
PA	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77
TO	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77	19,77
<b>Nordeste</b>												
MA	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50
PI	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50
CE	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50

Continua...

**Tabela 8.** Continuação.

<b>Região/ UF</b>	<b>Jan.</b>	<b>Fev.</b>	<b>Mar.</b>	<b>Abr.</b>	<b>Maió</b>	<b>Jun.</b>	<b>Jul.</b>	<b>Ago.</b>	<b>Set.</b>	<b>Out.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dez.</b>
RN	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50
PB	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50
PE	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50
AL	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50
SE	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50
BA	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50
<b>Centro- -Oeste</b>												
MT	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16	11,16
MS	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33
GO	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33
DF	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33
<b>Sudeste</b>												
MG	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33
ES	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33
RJ	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33
SP	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33
<b>Sul</b>												
PR	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33
SC	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33
RS	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33

Fonte: Conab (2014a).

## 496 Existe seguro para a cultura do sorgo?

Sim, existem seguros públicos e privados destinados ao produtor rural. O Proagro Mais é o seguro público destinado a atender os pequenos produtores vinculados ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) nas operações de custeio agrícola. A partir de 2009, o Proagro Mais passou a cobrir também as parcelas de custeio rural e investimento de recursos de terceiros ou próprios.

O produtor também pode cobrir a sua produção por seguros privados, podendo conseguir a redução dos custos da contratação do seguro por meio do Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR). Para usufruir desse programa, o produtor deve procurar uma seguradora habilitada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Caso o produtor já tenha cobertura do Proagro ou do Proagro Mais para a mesma lavoura e na mesma área, ele não terá acesso aos recursos do PSR.

#### **497 O sorgo possui mecanismos de apoio à comercialização?**

Sim, existem alguns mecanismos de apoio à comercialização do governo federal que são operacionalizados pela Conab, cujos objetivos principais são:

- Formação de estoques: Aquisição do Governo Federal (AGF) e Contrato Público de Opção de Venda (COV).
- Escoamento (subvenção): Prêmio para Escoamento de Produto (PEP), Prêmio Equalizador Pago ao Produtor (Pepro) e Prêmio de Risco para Aquisição de Produto Agrícola Oriundo de Contrato Privado de Opção de Venda (Prop).

#### **Aquisição do Governo Federal (AGF)**

Consiste na aquisição direta de produtos da pauta do Programa de Garantia de Preços Mínimos (PGPAF). Tendo como beneficiários o produtor rural, o produtor da agricultura familiar e/ou suas cooperativas, o AGF é operado quando o preço de mercado estiver inferior ao mínimo fixado, mediante alocação de recursos pelo Tesouro Nacional.

#### **Contrato Público de Opção de Venda (COV)**

É um seguro de preço para uma data futura, no qual o produtor adquire o direito de vender (não é obrigação) ao governo o seu produto no futuro a um preço fixado. O produtor rural e/ou as cooperativas serão os titulares dos contratos.

### **Prêmio para Escoamento de Produto (PEP)**

É uma subvenção econômica para escoar produtos do seu local de produção para onde será consumido. Os beneficiários são selecionados mediante leilões públicos em bolsas de cereais e mercadorias. Os segmentos contemplados são definidos em aviso específico divulgado pela Conab. O recebimento do prêmio ocorre 10 dias depois do pagamento correspondente à quantidade arrematada no leilão e da entrega da documentação.

### **Prêmio Equalizador Pago ao Produtor (Pepto)**

O Pepto é similar ao PEP, no entanto possui algumas pequenas diferenças. Os beneficiários do Pepto são os produtores rurais e/ou sua cooperativa de forma geral, e não apenas seguimentos contemplados no aviso. Diferentemente do PEP, no qual se paga o valor da quantidade arrematada no leilão e depois se recebe o prêmio, no Pepto é preciso encontrar um comprador que se disponha a adquirir seu produto por, no mínimo, a diferença entre o valor de referência estabelecido pelo governo federal e o valor do prêmio equalizador arrematado no leilão.

