

CIRCULAR TÉCNICA

45

Planaltina, DF
Outubro, 2020

Consórcio de Cana- de-açúcar com Milho: recomendações de manejo para a região do Cerrado

João de Deus Gomes dos Santos Junior
Kleberon Worsley Souza
Nilza Patrícia Ramos
Cesar José da Silva
Núbia Maria Correia
André May
Daniel Ioshiteru Kinpara



Consórcio de Cana-de-açúcar com Milho: recomendações de manejo para a região do Cerrado¹

Introdução

No Brasil, o arranjo mais comum de consórcio de cana-de-açúcar com grãos é no sistema de Método Inter-rotacional Ocorrendo Simultaneamente (Meiosi), em que os espaçamentos entre as linhas mães da cultura da cana-de-açúcar são cultivados por outras culturas, em grande parte soja ou amendoim. A seguir, são apresentadas as recomendações para o cultivo de milho consorciado com cana-de-açúcar em área total e com uma visão inovadora em relação ao sistema de plantio de cana-de-açúcar utilizado no Brasil. Nessa visão, utiliza-se o consórcio com grãos para resolver um problema de logística de plantio de cana-de-açúcar.

Em razão do espaçamento mais largo entre linhas na cultura da cana-de-açúcar, bem como o crescimento inicial lento, resultados experimentais da utilização de outras culturas (soja, amendoim, feijão, plantas de cobertura, etc) cultivadas nas entrelinhas são encontrados na literatura nacional e internacional. O que se busca nesse tipo de cultivo é que a competição entre a cana-de-açúcar e a cultura intercalar seja a menor possível para que a produtividade de ambas as culturas seja pouco afetada. Normalmente, esse tipo de arranjo é usado em pequena escala visando à otimização na utilização da

¹ **João de Deus Gomes dos Santos Junior**, engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF; **Kleberston Worsley Souza**, engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF; **Nilza Patrícia Ramos**, engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia (Fitotecnia), pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP; **Cesar José da Silva**, engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia (Produção Vegetal), pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS; **Núbia Maria Correia**, engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia (Fitotecnia), pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF; **André May**, engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia (Produção Vegetal), pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP; **Daniel Ioshiteru Kinpara**, engenheiro-agrônomo, doutor em Psicologia Social, do Trabalho e das Organizações, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

área para produção de alimentos no período chuvoso e muito pouco adotado no sistema de produção atualmente utilizado no Brasil. Em cultivos em áreas de Meiosi, a cultura de grãos também não pode competir com a cana da linha mãe.

Na presente publicação, recomenda-se a integração de cana-de-açúcar com milho visando à otimização da logística de plantio tanto da cana-de-açúcar quanto da cultura do milho. Isso pode aumentar o potencial produtivo da cana-de-açúcar plantada no início do período chuvoso, ao mesmo tempo que intensifica a produção de milho em áreas já ocupadas por cana solteira. Considerando que a cana-de-açúcar ocorre em ciclos que variam em média de cinco a seis cortes, a janela de oportunidade para esta integração ocorre, principalmente, na renovação/plantio, que é escalonado em função dos recursos disponíveis, principalmente parque de máquinas e mão-de-obra. Cabe destacar que esse período coincide com a ociosidade industrial que poderia ser reduzida com o uso de culturas bioenergéticas, como o milho.

Uma questão de logística de plantio

Para não sobrecarregar os plantios de cana de ano e meio realizados normalmente nos meses de fevereiro, março e abril, pode-se optar pelo plantio da cana-de-açúcar no início do período chuvoso consorciado com a cultura do milho em área total. Essa cana consorciada com milho plantada em outubro a novembro não se comportará como uma cana de ano em razão da competição exercida pelo milho sobre a cana (Figura 1), que atrasa o desenvolvimento inicial da cana, que retomará o crescimento após a colheita do milho (fevereiro/março), passando a se comportar como cana de ano e meio. Quando consorciada com milho, a cana-de-açúcar apresenta excelente brotação, porém, paralisa o crescimento devido à competição por luz e por água (Wallace, 1991; Soopramanien et al., 1992, Begna, 2001).

A cana-de-açúcar somente retoma o perfilhamento e o crescimento após a colheita do milho no final do período chuvoso. Nesse sistema, a cultura é plantada antecipada, mas fica em modo de espera até o final do período chuvoso. Quando o milho é colhido a cana já está plantada e com comportamento igual a uma cana de ano e meio (Figuras 2 e 3).



Fotos: Fabiano Saggin

Figura 1. Fase inicial de estabelecimento do consórcio cana-de-açúcar e milho plantados no início do período chuvoso.



Foto: Fabiano Bastos

Figura 2. Fase final de enchimento de grãos do milho do consórcio cana-de-açúcar e milho plantados no início do período chuvoso.



