

Lavoura

Recomendações para o plantio de sorgo sacarino

Renato Antônio Borgonovi(*)
Fredolino Giacomini S. (*)
Hélio Lopes dos Santos(*)
Alexandre da Silva Ferreira(*)
José Magid Waquil(*)
João Baptista da Silva(*)
Ivan Cruz(*)

Considerando-se os vários fatores envolvidos na instalação de um sistema de produção de bioenergia, deve-se pensar na utilização de sistemas de produção agrícola que assegurem um fluxo mais uniforme de biomassa durante o ano, possibilitando, por sua vez, uma produção igualmente estável de álcool, o produto final.

Dentro deste enfoque, o sorgo sacarino desponta como uma das mais promissoras matérias-primas alternativas e complementares à cana-de-açúcar. Sua utilização, além de possibilitar a ampliação do período de operação industrial dos atuais 180 a 210 dias para 240 a 270 dias, assegurando a maximização no uso dos fatores e recursos disponíveis, oferece ainda características como:

- menor risco de vulnerabilidade genética no programa de produção de bioenergia, face à utilização racional de duas espécies;
- possibilidade de aproveitamento dos grãos como fonte de energia ou alimento, conciliando a produção energética com a produção de alimentos;
- possibilidade de localização de sistemas bioenergéticos em regiões que não são tradicionalmente produtoras de cana-de-açúcar.

O sorgo é uma espécie pertencente à mesma família da cana-de-açúcar, e que apresenta as seguintes características: elevada eficiência fotossintética; ciclo produtivo relativamente curto (100 a 130 dias), possibilitando um manejo mais adequado da área; condições favoráveis à mecanização; multiplicação por sementes; ampla adaptabilidade e possibilidade de aproveitamento do bagaço como fonte de energia para o processo de industrialização. Além disso, com a utilização de cultivares que



(*)Pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo da EMBRAPA.

O sorgo tem se revelado como uma das mais promissoras matérias-primas alternativas e complementares à cana-de-açúcar na produção de álcool

apresentem insensibilidade ao fotoperiodismo, a possibilidade de aproveitamento da rebrota aumenta consideravelmente a produção anual de álcool por hectare.

A EMBRAPA, através do CNPMS, iniciou em 1976 os trabalhos de pesquisa e estudo da viabilidade de utilização do sorgo sacarino para produção de álcool. Os resultados obtidos durante cinco anos de pesquisas, conduzidas em várias regiões brasileiras, têm confirmado o potencial dessa cultura para a produção de bioenergia.

Cultivares

A escolha de cultivares adequadas constitui um dos fatores de maior importância no cultivo do sorgo sacarino para produção de álcool. Uma boa cultivar de sorgo sacarino deve apresentar as seguintes características:

- Alta capacidade de rendimento de colmo (comprimento e diâmetro de médio a grande);
- Boa capacidade de desenvolver perfílos uniformes (de dois a quatro);
- Resistência ao acamamento;
- Alto teor de açúcares redutores totais (ART) no caldo;
- Alta porcentagem de caldo extraível;
- Resistência às principais pragas e doenças;
- Tolerância a inseticidas.

As cultivares disponíveis mostram distintas diferenças nessas características e nas suas reações às condições de solo e clima, além de apresentarem sensibilidade ao fotoperiodismo o que tem limitado o plantio aos meses de outubro, novembro e primeira quinzena de dezembro, e o estabelecimento da cultura em regiões onde o período luminoso diário normal seja aproximadamente igual a 12 horas. Entretanto, novas cultivares com insensibilidade ao fotoperiodismo estão sendo desenvolvidas no CNPMS, permitindo ampliar consideravelmente a época de plantio e possibilitar a obtenção de maior produtividade na rebrota. Dentre as cultivares experimentais que estão sendo avaliadas a CMSXS 616, em fase de lançamento, tem apresentado rendimento de colmos e de açúcares que a colocam em posição de destaque.

Atualmente encontram-se disponíveis e recomendadas para estabelecimento de lavouras, as cultivares caracterizadas na Tabela 1. A determinação do número de cultivares a ser utilizado dependerá da área a ser plantada, do ciclo e do período de utilização industrial de cada cultivar. Um arranjo entre

Tabela

Dados de rendimento de massa verde total, colmos despalhados, folhas e paniculas, açúcares redutores totais (ART) e quantidade de caldo de cultivares de sorgo sacarino recomendadas, obtidos em quatro locais¹, durante três anos (1977/78 — 78/79 — 79/80)².

