

## Seminário Temático Agroindustrial de Produção de Sorgo Sacarino para Bioetanol - Anais



Seminário  
Temático  
Agroindustrial  
de Produção  
de Sorgo Sacarino  
para Bioetanol

**PERÍODO**  
20 a 21 de setembro de 2012

**LOCAL**  
Hotel Stream Palace  
Rua General Osório, 830  
Centro - Ribeirão Preto - SP

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

# ***Documentos 145***

## **Seminário Temático Agroindustrial de Produção de Sorgo Sacarino para Bioetanol - Anais**

*André May  
Evandro Chartuni Mantovani  
Frederico O. M. Durães  
José Heitor Vasconcellos  
Rafael Augusto da Costa Parrella  
Robert Eugene Schaffert  
Sidney Netto Parentoni*

Editores Técnicos

Embrapa Milho e Sorgo  
Sete Lagoas, MG  
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Milho e Sorgo**

Rod. MG 424 Km 45

Caixa Postal 151

CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3027-1100

Fax: (31) 3027-1188

Home page: [www.cnpms.embrapa.br](http://www.cnpms.embrapa.br)

E-mail: [sac@cnpms.embrapa.br](mailto:sac@cnpms.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Sidney Netto Parentoni

Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau

Membros: Flávia Cristina dos Santos Flávio Dessaune Tardin, Eliane

Aparecida Gomes, Paulo Afonso Viana, Guilherme Ferreira Viana e

Rosângela Lacerda de Castro

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro

Editoração eletrônica: Alexandre Esteves Neves

Arte da capa: Alexandre Esteves Neves

**1a edição**

1a impressão (2012)

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 Milho e Sorgo

---

Seminário Temático Agroindustrial de Produção de Sorgo Sacarino para Bioetanol (1.: 2012: Ribeirão Preto).

Anais [do] I Seminário Temático Agroindustrial de Produção de Sorgo Sacarino para Bioetanol, Ribeirão Preto, 20 a 21 de setembro de 2012 / editores técnicos André May ... [et al.]. – Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012.

68 p. -- (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277; 145).

1. Sorgo. 2. Sorghum bicolor. 3. Variedade. 4. Recurso energético. I. May, André. II. Título.

CDD 633.174 (21. ed.)

---

© Embrapa 2012

# Editores Técnicos

## **André May**

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador em Sistemas de Produção de Sorgo Sacarino da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, [andre.may@embrapa.br](mailto:andre.may@embrapa.br)

## **Evandro Chartuni Mantovani**

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Mecanização Agrícola, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, [evandro.mantovani@embrapa.br](mailto:evandro.mantovani@embrapa.br)

## **Frederico Ozanan M. Durães**

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, [frederico.duraes@embrapa.br](mailto:frederico.duraes@embrapa.br)

## **José Heitor Vasconcelos**

Ph.D. Comunicação, Analista da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, [jose.heitores@embrapa.br](mailto:jose.heitores@embrapa.br)

**Rafael Augusto da Costa Parrella**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia  
Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisador  
em Melhoramento de Plantas da Embrapa Milho e  
Sorgo, Sete Lagoas, MG, rafael.parrella@embrapa.br.

**Robert Eugene Schaffert**

Geneticista, Ph.D. em Genética e Melhoramento  
Vegetal , Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo,  
Sete Lagoas, MG, robert.schaffert@embrapa.br

**Sidney Netto Parentoni**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e  
Melhoramento de Plantas, Pesquisador da Embrapa  
Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, sidney.parentoni@  
embrapa.br

# Apresentação

O sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) é uma gramínea produtora de energia similar à cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), que converte energia solar em energia química. O sorgo sacarino produz energia de primeira geração, quando transformado em bioetanol, e de segunda geração, quando transformado em biomassa lignocelulósica. O potencial de produção de energia do sorgo sacarino é alto. Todo este potencial pode ser conseguido por processos tecnológicos avançados, como genética de cultivares (híbridos e variedades), sistema de produção específico para o sorgo sacarino, sistema BRS1G negócios tecnológicos, bem como com a ajuda de parceiros para futuro desenvolvimento genético e produtivo, juntamente com as tecnologias da Embrapa de qualidade e produção da cultura.

Cultivares com potencial genético de qualidade associado ao manejo da cultura, como a densidade de plantas úteis na colheita, a adubação e a água e a logística de colheita-transporte-beneficiamento, são os elementos críticos para se ampliar a garantia de êxito da utilização do sorgo sacarino como espécie complementar à cana-de-açúcar, cultivado na entressafra visando o aumento da operacionalidade industrial da usina. As necessidades mais urgentes são os ajustes de arranjos produtivos que focam na maior produtividade de colmo, teor de caldo e açúcares e a adequação da logística para a implantação da cultura em ambiente da agroindústria de cana-de-açúcar, visando a produção de

etanol e a utilização da biomassa residual para a produção de energia extra nas caldeiras das usinas. Fundamentando-se no fator inovação, o sorgo sacarino configura-se como um negócio típico da parceria público-privada.

Os modelos de negócios em tramitação permitem alinhar as oportunidades da iniciativa pública e privada, na inserção do sorgo sacarino em atendimento às demandas por alternativas agrônômicas, industriais e econômicas para o setor sucroalcooleiro. A realização do I Seminário Temático sobre o Sorgo Sacarino, coordenado pela Embrapa, com a participação de segmentos da PD&I, da produção privada comercial de sementes e de etanol, da indústria de produtos agrícolas e maquinaria, de instituições de ensino, extensão e fomento, criou oportunidades para qualificar o conhecimento específico e os desafios futuros, de curto a longo prazo, para o setor. Criou também oportunidades para relacionamentos institucionais e técnicos, visando negócios competitivos e profissionais.

A Embrapa apresenta neste documento os elementos-chave da avaliação com parceiros para o entendimento amplo de balizadores dos negócios público-privados de PD&I e de produção, no âmbito do sistema agroindustrial do sorgo sacarino no Brasil. A Embrapa, em 2012, estará lançando documentos complementares sobre a visão estratégica para a inserção do sorgo-energia no setor sucroalcooleiro, como recomendações técnicas para os sistemas de cultivo do sorgo sacarino e do sorgo biomassa lignocelulósica, bem como avaliações de especialistas sobre boas práticas agrônômicas e indicadores industriais para a produção de etanol de sorgo sacarino.

***Antonio Álvaro Corsetti Purcino***

Chefe-Geral da Embrapa Milho e Sorgo

# Sumário

<b>Apresentação</b> .....	7
<b>Programa do Evento-Folder Promocional</b> .....	9
<b>Palestras</b> .....	15
Desempenho agrícola de sorgo sacarino na safra 2011-2012.....	15
Índices Tecnológicos Industriais para Produção de Etanol de Sorgo Sacarino .....	24
Tecnologia industrial do sorgo sacarino, experiências de pesquisa e diretrizes tecnológicas.....	28
Características desejáveis para uma boa cultivar de sorgo sacarino... 33	
Manejo da fertilidade do solo e nutrição mineral do sorgo sacarino .....	35
Arranjos de Plantas para o Cultivo de Sorgo Sacarino .....	42
Manejo Integrado de Pragas em Sorgo Sacarino .....	47
Manejo de doenças em sorgo sacarino .....	52
Aspectos econômicos da produção de etanol a partir do sorgo sacarino plantado na entressafra da cana-de-açúcar.....	59
Mesa Redonda - Desafios para o plantio direto e a colheita mecânica do sorgo sacarino .....	62



# Seminário Temático Agroindustrial de Produção de Sorgo Sacarino para Bioetanol - Anais

---

*André May*

*Evandro Chartuni Mantovani*

*Frederico O. M. Durães*

*José Heitor Vasconcellos*

*Rafael Augusto da Costa Parrella*

*Robert Eugene Schaffert*

*Sidney Netto Parentoni*

## **Programa do Evento (Folder promocional)**

**Embrapa Milho e Sorgo**

**Seminário Temático Sorgo Sacarino**

**Ribeirão Preto, SP, 20 a 21 de setembro de 2012**

**Local: Hotel Stream Palace**

**Rua General Osório, 830**

**Centro - Ribeirão Preto – SP**

**Coordenação do evento:** André May, Evandro Chartuni Mantovani, Frederico O. M. Durães, José Heitor Vasconcellos, Rafael Augusto da Costa Parrella, Robert Eugene Schaffert, Sidney Netto Parentoni - Embrapa milho e Sorgo.

**Suporte e informações:** Tânia Mara (+ 55 31 3027-1323, [tania@cnpms.embrapa.br](mailto:tania@cnpms.embrapa.br))

**Realização:** Embrapa e MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

### **Objetivos:**

- 1-Avaliar alternativas e oportunidades para a inserção e a expansão do sorgo sacarino na produção de bioetanol 1G e bioenergia;
- 2-Definir soluções para os gargalos tecnológicos agroindustriais e de logística para a expansão do sorgo sacarino em complemento à cana-de-açúcar para a produção de etanol;
- 3-Articular parcerias público-privadas (PPP) para modelos de negócios e nichos territoriais de mercado de produção para o sorgo sacarino.

### **Público:**

Governo

Iniciativa Privada

Empresas e profissionais especialistas em tecnologia de produção de sementes

Fornecedores de matérias-primas e usinas de etanol

Empresas de cogeração de energia de biomassa

Empresas de maquinaria agrícola e industrial e de insumos

Agentes financeiros

Investidores

Profissionais de mídia especializada

### **Programa**

**20/09/2012 – 5ª-feira**

***Agenda Estratégica – Parceria público-privada para mercado: inovações tecnológicas - regulação***

*Coordenador/Moderador: Frederico O. M. Durães, Embrapa Milho e Sorgo*

09h-09h30 – Abertura

**Lançamento das cultivares BRS 508 e BRS 511 de sorgo sacarino**

Jorge Alberto Portanova Mendes Ribeiro Filho, Ministro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Pedro Antônio Arraes Pereira, Diretor-Presidente da Embrapa; Mônica Bergamaschi, Secretária da Agricultura do Estado de São Paulo e autoridades e participantes convidados.

09h30-10h – Palestra 2

**O mercado sucroenergético: visão e perspectivas públicas para a inserção do sorgo sacarino**

*Palestrante: Luís Carlos Mavignier de Araújo Job, MAPA/SPAÉ.*

10h-10h30 – Palestra 3

**O mercado sucroenergético: visão e perspectivas privadas para a inserção do sorgo sacarino**

*Palestrante: Luiz Custódio Cotta Martins, Presidente do Fórum Nacional Sucroenergético – FNS.*

10h30-11h – Palestra 4

**Inserção e expansão do sorgo sacarino no setor agroindustrial  
sucroenergético nacional: histórico e perspectivas**

Palestrante: *Antônio Álvaro Corsetti Purcino, Chefe-Geral Embrapa  
Milho e Sorgo*

11h-11h30 – Discussões

11h30-12h30 – Almoço

**Agenda Tecnológica – Agrícola, industrial e genética**

Coordenador/Moderador: *Esdras Sundfeld, Embrapa Agroindústria de  
Alimentos*

12h30-12h50 – Palestra 5

**Desempenho agrícola de sorgo sacarino na safra 2011-2012 e Sistema  
Embrapa BRS1G de Produção de Sorgo Sacarino**

Palestrante: *André May, Embrapa Milho e Sorgo*

12h50-13h05 – Palestra 6

**Cultivo de sorgo sacarino no Grupo Bunge**

Palestrante: *Pedro Vilela, Bunge*

13h05-13h20 – Palestra 7

**Cultivo de sorgo sacarino no Grupo Cerradinho Bioenergia S/A**

Palestrante: *Luís Renato de Paula Ferreira, Grupo cerradinho Bioenergia S/A*

13h20-13h40 – Palestra 8

**Fechamento de safra 2011-2012: Agrícola**

Relator: *Antônio Álvaro Corsetti Purcino, Chefe-Geral Embrapa Milho e Sorgo*

13h40-14h – Discussões

**Mesa:** Antônio Álvaro Purcino, Chefe-Geral Embrapa milho e Sorgo;  
Rafael Augusto da Costa Parrella, Embrapa Milho e Sorgo; Pedro Vilela,  
Bunge; Luís Renato de Paula Ferreira, Grupo Cerradinho Bioenergia  
S/A; André May, Embrapa Milho e Sorgo; Adilson Borim, Vale Verde;  
Williaw Burnquist, Ceres

14h-14h20 – Palestra 9

**Índices tecnológicos industriais para a produção de etanol de sorgo sacarino**

Palestrante: *Thályta Fraga Pacheco, Embrapa Agroenergia*

14h20-14h40 – Palestra 10

**Tecnologia industrial do sorgo sacarino, experiências de pesquisa e diretrizes tecnológicas**

Palestrante: *Márcia Mutton, UNESP-FCAV*

14h40 às 15h – Intervalo

15h00-15h15 – Palestra 11

**Experiências no processamento industrial de sorgo sacarino no Grupo Bunge**

Palestrante: *Pedro Vilela, Bunge*

15h15-15h30 – Palestra 12

**Experiências no processamento industrial de sorgo sacarino no Grupo Cerradinho Bioenergia S/A**

Palestrante: *Walter Di Mastrogirolamo, Grupo cerradinho Bioenergia S/A*

15h30-15h50 – Palestra 13

**Fechamento de safra 2011-2012: Industrial**

Relator: *José Manuel Cabral de Souza Dias, Chefe-Adjunto de Transferência de Tecnologia Embrapa Agroenergia*

15h50-16h10 – Discussões

**Mesa:** José Manuel Cabral de Souza Dias, Chefe-Adjunto de Transferência de Tecnologia Embrapa Agroenergia; Thályta Fraga Pacheco, Embrapa Agroenergia; Márcia Mutton, UNESP-FCAV; Rafael Augusto da Costa Parrella, Embrapa milho e Sorgo; Pedro Vilela, Bunge; Walter Di Mastrogirolamo, Grupo Cerradinho Bioenergia S/A; Marcilio Nogueira do Amaral Gurgel, Dedini S/A Indústrias de base