Fotos: Fabiano Saggini

Figura 3. Rebrota da cana-de-açúcar consorciada após a colheita do milho.

Assim, como a cana de ano e meio solteira plantada entre fevereiro e abril (Figura 4A) que passa o período seco com pouca área foliar (Casagrande, 1991), a cana consorciada com milho segue o mesmo comportamento e fica pronta para retomar o rápido crescimento no próximo período chuvoso (Figura 4B). Para o produtor de grãos, o consórcio resolve um importante problema que é a janela estreita de plantio, entre a reforma e o plantio da cana de ano e meio (Scarpin et al., 2011). Como a cana já está plantada no sistema de consórcio desde o início do período chuvoso, não há razão para pressão na retirada da cultura de grãos da área. Por questão de logística de plantio, o produtor pode optar por aumentar sua área de cana-de-açúcar de ano e meio intensificando os plantios de cana-de-açúcar consorciada com milho no início do período chuvoso, sem os problemas inerentes ao cultivo da cana-de-açúcar de ano. Também, intensifica a produção de milho em áreas já ocupadas pelo plantio de cana-de-açúcar solteira, mitigando a questão de prioridade entre alimentos e energia no uso da terra (Milanez et al., 2004).



Fotos: Fabiano Bastos

Figura 4. Cana de ano e meio solteira plantada em março de 2018, em sucessão ao milho (A) e cana consorciada com milho em plantio realizado em novembro de 2017 (B). Data das fotos: 19/6/2018.

Por que utilizar a cultura do milho em áreas de renovação de canaviais?

Porque existe a oportunidade de potencial de aumento nas usinas flex no Brasil, nas quais, o milho é utilizado para produção de etanol. Estudos de avaliação de desempenho ambiental e econômico entregues como base para financiamento (BNDES) de usinas integradas, com processamento de cana-de-açúcar e milho (Milanez et al., 2014), demonstraram que esse tipo de arranjo apresenta bom desempenho econômico e ambiental. O grande diferencial das usinas de etanol de milho no Brasil é que a matriz energética é renovável, provenientes da queima do bagaço da cana-de-açúcar. Usinas flex também geram DDGS (distiller's dried grains with soluble) para alimentação animal.

A existência de uma rota dedicada à integração entre etanol de cana-de-açúcar e milho na RenovaCalc, que é a da nova política de biocombustíveis RenovaBio (Lei 13.576/2017), sinaliza o apoio e o incentivo por parte do governo à essa integração. Nessa política, se premiará os produtores de biocombustíveis com melhor eficiência energético-ambiental em seus sistemas produtivos. Assim, sistemas que envolvam menor uso de recursos, com aproveitamento de insumos, máquinas e até mesmo área, podem ser mais bem avaliados. Com a geração do DDGS pode-se ainda integrar essas cadeias à de produção animal, em arranjos produtivos de confinamento bovino.

Além disso, outra razão para o uso da cultura do milho na renovação está relacionada ao sistema de produção do milho de alta produtividade, que já é dominado no Cerrado, ao mesmo tempo em que é a região de maior expansão da cana-de-açúcar no Brasil. Entretanto, ainda se verifica espaço para a adoção de novas tecnologias que viabilizem integrações entre cadeias e intensifiquem de forma sustentável tanto a produção de cana-de-açúcar como a de milho.

Possíveis problemas da cana-de-açúcar de ano

No início do período chuvoso, quando a cana-de-açúcar de ano é plantada, apesar da disponibilidade de água e de temperaturas adequadas, a brotação e o crescimento inicial da cultura são lentos, o que é característica intrínseca da planta (Casagrande, 1991). Quando a cana-de-açúcar sai da fase inicial de brotação e começa o crescimento exponencial quando já terminou o período chuvoso. Nesse caso, a cultura entra no período seco com elevada área foliar e grande demanda por água, reduzindo sua produtividade ao ser colhida com um ano de idade ao final do período seco. A produtividade das socas seguintes também é prejudicada. Estima-se que a produtividade em ciclo de cinco cortes da cana-de-açúcar de ano seja a metade da cana-de-açúcar de ano e meio. A melhor estratégia para escapar dessa situação é plantar a cana-de-açúcar no final do período chuvoso entre os meses de janeiro a abril, o que propicia adequado teor de água no solo e temperatura para uma brotação rápida e baixa evapotranspiração da cultura durante os meses seguintes de déficit hídrico (Barbieri; Villa Nova, 1977).