### **Prêmio de Risco para Aquisição de Produto Agrícola Oriundo de Contrato Privado de Opção de Venda (Prop)**

É a subvenção econômica concedida em leilão público para quem se dispõe a comprar o produto do produtor pelo preço fixado. O objetivo do Prop é facilitar as compras antecipadas, aproximando o comprador do vendedor. Assim como no PEP, os beneficiários são aqueles indicados no aviso. O Prop funciona em duas etapas. Inicialmente há um leilão de prêmios de risco e os arrematantes lançam, em uma segunda etapa, contratos privados de opção para serem adquiridos pelos produtores.

Apesar dos diferentes mecanismos de apoio à comercialização, a cultura do sorgo utiliza poucos deles. Entre 2003 e 2013, os instrumentos PEP, Pepto e Prop não contemplaram o sorgo. Pela AGF, foram adquiridas 24 mil toneladas de sorgo entre 2006 e 2009,

totalizando 4 milhões de reais de recursos. A última vez que foram negociados contratos de Opção de Venda de sorgo foi em 2003, quando foram vendidos 94 mil toneladas do grão, com os valores totalizando 18 milhões de reais.

#### 498 Quais são os fatores que afetam o preço do sorgo?

O preço basicamente é determinado pelas condições de oferta, quantidade disponível (produção + estoque) e condições de demanda. Como o sorgo granífero se apresenta no mercado como um substituto do milho, os seus preços estão mais atrelados à quantidade ofertada e à demanda do milho do que da própria cultura. Por isso, de forma geral, os preços do sorgo ficam na faixa de 80% a 90% dos preços do milho, dificilmente ultrapassando o valor da cultura concorrente.



Assim, o preço do sorgo é afetado, principalmente, por fatores como:

- Quantidade produzida (tamanho da safra do sorgo e do milho).
- Condições climáticas.
- Época do ano (safra e entressafra).
- Qualidade do produto.
- Renda dos mercados consumidores (como a avicultura e a suinocultura).

#### 499 Qual é a rentabilidade do sorgo em comparação à do milho de inverno?

Segundo os dados de custos de produção da Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás (Faeg), o estado é o maior produtor de sorgo e o quarto maior de milho de inverno. Para a segunda safra de 2013, o custo total de produção da saca de sorgo foi de R\$ 18,06

para um preço esperado de R\$ 20,59 e uma produtividade esperada de 55 sacas, totalizando um lucro de R\$ 139,15 por hectare. No que tange ao milho, os dados da Faeg para a safra de inverno de 2013 apontavam custos totais de R\$ 19,52 para um preço esperado de R\$ 26,47 e 120 sacas de produtividade esperada, resultando em R\$ 834,00 de lucro por hectare. O diferencial de rentabilidade de ambas as culturas está atrelado, principalmente, à diferença de produtividade, consideravelmente maior no milho (FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DE GOIÁS, 2014). Entretanto, em anos de preços baixos e de expectativas negativas em relação ao clima, e dependendo das características do solo de sua propriedade e também do término do período mais recomendado para o plantio do milho na safrinha, alguns produtores optam pelo sorgo em detrimento do milho por causa do menor investimento requerido pelo primeiro, diminuindo os riscos.

### **500 Qual é a importância econômica da cultura do sorgo no Brasil?**

Não há dados sobre toda a riqueza gerada pelas cadeias produtivas do sorgo. No que se refere ao sorgo granífero, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) disponibiliza informações sobre o valor da produção. A Tabela 9 apresenta o valor da produção de sorgo granífero para as regiões do Brasil entre 2007 e 2012. Assim como na produção, o Centro-Oeste possui o maior valor de recursos gerados com sorgo, principalmente por causa de Goiás, com R\$ 357 milhões em 2012. A produção brasileira de sorgo em 2012 foi avaliada em R\$ 555,6 milhões. Avaliar a cultura do sorgo apenas pelos grãos é subavaliar sua importância econômica, pois existem de 300 mil a 400 mil hectares plantados de sorgo forrageiro que não entram no cálculo do IBGE. Os demais nichos, como alimentação humana, produção de etanol e cogeração de energia, ainda são muito incipientes e pouco representativos.