16h10-16h30 – Palestra 14

**Características desejáveis para uma boa cultivar de sorgo sacarino**

Palestrante: *Robert Eugene Schaffert, Embrapa milho e Sorgo*

16h30-16h50 – Palestra 15

**Manejo da fertilidade de solo e nutrição de sorgo sacarino**

Palestrante: *Leonardo Aquino, UFV - Rio Paranaíba*

16h50-17h10 – Palestra 16

**Arranjo de plantas para o cultivo de sorgo sacarino**

Palestrante: *Alexandre Ferreira da Silva, Embrapa Milho e Sorgo*

17h10-17h30 – Discussão/Debate e Perspectivas Futuras

Relator: *Frederico O. M. Durães, Embrapa Milho e Sorgo*

**21/09/2012 – 6ª-feira**

**Agenda Tecnológica – Agrícola, insumos e coeficientes técnicos**

Coordenador/Moderador: *André May, Embrapa Milho e Sorgo*

8h00-8h20 – Palestra 17

**Defensivos agrícolas para sorgo sacarino**

Palestrante: *Décio Karam, Embrapa Milho e Sorgo*

8h20-8h40 – Palestra 18

**Manejo de plantas daninhas em sorgo sacarino**

Palestrante: *Décio Karam, Embrapa Milho e Sorgo*

8h40-9h – Palestra 19

**Manejo de pragas em sorgo sacarino**

Palestrante: *Simone Martins Mendes, Embrapa Milho e Sorgo*

9h00-9h20 – Palestra 20

**Manejo de doenças em sorgo sacarino**

Palestrante: *Dagma Dionísia da Silva, Embrapa Milho e Sorgo*

9h20-9h40 – Palestra 21

**Aspectos econômicos da produção de etanol a partir do sorgo sacarino plantado na entressafra da cana-de-açúcar**

Palestrante: *Rubens Augusto de Miranda, Embrapa Milho e Sorgo*

9h40-10h – Intervalo

10h-10h20 –Palestra 22

**Manejo de solos para o cultivo de sorgo sacarino em áreas de reforma de canaviais**

Palestrante: *Denizart Bolonhezi, APTA-Centro-Leste*

10h20 às 10h40 Discussões

***Agenda Tecnológica – Mesa Redonda***

***Desafios para o plantio direto e a colheita mecânica do sorgo sacarino***

Coordenador/Moderador: *Evandro Chartuni Mantovani, Embrapa Milho e Sorgo*

10h40 às 10h55 – Palestra 25

**Plantio direto: empresa Marchesan**

Palestrante: *João Luiz Martins de Freitas - Engenheiro de Desenvolvimento de Produto*

10h55-11h10 – Palestra 26

**Colheita: empresa John Deere América Latina**

Palestrante: *José Luís Duarte Coelho - Gerente de marketing estratégico do segmento cana-de-açúcar*

11h10-11h25 – Palestra 27

**Colheita: empresa New Holland**

Palestrante: *Samir Azevedo Fagundes - Gerente de projetos para biomassa*

11h25-11h45 – Discussões

11h45 Encerramento

**Embrapa Milho e Sorgo e parceiros**

# Desempenho agrícola de sorgo sacarino na safra 2011-2012

André May<sup>1</sup> e Marina Chamon Abreu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo

Sistemas de Produção de Sorgo Sacarino e Sorgo Biomassa

<sup>2</sup>Estagiária Embrapa Milho e Sorgo

## 1. Introdução

A safra 2010-2011 iniciou o processo de cultivo de sorgo sacarino em usinas de grande porte, mas não permitiu boas produtividades de etanol por hectare, não passando de 1.600 litros/ha, devido ao manejo inadequado da cultura e ao uso de materiais genéticos não adaptados à demanda do setor sucroenergético brasileiro. Já na safra 2011-2012, com uma área aproximada de 20.000 hectares (ha) cultivados em diversos ambientes e sob diferentes cunhos de gestão administrativa, agrícola e industrial, o sorgo apresentou um desempenho produtivo melhor, mas ainda aquém do ideal para manutenção do negócio em grandes grupos produtores de etanol. Algumas regiões, utilizando cultivares mais adaptadas, alcançaram cerca de 2.400 litros de etanol por hectare, mas, em média, os valores giraram em torno de 1.800 litros de etanol por hectare, ainda em razão do desconhecimento da cultura e da adaptação do mercado de cultivares, que a cada nova safra renova o portfólio de produtos, através do lançamento de materiais mais produtivos. Para a safra 2012-2013, esperam-se níveis maiores de produtividade, assumindo a necessidade, para a manutenção do projeto sorgo sacarino em usinas de grande porte, na entressafra de etanol de cana e dentro de áreas de reforma de canaviais, de pelo menos 3.000 litros de etanol por hectare, resultantes da combinação de 50 t de colmos por hectare e uma taxa de conversão de 60 litros de etanol por tonelada produzida. Contudo, em razão das estimativas de moagem de cana para a próxima safra, que, embora ainda estejam abaixo do previsto pelos grupos, são superiores aos níveis obtidos na safra 2011-2012. Associada ao descontentamento dos grupos com os resultados produtivos negativos, ainda abaixo do

custo produtivo do sorgo sacarino, está a decisão de muitos deles em não cultivar grandes áreas da espécie na próxima safra.

Assim, a grande maioria dos grupos cultivará na safra 2012-2013 no máximo 1.000 ha da espécie por grupo, sendo normais áreas de 100 a 300 ha, visando apenas deixar a proposta de projeto viva dentro das unidades produtoras, na tentativa de continuar o processo de entendimento da nova tecnologia, acertando o manejo cultural, a escolha de cultivares adaptadas ao cenário e verificando a lucratividade do negócio.

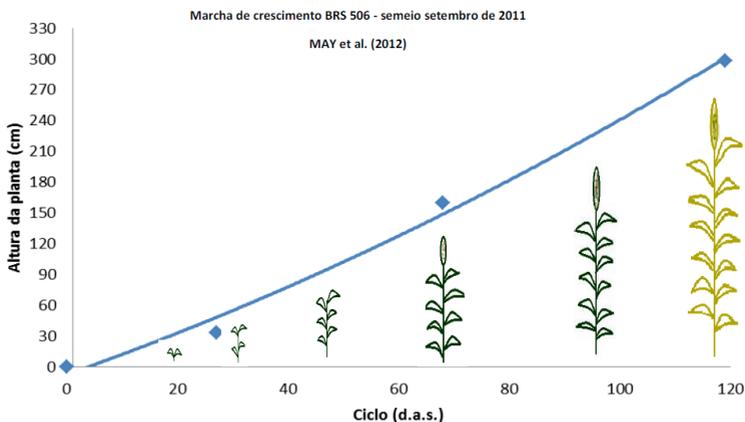
Dessa forma, a grande gama de problemas agrícolas e industriais trouxe para o cenário do negócio de etanol de sorgo sacarino uma grande instabilidade financeira e gerencial, inviabilizando o projeto em importantes componentes da cadeia produtiva de etanol no Brasil. Mas muitos grupos ainda estão buscando adaptar-se à tecnologia, insistindo em mais uma safra. Contudo, certamente o projeto sorgo sacarino corre sérios riscos de continuidade, dadas as incertezas inerentes à cadeia, somadas à falta de conhecimento técnico e à escolha de materiais ainda com baixo nível produtivo, já que para altas produtividades, a cultura do sorgo sacarino pode ser considerada demandante de altos investimentos.

Tanto isso é verdade, que se previa uma área cultivada potencial para a safra 2012-2013 de 100.000 ha, mas, com a complexidade do cenário apresentado acima, espera-se menos de 20.000 ha cultivados em todo o Brasil. Mas o importante é o entendimento dos grandes grupos produtores, que devem se empenhar para a lucratividade do projeto sorgo sacarino. Assim, maiores níveis de produtividade devem ser exigidos dos materiais genéticos escolhidos, almejando pelo menos 3.000 litros de etanol por hectare, uma meta bastante audaciosa para a cultura, demandando bom nível de conhecimento agrícola da espécie e alta velocidade de resposta da equipe gerencial e operacional.

## 2.Desenvolvimento

O sorgo sacarino vem passando por um processo de adaptação dentro do cenário da cana-de-açúcar no Brasil, já que os grupos começaram a perceber que a espécie não tem nenhuma similaridade agrícola com a cana. Trata-se apenas de uma cultura complementar, visando fornecer matéria-prima durante a entressafra da cana, que ocorre a partir de abril, de forma a salvaguardar a cultura principal para momentos melhores de qualidade.

Assim, após duas safras com baixa produtividade de etanol a partir de sorgo sacarino, os grupos começaram a notar que a velocidade de resposta (Figura 1) para a tomada de decisões gerenciais deve ser muito maior no sorgo sacarino, comparativamente à cana-de-açúcar, caracterizada por ser uma cultura mais lenta e mais rústica do que o sorgo sacarino. Além disso, pelo fato de as espécies demandarem um manejo cultural totalmente diferenciado uma da outra, novos conhecimentos estão sendo necessários por toda a cadeia operacional e gerencial em usinas de grande porte.



**Figura 1.** Curva de crescimento de sorgo sacarino, demandante de velocidade de resposta das ações agrícolas e gerenciais.

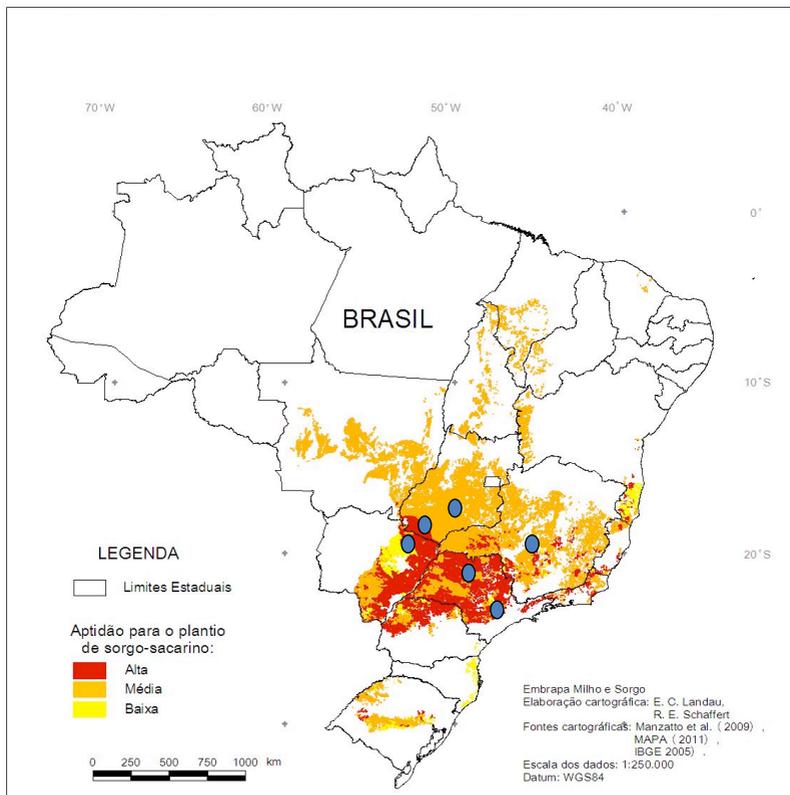
Em usinas de grande porte, a perda do momento certo de ação para problemas importantes, como manejo da fertilidade da cultura e manejo fitossanitário da lavoura, desconhecimentos sobre adequados níveis de fornecimento de nutrientes, ponto de aplicação da fertilização da cobertura, momento adequado de entrada para controle de plantas daninhas (Figura 2), momento adequado para pulverizações de defensivos agrícolas para controle de pragas e doenças tem gerado perdas de produtividade significativas dos projetos com sorgo sacarino.

Além disso, o desconhecimento sobre o material genético escolhido gerou altas perdas de produtividade, já que, em muitos casos, por problemas de desprogramação entre data de semeio, ciclo do cultivar escolhida, PUI do material e momento de abertura de moagem, resultou em péssima qualidade da matéria-prima no momento de colheita, decorrente da baixa extração de caldo, associada à baixa presença de açúcares no caldo.

Para as discussões aqui apresentadas, foram coletadas informações em 6 locais de cultivo em larga escala, sendo eles: dois locais em Goiás (GO-1 e GO-2), um local no Mato Grosso do Sul, com processamento em Goiás (MS/GO), dois locais em São Paulo (SP-1 e SP-2) e um local em Minas Gerais (MG-1), conforme se observa na Figura 3.



**Figura 2.** Manejo inadequado das plantas daninhas em área de cultivo comercial de sorgo sacarino, por perda do ponto de aplicação do herbicida.



**Figura 3.** Pontos de observação do desempenho agrícola do sorgo sacarino na safra 2011-2012.

Os grupos produtores de etanol que cultivaram sorgo sacarino em larga escala na safra 2011-2012 retrataram que os principais problemas enfrentados foram:

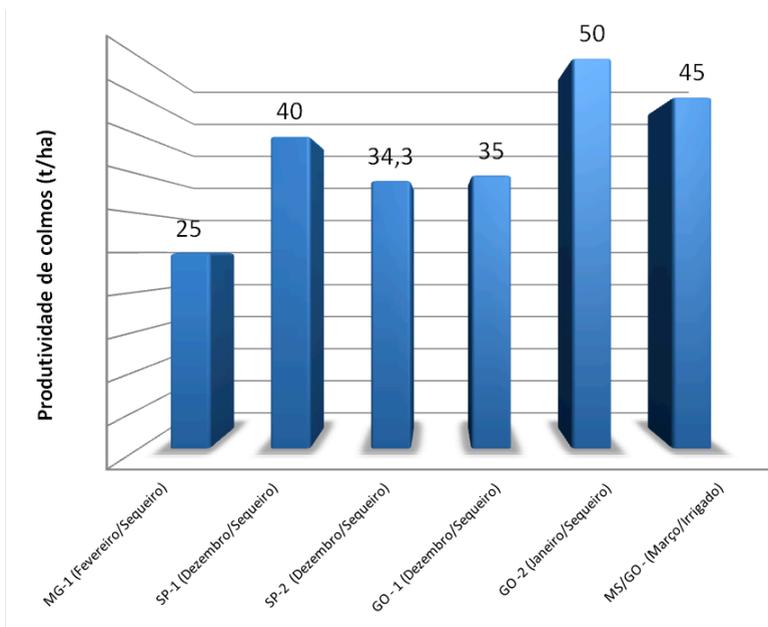
- Desconhecimento da cultura do sorgo sacarino;
- Despreparo da equipe operacional e gerencial;
- Dificuldades para planejamento das operações agrícolas, decorrentes da baixa velocidade de ação pertinente às usinas de grande porte;
- Graves problemas no controle de plantas daninhas, devido à falta de produtos registrados para sorgo sacarino e desconhecimento do momento de aplicação ideal;
- PUI muito curto para algumas cultivares (5 a 10 dias);

- Desconhecimento sobre o ponto de colheita das cultivares;
- Acamamento em taxas elevadas, chegando a mais de 50% em alguns casos, dependendo da cultivar utilizada (Figura 4);
- Isoporização em nível elevado, dependendo da cultivar utilizada;
- Baixa densidade de carga na colheita do sorgo sacarino, gerando alto custo de transporte;
- Desconhecimento sobre fertilização da cultura;
- Desconhecimento sobre o arranjo de plantas ideal;
- Graves problemas de manejo de solo, associados a perdas por erosão de mais de 50% das áreas cultivadas em muitos casos (falta de técnicas conservacionistas nos projetos de sorgo sacarino);
- Graves problemas para processamento da massa colhida;
- Falta de cultivares com alto teor de sacarose.