Com o sistema radicular formado, a cultura da cana-de-açúcar terá no próximo período chuvoso a possibilidade de maximizar a utilização da água e da

radiação solar (Casagrande, 1991). Daí a denominação cana de ano e meio, na qual, meio ano, a cana passa no período seco com pouca área foliar, mas com potencial para aproveitar temperatura e água disponíveis no próximo período chuvoso. Como não é possível renovar toda a área de canavial com plantios no sistema de ano e meio no final do período chuvoso, o sistema de plantio de cana-de-açúcar de ano (início do período chuvoso) é necessário para atingir a meta de renovação anual de canavial de cada usina, em maior ou menor grau (Souza, 2017). Plantios de ano e meio na época do inverno também são necessários, mas utilizam irrigação suplementar. Por outro lado, plantios de cana-de-açúcar no início do período chuvoso, considerando o espaçamento largo (1,5 m) adotado no cultivo, expõe o solo a risco de erosão. Com a utilização da cultura intercalar do milho esse problema é minimizado pois o solo é rapidamente coberto pela área foliar de ambas as culturas.

Como o consórcio de cana-de-açúcar com milho interfere na produtividade de ambas as culturas?

Os resultados já obtidos demonstram que a renovação do canavial por meio do plantio da cana consorciada com milho é promissora e economicamente viável. Nos estudos já realizados, observou-se que a produtividade do milho não foi afetada pela competição com a cultura da cana-de-açúcar, bem como a brotação e perfilhamento da cana-de-açúcar não foram afetados pela consorciação, após a colheita do milho. Experimentos conduzidos pela Embrapa em Planaltina, DF; Dourados, MS e Jaguariúna, SP avaliaram o consórcio da cana-açúcar e milho plantados no início do período chuvoso. Na Figura 5, são apresentadas as produtividades médias (TCH) de colmos de quatro experimentos nas diversas localidades. Nessas áreas, a produtividade média do milho foi de 8,5 t/ha, sendo o maior valor de 14 t/ha e menor 5,7 t/ha. Em nenhuma das situações a produtividade do milho consorciado com cana-de-açúcar foi menor do que o cultivado solteiro. A produtividade de colmos e o açúcar total recuperável (ATR) da cana não foram afetados pelo consórcio com o milho (Figuras 5 e 6). Nessa comparação, o sistema consorciado de cana e de milho foi plantado no início do período chuvoso (outubro/novembro), com a colheita do milho em março do ano seguinte. A cana solteira foi plantada em sucessão ao cultivo de milho solteiro também em março.

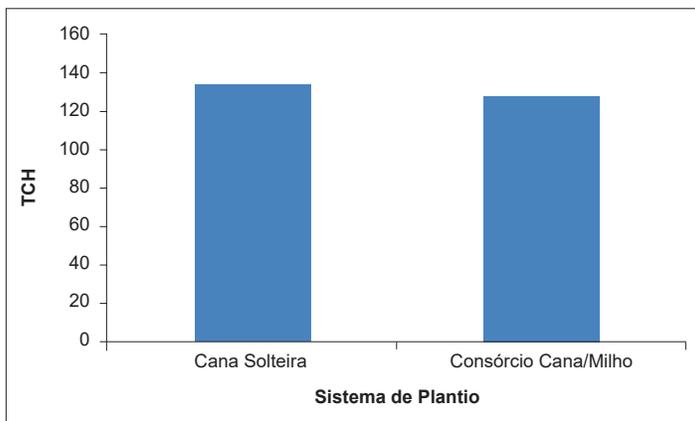


Figura 5. Produtividade de cana-de-açúcar (t/ha) em sistemas de cultivos de cana solteiro e consorciado.

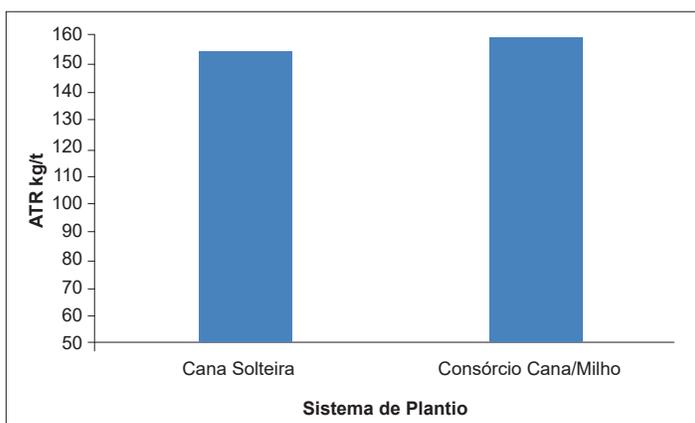


Figura 6. Açúcar total recuperável (ATR) em sistemas de cultivos de cana solteiro e consorciado.

Em termos de intensificação da produção, para cada hectare de milho produzido, auferese uma margem líquida de R\$ 831,60, caso a produção fosse a simples venda dos grãos (IFAG, 2020a). Levando-se em conta um Custo Operacional Efetivo (COE) para cana-planta em terra própria de R\$ 14.278,61 (IFAG, 2020b), o resultado financeiro do milho representaria uma queda de até 5,82% nos COE da cana.

