

Foto: Gessi Ceccon



Manejo de Plantas Daninhas na Cultura do Sorgo

Germani Concenço¹
André Andres²
Gessi Ceccon³

O Brasil foi o nono maior produtor de sorgo do mundo em 2011, atrás da Nigéria, Índia, México, Estados Unidos, Argentina, Sudão, Etiópia e Austrália (INDEX MUNDI, 2011b). Porém, comparado à taxa anual de expansão da área cultivada, o Brasil ocupou o 42º lugar no ano de 2011 (INDEX MUNDI, 2011a), com crescimento negativo.

A cultura do sorgo sacarino, no entanto, recentemente toma novo impulso com a utilização para fabricação de biocombustível (PARRELLA et al., 2010; URQUIAGA et al., 2005).

Ao lado da cana-de-açúcar, que é tradicionalmente empregada na produção de etanol, o sorgo sacarino apresenta-se como ótima opção sob os pontos de vista agrônomo e industrial. Esta cultura mereceu atenção dentre os objetivos propostos no Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011, principalmente pelas características reveladas no Brasil e em outros países, como os Estados Unidos da América e a Índia (PARRELLA et al., 2010).

O uso de culturas com potencial alelopático em um esquema de rotação é grande limitador da competição entre plantas daninhas e demais espécies cultivadas em

sucessão àquela com significativo poder alelopático. Além disso, a rotação de culturas com espécies apresentando diferentes características morfofisiológicas torna possível o uso de herbicidas mais efetivos sobre espécies daninhas problemáticas ou de difícil controle (RIZZARDI et al., 2004b). A literatura científica é rica em dados gerados em sistemas de cultivo englobando soja e milho, mas pouca informação está disponível quanto à ocorrência de plantas daninhas em sistemas que envolvem o cultivo de sorgo (RIZZARDI et al., 2004a).

A eficiência de métodos de controle de plantas daninhas é fundamental para o sucesso da diversificação de culturas. O produtor normalmente adota o controle químico como principal – e muitas vezes única forma de manejo das plantas infestantes, mas esta prática ocasiona problemas como a seleção de plantas daninhas resistentes ou tolerantes a herbicidas, danos ao ambiente e toxicidade ao aplicador, e algumas vezes maior custo, devido à necessidade de insumos externos à propriedade. A prática de capina manual pode ser alternativa viável no combate das plantas daninhas na cultura do sorgo em áreas de pequenos produtores,

¹Eng. Agrôn., Dr., Pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 449, 79804-970 Dourados, MS. E-mail: germani@cpao.embrapa.br

²Eng. Agrôn., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, 96010-971 Pelotas, RS. E-mail: andre.andres@cpact.embrapa.br

³Eng. Agrôn., Dr., Analista da Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 449, 79804-970 Dourados, MS. E-mail: gessi@cpao.embrapa.br

onde se dá preferência à utilização dos recursos já existentes na propriedade (KATHIRESAN, 2007). A adequação desta prática de controle de plantas daninhas também será importante, caso o governo passe a incentivar o cultivo de sorgo em pequenas propriedades, orientado para produção de biocombustíveis, de forma análoga ao que acontece com a mamona (MONTEIRO, 2007).

O manejo integrado de plantas daninhas combina as diversas práticas de controle, sendo mais importantes as capinas e os métodos mecânico ou químico, feitos no momento adequado (FREITAS et al., 2004). É conhecida a eficiência do controle mecânico de plantas daninhas, porém são reduzidas as informações sobre número de operações necessárias para evitar a competição de invasoras no cultivo de sorgo, visando evitar operações desnecessárias de controle mecânico, que poderiam acarretar maior custo e maiores danos mecânicos às plantas da cultura, ocasionando perdas na produção final (FREITAS et al., 2006).

Com base no exposto, objetivou-se avaliar a eficiência dos métodos mecânico e químico de controle de plantas daninhas na cultura do sorgo.