**Tabela 9.** Valor da produção de sorgo granífero (mil reais), em 2007–2012.

	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
Norte	3.323	11.167	16.971	16.922	4.866	8.877
Nordeste	35.233	50.843	37.942	33.186	76.602	14.027
Centro-Oeste	165.412	324.941	216.874	173.198	312.514	357.439
Sudeste	93.325	109.910	75.748	88.410	135.719	163.535
Sul	19.035	19.349	15.694	11.902	14.374	11.847
<b>Brasil</b>	<b>316.327</b>	<b>516.210</b>	<b>363.229</b>	<b>323.620</b>	<b>544.075</b>	<b>555.635</b>

Fonte: IBGE (2014).

## Referências

- ALDRICH, S. R.; SCOTT, W. O.; LENG, E. R. Water management. In: ALDRICH, S. R.; SCOTT, W. O.; LENG, E. R. **Modern corn production**. 2. ed. Champaign: A & L Publication, 1982. p. 189.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: (guidelines for computing crop water requirements)**. Rome: FAO, 1998. 174 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56). Disponível em: <[www.kimberly.uidaho.edu/water/fao56/fao56.pdf](http://www.kimberly.uidaho.edu/water/fao56/fao56.pdf)>. Acesso em: 21 out. 2014.
- BARROS, F.; AWIKA, J. M.; ROONEY, L. W. Interaction of tannins and other sorghum phenolic compounds with starch and effects on in vitro starch digestibility. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC v. 60, p. 11609-11617, 2012.
- BRASIL. **Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012**. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006... 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/L12727.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12727.htm)>. Acesso em: 15 nov. 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Conjunta nº 1, de 16 de junho de 2014. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 jun. 2014a. Seção 1, p. 4.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portarias segmentadas por UF**: portarias de zoneamento agrícola de risco climático por Unidade da Federação. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola/portarias-segmentadas-por-uf>>. Acesso em: 11 set. 2014b.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 268, de 22 de agosto de 1984**. Aprova as presentes Normas de Identidade, Qualidade, Apresentação e Embalagem do Sorgo. 1984. Disponível em: <[www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/sorgo.pdf](http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/sorgo.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2014.
- CONAB (Brasil). **PGPM**: política de garantia de preços mínimos. Brasília, DF, 2014a. Disponível em: <<http://consultaweb.conab.gov.br/consultas/consultaPgpmm.do?method=acaoCarregarConsulta>>. Acesso em: 16 jun. 2014.

CONAB (Brasil). **Safras**: séries histórias: sorgo. Brasília, DF, 2014b. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>>. Acesso em: 16 jun. 2014.

DICKO, M. H.; GRUPPEN, H.; TRAORÉ, A. S.; VORAGEN, A. J.; BERKEL, W. Sorghum grain as human food in Africa: relevance of content of starch and amylase activities. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 5, n. 5, p. 384-395, 2006.

DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. **Yields response to water**. Rome: FAO, 1979. 193 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 33).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Crop water requirements**: guidelines for predicting. Rome: FAO, 1977. 144 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 24). Disponível em: <[www.fao.org/docrep/018/f2430e/f2430e.pdf](http://www.fao.org/docrep/018/f2430e/f2430e.pdf)>. Acesso em: 4 set. 2014.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **Grain**: world markets and trade. Sept. 2014a. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/grain.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2014.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **World agricultural production**. 2014b. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2014.

FAO. **Sorghum and millets in human nutrition**. Rome, 1995. (FAO. Food and Nutrition Series, 27). Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/T0818E/T0818E00.htm>>. Acesso em: 16 jun. 2014.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DE GOIÁS. **Mercados e cotações**: custos de produção. Disponível em: <<http://sistemafaeg.com.br/mercados-e-cotacoes/custo-de-producao>>. Acesso em: 16 jun. 2014.