Quando analisando a possibilidade de produção de uma usina flex, tem-se o potencial de se produzir 400 L de etanol para cada tonelada de milho processada, cerca de cinco vezes mais etanol do que o obtido por tonelada de

cana. Adiciona-se a isso um rendimento de 380 kg de DDGS para a mesma uma tonelada de milho.

Com a cotação de R\$ 1,4498 por litro de etanol hidratado, combustível pago ao produtor na região de Goiás em 22 de agosto de 2020 (Unica, 2020), a tonelada de milho implica R\$ 579,92 obtidos pela venda do etanol. Com a cotação de R\$ 400,00 a R\$ 650,00 por tonelada de DDGS, cada tonelada implica receitas de R\$ 152,00 a R\$ 247,00 por tonelada de milho. Assim, para cada tonelada de milho, obtém-se uma receita de R\$ 731,92 a R\$ 826,92 na venda de DDGS e etanol. Utilizando a pressuposição de 9.300 kg por hectare de milho feito pelo IFAG (2020b), temos uma receita de R\$ 6.806,86 a R\$ 7.690,36 por hectare de milho. Isso representa uma queda de 48% a 54% no COE da cana-de-açúcar.

Como operacionalizar?

- 1) Realizar amostragem do solo representativa (Rein et al., 2015) para determinar as doses de calcário e gesso agrícola (Sousa et al., 2015) e outros nutrientes (Sousa; Lobato, 2004). A prática da fosfatagem é recomendada (Rein et al., 2015) para aumentar o potencial produtivo de ambas as culturas e ampliar a capacidade de competição do milho com a cana-de-açúcar. As quantidades de macro e micronutrientes aplicadas na área a ser consorciada devem levar em consideração a adubação do sistema, somando às doses recomendadas de ambas culturas (Sousa; Lobato, 2004).
- 2) Realizar o plantio nivelado, sem a operação de quebra-lombo, ao contrário da tradicional sulcagem profunda (Figura 7); essa é a primeira alteração em relação ao plantio tradicional de cana-de-açúcar. Nessa operação, atentar para o teor de água no solo (umidade) adequado, para não ocorrer a compactação e o espelhamento das laterais dos sulcos, ao mesmo tempo em que eles se mantêm estáveis, evitando o assoreamento. Recomenda-se a utilização de piloto automático com correção Real Time Kinematic (RTK). Nas áreas pilotos para o teste da tecnologia, utilizou-se espaçamento entre linhas de cana-de-açúcar de 1,5 m e profundidade entre 0,13 m e 0,18 m (Figura 8). Dessa forma, não houve a necessidade da operação de quebra lombo. A cobertura dos toletes de cana (mudas) com solo variou entre 0,04 m e 0,09 m conforme a variedade escolhida.



Foto: Thomaz Rein

Figura 7. Plantio nivelado de cana-de-açúcar.



Fotos: Fabiano Saggin

Figura 8. Sulcagem para plantio nivelado de cana-de-açúcar consorciada com milho.

- 3) Se por algum motivo o terreno ficar muito desuniforme, com torrões ou com camalhões após o plantio da cana, passar um rolo agrícola destorroador ou até mesmo uma grade niveladora com discos de 20” regulada com pou-

co ângulo de ataque para melhorar a qualidade de plantio do milho. Essas operações não podem entrar em contato com os toletes de cana já plantados (possibilidade de danificar gemas) e nem jogar mais solo do que o recomendado em cima deles (dificultando a emergência da cana-de-açúcar).

- 4) Para o consórcio, preferencialmente, utilizar variedades de cana-de-açúcar com germinação mais lenta e aplicar o tratamento químico nos toletes com inseticida e fungicida, mantendo entre 15 a 20 gemas viáveis por metro linear.
- 5) Após o plantio da cana, efetuar a semeadura do milho o mais rápido possível. Isso diminui a necessidade de supressão da cana com herbicida (ver orientações no tópico específico) e comprometimento da colheita do milho.
- 6) Semear o milho no espaçamento de 0,5 m entre linhas e a 0,25 m das linhas de cana, com o uso de piloto automático com correção RTK para o plantio (Figura 9), mantendo-se a população de plantas e a data de plantio recomendada pelo fornecedor da semente. É recomendado utilizar materiais de milho que tenham inserção de espigas alta e de ciclo precoce. É importante o tratamento das sementes de milho com fungicida e inseticida para garantir um bom estande de plantas.