O experimento foi instalado em condições de campo em área experimental pertencente à Embrapa Clima Temperado, no sistema convencional de cultivo. A área onde o experimento foi instalado é de textura arenosa com 15% de argila, densidade de $1,48 \text{ g cm}^{-3}$ e pH de 4,8. Os tratamentos foram arranjos em delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições. As parcelas experimentais mediram $3 \text{ m} \times 5 \text{ m}$, sendo compostas por cinco linhas de sorgo.

O preparo do solo foi feito com aração e gradagem da área, e o manejo da cultura ao longo do ciclo seguiu as recomendações para a cultura do sorgo (INDICAÇÕES..., 2009). A variedade híbrida BRS 305 (granífero) foi utilizada para o experimento, devido à alta resistência ao ataque de pestes, sendo semeada em linhas espaçadas em 0,5 m, com densidade final de 20 sementes por metro quadrado. A fertilização foi feita no sulco de plantio com 400 kg ha^{-1} de fertilizante organomineral NPK 04-12-08, contendo 25% de matéria orgânica. A emergência ocorreu nove dias após o plantio. A fertilização em pós-emergência constou da aplicação de 150 kg ha^{-1} de nitrogênio fracionado em três ocasiões: nos estádios de emissão da quarta, sexta e oitava folhas.

Os tratamentos herbicidas (Tabela 1) em pré-emergência foram aplicados 4 dias após o plantio, e os pós-emergentes, 34 dias após a emergência (DAE) da cultura. A aplicação foi feita com equipamento costal de precisão pressurizado a CO_2 , conectado à barra

contendo quatro pontas da série Teejet DG 110.015, espaçados em 0,5 m, com volume de calda de 125 L ha^{-1} . Ambas as aplicações, pré- e pós-emergentes, foram realizadas no início da manhã, com umidade relativa do ar superior a 75% e temperaturas entre 20°C e 25°C .

O método mecânico de manejo de plantas daninhas constou de capina manual nas entrelinhas da cultura do sorgo: aos 15 DAE, no estádio de 3 folhas (tratamento 10); aos 15 e aos 36 DAE, nos estádios de 3 e 4-5 folhas definitivas (tratamento 11) e aos 15, 36 e 50 DAE, nos estádios de 3, 4-5 e 6-8 folhas expandidas, respectivamente. As variáveis analisadas foram o controle de gramíneas em geral, ao final do ciclo da cultura (95 DAE); população de plantas antes da colheita e produtividade de grãos da cultura. As principais espécies infestantes na área foram *Brachiaria plantaginea* (capim-marmelada) e *Echinochloa colona* (capim-arroz), ocorrendo também plantas de arroz espontâneo (*Oryza sativa*).

O tratamento testemunha foi representado por parcelas onde as plantas daninhas não foram controladas em nenhum momento ao longo do ciclo da cultura.

As avaliações de eficiência de controle de plantas daninhas foram baseadas em parâmetros visuais variando de zero (sem efeito) a 100 (controle total das espécies infestantes). Os dados foram analisados quanto à homocedasticidade e submetidos à análise de variância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. A comparação de médias foi feita pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade. Comparações entre doses de herbicidas foram obtidas por regressão não linear. A produtividade de grãos da cultura foi avaliada na área útil da parcela ($4 \text{ m} \times 2 \text{ m}$). Todas as análises foram executadas no ambiente estatístico R (R: A DEVELOPMENT..., 2011).

Os tratamentos comparados no estudo mostraram diferenças quanto ao controle de gramíneas na área. Dentre os tratamentos químicos, o maior efeito foi obtido com aplicação de atrazine em pré-emergência da cultura e das plantas daninhas, em doses maiores que $1.500 \text{ g i.a. ha}^{-1}$. O uso de maiores doses não aumentou significativamente o efeito do herbicida. Mesmo sendo superior ao tratamento testemunha quanto à eficiência de controle, a aplicação de atrazine em pós-emergência foi menos efetiva que as aplicações pré-emergentes. Como exemplo, diferença de controle superior a 20% foi observada entre aplicação de atrazine na dose de $1.500 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ em pré- e pós-emergência (Tabela 1). Por ocasião da avaliação ao final do ciclo, não foram encontradas diferenças entre doses de atrazine aplicadas em pré-emergência. Da mesma forma, níveis equivalentes de controle foram observados entre os tratamentos pós-emergentes.