**Figura 4.** Acamamento plantas em áreas comerciais de sorgo sacarino.

As produtividades apresentadas na safra 2011-2012 foram altamente variáveis, conforme se observa na Figura 5.



**Figura 5.** Produtividade de colmos por hectare de sorgo sacarino em diferentes locais de cultivo.

As menores produtividades obtidas na safra 2011-2012 foram decorrentes dos graves problemas de manejo da cultura. A produtividade de 25 t ha<sup>-1</sup> de colmos obtida na usina MG-1 foi decorrente da falta de irrigação da área escolhida para cultivo, já que a região produtora tem grave deficiência hídrica no período e o semeio ocorreu tardiamente, o que resultou em baixo estande, variando de 50.000 a 75.000 plantas ha<sup>-1</sup>, e plantas baixas, com no máximo 2,5 m de altura. Outras produtividades baixas apresentadas na Figura 5, 34,3 e 35 t ha<sup>-1</sup> de colmos, respectivamente para SP-2 e GO-1, também foram decorrentes de problemas de manejo da lavoura, associadas à deficiência hídrica severa em momentos de definição de produtividade de biomassa (5 a 6 folhas) e produtividade de caldo (enchimento de grão). Contudo, nas demais usinas apresentadas (SP-1, GO-2 e MS/GO), as produtividades de colmos foram levemente acima da

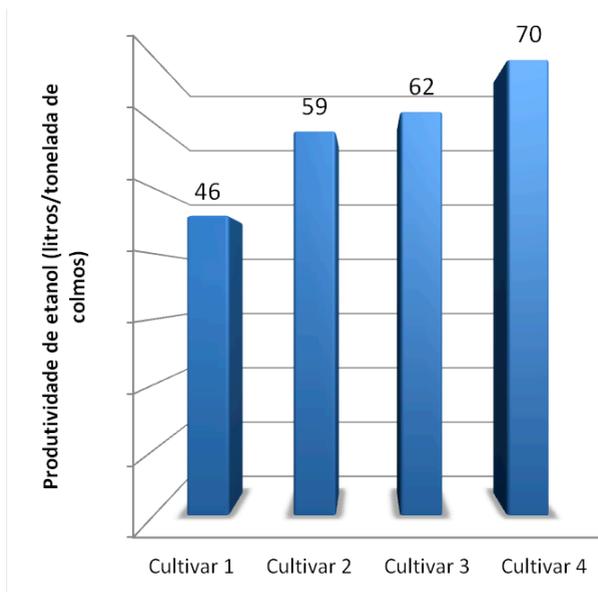
lucratividade econômica da cultura, apresentando valores de 40, 50 e 45 t ha<sup>-1</sup> de colmos, respectivamente (Figura 5).



**Figura 6.** Operação de colheita de sorgo sacarino em usina de grande porte em São Paulo.

Nas safras 2010-2011 e 2011-2012, a colheita do sorgo sacarino foi feita utilizando o mesmo sistema utilizado para a cana-de-açúcar, com perdas menores que 1% (Figura 6). Em muitas situações, as máquinas foram reguladas para levar a planta toda para a usina, sem grandes entraves do ponto de vista industrial, embora algumas usinas tenham enfrentado dificuldades na moagem devido ao alto teor de impurezas, quando a colheita foi feita com biomassa total.

A qualidade de matéria-prima também foi altamente variável (Figura 7), principalmente em função da cultivar escolhida, variando de 46 a 70 litros de etanol por tonelada de colmos.



**Figura 7.** Qualidade de colmos de sorgo sacarino em diferentes locais de cultivo.

Os principais fatores que afetaram as produtividades foram:

- Desprogramação de moagem, associada a ponto inadequado de colheita para algumas cultivares testadas com PUI curto e ciclo precoce, gerando baixa qualidade de matéria-prima;
- Fertilização inadequada para altas produtividades;
- Arranjo de plantas inadequado (espaçamento entre linhas e população de plantas);
- Grande influência do evento climático *La Niña*, principalmente em São Paulo e Goiás.

### 3.Considerações finais

Para a safra 2012-2013, propõe-se como meta referência para a produtividade de sorgo sacarino: 50 t de colmos por hectare, associadas a taxa de conversão de 60 litros de etanol por tonelada

de colmo, gerando pelo menos 3.000 litros de etanol por hectare cultivado.

Assim, para a expansão da cultura no Brasil, os grupos produtores de etanol retratam como sendo necessário:

- Evolução rápida das cultivares (panículas menores, PUI de 30 dias, capacidade de produção acima de 3.000 litros de etanol por hectare, maior resistência a pragas e doenças, resistência ao acamamento e à isoporização e insensibilidade ao fotoperíodo);
- Desenvolvimento de cultivares com alto teor de sacarose, que permitam a produção de açúcar;
- Desenvolvimento do semeio direto em palhada de cana;
- Adequação do arranjo de plantas para maiores produtividades;
- Registro de defensivos agrícolas;
- Redução de custos de produção, associada à elevação da produtividade.

## Índices Tecnológicos Industriais para Produção de Etanol de Sorgo Sacarino

Thályta Fraga Pacheco

Embrapa Agroenergia

### Introdução

O Brasil encontra-se em uma posição favorável no que se refere à produção de etanol. Apresenta vantagens na tecnologia de produção, possibilidade de liderança na agricultura de energia e no mercado de biocombustíveis, sem ampliação da área desmatada ou redução da área destinada à produção de alimentos. Além disso, a matriz energética brasileira é modelo de sustentabilidade. Enquanto a média mundial é o uso de apenas 13,3% de fontes renováveis, o Brasil utiliza 44,1%, sendo 15,7% do total provenientes da biomassa de cana-de-açúcar (BEN, 2012).

Além disso, o modelo energético brasileiro ainda apresenta um forte potencial de expansão, que resulta em diversas oportunidades de investimento. Nesse cenário, matérias-primas e tecnologias capazes de elevar os níveis de produção de biocombustíveis ganham importância fundamental no país. O sorgo sacarino, por exemplo, tem se destacado como matéria-prima alternativa para produção de etanol. A cultura é complementar ao cultivo da cana-de-açúcar, podendo estender o período de moagem da indústria, reduzindo, conseqüentemente, a entressafra, na qual as usinas ficam ociosas e ocorre uma elevação do preço do etanol para o consumidor.

## **Desenvolvimento**

Foram realizados acompanhamentos do processamento industrial do sorgo sacarino durante o início da safra 2012/13, na qual algumas usinas iniciaram a produção com esta matéria-prima. Os principais objetivos destas avaliações, em diferentes empresas e em diferentes condições, foram: levantar os parâmetros médios do processamento do sorgo sacarino, apontar as principais diferenças desta matéria-prima quando comparada à cana-de-açúcar na produção de etanol e identificar e apontar possíveis soluções para as principais dificuldades encontradas no processamento.

O processo de produção de etanol a partir do sorgo sacarino é semelhante ao empregado para a cana-de-açúcar. Apresenta algumas alterações nos parâmetros operacionais, mas com a grande vantagem de não demandar adaptação estrutural da instalação industrial. Em termos de características da matéria-prima, as principais diferenças entre o sorgo sacarino e a cana estão no menor teor de açúcares fermentescíveis presentes no caldo do sorgo, além da menor pureza. Uma pureza menor, ou seja, uma menor relação entre a porcentagem em massa de sacarose e a de sólidos solúveis contidos no caldo, pode resultar em interferência na leitura de brix (porcentagem de sólidos solúveis presentes na solução). Não é correto considerar, como se faz

usualmente para a cana, que o brix representa aproximadamente o teor de sacarose contida no caldo.

O sorgo sacarino comumente apresenta teor de açúcares redutores, considerando glicose e frutose, maior que a cana-de-açúcar. Tal fato pode ser prejudicial, por induzir contaminações bacteriológicas no caldo. A principal variedade avaliada, sorgo sacarino Embrapa BRS 506, apresenta concentração de açúcares redutores de até 3%, não resultando em prejuízo algum no processamento. Outras variedades podem apresentar até 15% de açúcares redutores no caldo fresco. A estocagem dos colmos ou um grande tempo de pátio pode elevar estes valores.

O teor de amido presente no caldo de sorgo sacarino é também maior que no da cana-de-açúcar, entretanto, este fato não resulta em interferência no processamento, podendo ser, inclusive, um potencial para elevação do teor de açúcares fermentescíveis pelo emprego de amilases.

O sistema proposto pelo Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool (CONSECANA), que avalia, por meio de critérios técnicos, a qualidade da cana entregue às indústrias e determina o preço a ser pago ao produtor, mostra-se parcialmente adequado para o sorgo sacarino. As metodologias de análise propostas por este sistema utilizam parâmetros empíricos eficientes para quantificação de amostras de cana, não sendo representativas para o sorgo sacarino. O emprego destes métodos de análise, quando possível, requer validação e levantamento de novos parâmetros. Alguns ensaios propostos pelo CONSECANA, mesmo se adaptados, não apresentam confiabilidade nos resultados para o sorgo sacarino. Recomenda-se, por exemplo, que a dosagem de açúcares redutores totais, para a correta avaliação do rendimento industrial, seja feita por digestão, cromatografia ou outra metodologia aplicável.

As principais diferenças entre o processamento do sorgo sacarino e da cana-de-açúcar, observadas nas avaliações no início da safra corrente, foram:

- a) Maior teor de impureza vegetal, porém, sem prejuízo no processamento;

- b) Maior teor de fibra, requerendo ajustes na extração e embebição, a fim de evitar problemas de embuchamento e perda de eficiência na extração;
- c) Em alguns casos, maior necessidade de agentes flocculantes na etapa de decantação, além de um maior volume de lodo;
- d) Concentração do caldo, em pré-evaporadores, para preparo do mosto.

A operação de extração foi, de maneira geral, a etapa mais crítica do processo, com maior incidência de problemas operacionais e perdas. Entretanto, se bem conduzida, apresenta teores residuais de açúcar no bagaço semelhantes aos da cana.

O teor de impureza mineral, o índice de preparo para extração, a umidade e o poder calorífico do bagaço apresentaram valores semelhantes ao processamento da cana-de-açúcar.

As fermentações foram conduzidas, nas avaliações industriais, em batelada alimentada, apresentando índices de viabilidade do fermento, nível de contaminação, formação de subprodutos e concentração residual de açúcar usuais para este tipo de fermentação.

As avaliações industriais do sorgo sacarino aconteceram, nesta safra, na fase de propagação do fermento, na qual parte do açúcar fermentescível é consumida em favor do crescimento da biomassa, reduzindo o rendimento em etanol. Quando empregado em processos estabelecidos, apresenta comportamento e rendimento semelhantes aos da cana-de-açúcar.

As indústrias avaliadas produziram etanol a partir do sorgo sacarino pela primeira ou segunda vez. O entendimento das particularidades desta matéria-prima e a experiência adquirida no processamento permitirão a elevação dos níveis de produtividade e melhor aproveitamento do potencial desta matéria-prima.

## Conclusão

O sorgo sacarino mostra-se uma alternativa promissora, com alto potencial para o aumento da produção de etanol no país. Vale ressaltar que esta cultura não tem o objetivo de substituir a cana-de-açúcar na produção de etanol, mas principalmente de preencher o período de entressafra (de novembro a março), na qual não se tem cana-de-açúcar para ser processada, causando elevação dos preços do etanol.

Trata-se de uma matéria-prima que requer adaptações nas análises e em algumas etapas do processamento, se comparada à cana. Portanto, é necessário que estas diferenças sejam consideradas para que seja possível explorar todo o potencial da biomassa, evitando as perdas decorrentes de falhas no processamento.

## Referências Bibliográficas

**BEN - Balanço Energético Nacional 2012 – Ano base 2011: Resultados Preliminares Rio de Janeiro: EPE, 51 p., 2012.**

## **Tecnologia industrial do sorgo sacarino, experiências de pesquisa e diretrizes tecnológicas**

Profa. Dra. Márcia Justino Rossini Mutton

Tecnologia da Produção de Açúcar e Álcool

Departamento de Tecnologia

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias- UNESP, Campus de Jaboticabal

A produção de bioetanol no Brasil tem promovido grandes transformações no cenário produtivo, buscando minimizar a ampliação de novas áreas, sem redução de eficiências e produtividades. Sob esta ótica, grandes esforços têm sido empregados para que a produção sustentável seja realmente consolidada.

As metas do sistema produtivo, avaliadas no contexto da agroindústria, são gerar produtos de qualidade, em conformidade com as exigências dos mercados consumidores, nacional e internacional, com baixo custo de produção. Neste contexto, a eficiência dos processos de produção, que é a recuperação de produtos em relação à quantidade de matéria-prima processada (kg de açúcar/toneladas de colmos), e o rendimento que se refere à recuperação obtida em relação a um referencial (percentual recuperado do ART) passam a serem os determinantes.

Para que a agroindústria seja produtiva, no que se refere à qualidade, é fundamental que todos os esforços sejam concentrados na matéria-prima a ser utilizada, nos diferentes processos empregados para que se obtenha o produto planejado. Dessa maneira, a produtividade e os rendimentos estão diretamente relacionados e dependentes da área administrativa, que possibilita a liberação de recursos para todo o processo; da área agrícola, que é responsável por todo o planejamento da produção e manutenção da matéria-prima na fábrica; e da indústria, que processa a matéria-prima, utilizando-se de processos adequados, possibilitando concretizar a produção em conformidade. Ao mesmo tempo, podem ocorrer situações que levam a perdas de açúcares, comprometendo a eficiência dos processos, assim como a qualidade final dos produtos. Da perfeita integração deste planejamento e das ações é que se determina o êxito do processo e, conseqüentemente, da empresa.

A análise mais detalhada do Fluxograma Geral de Produção do etanol revela que estas perdas podem ocorrer em qualquer ponto do processamento, desde a colheita da matéria-prima no campo até o final do processo produtivo, quando se realiza o acondicionamento ou o armazenamento dos produtos. Entretanto, a matéria-prima é a principal responsável pela obtenção de elevadas eficiências e rendimentos. Verifica-se que os efeitos da qualidade da matéria-prima sobre o processo produtivo são diretos, provocando dificuldades no processo, quedas nas eficiências nos diversos setores e no rendimento industrial, resultando em perda de receita e aumento do custo de produção.