Cultivar ³	Massa Verde Total (t/ha)	Colmos		Folhas		Paniculas		ART (%)	Caldo (%)
		t/ha	(%)	t/ha	(%)	t/ha	(%)		
BR 501 (Brandes)	52,0	39,0	74,9	9,1	17,6	3,9	7,5	17,3	58
BR 503 (Theis)	47,3	37,4	79,1	5,9	12,5	4,0	8,4	14,4	61
CMS XS 616 (Wray) ⁴	78,4	65,9	84,0	10,4	13,3	2,1	2,7	16,8	60

¹ Sete Lagoas (MG), Araras e Ribeirão Preto (SP) e Pelotas (RS).

² Fonte: Ensaio Nacional de Sorgo Sacarino (ENSS).

³ As sementes destas cultivares poderão ser adquiridas através do Serviço de Produção de Sementes Básicas da EMBRAPA, no seguinte endereço: Caixa Postal 151 — 35700, Sete Lagoas — MG.

⁴ Resultados tecnológicos preliminares, obtidos no ano agrícola 1980/81, em Araras (SP).
Fonte: Schaffert, R.E. — Comunicação Pessoal.

esses fatores permitirá um escalonamento racional da produção.

Práticas culturais

Acidez e Calagem

A toxidez de alumínio é um fator bastante importante na limitação da produtividade de sorgo sacarino em solos ácidos. O aparecimento de sintomas de toxidez, devido ao alumínio, se faz sentir, primeiramente, no sistema radicular. As raízes afetadas ficam curtas, grossas e com poucas ramificações. Como o alumínio interfere na absorção, transporte e utilização de vários elementos

essenciais à nutrição mineral do sorgo sacarino, tais como Ca, Mg, K, P e outros, é comum o aparecimento de deficiência desses elementos.

Com a prática de calagem, objetiva-se, principalmente, reduzir a solubilidade de certos elementos tóxicos (alumínio e/ou manganês) que em determinadas concentrações podem limitar a produção.

Dentre os neutralizantes mais empregados para eliminar a presença dos elementos tóxicos estão o calcário calcítico e dolomítico. Sempre que possível, utilizar o calcário dolomítico, pois além de neutralizar os elementos tóxicos, fornece cálcio e também magnésio às plantas.

Tabela 2

Recomendações de adubação para a cultura de sorgo sacarino¹

Nível	P no solo (ppm)		K no solo (ppm)	Nutrientes a aplicar (kg/ha)			
	Textura Argilosa	Textura Arenosa		P ₂ O ₅	K ₂ O	N	
			Plantio			Cobertura ²	
Baixo	0 — 5	0 — 10	0 — 30	90	90	20	40
Médio	6 — 10	11 — 20	31 — 60	60	60	20	40
Alto	> 10	> 20	> 60	40	30	20	40

¹ Recomenda-se também a aplicação de 20-25 kg de sulfato de zinco/ha, por ocasião do plantio, em áreas com deficiência deste elemento.

² Nitrogênio em cobertura, 30 a 35 dias após a emergência das plântulas.



Início do desenvolvimento da cultura do sorgo sacarino

A recomendação da quantidade de calcário a ser aplicada por hectare é baseada na análise química do solo, segundo a seguinte expressão:

$$\text{Calcário (t/ha)} = 2 \times \text{Al}^{+++} + [2 - (\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})] \text{ (I)}$$

No exemplo a seguir, considerou-se o seguinte resultado da análise química:

$$\text{teor de Al}^{+++} = 1 \text{ eq.mg}; \text{ teor de } (\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}) = 1,5 \text{ eq.mg}$$

Baseando-se nesses resultados, a quantidade de calcário a ser aplicada será obtida através da expressão (I), ou seja:

$$2 (1,0 \text{ eq.mgAl}^{+++}) + [2 - (1,5 \text{ eq.mg Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})] = 2,5 \text{ t de calcário por hectare.}$$

As recomendações da quantidade de calcário devem ser efetuadas sempre com base no PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total) a 100%. Caso o calcário possua PRNT superior ou inferior a 100% é necessário corrigir a quantidade a ser aplicada. O PRNT do calcário está diretamente relacionado com o seu grau de finura e sua riqueza em óxido de cálcio e magnésio.