Tabela 1. Efeito dos tratamentos químicos ou mecânicos aplicados à cultura do sorgo, variedade BRS 305, visando ao manejo de plantas daninhas. Embrapa, 2011.

Herbicida e dose (g ha ⁻¹)	Momento de aplicação	Controle (%)	Plantas da cultura por metro	Produtividade (kg ha ⁻¹)
1. Testemunha	-	0 d ⁽²⁾	5 b ⁽¹⁾	1.457 d ⁽¹⁾
2. Atrazine 1000	PRÉ	96,5 a	8 a	5.460 b
3. Atrazine 1500	PRÉ	97,0 a	9 a	6.477 a
4. Atrazine 2000	PRÉ	99,0 a	7 a	5.054 bc
5. Atrazine 2500	PRÉ	98,5 a	7 a	4.871 c
6. Atrazine 3000	PRÉ	99,5 a	7 a	5.909 ab
7. Atrazine 1500 + 0,5% ⁽²⁾	PÓS	76,5 b	7 a	4.790 c
8. Atrazine 2000 + 0,5% ⁽²⁾	PÓS	81,0 b	8 a	4.125 c
9. Atrazine 2500 + 0,5% ⁽²⁾	PÓS	86,0 b	10 a	4.845 c
10. Capina aos 15 DAE		57,5 c	7 a	3.819 c
11. Capina aos 15 e 36 DAE		83,5 b	7 a	4.478 c
12. Capina aos 15, 36 e 50 DAE		94,5 a	8 a	5.467 b

⁽¹⁾ Na coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade; PRÉ: aplicações em pré-emergência realizada quatro dias após plantio; PÓS: aplicações em pós-emergência realizada 34 dias após emergência da cultura.

⁽²⁾ Adicionou-se 0,5% do óleo mineral Assist às aplicações de atrazine em pós-emergência.

Ressalta-se que para que o atrazine atue bem como pré-emergente, é necessário que a tecnologia de aplicação (condições ambientais e regulação/calibração dos equipamentos) esteja correta, e que o solo apresente umidade suficiente. Herbicidas pré-emergentes, de maneira geral, exigem umidade no solo para exercer o efeito desejado (SILVA; VIVIAN, 2008). Como pós-emergente, o atrazine atua como herbicida de contato e devido a isto os níveis de controle alcançados nesta modalidade de aplicação são geralmente inferiores aos obtidos com aplicação em pré-emergência (SILVA et al., 2007), conforme pode ser visto na Tabela 1, onde os tratamentos 2 a 6 proporcionaram níveis de controle superiores aos obtidos nos tratamentos 7 a 9. Aliado à maior eficiência, aplicações em pré-emergência são capazes de controlar plantas daninhas em processo de germinação devido ao seu efeito residual no solo (SILVA et al., 2007), o que resultou em menores níveis de infestação aos 95 dias após a aplicação, para os tratamentos em pré-emergência (Tabela 1).

O controle mecânico de plantas daninhas foi efetivo em reduzir o nível de interferência das invasoras sobre a cultura, porém sendo menos eficiente que a aplicação de herbicida. Apenas o tratamento 12 (capina aos 15, 36 e 50 DAE) alcançou nível de controle similar à aplicação de atrazine em pré-emergência. Salienta-se ainda que

este método de controle resultou em níveis de controle superiores aos obtidos com aplicação de atrazine em pós-emergência. Além da eficiência de controle como um todo, a principal diferença entre os métodos químico e mecânico de manejo de plantas daninhas é a preservação da eficiência de controle – efeito residual – ao longo do ciclo de cultivo com o uso da intervenção química.