A avaliação do sorgo sacarino colhido mecanicamente resulta em elevada quantidade de impurezas vegetais, que podem comprometer a qualidade da matéria-prima a ser processada industrialmente. Por outro lado, a avaliação quali-quantitativa desta matéria-prima, objetivando sua valorização, ainda não conta com parâmetros técnicos, similares aos usados na cana. As diretrizes estabelecidas para a avaliação da cana-de-açúcar não são aplicadas ao sorgo sacarino, em função das diferenças entre os constituintes do caldo, assim como o teor e natureza da fibra.

Outro ponto importante no manejo desta matéria-prima é o tempo disponível entre a colheita e o processamento dos colmos. Este é significativamente inferior ao da cana-de-açúcar, principalmente quando se utiliza colhedoras que picam os colmos em tamanhos bem menores que os convencionalmente empregados para a cana. Pesquisas realizadas têm demonstrado que quanto menor o tamanho dos colmos, mais acelerado é o processo de deterioração.

Para alguns genótipos, observa-se intensa isoporização dos colmos, que resultam em maior teor de fibra e menor teor de caldo e de açúcares, comprometendo a qualidade tecnológica desta matéria-prima.

Por ocasião do processamento industrial, alguns ajustes precisam ser realizados, tal como preparo adequado dos colmos para extração do caldo, em virtude da menor resistência da fibra. A utilização das mesmas condições resulta em maior quantidade de bagacilho presente no caldo que é encaminhado para a superfície das peneiras, assim como o vinho quando submetido às centrífugas para separação das leveduras. O excesso de bagacilho pode afetar a eficiência destes equipamentos, comprometendo estas operações. Não obstante, o processo de extração do caldo por moendas é semelhante ao da cana-de-açúcar, requerendo ajustes para alcançar as médias de extração obtidas pelas usinas com cana-de-açúcar. Fato semelhante pode ser visto quanto a necessidade de redução do teor de umidade do bagaço do último terno de moagem, pelos reflexos que poderão advir da queima nas caldeiras para geração de vapor.

Na operação de Tratamento do caldo, a utilização do sorgo sacarino como matéria-prima requer o emprego de enzimas para sacarificação do amido e remoção de particulados, especialmente quando se utiliza colheita do sorgo com panícula (sorgo integral). De modo semelhante, verifica-se maior consumo de produtos para clarificação do caldo, especialmente de polímeros,  $\text{PO}_4^{3-}$  e  $\text{Ca(OH)}_2$ . Como resultado, tem-se maiores volumes de lodos ou borras nos decantadores.

Na etapa de preparo do mosto para fermentação, o sorgo sacarino apresenta menores teores de ART, em comparação à cana-de-açúcar, requerendo a concentração do caldo por evaporação. Como consequência, tem-se maior consumo de vapor. Observa-se ainda a adequação do teor de nutrientes, a escolha e adaptação das leveduras, dentre outros parâmetros, que poderão afetar a eficiência e o rendimento do processo, a composição do destilado, além das elevadas quantidades de subprodutos. A composição nutricional do caldo de sorgo sacarino indica menores teores de nitrogênio amoniacal e fósforo e elevados teores de alumínio e de potássio.

As leveduras são os microrganismos responsáveis pela conversão de açúcares em etanol através da fermentação. As linhagens utilizadas na indústria pertencem ao gênero *Saccharomyces* e foram selecionadas ao longo de vários anos, apresentando elevada eficiência no desdobramento de sacarose, glicose e frutose presentes no mosto, estando extremamente adaptadas aos processos fermentativos em cana-de-açúcar. Fermentações de mosto de sorgo sacarino por algumas linhagens de *Saccharomyces* têm sido realizadas, e tais resultados demonstraram eficiência dessas linhagens na conversão de açúcares a etanol, apenas quando se utiliza caldo proveniente dos colmos. Neste novo ciclo de produção, o que se propõe é a colheita de colmos integrais (colmos, folhas e grãos). Assim, apesar de o caldo de sorgo sacarino apresentar altos teores de açúcares, sua utilização deve ser cuidadosamente planejada, considerando-se os teores de amido no caldo, que podem interferir no processo produtivo. Neste caso, a quebra da molécula em açúcares simples, através do uso de enzimas

amilolíticas ( $\alpha$ -amilase), como ocorre com o caldo de cana-de-açúcar, possibilitará o processamento integral, maximizando a produtividade de bioetanol, ampliando o período de colheita. Evidencia-se, assim, a necessidade da avaliação de linhagens de leveduras, assim como a possibilidade da realização de misturas a ser empregadas na produção.

Diversas pesquisas foram realizadas objetivando fermentar mosto preparado a partir de sorgo sacarino, com a utilização das leveduras industriais selecionadas CAT, PE-2, FT885 e Mix das três leveduras em quantidades equivalentes. O processo ocorreu naturalmente. A avaliação dos parâmetros microbiológicos indicou que os valores de viabilidade celular do pé-de-cuba apresentaram melhores resultados para a cepa FT885. Os valores encontrados foram da ordem de 75% para a CAT, 78% para a PE-2 e Mix e 97% para a FT885, para os mostos de cana e de sorgo sacarino.

Entretanto, a partir do início do processo fermentativo, notam-se diferenças significativas, com melhor desempenho para a levedura FT885, tanto para os índices de brotamentos quanto para viabilidade de brotos.

Ao final do processo fermentativo, os teores de Açúcares Redutores Residuais Totais (ARRT) e Glicerol no vinho foram menores quando se empregou a cepa FT885, que apresentou ainda os maiores teores de etanol no vinho.

Do processamento do sorgo serão gerados os subprodutos bagaço e vinhaça, que podem apresentar particularidades relativas à composição, requerendo assim sua melhor caracterização e possibilidades de utilização no sistema produtivo.

Apresentam-se ainda outras questões, como o domínio de novos processos em rotas tecnológicas para a conversão da biomassa em bioenergia, tais como a hidrólise ácida e enzimática, termoquímica e a gaseificação.

Para que estas inovações pretendidas sejam realmente incorporadas ao sistema produtivo, deve buscar:

- a) Desenvolvimento de genótipos mais adaptados com maior potencial de produção de açúcares e biomassa;
- b) Adequação dos sistemas de produção agrícolas (nutrição, adubação, tratamentos culturais, sistemas de plantio, métodos e equipamentos de colheita);
- c) Caracterização químico-tecnológica da matéria-prima, objetivando o processamento industrial, isoladamente ou em misturas com a cana-de-açúcar;
- d) Adequação da utilização dos métodos e protocolos analíticos;
- e) Avaliação dos procedimentos industriais, rendimentos, eficiências e viabilidade para produção de etanol de 1ª geração;
- f) Avaliação da utilização em novos processos tecnológicos (etanol de 2ª geração, biorrefinarias, novas moléculas e produtos);
- g) Viabilidade de inserção no complexo produtivo do setor sucroenergético, considerando-se plantio/colheita na entressafra da cana em áreas de reforma do canavial, com aproveitamento ou adaptação de maquinarias agrônômicas e industriais.

## **Características desejáveis para uma boa cultivar de sorgo sacarino**

Robert Eugene Schaffert,  
Embrapa milho e Sorgo

A produção econômica e sustentável de etanol a partir do sorgo sacarino requer níveis mínimos de produção de açúcar e teor de açúcar total (ART) no caldo. Um ART mínimo de 12,5% é desejável porque a levedura pode converter completamente este nível de açúcar em etanol dentro de 6 a 10 horas. Concentrações de ART menores que 12,5% resultarão em uma baixa eficiência de utilização dos tanques de fermentação, aumentando assim os custos industriais. Com a experiência, verifica-se que a extração de 80 kg de açúcar por tonelada de colmos (com base em prensa hidráulica padrão) produzirá 2.000 a

2.200 litros de etanol por hectare, com rendimentos de biomassa de 40 t ha<sup>-1</sup>.

O período de utilização industrial (PUI) é o número de dias em que uma cultivar apresenta ART acima de 12,5% e extração de açúcar superior a 80 kg t<sup>-1</sup> com base na extração de açúcar a partir de uma amostra de 500 gramas utilizando uma prensa hidráulica (245 kg cm<sup>-2</sup> durante 60 segundos). Recomendamos um período mínimo de 30 dias mantendo estes limites inferiores, para cada cultivar, visando o planejamento e a gestão industrial da destilaria.

Nossos resultados de pesquisas já demonstraram que as cultivares de sorgo sacarino (variedades) têm consistentemente PUI com melhor qualidade e mais longos quando comparadas aos híbridos. A razão disso é que a maioria ou todos os híbridos são derivados de linhagens fêmeas com colmos suculentos sem açúcar, encontradas nas coleções das linhagens fêmeas de sorgo desenvolvidas para a produção de híbridos graníferos e forrageiros. Além de possuírem colmo sem açúcar, essas linhagens foram desenvolvidas para máxima produção de grãos, o que é indesejável para o sorgo sacarino. Alta produção de grãos em sorgo sacarino aumenta as chances de acamamento, bem como um possível dreno da produção de açúcar, via fotossíntese, para produção de amido. Resultados experimentais e em larga escala tem demonstrado que o caldo extraído dos híbridos sacarinos avaliados na atualidade, apresentam °Brix e teor de açúcares muito inferiores aos das variedades. Por consequência, o rendimento de etanol a partir destes híbridos sacarinos é sempre menor do que o das variedades.

A curva de maturação deve ser caracterizada durante um período de 60 dias, a partir de 15 dias após o florescimento, com amostragens em intervalos de 7 dias para determinação do PUI de cada cultivar de sorgo sacarino a ser recomendada. Esta caracterização deve ser realizada no ambiente para o qual a cultivar será cultivada. Deve-se ter em mente também que um ART de 12,5% corresponderá a aproximadamente um °Brix de 14,25 a 14,5.

O produtor de sorgo sacarino deve solicitar informações sobre o PUI de cada cultivar, variedade ou híbrido, para planejamento da colheita em períodos de maior qualidade e rendimento do caldo extraído e, assim, ter maior certeza que será possível atingir o nível de produtividade de etanol desejado. O “Conceito mínimo” para uma cultivar de sorgo sacarino no Brasil na safra 2012 é 50 t ha<sup>-1</sup> de colmos (biomassa sem panículas), 12,5% ART, 60 L t<sup>-1</sup> etanol, 3000 L ha<sup>-1</sup> e um PUI\* de 30 dias.

## Manejo da fertilidade do solo e nutrição mineral do sorgo sacarino

Leonardo Angelo de Aquino

Professor de Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral de Plantas

Universidade Federal de Viçosa/Campus Rio Paranaíba

leonardo.aquino@ufv.br

Existe o mito de que o sorgo é um cultivo pouco exigente em fertilidade do solo. Isso é parcialmente verdade para o sorgo granífero, que comumente é cultivado no Brasil em período de safrinha, época de cultivo que apresenta menor potencial produtivo condicionado pela escassez de água, pelas menores temperaturas e pela menor radiação solar. O menor potencial produtivo faz com que a exigência em nutrientes seja baixa. Diferentemente do sorgo granífero, o sacarino, que acumula açúcares no colmo de forma similar à cana-de-açúcar, é cultivado no verão com boa disponibilidade hídrica, maior radiação solar e temperaturas adequadas. Com isso, o potencial produtivo é alto e, por conseguinte, a demanda de nutrientes.

Estudos realizados por Rosolém e Malavolta (1981) concluíram que as cultivares de sorgo sacarino Brandes e Rio apresentaram alta demanda de nutrientes para produtividades de matéria seca entre 14 e 16 t ha<sup>-1</sup>. Os autores observaram a seguinte ordem de extração de nutrientes: K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > B > Mn > Zn > Cu. Outro ponto que deve ser considerado é como será a colheita: apenas colmos ou planta inteira. A maior parte de nutrientes está contida no colmo. No entanto,

se o sistema de colheita for de planta inteira a extração dos nutrientes será bem maior do que aquela de colmos (Tabela 1).

Salientam-se as grandes quantidades de potássio e de nitrogênio que podem ser extraídas e exportadas pela cultura. As extrações de potássio e de nitrogênio podem ultrapassar 3,91 e 3,22 kg por tonelada de colmos, respectivamente. As exportações de potássio e de nitrogênio pelos colmos são acima de 78 e 52% do extraído, respectivamente. Outro aspecto importante é que o sorgo sacarino tem exportação de magnésio próxima ou igual à de cálcio. Assim, no processo de correção da acidez deve ser dada preferência aos corretivos com menor relação Ca/Mg para que não haja empobrecimento deste último no solo.

Existem poucos estudos com a nutrição do sorgo sacarino nas condições brasileiras. No entanto, esses permitem inferir que a extração de nutrientes para altas produtividades de biomassa de sorgo sacarino são parecidas com aquelas do forrageiro (Tabela 2). Assim, as informações disponíveis na literatura a respeito da nutrição do sorgo forrageiro podem ser utilizadas como ponto de partida para estudos e racionalização do processo de fertilização do sorgo sacarino. Diversos trabalhos com sorgo forrageiro citados por Coelho et al. (2002), com produtividade de matéria seca similares às obtidas por Rosolem e Malavolta (1981) com sorgo sacarino, permitem estimar as extrações de N e de K em 9,27 e 13,95 kg por tonelada de matéria seca, respectivamente (Figura 1).

**Tabela 1.** Acúmulo e partição de matéria seca e de nutrientes pelo sorgo sacarino.

Parte da planta	Nutrientes (kg ha <sup>-1</sup> )					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Folha + raquis	44	7	38	33	19	4,6
Colmo	83	5	157	20	20	9,0
Grãos	37	8	4	3	5	2,3
Total	164	20	199	56	44	15,9

**Tabela 1.** Acúmulo e partição de matéria seca e de nutrientes pelo sorgo sacarino. (continuação)

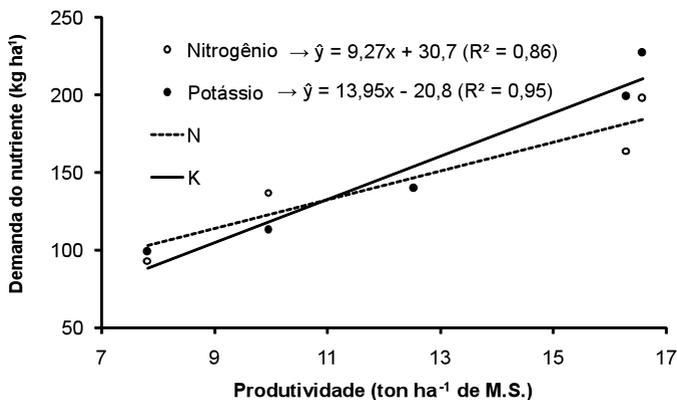
Parte da planta	Nutrientes (g ha <sup>-1</sup> )					M.S. (t ha <sup>-1</sup> )
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
Folha + raquis	320	75	1.970	600	110	4,0
Colmo	430	85	1.000	180	220	10,0
Grãos	170	18	240	80	65	2,5
Total	920	178	3.210	860	395	16,5

Adaptado de Rosolem e Malavolta (1981).