Adubação

Um dos elementos fundamentais na química do solo é a obtenção de índices de disponibilidade dos elementos que permitam a interpretação dos resultados para uma recomendação econômica de fertilizantes. Estes índices ficam na dependência de uma série de fatores, tais como: solo, relação

solo-solução, extrator químico, cultura, etc., e requerem uma série de trabalhos de pesquisa. Entretanto, devido ao fato do sorgo estar ainda em fase de introdução, as adubações recomendadas têm sido, em parte, adaptadas com base nas recomendações para milho, sorgo forrageiro e sorgo granífero.

De modo geral, as respostas têm sido quase que constantes para fósforo e nitrogênio. As respostas para potássio têm ocorrido com menor frequência. Sabe-se, porém, que as exigências do sorgo sacarino com relação a esses elementos são maiores

do que as do sorgo granífero e forrageiro.

As recomendações de adubação são apresentadas na Tabela 2.

Plantio

A época de plantio é muito importante quando são utilizadas cultivares sensíveis ao fotoperíodo. À medida que se retarda o plantio ou se avança para para menores latitudes, ocorrem reduções no ciclo da cultura, com reflexos negativos sobre o rendimento.

Na região Centro-Sul, os melhores rendimentos de colmos têm sido obtidos com

Tabela 3

Programação de plantio e colheita de sorgo sacarino para a região Centro-Sul do Brasil ^{1/}			
Data de plantio	Plantio		Colheita
	Área (ha)	Cultivar	Dias após o plantio
20/out.	7,0	BR 503	107 a 118
	7,0	BR 501	119 a 130
25/out.	7,0	CMS XS 616	131 a 142
	7,0	BR 501	143 a 154
13/nov.	7,0	BR 501	143 a 154
18/nov.	7,0	CMS XS 616	155 a 166
30/nov.	7,0	CMS XS 616	167 a 178
12/dez.	7,0	CMS XS 616	179 a 190
Total	49,0		

^{1/} Considerando-se a operação de uma microdestilaria com capacidade de 1.000 litros de álcool por dia, durante seis dias por semana.

plantios realizados nos meses de outubro e novembro.

Nas regiões Norte e Nordeste, a menor latitude (dias curtos) é o fator que tem determinado baixos rendimentos na cultura de sorgo sacarino. Deve-se ressaltar que se encontra em execução um programa de melhoramento, visando a obtenção de cultivares adaptadas a estas regiões.

Na Tabela 3, é apresentado um esquema de plantio e colheita de sorgo sacarino, visando o fornecimento contínuo de matéria-prima para a destilação.

Deve-se observar que, para assegurar um fluxo contínuo de sorgo sacarino e maior amplitude de operação da destilaria com essa matéria-prima, os plantios podem ser realizados além das datas limites indicadas na Tabela 3, adequando-as às condições climáticas locais.

Devido ao tamanho reduzido da semente, é necessário que o solo seja bem preparado, de forma a facilitar a emergência e a obtenção de um "stand" adequado. A plantadeira deve ser regulada para distribuir as semente entre 2,5 a 4,0 cm de profundidade. Resultados de pesquisas evidenciaram a necessidade de se realizar a compactação da camada de solo que cobre a semente, tal prática proporciona maior contato da semente com o solo e reduz a evaporação, mantendo, por mais tempo, a umidade do solo.

Tradicionalmente, a semeadura do sorgo é recomendada em termos de quilogramas de sementes por hectare. Entretanto, essa recomendação pode conduzir a erros no estabelecimento da população adequada de plantas, uma vez que o número de sementes por quilo pode apresentar grande variação em função da cultivar considerada (Tabela 4).

Assim sendo, recomenda-se que a semeadura do sorgo sacarino seja feita em função do número de sementes por metro linear de sulco, considerando-se sempre o poder germinativo da semente, e acrescentando-se uma margem de segurança da ordem de 30%, visando-se a compensação de eventuais reduções no "stand", determinadas, principalmente, pela ocorrência de condições adversas.

Com relação ao espaçamento e densidade, recomenda-se a utilização de 0,70 m de espaçamento entre fileiras, com densidade variando entre 100 mil a 140 mil plantas por hectare (7 a 10 plantas por metro linear de sulco).