O controle mecânico, se mal executado, pode ocasionar graves danos às plantas da cultura. Diferentemente do esperado, no presente estudo o efeito do método de controle adotado (mecânico ou químico) sobre a densidade de plantas da cultura foi menor que o ocasionado pela presença das plantas daninhas na testemunha sem controle, de acordo com a análise de contrastes ortogonais (Tabela 2). O menor rendimento de grãos de sorgo foi obtido na testemunha, com 1,45 t ha⁻¹, enquanto a produtividade mais alta foi observada nos tratamentos pré-emergentes de atrazine, tratamento 3 (1.500 g i.a. ha⁻¹) em particular, com 6,47 t ha⁻¹. A adoção de duas capinas resultou em produtividade de sorgo equivalente à média dos tratamentos pós-emergentes de atrazine. Como esperado, o melhor resultado dentre os tratamentos mecânicos foi obtido com três operações de capina (tratamento 12), com produtividade de 5,4 t ha⁻¹.

O tratamento com apenas duas capinas alcançou mais de 80% de controle de plantas daninhas, mas resultou em produtividade de 4,5 t ha⁻¹, o que equivale a 18% de redução na produtividade em comparação ao tratamento com três capinas. O tratamento com somente uma capina resultou em produtividade 30% menor que o observado no tratamento com três operações (Tabela 1).

Tabela 2. Efeito absoluto dos tratamentos químico e mecânico aplicados à cultura do sorgo, variedade BRS 305, visando ao manejo de plantas daninhas. Embrapa, 2011.

Método de controle	Controle das gramíneas (%)	Plantas da cultura (m ⁻¹)	Produtividade da cultura (kg ha ⁻¹)
Mecânico	78,5 b ⁽¹⁾	7,3 a ⁽¹⁾	4.588,0 a ⁽¹⁾
Químico	91,8 a	7,8 a	5.191,0 a

⁽¹⁾ Na coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem pela análise de contrastes ortogonais, a 5% de probabilidade.

Um resumo estatístico das diferenças entre os métodos de controle é apresentado na Tabela 2, mostrando que embora os métodos tenham diferido quanto à eficiência de controle de gramíneas, o número de plantas da cultura capaz de sobreviver aos tratamentos foi equivalente e a produtividade média também não diferiu. Salienta-se, no entanto, que a equivalência de produtividades entre métodos de manejo provavelmente se deve às baixas produtividades obtidas com a aplicação de atrazine em pós-emergência, conforme as produtividades por tratamento (Tabela 1).

O cálculo das doses ótimas de atrazine para alcançar determinado nível (25%, 50%, 80% ou 90%) de controle das plantas daninhas mostrou que as aplicações em pós-emergência necessitaram de maiores doses de atrazine que as aplicações em pré, para alcançar níveis similares de controle (Tabela 3). O herbicida atrazine foi eficiente em controlar as gramíneas na área do experimento (infestação formada principalmente por capim-marmelada e capim-arroz), com efeito marcante da modalidade de aplicação e maior eficiência sempre nas aplicações em pré-emergência. O controle de gramíneas com atrazine aplicada em pós-emergência não foi efetivo, e nesta situação o manejo mecânico com três capinas resultou em melhor índice de controle e melhor produtividade de grãos da cultura.

Tabela 3. Dose de atrazine (g i.a. ha⁻¹) necessária para obter diferentes níveis de eficiência de controle de plantas daninhas aos 95 dias após a emergência, sendo GR₂₅ = 25%; GR₅₀ = 50%; GR₈₀ = 80% e GR₉₀ = 90% de controle. Embrapa, 2011.

Modalidade de aplicação	GR ₂₅	GR ₅₀	GR ₈₀	GR ₉₀
Pré	212,0	524,0	1.008,0	1.226,0
Pós	254,0	636,0	1.769,0	> 4.000,0

Nota: resultado apresentado pela aplicação do herbicida complementada pelo sombreamento proveniente do adequado e rápido crescimento da cultura. Os resultados podem ser diferentes caso a cultura seja submetida a algum tipo de estresse que retarde o seu crescimento.