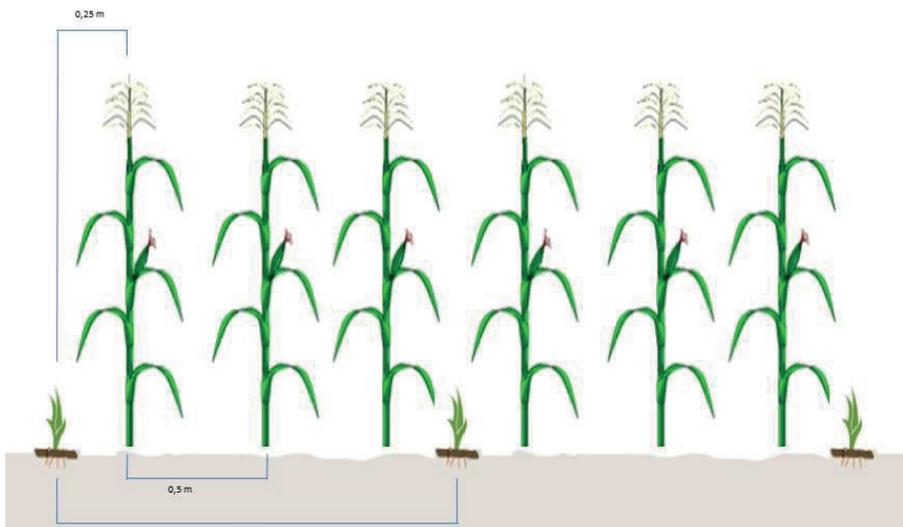


Figura 9. Arranjo espacial de plantas no consórcio cana-de-açúcar e milho. Ilustração: Souza, K. W.

- 7) O equipamento para o plantio do milho deve ser compatível com o espaçamento da cana (Figura 10). No caso de 1,5 m, pode-se adotar semeadoras com 3, 6 ou 12 linhas espaçadas em 0,5 m, tracionadas por trator com bitola entre 1,5 m e 2,4 m de largura, de forma que trafeguem no espaço entre as linhas de cana e não sobre o sulco de plantio. Para isso, os tratores não podem ter rodados duplos (“filipados”), uma vez que frequentemente excedem a largura de 1,5 m. Para tratores com bitola aberta de 3 m, não filipados, podem ser utilizadas semeadoras com 9, 15 ou 21 linhas espaçadas em 0,5 m. Para semeadoras maiores, ficar atento na questão do lastro dos tratores para não haver patinagem e desliz. Nas semeadoras, alinhar os rodados para trafegar nas entrelinhas da cana e não sobre o sulco de plantio.



Fotos: Fabiano Saggini

Figura 10. Conjunto trator/semeadora adaptados para o tráfego e plantio nas entrelinhas da cana-de-açúcar plantada em espaçamento de 1,5 m.

- 8) Para adubações no sulco de plantio, equipar as semeadoras de milho com disco duplo desencontrado nas linhas próximas do sulco de plantio da cana e haste sulcadora (“botinha”) no centro da entrelinha da cana para promover a descompactação causada pelo rodado das operações de sulcagem para plantio da cana.

- 9) Depois do plantio das culturas, para controle da germinação e emergência das plantas daninhas, realizar a aplicação de herbicidas em pré-emergência seletivas para as culturas ou aguardar e aplicar em pós-emergência.
- 10) Monitorar a pressão de insetos pragas e doenças em ambas as culturas e realizar aplicação de inseticidas e fungicidas conforme a recomendação técnica.
- 11) Para evitar o tráfego sobre o sulco de plantio da cana, a colhedora de grãos não pode ser rodado duplo (“filipado”), com bitolas entre 2,8 m a 3,2 m. A plataforma de milho deve ser para colheita no espaçamento de 0,5 m, com número mínimo de 9 linhas. Para a colheita do milho, o uso do piloto automático com correção RTK não é limitante. Realizar o ajuste necessário entre os facões e os rolos recolhedores da plataforma para que, porventura, as folhas da cana que estiverem maiores não comprometam a colheita (Figura 11).



Fotos: Fabiano Saggini

Figura 11. Colheita do milho consorciado com cana.

- 12) Acompanhar a maturação dos grãos de milho e o crescimento da cana em razão da reentrada de luz. Se o crescimento da cana acelerar com a reentrada de luz, é indicado iniciar a colheita do milho assim que der con-

dições técnicas (umidade do grão abaixo de 28%), para não prejudicar ambas as culturas.

- 13) Após a colheita do milho, o manejo fitossanitário da cana-de-açúcar consorciada é o mesmo da solteira.
- 14) Pelo fato de as duas culturas consorciadas serem gramíneas, recomenda-se, entre os ciclos de renovação do canavial, não repetir na mesma área o consórcio de cana com milho. Experimentalmente não foram observados efeitos antagônicos do milho na cana em um ciclo de plantio.

Atenção com o manejo de herbicidas

Algumas estratégias devem ser adotadas no manejo de plantas daninhas no consórcio para evitar fitointoxicação ou perda de produtividade das culturas, seja pelo herbicida usado ou pela interferência das plantas daninhas. O manejo de plantas daninhas no consórcio deve ser efetivo, para que o milho seja colhido no limpo, sem plantas daninhas, e facilitar o manejo posterior na cana-de-açúcar.