HANCOCK, J. D. Value of sorghum and sorghum coproducts in diets for livestock. In: SMITH, C. W.; FREDERICKSON, R. A. (Ed.). **Sorghum**: origin, history, technology and production. New York: John Willey & Sons, 2000. p. 731-751. (Willey Series in Crop Science, 2).

IBGE. **Produção agrícola municipal 2013**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp?o=18&i=P>>. Acesso em: 16 jun. 2014.

MARTINO, H. S. D.; TOMAZ, P. A.; MORAES, E. A.; CONCEIÇÃO, L. L.; OLIVEIRA, D. S.; QUEIROZ, V. A. V.; RODRIGUES, J. A. S.; PIROZI, M. R.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; RIBEIRO, S. M. R. Chemical characterization and size distribution of sorghum genotypes for human consumption. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 71, n. 2, p. 337-344, 2012.

QUEIROZ, V. A. V.; MORAES, E. A.; MARTINO, H. S. D.; PAIVA, C. L.; MENEZES, C. B. de. Potencial do sorgo para uso na alimentação humana. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 278, p. 7-12, jan./fev. 2014.

SANCHEZ, D. A. **White food-type sorghum in direct-expansion extrusion applications**. 2003. 132 f. Thesis (Master of Science in Food Science and Technology) - Texas A&M University, Texas.

SÃO PAULO (Estado). Assembleia Legislativa. **Lei n. 6.171, de 4 de julho de 1988**. Dispõe sobre o uso, conservação e preservação do solo agrícola. 1988. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1988/lei-6171-04.07.1988.html>>. Acesso em: 7 jul. 2014.

WALL, J. S.; ROSS, W. **Producción y usos del sorgo**. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 1975. 399 p.

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: John Wiley & Sons, 2000. p. 649-688. (Wiley Series in Crop Science, 2).

## Mais alguma pergunta?

Caso tenha mais alguma pergunta preencha nosso formulário de atendimento na internet.

Clique no link para acessar o formulário:

<http://mais500p500r.sct.embrapa.br/view/form.php?id=90000032>



## Conheça outros títulos da Coleção 500 Perguntas 500 Respostas

Visite o site no seguinte endereço:

[www.embrapa.br/mais500p500r](http://www.embrapa.br/mais500p500r)



# ***Livraria Embrapa***

Na Livraria Embrapa, você encontra  
livros, DVDs e CD-ROMs sobre  
agricultura, pecuária, negócio agrícola, etc.

Para fazer seu pedido, acesse:  
**[www.embrapa.br/livraria](http://www.embrapa.br/livraria)**

ou entre em contato conosco  
**Fone: (61) 3448-4236**  
**Fax: (61) 3448-2494**  
**[livraria@embrapa.br](mailto:livraria@embrapa.br)**

Você pode também nos encontrar nas redes sociais:

 [facebook.com/livrariaembrapa](https://facebook.com/livrariaembrapa)

 [twitter.com/livrariaembrapa](https://twitter.com/livrariaembrapa)



Este livro reúne as informações mais recentes sobre a cultura do sorgo, no formato de perguntas e respostas. Foram envolvidos inúmeros profissionais, incluindo pesquisadores, professores universitários, técnicos de extensão e consultores ligados à cultura em diversas regiões do Brasil, para dar esclarecimentos a respeito das principais dúvidas dos produtores.

Trata-se de aspectos do cultivo do sorgo granífero, forrageiro, pastejo e do sorgo bioenergia, plantados em safra normal, na safrinha e no sistema integração lavoura-pecuária-floresta. Aspectos de importância econômica na atual conjuntura do agronegócio também são abordados, bem como informações ligadas à utilização da cultura nas diferentes cadeias produtivas.

A obra contribui, assim, para o entendimento dos principais fatores da cadeia produtiva do sorgo, favorecendo a adoção de tecnologias capazes de promover a produtividade e o uso dessa cultura de modo sustentável.