**Tabela 2.** Extração de nutrientes e acúmulo de matéria seca por sorgos forrageiro e sacarino.

Tipo de sorgo	Matéria Seca (kg ha <sup>-1</sup> )	Nutrientes (kg ha <sup>-1</sup> )				
		N	P	K	Ca	Mg
Forrageiro	16.580	198	43	227	50	47
Sacarino	16.300	164	20	199	56	44

Adaptado de: Coelho et al. (2002); Rosolem e Malavolta (1981).

**Figura 1.** Extração de N e K estimada para o sorgo sacarino em função da produtividade de matéria seca almejada. Modelos construídos com base nas informações de Coelho et al. (2002) e Rosolem e Malavolta (1981).

É essencial realizar a coleta das amostras de solo com antecedência adequada da semeadura. A antecedência e o planejamento são importantes para a operacionalização da compra, da aplicação de corretivos e para a reação desses no solo para correção da acidez. Os resultados da análise de solo são utilizados para definição das classes de fertilidade (Tabelas 3, 4, 5 e 6). Com essas, define-se a adubação de semeadura e de cobertura para o adequado suprimento de nutrientes (Tabela 7). Além das doses corretamente recomendadas, é importante atentar para a aplicação da forma correta e no momento oportuno ao atendimento das exigências nutricionais da cultura.

**Tabela 3.** Classes de disponibilidade de P pelo Extrator Resina.

Classes de disponibilidade	Baixo	Médio	Adequado
Teor de P (mg dm <sup>-3</sup> )	< 15	16 - 40	> 40,1**

\* Extrator Resina; \*\* acima desse valor utilizar apenas adubação de manutenção (aproximadamente 30 – 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Adaptado de Rajj et al. (1996).

**Tabela 4.** Classes de disponibilidade de P pelo Extrator Mehlich-1.

Teor de Argila (g kg <sup>-1</sup> )	Classes de disponibilidade		
	Baixo	Médio	Adequado
	----- Teor de P (mg dm <sup>-3</sup> )* -----		
< 150	< 12	12 – 18	18 – 25**
160 – 350	< 10	10 – 15	15 – 20
360 – 600	< 5	5 – 8	8 – 12
> 600	< 3	3 – 4	4 – 6

\* Extrator Mehlich -1; \*\* acima do limite superior dessa classe utilizar apenas adubação de manutenção (aproximadamente 30 – 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Adaptado de Sousa & Lobato (2004).

**Tabela 5.** Classes de disponibilidade de K no solo pelo Extrator Mehlich-1.

Classes de disponibilidade	Baixo	Médio	Adequado
Teor de K (mg dm <sup>-3</sup> )*	< 40	41 – 70	61 – 120

\* Extrator Mehlich-1.

Adaptado de Alvarez V. et al. (1999).

**Tabela 6.** Classes de disponibilidade de micronutrientes.

Micronutriente	Classes de Disponibilidade		
	Baixo	Médio	Bom
	----- Teor disponível (mg dm <sup>-3</sup> ) -----		
Zn	< 0,90	0,91 – 1,50	> 1,51
Mn	< 5,0	5,1 – 8,0	> 8,1
Fe	< 18	18,1 – 30	> 30,1
Cu	< 0,7	0,71 – 1,2	> 1,21
B	< 0,35	0,36 – 0,60	> 0,61

Extratores: Cu, Fe, Mn e Zn – Mehlich – 1; B – água quente.

Adaptado de Alvarez V. et al. (1999).

A calagem pode ser recomendada pelos métodos do Ca, Mg e Al trocáveis ou pelo método da saturação por bases. O primeiro é mais indicado para solos arenosos, com CTC a pH 7 inferior a 45 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. Para este método, busca-se Ca + Mg em torno de 30 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. O segundo método é mais indicado para solos argilosos e com CTC a pH 7 superior a 45 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. Neste caso, almeja-se alcançar a saturação de bases entre 50 e 60%.

Deve-se dar preferência a corretivos com menor relação Ca:Mg, pois o sorgo possui grande exportação de Mg. O uso de corretivos com maior relação entre esses nutrientes pode levar à deficiência de Mg ao longo de cultivos.

A calagem deve ser realizada pelo menos 90 dias antes da semeadura, com a presença de água no solo necessária à reação dos corretivos de acidez. No caso da semeadura sobre palhada da cana-de-açúcar, uma opção é fazer a calagem na última soca de cana, com um ano de antecedência, visando a correção da acidez para a cultura do sorgo sacarino.

**Tabela 7.** Recomendação de nutrientes para o sorgo sacarino de acordo com a disponibilidade de nutrientes e potencial produtivo da cultura.

Disponibilidade de nutrientes & Potencial de Produtividade	Nutrientes a serem aplicados (kg ha <sup>-1</sup> )					
	N <sup>1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>/2</sup>	K <sub>2</sub> O	S	B	Cu, Zn
Baixa	60 – 90	90 – 180	120 – 200	30	1 – 2	2 – 4
Média	90 – 140	60 – 90	80 – 120	30	0,5 – 1	1 – 2
Alta	> 140	30 – 60	40 – 80	30	< 0,5	< 1

<sup>/1</sup> Maiores doses são indicadas para talhões com maior potencial produtivo. Este é associado com semeadura na época adequada, solos com disponibilidade de P classificada como média ou alta, sem fatores não nutricionais limitantes. Sugere-se aumentar em até 40 kg ha<sup>-1</sup> de N a fertilização nitrogenada em Sistema de Semeadura Direta sobre palhada de *Poaceae*.

<sup>/2</sup> Maiores doses dentro de cada classe de disponibilidade devem ser indicadas quando as condições climáticas são favoráveis ao alcance de altas produtividades e para solos argilosos.

Além da calagem para elevação dos níveis de Ca<sup>2+</sup> e de Mg<sup>2+</sup> e neutralização do Al<sup>3+</sup> em superfície, deve ser amostrada a camada de 20 a 40 cm de profundidade. Caso os resultados da análise química revelem Ca<sup>2+</sup> menor que 5 mmol<sub>c</sub> ou saturação por Al<sup>3+</sup> maior que 30%, deve-se proceder a gessagem para dar condições de crescimento radicular ao longo do perfil do solo. O sistema radicular profundo depende de condições químicas (baixa saturação de Al<sup>3+</sup> e presença de níveis adequados de Ca<sup>2+</sup>) e físicas satisfatórias (ausência de compactação em subsuperfície). O aprofundamento do sistema radicular contribui para o maior volume de solo explorado e, com isso, de nutrientes e água.

A adubação de cobertura também deve ser feita em função do histórico de uso da área, na rotação de culturas, do teor de matéria orgânica no solo e da produtividade potencial. O alcance de maiores produtividades está associado a solos com a fertilidade corrigida (adequados níveis de acidez, de Ca e de Mg, P – disponível nas classes média ou alta), semeadura em

época correta, uso de cultivares adaptadas ao clima e tratos culturais executados em conformidade com as exigências da cultura. A adubação de cobertura deve ser feita quando as plantas estiverem com quatro folhas completamente desenvolvidas. Na semeadura sobre palhada da cana-de-açúcar é importante aplicar entre 30 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura. Além disso, a dose total de N deve ser aumentada em relação ao cultivo convencional sem palhada de gramíneas. A adubação de cobertura deve ser realizada mais cedo para evitar deficiência de N, devido à imobilização provocada pela biomassa microbiana que atua na degradação dos resíduos vegetais da cana-de-açúcar.

Concluí-se que o sorgo sacarino é cultura exigente na fertilidade do solo para se alcançar as altas produtividades de biomassa almeçadas para produção de bioetanol. O conhecimento da demanda nutricional e do potencial produtivo das cultivares atuais permitirá a realização do processo de fertilização de forma mais eficiente.

## Referências

- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Adubação com fósforo**. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Ed.). Cerrado: correção do solo e adubação. 2 Ed. Planaltina – DF: Embrapa Cerrados, 2004. p. 147-168.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas : Instituto Agrônomo, 1996. 285p. (IAC. Boletim técnico, 100).
- ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. **Interpretação dos resultados das análises de solos**. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa: UFV, 1999. p. 25-32.

ROSOLEM, C.A.; MAVOLTA, E. **Exigências nutricionais do sorgo sacarino**. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, v.38, p. 257-268, 1981.

COELHO, A.M.; CASELA, C.R.; WAQUIL, J.M.; RIBAS, P.M.; KARAM, D. **Seja o doutor do seu sorgo**. Informações Agronômicas, n.100, p. 1-24, 2002. (Arquivo do Agrônomo, n. 14).

## **Arranjos de Plantas para o Cultivo de Sorgo Sacarino**

Alexandre Ferreira

Embrapa Milho e Sorgo

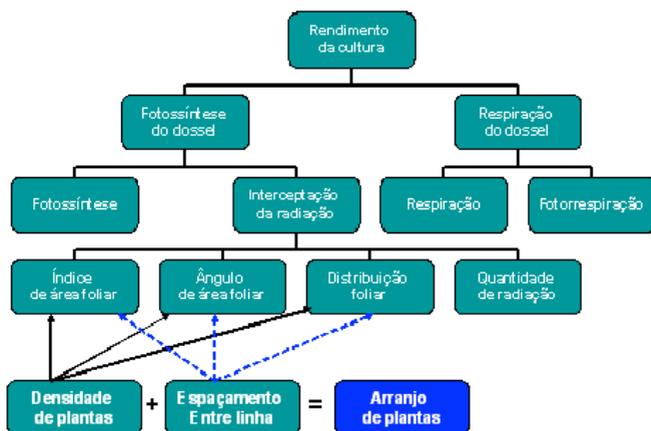
### **1.Introdução**

O sorgo sacarino é uma planta que apresenta metabolismo do grupo C4. Plantas que apresentam este tipo de metabolismo são altamente eficientes na utilização da radiação solar para conversão do CO<sub>2</sub> em fotoassimilados. A otimização da eficiência desse processo de conversão à produção de caldo pode ser afetada pelos seguintes fatores: quantidade de radiação disponível, quantidade da radiação interceptada, eficiência da radiação interceptada pela cultura, eficiência da conversão da radiação interceptada em biomassa e da eficiência de partição da biomassa à estrutura de interesse econômico.

A quantidade de radiação incidente disponível é um fator que depende da posição geográfica de cada região produtora (latitude, longitude e altitude) e da época de semeadura da cultura (SANGOI et al., 2012). A eficiência de interceptação de radiação pela cultura e de sua conversão e partição em produtos orgânicos depende de fatores climáticos, com destaque para temperatura e disponibilidade hídrica; edáficos, com ênfase na fertilidade do solo; e de manejo, destacando-se práticas

culturais, como a densidade e o arranjo de plantas (SANGOI et al., 2010).

Do ponto de vista fisiológico, o rendimento de caldo pode ser definido pelo balanço entre os ganhos oriundos da fotossíntese do dossel e as perdas advindas da respiração (Figura 1). A fotossíntese depende da quantidade de radiação interceptada. De acordo com Argenta et al. (2001), o arranjo de plantas pode influenciar no índice de área foliar, o ângulo foliar e a disposição das folhas. Devido a essa característica, a disposição das plantas na lavoura tem grande importância na interceptação e eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa à produção de caldo.



**Figura 1.** Fluxograma dos fatores que afetam o rendimento da cultura do sorgo sacarino. Adaptado de Argenta et al. (2001).

A escolha do melhor arranjo de plantas é de fundamental importância para que a cultura possa expressar todo o seu potencial produtivo. Desta forma, devemos escolher a melhor densidade e o espaçamento de entrelinhas que melhor se adequa à realidade do produtor.

## 2. Densidade de plantas

O incremento na densidade de plantas é uma forma de aumentar a velocidade de interceptação e a quantidade de radiação incidente interceptada pela cultura (SANGOI, 2012). Porém, o uso de altas populações pode resultar no aumento da competição intraespecífica por água, luz e nutrientes, reduzindo o potencial produtivo da cultura, além de poder ocasionar o acamamento de plantas, afetando a eficiência da colheita. Ao se escolher a densidade de plantas deve-se levar em consideração alguns fatores, tais como: disponibilidade hídrica, nível de fertilidade do solo, cultivar e época de semeadura. O produtor deve optar por menores populações nas seguintes situações: semeadura em região sujeita a veranicos frequentes; solos com baixo nível de fertilidade; semeaduras tardias (plantio mais sujeito ao déficit hídrico e/ou baixas temperaturas durante o seu ciclo de desenvolvimento). Altas populações podem ser utilizadas nas seguintes situações: regiões com precipitações regulares e bem distribuídas; lavouras irrigadas; solos com alta fertilidade; produtores com alta capacidade de investimento em manejo. Para os materiais BRS, tem-se optado por populações de 140.000 e 80.000 plantas  $ha^{-1}$ , em condições favoráveis e desfavoráveis, respectivamente.

May et al. (2012) observaram que a produtividade de caldo da cultivar CMSXS 647 não variou na população de 80.000 a 140.000 plantas  $ha^{-1}$ . À medida que se aumentou a população, reduziu-se a produção de caldo por planta, mas a produtividade de caldo foi equivalente em virtude do efeito compensatório ocasionado pela maior densidade final. Os autores observaram que o aumento da população de plantas promoveu aumento linear na produtividade de massa fresca da cultivar, porém, esse aumento foi atribuído ao incremento no número de folhas por planta. A maior concentração de açúcar no sorgo sacarino se concentra no colmo, conseqüentemente, o produtor deve priorizar o aumento da produtividade dessa variável e não da massa fresca total. Por outro lado, os autores observaram que a cultivar BRS 505 apresentou produtividade de caldo diferenciada em função da densidade de plantas em diferentes espaçamentos de entre linhas.

### 3. Espaçamento entre linhas

Atualmente, em áreas de usinas, a escolha do espaçamento de entre linha acaba sendo limitada em função das colhedoras de cana-de-açúcar que vêm sendo utilizadas na colheita do sorgo sacarino. Dessa forma, é necessário obedecer a bitola entre as esteiras da máquina e a distância entre os molinetes de alimentação frontal (MAY et al., 2012b). Por esse motivo, cultivo em linhas duplas ( 1,00 x 0,65 m; 1,20 x 0,5 m) e triplas (0,4 x 0,4 x 0,96 m) vem sendo muito adotado por parte dos usineiros. No entanto, dependendo das dimensões das colhedoras, é possível utilizar espaçamentos simples.