A escolha dos herbicidas deve ter como critério a sua eficácia e a seletividade para as duas culturas. Seletividade é a característica dos herbicidas que possibilita a sua aplicação para o controle de plantas daninhas sem causar danos às culturas. Assim, a escolha dos produtos e das doses deve considerar a tolerância do milho e da cana e não apenas do milho.

Há opções de herbicidas no mercado brasileiro para aplicações em pré ou pós-emergência que podem ser usados no consórcio de milho com cana-de-açúcar (Tabela 1). As alternativas mais comuns dos agricultores são as associações de atrazina ao s-metolaclo, em pré-emergência, ou atrazina ao mesotriona, em pós-emergência, todos seletivos para as duas culturas, com excelente controle de plantas daninhas, tanto folhas largas como estreitas. Porém, existem outras possibilidades de uso para tratamentos em pré ou pós.

Em situações em que o crescimento da cana-de-açúcar for mais rápido do que o milho, a competição pode afetar a produtividade do milho e dificultar sua colheita mecanizada. Para evitar isso, pode-se utilizar herbicidas seletivos para o milho e que ocasionam estresse nas plantas de cana, mas sem

afetar a sua capacidade de recuperação após a colheita dos grãos. Os herbicidas deverão ser pulverizados em concentrações suficientes para inibir a cana-de-açúcar, mas sem ocasionar danos severos, como mortalidade de plantas, que resultaria em perdas de estande final.

As opções mais viáveis são o glifosato em doses de até 180 g e.a ha⁻¹ (equivalente ácido) para milho transgênico tolerante a esse herbicida; e nicossulfuron em doses menores que 6 g de i.a. ha⁻¹ (ingrediente ativo) para qualquer tipo de milho, com ou sem transgenia. As doses indicadas são bem abaixo daquelas recomendadas para a cultura do milho, logo não terão efeito no controle de plantas daninhas, somente na inibição do crescimento da cana-de-açúcar.

Tabela 1. Herbicidas indicados para uso no sistema de consórcio de milho com cana-de-açúcar, com os respectivos grupos químicos, épocas de aplicação⁽¹⁾, doses⁽²⁾ e espectro de controle.

Herbicida (Ing. ativo, i.a.)	Grupo químico	Época de aplicação	Dose i.a. (g ha ⁻¹)	Espectro de controle
2,4-D	Ácidos fenoxicarboxílicos	Pós	806–1.209	Folhas largas
Atrazina	Triazinas	Pré/Pós	2.000–2.500	Folhas largas e algumas gramíneas
Isoxaflutole	Isoxazoles	Pré	60	Gramíneas
Mesotriona	Tricetonas	Pós	120–144	Folhas largas e algumas gramíneas
Saflufenacil	Uracilas	Pré	49–98	Folhas largas
S-metolacoloro	Cloroacetamidas	Pré	1.440–1.680	Gramíneas e algumas folhas largas
Trifluralina	Dinitroanilinas	Pré	1.800–2.400	Gramíneas e algumas folhas largas

⁽¹⁾ Pré ou pós-emergência (Pré ou Pós) das plantas daninhas e cultivadas.

⁽²⁾ Para s-metolacoloro e trifluralina, o intervalo de doses é em função da textura do solo, com menor dose para solos de textura média a arenosa, e maior, para solos argilosos.

Fonte: Rodrigues & Almeida (2018).

Importante herbicida da cana-de-açúcar, o tebutiurom, quando usado no último corte da cana antes da renovação do canavial, poderá afetar o milho cultivado no ano seguinte. O efeito não é exclusivo do consórcio, visto que o milho solteiro também poderá ser prejudicado. Esse fenômeno é denominado de “carryover” e refere-se aos resíduos fitotóxicos que permanecem no solo e que afetam culturas sensíveis em rotação ou sucessão após as culturas em que o herbicida foi utilizado (Santos et al., 2007). O tebutiurom pode deixar

resíduos no solo por até 2 anos. Porém, os resultados são controversos, em decorrência dos vários fatores que afetam a persistência do herbicida no solo, como textura do solo, volume de chuva, dose, híbrido de milho etc.; na dúvida se haverá ou não resíduo no solo, o mais indicado é não aplicar o tebutiuram no último corte da cana-de-açúcar.

Considerações finais

Para que ocorra a expansão da produção de açúcar e etanol no Cerrado, é necessária a intensificação sustentável do atual sistema de produção de cana-de-açúcar. O conceito engloba um sistema de produção integrado, mais intensivo, resiliente e eficiente no uso de recursos. Setores, como o sucroenergético que historicamente são de monocultivo e enfrentam quedas de produtividade, deverão abrir espaço para quebras de paradigmas envolvendo arranjos, consórcios e outras integrações que aproveitem o sinergismo dos componentes do sistema de produção, culminando com o aumento do rendimento por área e ao mesmo tempo favoreçam os negócios das usinas. Ressalta-se que a demanda por alimento, combustível e energia vêm aumentando continuamente, enquanto a disponibilidade de terra agricultável está diminuindo.