Na regulagem da plantadeira, devem ser considerados os seguintes fatores:

Tabela 4

Peso de 1.000 sementes e número médio de sementes por quilo, de três cultivares de sorgo sacarino.		
Cultivar	Peso de 1.000 sementes (g)	Número médio de sementes/kg
BR 501	20,9	47.800
BR 503	24,9	40.100
CMS XS 616	20,3	49.200

Tabela 5

Reações de cultivares de sorgo sacarino às principais doenças da cultura.					
Cultivar	Antracnose	Mildio	Ferrugem	Helmintosporiose	Cercosporiose
BR 501	R ^{1/}	R	R	RI	R
BR 503	RI	RI	RI	R	R
CMS XS 616 ^{2/}	R	S	R	R	S

^{1/} R = resistente; RI = resistência intermediária; S = suscetível
^{2/} Não se recomenda o plantio dessa cultivar em regiões com alta incidência do mildio do sorgo (Peronosclerospora sorghi).

- encontrar a relação ideal entre o número de furos e a rotação do disco, de modo a proporcionar uma distribuição contínua e uniforme das sementes;
- evitar a ocorrência de folga excessiva entre o disco e a base, impedindo, deste modo, que as sementes sejam trituradas.

Controle de plantas daninhas

As plantas daninhas competem com a cultura do sorgo por luz solar, água do solo e nutrientes minerais, principalmente nitrogênio. O crescimento lento da cultura nas primeiras semanas após a emergência, torna-a mais susceptível à competição nesse período inicial. Se as plantas daninhas não são removidas nesse período, a produção pode ser reduzida em 25% ou mais.

As plantinhas de sorgo devem emergir em um solo livre de plantas daninhas para que não sejam abafadas. As operações de preparo de solo devem garantir um leito destorroado e livre de plantas daninhas. O plantio deve ser feito imediatamente após a última gradagem, antes da emergência das plantas daninhas.

Durante o crescimento da cultura, o controle das plantas daninhas podem ser feito mecanicamente ou com herbicidas. O pro-

cesso mecânico mais utilizado é o uso de cultivador nas entrelinhas, tanto o cultivador de tração animal para pequenas lavouras quanto o cultivador tratorizado em culturas de maior porte. O cultivo é realizado duas vezes e o repasse à enxadas nas linhas de sorgo é sempre recomendável, apesar da injúria mecânica ao sistema radicular que eventualmente ocorre e do ônus financeiro que o repasse representa.

Com relação à utilização de herbicidas, deve-se atentar para o produto utilizado, uma vez que a maioria dos herbicidas atualmente disponíveis no mercado revelaram-se fitotóxicos ao sorgo sacarino. Atrazine* (Atrazinax 50, Gesaprim 80, Atred 80 PM, Siptran 50 FW) aplicado à base de 2,0 kg do princípio ativo por hectare, controla razoavelmente as invasoras de folhas largas e algumas gramíneas, sem causar danos ao sorgo.

Por outro lado, a utilização de antidotos, visando atenuar a ação do herbicida sobre a planta de sorgo sacarino, abre perspectivas para que, a médio prazo, seja ampliado o número de produtos que possam ser utilizados.

*A citação de um produto comercial não implica na sua recomendação pelo CNPMS.

Controle de pragas e doenças

Pragas

Dentre as pragas que podem ocorrer na cultura do sorgo sacarino, destacam-se as seguintes:

a. Broca de colo (*Elasmopalpus lignosellus*). As lagartas atacam as plantas recém-emergidas, provocando o dano conhecido como "coração morto". Seu controle em regiões onde sua ocorrência é generalizada, deve ser preventivo, aplicando-se Carbaryl 7,5 (15 — 20 kg/ha) no sulco de plantio. Períodos de estiagem, imediatamente após a emergência das plantas, podem propiciar a ocorrência desta praga. Neste caso, o controle deve ser realizado rapidamente, pela aplicação de Endrim 20 (1,0 l/ha) em pulverização, ou Carbaryl 85 (1,5 kg/ha).

b. Lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*). Esta praga pode atacar as plantas durante o ciclo vegetativo, destruindo grande parte da área foliar. O controle deve ser feito através de pulverizações dirigidas para o cartucho das plantas, com Carbaryl 85 PM (1,5 kg/ha), Trichlorfon 80 PS (1,0 kg/ha) ou Diazinon 40 PM (1,0 kg/ha).

c. Broca da cana-de-açúcar (*Diatraea spp.*). As lagartas penetram no colmo, onde abrem galerias que podem prolongar-se por mais de um internódio, causando danos pela perda de peso dos colmos e propiciando a ocorrência de podridões. A avaliação das cultivares de sorgo sacarino para resistência a esta praga, permitiu a identificação de bons níveis de resistência nas cultivares BR 501 e BR 504. Não tem sido recomendado o controle químico.

d. Pulgão verde (*Schizaphis graminum*). Esta é uma praga que vem, a cada ano, aumentando de importância para a cultura do sorgo. Além de seu dano direto na planta, pela sucção da seiva, ocasionando inicialmente um amarelecimento das folhas e posteriormente a morte, o inseto é um dos transmissores do mosaico da cana. Para controle deste inseto, em regiões onde sua ocorrência é generalizada, recomenda-se o uso de inseticidas aplicados tão logo surjam os primeiros sintomas. Entre os inseticidas registrados para o controle do pulgão em sorgo, encontram-se o Demeton 18 CE (0,54 l/ha), Diazinon 40 PM (1 kg/ha) e Diazinon 60 CE (0,8 l/ha).

Doenças

No Brasil, a antracnose (*Colletotrichum graminicola*) e o míldio do sorgo (*Peronos-*



Para produção de álcool é importante a escolha de cultivares adequadas. A foto mostra a cultivar BR 505

clerospora sorghi) são consideradas, atualmente, as doenças mais importantes para a cultura de sorgo. A primeira, pela sua ocorrência sistemática e generalizada; e a segunda, pela possibilidade de sua ocorrência também na cultura do milho. Doenças como a helmintosporiose, cercosporiose, ferrugem e podridão do colmo, têm sua importância variando com os anos e locais.

Outra doença que poderá adquirir importância para a cultura do sorgo sacarino é o mosaico da cana (SCM), principalmente se considerarmos seu plantio em áreas adjacentes a canaviais, onde essa doença já ocorre de forma generalizada. Até o momento não se conhecem os reflexos do mosaico sobre o rendimento das cultivares de sorgo sacarino em nossas condições. Dados experimentais, obtidos no CNPMS, visando a determinação da reação das cultivares ao vírus do mosaico, mostraram reação de resistência nas cultivares BR 501 (Brandes) e CMS XS 610 (Wiley).

Deve-se realçar que as sementes de sorgo sacarino, assim como de outros tipos de sorgo, não transmitem o vírus do mosaico. Conseqüentemente, não existe possibilidade de que o sorgo seja responsável pela introdução do vírus em regiões canavieiras.

As práticas recomendadas visando o controle de doenças são:

- Uso de cultivares resistentes;
- Plantio de sementes sadias;
- Rotação de culturas.

As reações às doenças das cultivares de sorgo sacarino recomendadas para o plantio são apresentadas na Tabela 5.

Colheita

A planta de sorgo sacarino, após atingir o florescimento, inicia o processo de acúmulo de açúcares a taxas mais elevadas, até a maturação, quando ocorre o máximo no conteúdo de açúcares redutores totais (ART) no caldo. Entretanto, esse parâmetro pode variar, dependendo da cultivar e das condições ambientais. Desta maneira, torna-se necessário que se estabeleça um critério para se determinar, com precisão, o período de utilização industrial (PUI), sem que haja perda em açúcares. Esse período pode ser determinado através do acompanhamento da evolução dos valores de Brix, ART e da porcentagem de caldo e fibra na curva de maturação de cada cultivar. Para tanto, recomendam-se verificações semanais desses parâmetros a partir do décimo dia após o início do florescimento até o estágio de grão maduro.

Atualmente, não se dispõe de máquinas perfeitamente adequadas para a colheita mecânica. Assim sendo, a colheita deverá ser feita manualmente, cortando-se os colmos a aproximadamente 10 m do solo e eliminando-se as panículas. Os colmos podem ser moídos com as folhas, uma vez que resultados obtidos indicaram que a presença de folhas não altera o desenvolvimento do processo de fermentação.