Diversos autores observaram que o rendimento cultural do sorgo é diretamente afetado pelo número de linhas por hectare (MAY et al., 2012; ALBUQUERQUE et al. 2012; ZEGADA-LIZARAZU & MONTI, 2012). De uma forma geral, o aumento no espaçamento ocasiona redução na produtividade da cultura, porém, esses resultados podem variar em função da cultivar e das condições edafoclimáticas de cada local.

Mantendo-se a densidade de plantas constante, a redução no espaçamento de entre linhas aumenta a distância entre plantas na linha de semeadura, proporcionando um arranjo mais equidistante dos indivíduos nas áreas de cultivo, contribuindo, dessa forma, para a melhor interceptação da radiação solar. A utilização de espaçamentos reduzidos, também, apresenta outras vantagens, tais como: favorece o controle de plantas daninhas, em função da limitação da radiação solar nos estratos inferiores do dossel; reduz a quantidade de água perdida por evaporação, em função do rápido sombreamento do solo; apresenta melhor distribuição do sistema radicular, devido ao arranjo mais equidistante, favorecendo a melhor absorção de água e nutrientes. Porém, apesar das maiores produtividades de caldo serem encontradas nos espaçamentos reduzidos, a sua adoção é limitada devido à falta de colhedoras adaptadas.

## 4. Efeito do arranjo de semeadura sobre o brix

O brix é um parâmetro que representa uma aproximação do teor de sólidos solúveis totais, tendo correlação significativa e positiva com a concentração total de açúcar, sendo diretamente influenciado pela taxa fotossintética das plantas. Por ser influenciado pela atividade fotossintética é de se esperar que o arranjo de plantas, em função da maior ou menor interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, exerça influência direta sobre essa variável. Fatores como o nível de fertilidade do solo, temperatura, disponibilidade hídrica e radiação disponível também afetam diretamente essa variável.

## 5. Conclusões

Ao se escolher o melhor arranjo de semeadura deve-se levar em consideração a cultivar, o nível de fertilidade do solo, a disponibilidade hídrica, a época de semeadura e o maquinário disponível na propriedade.

## 6. Literatura Citada

ALBUQUERQUE, C.J.B. et al. **Sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de Minas Gerais**. Rev. Bras. de Milho e Sorgo, v.11, n.1, p. 69-85, 2012.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, L. **Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte**. Ciência Rural, Santa Maria, v.31, n.6, p.1075-1084, 2001.

MAY, A. et al. **Variedades de sorgo sacarino em diferentes espaçamentos e densidades**. Rev. Bras. de Milho e Sorgo. (PRELO).

MAY, A. et al. **Manejo e tratos culturais**. In: MAY, A.; DURÃES, F.O.M.; SCHAFFERT, R.E. PARRELA, R.A.C. (Ed). Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo Sacarino para Bioetanol Sistema

**BRS1G-Tecnologia Qualidade Embrapa.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012b. 118p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos 139)

SANGOI, L. **Estratégias de manejo e arranjo de plantas de milho.** In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012. Águas de Lindóia. Anais... Campinas, 2012.

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G. **Estratégias de manejo do arranjo de plantas para aumentar o rendimento de grãos de milho.** Lages: Graphel, 2010. 64p.

ZEGADA-LIZARAZU, W.; MONTI, A. **Are we ready to cultivate sweet sorghum as a bioenergy feedstock? A review on field management practices.** Biomass and Bioenergy, Oxford, v. 40, p. 1-12, 2012

## **Manejo Integrado de Pragas em Sorgo Sacarino**

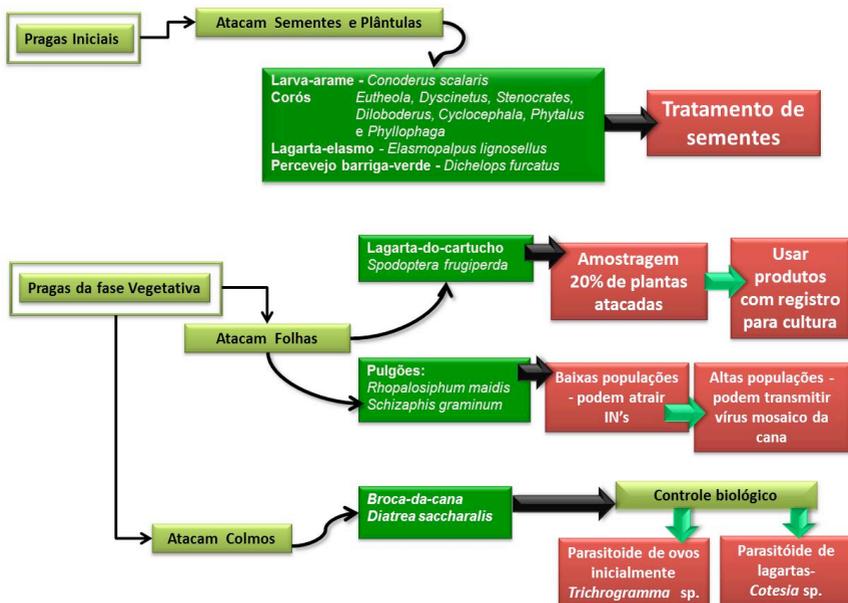
Simone Martins Mendes, Paulo Afonso Viana, José Magid Waquil, André May  
Embrapa Milho e Sorgo

### **Introdução**

Num cenário em que a cultura do sorgo sacarino começa a despontar com potencial para a produção de etanol no Brasil, avançando para a terceira safra (2012/2013), os levantamentos e monitoramentos de insetos nas lavouras ainda são incipientes. Tais acompanhamentos são essenciais para mostrar quais grupos de pragas de sorgo têm potencial para alcançar o *status* de praga e para aportar as estratégias de Manejo Integrado de Pragas (MIP) que comecem a ser desenhadas para o sorgo sacarino.

Contudo, a demanda dos produtores que estão investindo nessas lavouras, por conhecimento, tecnologia e estratégias para manejar as pragas em sorgo sacarino, é crescente. Assim, com o intuito de balizar

e discutir a questão do MIP sumariza-se aqui as principais espécies de insetos-pragas levantadas em lavouras de sorgo e as possibilidades para manejá-las.



**Figura 1** Fluxograma de principais insetos-praga e estratégias de manejo em sorgo sacarino.

## Desenvolvimento

### Pragas Iniciais

Compreende um grupo de insetos que ataca desde as sementes até as plântulas. Na Figura 1 estão sumarizadas as principais espécies de insetos considerados pragas iniciais na cultura do sorgo. O grupo de insetos que atacam a parte subterrânea das plantas é mais difícil de ser observado. Os danos implicam principalmente a redução de estande, vigor da planta e sistema radicular, contribuindo para o maior acamamento e redução drástica do índice de colheita. As principais

espécies subterrâneas são: peludinha [*Astylus variegatus* (Germar)]; larva-aramé [*Conoderus scalaris* Germar)]; corós ou bicho-bolo, que são larvas de várias espécies de besouros dos gêneros *Eutheola*, *Dyscinetus*, *Stenocrates*, *Diloboderus*, *Cyclocephala*, *Phytalus* e *Phyllophaga*. Pertencentes ao grupo de insetos que ataca a plântula, estão a lagarta-elasma [*Elasmopalpus lignosellus* Zeller)], cujo sintoma de dano típico é o coração-morto, e o percevejo-barriga-verde [*Dichelops furcatus* (Fabr.)], que pode causar deformação nas plantas e aumentar o perfilhamento. Para esse grupo de insetos-praga preconiza-se realizar o tratamento de sementes (Tabela 1).

## **Pragas da parte vegetativa**

### **Pragas que atacam as folhas**

A lagarta-do-cartucho [*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)] tem sido apontada como uma das espécies mais nocivas em lavouras de sorgo sacarino no Brasil. As lagartas desta praga são encontradas, normalmente, dentro do cartucho das plantas durante o dia e com atividade intensa durante a noite. As fêmeas, depois do acasalamento, depositam massas de ovos (aproximadamente 150 ovos/postura) nas folhas. Após a eclosão, as lagartas raspam o limbo foliar e migram para o cartucho da planta. As folhas novas são danificadas dentro do cartucho e, quando se abrem, apresentam lesões simétricas nos dois lados do limbo foliar. Nos dois últimos instares, as lagartas consomem grande quantidade de folha e provocam os maiores danos. Para o manejo dessa espécie recomenda-se realizar o monitoramento das lavouras, sobretudo até o estágio de V8-V9. Quando as amostragens indicarem 20% de plantas com lagartas e sintomas de folhas raspadas, sugere-se entrar com pulverizações de inseticidas (Tabela 1). É importante utilizar inseticidas que contenham registro para a cultura, pois o sorgo apresenta problemas de fitotoxidez em relação a alguns princípios ativos.

Duas espécies de pulgões são comumente encontradas em lavouras de sorgo sacarino: o pulgão-verde [*Schizaphis graminum* (Rondani)] e o pulgão-do-milho [*Rhopalosiphum maidis* (Fitch)]. A reprodução

desses insetos ocorre num período de tempo relativamente curto e eles possuem alto potencial biótico, podendo formar grandes colônias e causar danos expressivos. Os danos podem ser diretos, devido à sucção de seiva das plantas, ou indiretos, pela transmissão de vírus, como o do mosaico-da-cana-de-açúcar, induzidos pelos pulgões adultos e alados durante a picada de prova no início da colonização ou na dispersão na lavoura. No entanto, é importante lembrar que quando presentes em pequenas populações, esses insetos podem atrair um grande número de agentes de controle biológico para a lavoura, que podem auxiliar a prevenir surtos de outras pragas.

### Pragas que atacam colmos

Os adultos da broca-da-cana [*Diatraea saccharalis* (Fabr.)] são mariposas que colocam seus ovos nas folhas do sorgo. Após a eclosão, as lagartas raspam o limbo foliar e dirigem-se internamente para a base da bainha das folhas, por onde penetram no colmo e, ao se alimentarem, formam galerias. Estas galerias normalmente são verticais e ascendentes ou podem ser circulares, seccionando o colmo. Em ambos os casos, as galerias podem ser contaminadas por fungos que provocam uma reação vermelha no interior do colmo, contribuindo para aumentar os danos. Essa reação tem uma coloração vermelha pronunciada, em função do pigmento antocianina, presente naturalmente no sorgo. A broca-da-cana é uma espécie polífaga, podendo ser encontrada em mais de 65 espécies vegetais, incluindo pastagens de importância econômica, além de cana-de-açúcar, milho, milheto, sorgo sacarino, trigo, entre outras, causando perdas econômicas consideráveis nesses cultivos.

Em sorgo, a broca-da-cana provoca danos diretos e indiretos. Os diretos decorrentes do consumo dos tecidos da planta, que pode apresentar perda de peso, abertura de galerias, morte da gema apical, tombamento das plantas, encurtamento do entrenó, enraizamento aéreo e crescimento das gemas laterais. Esses danos podem ocorrer isolados ou associados. Já os danos indiretos estão relacionados com a entrada de microrganismos oportunistas, como os fungos

*Fusarium moniliforme* (Sheld.) e *Colletotricum falcatum* Went., que promovem a inversão da sacarose e a diminuição da pureza do caldo, levando a menor rendimento de açúcar e a contaminações da fermentação alcoólica, com menor rendimento em álcool. Além disso, há quebraimento das plantas, que pode ser agravado por ventos fortes e plantios muito adensados.

Recomenda-se monitorar essa espécie nas lavouras com a utilização de armadilhas contendo fêmeas virgens (feromônio natural) e manejar a infestação com a utilização de agentes de controle biológico. Na fase inicial do cultivo, deve-se priorizar a liberação de parasitoides de ovos (*Trichogramma* spp.), com intuito de reduzir a infestação inicial e com a detecção de infestação de lagartas nos colmos, deve-se iniciar as liberações de parasitoides de larvas, especialmente *Cotesia* spp., que apresenta alta especificidade com as larvas dessa praga. A utilização do controle biológico deve ser a estratégia de manejo prioritária e tem mostrado relativo sucesso nas lavouras acompanhadas até o momento, sobretudo porque não existem inseticidas registrados para o controle dessa praga em sorgo.

### 3. Conclusões

É importante ressaltar que programas de manejo devem ser baseados em monitoramentos constantes da população de insetos, em estratégias que usem racionalmente a aplicação de inseticidas e, sobretudo, visando o equilíbrio da população de insetos no campo para que não causem dano econômico. Essa prática somente pode ser alcançada no campo com a utilização de agentes de controle biológico prioritariamente. Além disso, o baixo aporte de inseticidas disponíveis para utilização nas lavouras de sorgo, no Brasil, impulsiona o setor produtivo e a pesquisa a buscar estratégias de controle viáveis e sustentáveis.

## Manejo de doenças em sorgo sacarino

Dagma Dionísia da Silva, Luciano Viana Cota, Rodrigo Vêras da Costa

Embrapa Milho e Sorgo

As doenças que atacam a cultura do sorgo sacarino são praticamente as mesmas que infectam os outros tipos de sorgo (grão, pastejo e silageiro) as quais podem ser limitantes da produção, dependendo das condições ambientais e da suscetibilidade de cada cultivar. Em função das condições climáticas e da região em que o sorgo sacarino for cultivado, pode ocorrer o ataque de patógenos causadores de doenças foliares e da panícula, de agentes causais de doenças sistêmicas e de fungos de solo causadores de podridões radiculares e viroses. Dentre as doenças que afetam a cultura do sorgo sacarino no Brasil, destacam-se como importantes a antracnose (*Colletotrichum sublineolum*), o míldio (*Peronosclerospora sorghi*), a helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), a ferrugem (*Puccinia purpurea*), o ergot ou doença-açucarada (*Claviceps africana*) e a podridão-seca (*Macrophomina phaseolina*).

Outras doenças, embora ocorram atualmente com baixa frequência, apresentam potencial para causar danos à cultura do sorgo sacarino. São elas, o mosaico-da-cana-de-açúcar (SCMV); a mancha-de-ramulispóra (*Ramulispora sorghi*), ainda esporádica no país, mas com aumento de frequência, atacando várias cultivares de sorgo sacarino; nematoides (*Pratylenchus spp.* e *Meloidogyne spp.*); mancha-alvo (*Bipolaris sorghicola*) e a cercosporiose (*Cercospora fusimaculans*). Entre estas doenças, o SCMV e os nematoides são comuns à cana-de-açúcar e ao sorgo, necessitando de avaliações em áreas de sucessão entre estas culturas.