Estudo da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2019a), referente a cenários de oferta de etanol no Brasil num horizonte de 10 anos, projetou que tanto num cenário de crescimento alto (mais positivo) quanto baixo de etanol (mais negativo), a verticalização da produção é necessária, seja para reduzir a pressão de expansão da cana-de-açúcar sobre áreas nativas e grãos (cenário mais positivo), seja para aumentar a eficiência e competitividade de quem ficar no setor (cenário mais negativo). Para atender essas expectativas, criou-se a política RenovaBio, que estima que, em 2030, a demanda por etanol poderá ser de 56 bilhões de litros ao ano, o que corresponde a 69% de aumento em relação à safra 2019/2020 (EPE, 2019b), exigindo aumentos de produção tanto de cana como de milho e de fontes de biomassa para 2G. Com o estímulo ao uso de biocombustíveis, espera-se evitar a emissão de 680 milhões de toneladas de CO₂eq, em função da substituição de combustíveis fósseis (CNPE, 2019). Com isso, serão respeitados os compromissos assumidos nas 21^a e 22^a Conferência das Partes sobre Mudança do Clima

(COP21 e COP22), além de estimular a produção de biocombustível nacional, que envolve maiores investimentos internos, geração de empregos e renda para o país.

Espera-se que, na maioria das situações, o sucesso do plantio consorciado de cana-de-açúcar e milho seja elevado. A principal recomendação às usinas, fornecedores e arrendatários de áreas de reforma de canavial é iniciar de forma gradual a adoção do sistema para que haja uma curva de aprendizagem que leve ao seu aperfeiçoamento para cada situação e necessidade específica. Como exemplo, pode-se vislumbrar a adoção do consórcio de cana-de-açúcar e milho, ambos em sistema de plantio direto. Como grande parte do avanço do plantio de cana-de-açúcar ocorreu recentemente próximo ou em áreas tradicionais de cultivo de grãos, regiões em que existe conhecimento técnico no plantio de milho e disponibilidade de maquinário, produtores especializados podem inicialmente conduzir as lavouras consorciadas. Ferramentas como o zoneamento agroecológico para a cultura de cana-de-açúcar e pelo Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) para a cultura de milho, respeitando, para essa última, as datas de plantio recomendadas, já estão disponíveis e são úteis para os sistemas consorciados também. Um cenário de crise é, ao mesmo tempo, um cenário de oportunidade que demanda por soluções inovadoras que visem aumentar a produtividade das culturas e maximizar o retorno econômico por unidade de terra agricultável.

Agradecimentos

Ao Grupo São Martinho pelas avaliações em área piloto e financiamento de parte da pesquisa. Às equipes de apoio de campo da Embrapa Cerrados, Embrapa Meio Ambiente e Embrapa Agropecuária Oeste. Ao técnico agrícola Fabiano Saggin da Embrapa Cerrados pelas valiosas sugestões na solução de problemas operacionais da tecnologia.

Referências

ALTERMAN, M. K.; JONES, A. P. **Herbicidas: fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción.** Santiago, Chile: Ediciones Universidad Católica del Chile, 2003. 333 p.

BARBIERI, V.; VILLA NOVA, N. A. **Climatologia e a cana-de-açúcar**. Araras: Planalsucar. Coordenadoria regional Sul, p. 1-22, 1977.

BEGNA, S. H. Morphology and yield response to weed pressure by corn hybrids differing in canopy architecture. **European Journal of Agronomy**, v. 14, n. 4. p. 293-302, 2001.

CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 157 p.

CNPE – **Concelho Nacional de Política Energética**. Resolução número 15, 2019. Disponível em: http://www.mme.gov.br/documents/36074/252491/Resolu%C3%A7%C3%A3o_CNPE_15_2019_RenovaBio.pdf/7d734273-ff6c-980c-d618-477297db54bb. Acesso em: 31 maio 2020.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Cenários de oferta de etanol e demanda do ciclo Otto**. Rio de Janeiro: EPE, 2019a. Disponível em: http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-255/topico-503/EPE_DPG_SDB_Bios_NT_02_2019_r0_Cenarios_de_Oferta_de_Etanol.pdf. Acesso em: 18 maio 2020.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Investimentos e custo operacionais e de manutenção no setor de biocombustíveis 2020-2030**. Rio de Janeiro: EPE, 2019b. Disponível em: http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-343/topico-506/Investimentos_Custos_O_e_M_Bios_2020-2030.pdf. Acesso em: 18 maio 2020.

IFAG - INSTITUTO PARA O FORTALECIMENTO DA AGROPECUÁRIA DE GOIÁS. **Custos Operacionais Cana AP 20-21 (JUN)**. Disponível em: [http://ifag.org.br/arquivos/205/2020-06-Junho/1857/Custos-Operacionais-Cana-AP-20-21-\(JUN\).pdf](http://ifag.org.br/arquivos/205/2020-06-Junho/1857/Custos-Operacionais-Cana-AP-20-21-(JUN).pdf). Acesso em: 24 ago. 2020a.

IFAG - INSTITUTO PARA O FORTALECIMENTO DA AGROPECUÁRIA DE GOIÁS. **Estimativa de Custo de Produção de Milho Transgênico JUN 20**. Disponível em: <http://ifag.org.br/arquivos/205/2020-06-Junho/1867/Estimativa-de-Custo-de-Producao-Milho-Transgenico-JUN20.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2020b.

MILANEZ, A. Y.; NYKO, D.; VALENTE, M. S.; XAVIER, C. E. O.; KULAY, L. A.; DONKE, A. C. G.; MATSUURA, M. I. S. F.; RAMOS, N. P.; MORANDI, M. A. B.; BONOMI, A. M. F. L. J.; CAPITANI, D. H. D.; CHAGAS, M. F.; CAVALETT, O.; GOUVÊIA, V. L. R. A produção de etanol pela integração do milho-safrinha às usinas de cana-de-açúcar: avaliação ambiental, econômica e sugestões de política. **Revista do BNDDES**, n. 41, p. 147-207, 2014.

REIN, T. A.; SOUSA, D. M. G.; SANTOS JUNIOR, J. D. G.; NUNES, R. S.; KORNDORFER, G. H. **Manejo da adubação fosfatada para a cana-de-açúcar no Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2015. (Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 29).

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. L. S. **Guia de Herbicidas**. 7. ed. Londrina: Edição dos autores, 2018. 764 p.

SANTOS, J. B. dos; SILVA, A. A. da; FERREIRA, L. R.; PROCÓPIO, S. O.; PIRES, F. R. Fitorremediação de áreas contaminadas por herbicidas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Ed.) **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 367 p. 2007.

SCARPIN, L. J.; MUNDO NETO, M.; MALAGOLLI, G. A. O sistema de rotação entre amendoim e cana-de-açúcar em áreas controladas por indústrias. **Interface Tecnológicas**, v. 10, n. 1, p. 95-103, 2013.

SOOPRAMANIEN, G. C.; NAYAMUTH, R.; BATCHELOR, C. H. Effect of water regim on yield of drip irrigated first ratoon cane intercropped with maize and groundnut. **Agriculture Water Management**, v. 2 n. 3, p. 281-289, 1992.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

SOUSA, D. M. G.; REIN, T. A.; NUNES, R. S.; SANTOS JUNIOR, J. D. G. **Recomendações para correções da acidez do solo para cana-de-açúcar no Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2015. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 177).

SOUZA, M. L. P. S. **Planejamento otimizado de plantio e colheita da cana-de-açúcar para maximização da produção de sacarose considerando uma demanda mensal da usina**. 2017. 40 f. Dissertação (Mestrado) – UNESP, Bauru, 2017.

ÚNICA – UNIÃO DA INDÚSTRICA DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Preço recebido pelo produtor: etanol hidratado combustível**, Goiás. Disponível em: <http://www.unicadata.com.br/pdfPrcProd.php?idioma=1&tipoHistorico=7&idTabela=2452&estado=Goi%26aacute%3Bs&produto=Etanol+hidratado+combust%26iacute%3Bvel&frequencia=Semanal>. Acesso em: 24 ago. 2020.

WALLACE, J. S. A comparison of the light interception and water use of plant and first ratoon sugar cane intercropped with maize. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 57, n. 1-3, p. 85-105, 1991.

Exemplar desta publicação disponível gratuitamente no link: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br> (Digite o título e clique em Pesquisar)

Embrapa Cerrados
BR 020 Km 18 Rod. Brasília/Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73310-970, Planaltina, DF
Fone: (61) 3388-9898
Fax: (61) 3388-9879
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição
1ª impressão (2020):
30 exemplares

Impressão e acabamento
Embrapa Cerrados



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações

Presidente

Marcelo Ayres Carvalho

Secretária-executiva

Marina de Fátima Vilela

Membros

*Alessandra Silva Gelape Faleiro,
Cícero Donizete Pereira, Gustavo José Braga,
João de Deus G. dos Santos Júnior,
Jussara Flores de Oliveira Arbues,
Shirley da Luz Soares Araujo*

Supervisão editorial

Jussara Flores de O. Arbues

Revisão de texto

Jussara Flores de O. Arbues

Normalização bibliográfica

Shirley da Luz Soares Araujo (CRB 1/1948)

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Leila Sandra Gomes Alencar

Foto da capa

Fabiano Bastos