Os prejuízos causados pelas doenças vão além das perdas na qualidade e na quantidade de massa verde. Algumas doenças também reduzem a quantidade de açúcares no colmo ou predispõem a planta ao ataque de patógenos causadores de podridão de colmo. Um exemplo é a ferrugem, que reduz o valor da forragem, predispõe as plantas ao

ataque de *Fusarium* e *Macrophomina phaseolina* e reduz o conteúdo de açúcares no colmo.

O correto manejo das doenças em sorgo depende dos patógenos presentes em cada região de cultivo, da reação das cultivares a cada patógeno, da época de ocorrência de cada doença e da existência de condições climáticas que as favoreçam. Para decidir que medida de controle deverá ser adotada é importante fazer o monitoramento e a correta diagnose das doenças em campo.

A diagnose correta é necessária para evitar que sintomas causados por fatores abióticos, como os fisiológicos, de deficiência nutricional e danos causados por herbicidas sejam confundidos com sintomas de doenças. Exemplos de doenças que podem ser confundidas são a antracnose, os nematoides, a helmintosporiose e a mancha-de-ramulispora. Algumas doenças apresentam sintomas similares e que podem causar confusão no momento da identificação, como é o caso da helmintosporiose e da mancha-de-ramulispora. Para diferenciar as duas doenças, deve-se conhecer os sintomas de ambas, sendo que na helmintosporiose as lesões são alongadas de formato elíptico, púrpura-avermelhadas ou cinza-amareladas, que se desenvolvem inicialmente nas folhas inferiores e em ataques severos; pode ocorrer queima de toda a parte aérea das plantas. Já a mancha-de-ramulispora tem como sintomas lesões necróticas de forma elíptica, alongadas, em que a presença de halo amarelado e de numerosos pontos negros confere um aspecto fuliginoso, e é o que a diferencia da helmintosporiose. Além disso, a helmintosporiose ocorre principalmente na fase vegetativa da cultura, enquanto a mancha-de-ramulispora pode ocorrer desde a fase de plântulas até a maturidade das plantas. Vale ressaltar que ao contrário da helmintosporiose, para a qual produtos têm sido avaliados quanto à eficiência de controle, para a mancha-de-ramulispora ainda não existem informações deste tipo no Brasil. Isto reforça a importância da diagnose correta no manejo de doenças em sorgo.

A primeira medida de controle a ser observada é o genótipo a ser plantado, pois existe variação na reação dos genótipos de sorgo sacarino para as principais doenças, como a antracnose, a helmintosporiose e a ferrugem. A resistência genética é a medida mais importante para o manejo de todas as doenças em sorgo, não havendo diferença no preço de sementes suscetíveis e resistentes das cultivares. No entanto, a variabilidade dos patógenos é o principal problema quando se pensa em durabilidade da resistência genética, devido à possibilidade de superação da resistência, principalmente em locais com alta quantidade de inóculo e sob plantios contínuos com a mesma cultivar.

O tratamento de sementes é uma medida importante para manejo de doenças em sorgo. Para a cultura do sorgo, existe no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) um produto comercial à base de metalaxil + fludioxonil registrado para o controle de fungos do solo que tem sido eficiente em reduzir a incidência de míldio. Ainda para tratamento de sementes em sorgo, existem dois produtos comerciais registrados no Mapa, à base de captana, para o controle de patógenos causadores de podridões, tombamentos e mofos, tais como *Phoma sorghina*, *Cladosporium cladosporioides*, *Alternaria tenuissima*, *Fusarium moniliforme*, *Rhizopus spp.*, e *Aspergillus spp.* Estes produtos também são recomendados para controle de *C. sublineolum* e *Exserohilum turcicum*. Esta medida de controle pode ser importante para impedir/reduzir a entrada de inóculo destes patógenos, via sementes, em áreas onde ainda não estão presentes, como nas áreas de cana-de-açúcar.

Conhecer a época de ocorrência também ajuda na tomada de decisão sobre o manejo das doenças. As principais doenças em sorgo, como a helmintosporiose e a antracnose, ocorrem na fase vegetativa ou a partir do florescimento. A helmintosporiose ocorre com maior frequência antes da emergência da panícula. A sua incidência tem sido maior em áreas de plantios de safrinha no Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, devido às condições mais baixas de temperatura durante

o desenvolvimento da cultura, entre 18 e 27 °C, que favorecem sua incidência e severidade. A ferrugem, doença causada por *Puccinia purpurea*, um parasita obrigatório, necessita de tecido vivo para se desenvolver, mas tem como condições favoráveis temperaturas mais amenas e alta umidade. A partir do florescimento, a antracnose passa a ser a doença mais severa em cultivares suscetíveis. Plantas expostas a períodos prolongados de temperatura e umidade elevadas, e principalmente coincidindo com a fase de formação dos grãos, poderão apresentar severidade alta e perdas na produção superiores a 70%. Outra doença que merece atenção com a proximidade do florescimento é a doença açucarada ou mela do sorgo. Ela tem ocorrido de maneira severa em todas as regiões do Brasil, tornando-se problema para indústria de sementes e produtores de grãos e forragens. Para o sorgo sacarino, que tem a quantidade de açúcares no colmo como um dos parâmetros mais relevantes para a produção de etanol, a doença açucarada pode ter efeito negativo por reduzir a quantidade destes açúcares. O patógeno infecta somente o ovário não fertilizado, durante a antese. Todos os fatores ambientais e biológicos que afetam a produção e o vigor do pólen e/ou impedem a abertura normal das anteras favorecerão o patógeno a infectar o ovário e desenvolver a doença.

Diante do exposto, fica clara a importância da época de ocorrência das doenças em seu manejo. O plantio deve ser realizado, preferencialmente, em períodos em que as condições climáticas sejam desfavoráveis às principais doenças na região. No caso do sorgo sacarino, cultivado no período de entressafra da cana, o plantio ocorrerá nos meses quentes do ano e com maior precipitação, entre novembro e dezembro, o que poderá favorecer as doenças que têm sua severidade aumentada nestas condições.

Assim como a época de plantio tem efeito na prevalência das doenças, o controle químico também deverá ser realizado de acordo com a presença e severidade das doenças e com a época de ocorrência delas durante o ciclo da cultura. Considerando que a helmintosporiose e a

ferrugem serão mais severas na fase vegetativa, e que a antracnose é mais severa a partir do florescimento, deve-se atentar para sua ocorrência e severidade nestas fases da cultura, o que permite definir sobre a necessidade de controle. Para o controle da helmintosporiose, uma maior eficiência de controle tem sido verificada quando a aplicação é realizada entre 40-45 dias após a emergência (DAE). No caso da antracnose, a maior eficiência da aplicação de fungicida ocorre entre 60-65 DAE. Vale ressaltar que pulverizações realizadas entre 45-50 dias, dependendo do produto aplicado, terão efeito preventivo para a antracnose.

As moléculas de fungicidas disponíveis no mercado têm especificidade de controle para alguns patógenos. Por exemplo, os fungicidas à base de tebuconazol têm registro para uso na cultura do sorgo para o controle de ergot, mas eles também têm efeito sobre as ferrugens e a helmintosporiose. No entanto, o tebuconazol apresenta baixa eficiência no controle da antracnose foliar. Por outro lado, fungicidas à base de carbendazim têm sido amplamente utilizados pelos agricultores para o controle de antracnose, devido ao seu baixo custo; no entanto, esta molécula é pouco eficaz contra os fungos causadores das ferrugens e da helmintosporiose. Dos produtos disponíveis no mercado, as misturas de triazol + estrobirulinas apresentam um maior espectro de ação para o controle de doenças foliares do sorgo. Para sorgo sacarino ainda são necessários trabalhos sobre número e época de aplicação de fungicidas e interação deste com o nível de resistência dos cultivares. Com exceção do tebuconazol, nenhuma outra molécula possui registro no Ministério da Agricultura para uso na cultura do sorgo para o controle de doenças de parte aérea.

O efeito das práticas culturais nas doenças de sorgo sacarino tem sido avaliado pela Embrapa. Resultados têm demonstrado que o aumento da densidade de plantas tende a aumentar a incidência de algumas doenças, como a helmintosporiose. A utilização da rotação entre cultivares de sorgo granífero, suscetível e resistente, é capaz de reduzir a severidade da antracnose e pode ser uma alternativa viável

em sorgo sacarino, dado que tem se observado diferença na reação das cultivares sacarinas a diferentes doenças.

Algumas considerações devem ser feitas em relação à ocorrência de doenças em sorgo sacarino nas áreas das usinas canavieiras. Os principais patógenos que atacam a cultura do sorgo, como *C. sublineolum* (antracnose) e *E. turcicum* (helmintosporiose), são necrotróficos, ou seja, sobrevivem como saprófitos em restos culturais (palhada) de sorgo após a colheita. Para essa categoria de patógenos, a sobrevivência e a multiplicação do inóculo na palhada do sorgo, no campo, são fundamentais para o desenvolvimento de severas epidemias na lavoura. No caso do plantio do sorgo sacarino na entressafra da cana, dois fatores importantes devem ser considerados. Em primeiro lugar, o sorgo será cultivado, na mesma área, na renovação do canavial, ou seja, em média a cada cinco anos. Segundo, nesse sistema, o sorgo sacarino será cultivado na palhada da cana. Esses dois fatores contribuem fortemente para a redução do potencial de inóculo desses patógenos da cultura do sorgo na área de plantio. Considerando a importância do inóculo inicial para o desenvolvimento de epidemias dos referidos patógenos, existe uma expectativa de que a severidade das doenças por eles causadas não atinja níveis elevados, não requerendo a adoção de medidas adicionais de controle, como o controle químico, na maioria dos anos. Entretanto, como se trata de uma expectativa, o monitoramento das doenças deve ser realizado de modo a confirmar, ou não, a sua ocorrência. Para outros patógenos que não se enquadram na categoria de necrotróficos, embora sejam considerados secundários para a cultura do sorgo, deve ser dada atenção especial para evitar a ocorrência de severas epidemias. Esse é o caso da ferrugem, causada pelo fungo *P. purpurea*, um parasita obrigatório, cuja disseminação ocorre pelo vento e não sobrevive em restos culturais de sorgo. Nesse caso, o inóculo inicial para o desenvolvimento da doença no campo é trazido a partir de outras lavouras através das correntes de ar. Como alguns genótipos de sorgo sacarino são suscetíveis a essa doença, deve-se ter cuidado

principalmente nas usinas localizadas próximas a regiões onde se cultiva outros tipos de sorgo.

## Referências Bibliográficas

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; FERNANDES, F. T.; PINTO, N. F. J. **Doenças foliares de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 5 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 72).

COSTA, R. V.; COTA, L. V.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; LANZA, F. E. **Controle químico da antracnose do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 117).

COSTA, R. V.; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; Parreira, D. F. **Uso Integrado da Resistência Genética e Aplicação de Fungicidas para o Manejo da Antracnose do Sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 7 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 143).

COTA, L. V.; COSTA, R. V.; SILVA, D. D.; Parreira, D. F. **Recomendação para o controle químico da helmintosporiose do sorgo (*Exserohilum turcicum*)**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 7 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 149).

COTA, L. V.; COSTA, R. V.; SILVA, D. D.; LANZA, F.E. **Recomendação para o controle químico da antracnose foliar do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 14p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica 171).

FREDERIKSEN, R. A.; ODVODY, G. N. **Compendium of sorghum diseases** 2. ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 2000. 78 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO.

**Agrofit: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários.** Brasília, 2012.

Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit> >. Acesso em: 17.set. 2012.

NGUGI, H. K.; JULIAN, A. M.; KING, S. B.; PEACOCKE, B. J.

Epidemiology of sorghum anthracnose (*Colletotrichum sublineolum*) and leaf blight (*Exserohilum turcicum*) in Kenya. **Plant Pathology**, London, v. 49, p. 129-140. 2000.

## **Aspectos econômicos da produção de etanol a partir do sorgo sacarino plantado na entressafra da cana-de-açúcar**

Rubens Augusto de Miranda

Embrapa Milho e Sorgo

Ao longo das duas últimas safras, ocorreu uma série de experiências relativas à utilização do sorgo sacarino para a produção de etanol em complemento à cana-de-açúcar. A ideia é utilizar o sorgo sacarino no período de entressafra de cana-de-açúcar, entre novembro e abril, e estabilizar a oferta de etanol combustível ao longo do ano no Brasil. Apesar do potencial da cultura, esses primeiros resultados, em termos econômicos, ficaram aquém do possível, ocorrendo prejuízos em muitas situações. A razão desses resultados consiste no fato de que o sistema de produção do sorgo sacarino ainda encontra-se em fase de ajustes para explorar o máximo possível o potencial produtivo das cultivares disponíveis. A consequência dessa fase de aprendizado foi uma série de equívocos e falhas de manejo. Em decorrência disso, há o entendimento de que os resultados podem melhorar substancialmente com a solução dos gargalos no sistema de produção e do manejo mais adequado. Adicionalmente, o lançamento de novas cultivares também deve causar um impacto positivo nos resultados.

É importante ressaltar que a inserção do sorgo sacarino no sistema de produção do etanol deve ser analisada à luz dos problemas inerentes do setor sucroenergético. A sustentação dos preços de combustível a níveis artificialmente baixos tem atuado como desincentivo aos investimentos no setor. Segundo dados do Fórum Nacional Sucroenergético, os investimentos em projetos *greenfield* de usinas na região centro-sul têm caído acentuadamente. Em 2008/09 foram construídas 30 novas unidades na referida região, enquanto que em 2011/12 e 2012/13 esse número caiu para, respectivamente, 2 e 3 novas unidades. Além disso, esse desincentivo também tem afetado a renovação dos canaviais, cujo envelhecimento acarreta queda na produtividade. Outro problema enfrentado pelo setor são as oscilações anuais que inviabilizam o negócio em determinados anos. Por exemplo, o preço médio do etanol anidro em São Paulo no mês de abril de 2010 ficou em R\$ 0,9084, mas no mesmo período em 2011 os preços ficaram em R\$ 2,3750, o que representa um aumento de 161% em um ano. Em abril de 2012, o preço médio foi de R\$ 1,2597, uma queda de 47% em relação a 2011. Esse comportamento oscilatório é inerente à atividade agrícola, mas ao contrário das culturas temporárias tradicionais, nas quais se o preço estiver baixo o produtor pode simplesmente plantar outra cultura e ajudar a reequilibrar os preços, no setor sucroenergético o produtor fica “preso” pelos grandes investimentos de construção de usinas e no dispêndio de cultivar um canavial. Devido a esses problemas, os prejuízos observados nas experiências de sorgo sacarino para produção de etanol devem ser relativizados.

Objetivando analisar a viabilidade econômica da produção de etanol a partir do sorgo sacarino plantado na entressafra da cana-de-açúcar, procedeu-se a mensuração dos custos de produção em 16 cenários produtivos vinculados às metas da Embrapa Milho e Sorgo. Como simplificação, tomou-se como premissa de que os aumentos dos rendimentos de biomassa e de etanol decorrem do desenvolvimento e do melhoramento de variedades e híbridos de sorgo sacarino, definidos pelos referidos cenários, e da adequada utilização de insumos

no sistema de produção, visando contribuir para a expansão da produtividade física de biomassa (tonelada por hectare) e qualidade da matéria-prima quanto à taxa de conversão (litros de etanol por tonelada de biomassa) de sorgo sacarino. Assim, no cálculo dos custos de produção, as variações ocorreram apenas em decorrência do maior rendimento de biomassa, impactando assim o custeio de colheita/ transporte e o custeio da produção industrial de etanol. Os custos de produção relativos às produtividades de biomassa de 40, 50, 60 e 80 ton/ha foram, respectivamente, R\$ 2.659, R\$ 3.110, R\$ 3.336 e R\$ 3.674.

A colheita do sorgo sacarino na entressafra da cana-de-açúcar ocorre no mês de março, na região centro-sul do Brasil. Assim, no cálculo da receita total obtida pelo produtor, utilizou-se uma média dos preços do etanol anidro recebido pelo produtor em São Paulo<sup>1</sup> nos meses de março e abril, que no caso ficou em R\$ 1,277. Esse preço foi utilizado para o cálculo da receita por hectare para os cenários de rendimento definidos. A Tabela 1 apresenta a rentabilidade da utilização do sorgo sacarino na entressafra da cana-de-açúcar para cada um dos 16 cenários. Prejuízos ocorreram apenas no cenário de baixa produtividade de biomassa (40 t/ha) e rendimento de etanol médio-baixo e baixo, 40 e 60 L/t, respectivamente.

**Tabela 2.** Viabilidade econômica do sorgo sacarino em relação aos cenários de rendimento (R\$/ha)

		Rendimento mínimo de biomassa (t/ha)			
		40	50	60	80
Rendimento mínimo de etanol (L/t de biomassa)	85	R\$ 1.426,97	R\$ 3.019,14	R\$ 3.815,23	R\$ 5.009,36
	70	R\$ 405,37	R\$ 1.486,74	R\$ 2.027,43	R\$ 2.838,46
	60	-R\$ 105,43	R\$ 720,54	R\$ 1.133,53	R\$ 1.753,01
	40	-R\$ 616,23	-R\$ 45,66	R\$ 239,63	R\$ 667,56

<sup>1</sup> Os preços do etanol anidro recebidos pelo produtor no Estado de São Paulo são divulgados pela UNICA sem frete e sem impostos.

Para a atual safra, a Embrapa Milho e Sorgo tem trabalhado para a consolidação da meta referência de 3.000 litros por hectare. A Tabela 1 informa que o cenário vinculado à meta referência (50 toneladas por hectare referentes ao rendimento de biomassa e 60 litros por tonelada de biomassa referente ao rendimento de etanol) é rentável. Adicionalmente, considerando que esse é um valor mínimo de referência para o momento atual e que se espera maior produtividade no futuro, é visível o potencial da cultura.

Por fim, cabe ressaltar que os resultados indicam a viabilidade da produção de etanol a partir do sorgo sacarino, quando obtida a meta referência, plantado na entressafra da cana-de-açúcar em áreas de reforma de canavial. Ao considerar áreas no entorno do canavial, os 3.000 litros por hectare não são suficientes para garantir um resultado positivo. Isso ocorre em razão dos custos adicionais de se produzir nessas áreas, nas quais há dispêndios consideráveis com arrendamento e transporte. Assim, é economicamente inviável produzir em tais áreas com produtividades inferiores a 4.000 l/ha, ao preço de R\$ 1,277 o litro de etanol.

## **Mesa Redonda - Desafios para o plantio direto e a colheita mecânica do sorgo sacarino**

Evandro Mantovani

Embrapa Milho e Sorgo

A possibilidade de utilização de áreas de descanso da cultura da cana-de-açúcar vem despertando interesse dos usineiros para utilizar culturas como o sorgo sacarino, a soja, o amendoim, etc., na recuperação de áreas degradadas, compactadas e com baixa quantidade de matéria orgânica. Entretanto, esta situação encontra alguns obstáculos para os usineiros que não têm equipamentos agrícolas adequados para lidar com culturas anuais de grãos. Na realidade, eles vêm utilizando no sorgo sacarino os equipamentos de colheita da cana, com alguma dificuldade e alto custo, e no caso do

plântio direto na palhada, têm dificuldade de estabelecer o estande adequado de 120 mil plantas por hectare.

Como este processo é recente, algumas adaptações vêm sendo feitas, tanto no arranjo da cultura, com fileiras duplas, para utilização da colhedora automatizada de cana-de-açúcar, quanto modificações no equipamento de plântio para atender às demandas para corte da palhada, na linha de plântio, e adequação das ferramentas de preparo do solo (sulcador e botas). Ao perceber esta dificuldade e entender que há necessidade de resolver estas pendências tecnológicas, a tempo e a hora, para viabilizar a implantação da cultura do sorgo sacarino nas áreas de descanso da cana-de-açúcar, a Embrapa Milho e Sorgo iniciou os primeiros contatos com os fabricantes dos equipamentos de plântio e colheita, que já tinham alguma experiência em andamento e começou a acompanhar de perto os testes de campo.

Neste sentido, esta Mesa Redonda foi organizada para que o público interessado no assunto pudesse conhecer de perto o que vem sendo utilizado/adaptado pelas empresas de máquinas para a cultura do sorgo sacarino e ao mesmo tempo discutir os desafios em que elas estão trabalhando para atender ao mercado.

## **Resumo das apresentações:**

### **Plântio direto: empresa Marchesan**

Palestrante: João Luiz Martins de Freitas - Engenheiro de Desenvolvimento de Produto

No segmento Plântio Direto, o grande desafio apresentado foi o de corte da palhada da cana, para o plântio direto do sorgo sacarino, com o equipamento tradicional de plântio de grãos. Para tanto, uma semeadora-adubadora foi toda adaptada, com discos de corte 24", na parte frontal do equipamento, e para evitar embuchamento do sulcador de corte de solo, a distância entre o disco de corte e o sulcador, assim

como a do sulcador para o disco de plantio, foi aumentada, de forma a facilitar a operação de plantio, como mostra a Figura 1.



**Figura 1.** Disco de corte de palhada e abertura de sulco de plantio. Fotos: Evandro C. Mantovani, semeadora-adubadora COP CA, da Marchesan, 2012.

Uma nova máquina foi desenvolvida com o nome COP CA, da Marchesan, e foi apresentada pelo representante da empresa, com bons resultados de campo, inicialmente para a cultura da soja, mostrando as seguintes características técnicas:

Nº Linhas Nr Rows Nr Linneas	Espaçamento Spacings Separacion (mm)	Largura Transporte Transport Width Ancho de Transporte (mm)	Capac. Depósitos Hoppers Capacity (kg) Capac. de los Dep-50505	Peso Net Weight Peso (kg)	Potência Tractor Required Potencia (cv)	
			Azoto (kg) Fertiliz Almo	Sementes (kg) Semillas		
9/5	850, 900 ou 950	5500	434 (350)	5356	100 -115	
9/6	700, 750 ou 800		2340 (2620)	496 (400)		5623
9/7	600 ou 650		620 (500)	6186		
9/8	550		744 (600)	6742		
9/9	500		930 (750)	7574		

**Figura 2.** Características técnicas da semeadora-adubadora COP CA, da Marchesan.

Entretanto, algumas modificações ainda vêm sendo feitas, mais especificamente sobre o manejo da palhada na linha de plantio, com duas opções de trabalho em teste: na primeira, foi colocado uma armação, tipo pente, no sulcador de preparo de solo, para tirar palha na linha de plantio; na segunda, foi mantido o sulcador sem a armação, para deixar a palha em cima do sulco de plantio, para saber se na emergência da planta teria dificuldade de atravessar a palhada cortada ou não. Nesta primeira fase, a utilização de um sulcador para trabalho

de preparo mais profundo, visando quebrar a camada compactada com a cultura da cana-de-açúcar, vem apresentando dificuldades para o plantio superficial das sementes do sorgo, pelo alinhamento do subsolador e linha de plantio. Por sugestão da Embrapa Milho e Sorgo, a linha de plantio está sendo deslocada para a lateral, visando evitar que a semente possa ser colocada na profundidade adequada pelos discos desencontrados e fazendo com que a roda de compactação da semente/solo possa ter a pressão adequada para germinação e emergência. Os dados técnicos desta semeadora-adubadora foram apresentados, assim como a demanda de potência para tracionamento no campo.

Devido ao interesse de uma empresa de sementes, estas modificações já estão sendo colocadas em testes, no estado de SP, mas a Embrapa Milho e Sorgo fará os testes completos este ano, em uma área experimental a ser definida, com a empresa Marchesan, para gerar informação para todos os interessados na utilização deste equipamento para o plantio direto do sorgo sacarino na palhada de cana-de-açúcar, na próxima safra. É importante ressaltar que o corte da palhada da cana-de-açúcar já não é mais um problema, como foi demonstrado em um vídeo pela a empresa, fato presenciado pelos técnicos da Embrapa Milho e Sorgo, na área de cana da Usina NG-Bioenergy, em Catanduva, SP.

## **Colheita Mecânica do Sorgo Sacarino**

Colheita: empresa John Deere América Latina

Palestrante 1: José Luís Duarte Coelho - Gerente de marketing estratégico do segmento cana-de-açúcar

No segmento colheita, o palestrante fez uma grande exposição sobre a área de energia e o potencial do Brasil para produção de energia limpa, o potencial agrícola disponível e a possibilidade de eliminar grande quantidade de áreas para expansão da cultura da cana-de-açúcar. No segmento sorgo sacarino, ele manifestou o interesse da John

Deere com a possibilidade de atender ao mercado, que começa a ser estabelecido, com o incentivo do governo, incluindo a cultura no novo Plano de Safra.

O palestrante informou que a John Deere não dispõe de máquinas específicas para a colheita mecânica do sorgo sacarino, mas que já existem algumas opções de equipamentos que estão em testes no Brasil. Mostrou que no momento existem 2 possibilidades para atender os cultivos em grande escala: 1) os equipamentos de colheita da cana-de-açúcar e 2) os equipamentos de colheita de milho para silagem (forrageira autopropelida JD 7350). Naturalmente, esta adequação sempre traz problemas, como perda de material no campo, excesso de folhas e corte do colmo, sem uma padronização adequada para a moenda. Por causa disso, o plantio tem sido feito de acordo com o espaçamento necessário para o trânsito destes equipamentos na cultura, e, no caso da cana, o espaçamento duplo tem sido o mais comum. No caso das ensiladeiras, elas têm um potencial maior de utilização, devido à sua alta capacidade de colheita (150 t/h ou 2 a 3 ha/h, dependendo do rendimento da cultura). Além disso, a colheita pode ser feita tanto na direção da linha, como transversalmente, tendo como vantagem a utilização do espaçamento simples de 0,70 m. No momento, os técnicos da empresa, ao realizarem regulagens apenas na quantidade de facas no rolo de corte, conseguem realizar corte do colmo com o comprimento de até 8 cm. Os testes realizados com a forrageira autopropelida JD 7350, em uma lavoura de 100 ha, na região de Cassilândia, MS, como mostrado pelo concessionário local da empresa, na Figura 3, vêm obtendo bons resultados.



**Figura 3.** Forrageiras autopropelidas JD 7350 utilizada para colheita de sorgo sacarino (Fonte: Foto Evandro C. Mantovani)

## Colheita: empresa New Holland

Palestrante 2. Samir Azevedo Fagundes - Gerente de projetos para biomassa

O palestrante iniciou a sua apresentação indicando o interesse da New Holland no programa de biomassa, com algumas parcerias já consolidadas com universidades brasileiras, e a intenção de estabelecer parceria com a Embrapa Milho e Sorgo, nos testes de equipamentos para colheita de sorgo sacarino. Até o momento, como já mencionado na palestra anterior, a empresa não tem um equipamento específico para a colheita mecânica do sorgo sacarino, mas entende que equipamento para colheita de milho para forragem, a forrageira autopropelida CNH FR9060, pode atender bem a colheita do sorgo sacarino, principalmente pelo alto rendimento/ha, de 140 a 160 t/. O palestrante informou que a empresa ainda não teve a oportunidade de testar a forrageira, mas que um equipamento já foi designado para atender os testes, e ele espera poder ter as devidas adequações do cilindro de corte para a colheita de colmo, visando o processamento e a moagem na usina, para a produção de álcool.

Na oportunidade, ele mostrou os avanços obtidos pela New Holland em máquinas de colheita e processamento de biomassa, ilustrando com a cultura do eucalipto.

Para atender às demandas das usinas de cana, na colheita de sorgo sacarino, o equipamento forrageira autopropelida CNH FR9060 foi apresentado, com as suas características técnicas, e pode ser visto na Figura 4:



**Figura 4.** Forrageira autopropelida CNH FR9060 utilizada para a colheita de sorgo sacarino. (Fonte: Web site da CNH: [www.newholland.com/na](http://www.newholland.com/na))

Da mesma forma, um estudo comparativo de custos operacionais da forrageira CNH com a colhedora de cana-de-açúcar e os dados técnicos mostraram vantagens e baixo custo operacional, principalmente pelo alto rendimento/ha.

## Discussões

Após as apresentações dos palestrantes, o moderador Evandro C. Mantovani, da Embrapa Milho e Sorgo, abriu o debate para perguntas, o que ocorreu com muito interesse dos presentes, e as questões sobre o conteúdo apresentado foram prontamente respondidas pelos representantes das empresas, ficando muito claro o interesse das empresas de máquinas em apoiar as demandas para atender ao sistema de produção do sorgo sacarino.

Um ponto que merece destaque nas discussões e que precisa de respostas urgentes por parte das usinas é: com as regulagens e a adequação que vêm sendo feitas no cilindro de corte das forrageiras, os colmos de comprimento de até 8 cm podem ser processados na moenda ou há necessidade de aumentar o comprimento do colmo cortado?

Outro destaque, que pode ser perceptivo aos presentes, é que o plantio direto do sorgo sacarino, na palhada da cana-de-açúcar, deixou de ser considerado um problema depois que a Marchesan apresentou a sua máquina COP CA, com disco de corte de palha de 45" e respectivos componentes, que faz o corte normal da palhada de cana, possibilitando o plantio de culturas como soja, amendoim e sorgo sacarino, nas áreas de descanso.



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