Conclusão

Com base nos resultados obtidos em função do método de controle de plantas daninhas adotado (químico ou mecânico), o controle químico de gramíneas em sorgo deve ser executado preferencialmente em pré-emergência. Em pós-emergência inicial o herbicida atrazine promoverá níveis reduzidos de controle, devendo ser aplicado com as plântulas de espécies daninhas em estágio inicial de crescimento. O efeito residual do herbicida atrazine no solo resulta em mais lenta reinfestação da área.

O método mecânico pode ser utilizado com eficiência em áreas menores e/ou onde haja mão de obra disponível, sendo que o ideal é a realização de três capinas, aproximadamente aos 15, 35 e 50 dias após a emergência da cultura, o que corresponde aos estádios de 3, 4-5 e 6-8 folhas do sorgo. Podem ser realizadas somente duas capinas, se o balanço econômico for positivo ao se confrontar o valor da produção perdida com o custo da terceira operação de controle. Como regra geral, salienta-se que apenas uma capina não é suficiente para manter o sorgo livre da competição com plantas daninhas, resultando em produtividades muito baixas, em relação ao que poderia ser obtido com o manejo mecânico adequado.

Referências

FREITAS, S. P.; RODRIGUES, J. C.; SILVA, C. M. M. Manejo de plantas daninhas no plantio direto da soja (*Glycine max*) sobre o milheto (*Pennisetum maximum*). **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 3, p. 481-487, jul./set. 2006.

FREITAS, R. S.; SEDIYAMA, M. A. N.; PEREIRA, P. C.; FERREIRA, F. A.; CECON, P. R.; SEDIYAMA, T. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da mandioquinha-salsa. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 22, n. 4, p. 499-506, out./dez. 2004.

INDEX MUNDI. **Sorghum production annual growth rate by country**. [S.l.], 2011a. Disponível em: <<http://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=sorghum&graph=production-growth-rate>>. Acesso em: 5 jan. 2012.

INDEX MUNDI. **Sorghum production by country in 1000 MT**. [S.l.], 2011b. Disponível em: <<http://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=sorghum&graph=production>>. Acesso em: 5 jan. 2012.

INDICAÇÕES técnicas para o cultivo de milho e sorgo no Rio Grande do Sul – 2009/2010-2010/2011. Porto Alegre: FEPAGRO, 2009. 180 p.

KATHIRESAN, R. M. Integration of elements of a farming system for sustainable weed and pest management in the tropics. **Crop Protection**, Surrey, v. 26, n. 3, p. 424-429, 2007.

MONTEIRO, J. M. G. **Plantio de oleaginosas por agricultores familiares do semi-árido nordestino para produção de biodiesel como uma estratégia de mitigação e adaptação às mudanças climáticas**. 2007. 315 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PARRELLA, R. A. C.; MENEGUCI, J. L. P.; RIBEIRO, A.; SILVA, A. R.; PARRELLA, N. N. L. D.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; SCHAFFERT, R. E. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em diferentes ambientes visando a produção de etanol. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010. 1 CD-ROM.

R: A LANGUAGE and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2011. 409 p. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 05/01/2012.

RIZZARDI, M. A.; KARAM, D.; CRUZ, M. B. Manejo e controle de plantas daninhas em milho e sorgo. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Ed.) **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004a. p. 571-594.

RIZZARDI, M. A.; VARGAS, L.; ROMAN, E. S.; KISSMANN, K. Aspectos gerais do manejo e controle de plantas daninhas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Ed.) **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004b. p. 89-144.

SILVA, A. A.; VIVIAN, R. Dinâmica de herbicidas no solo. In: ZAMBOLIM, L.; PISCANÇO, M. C.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; JESUS JUNIOR, W. C. (Ed.). **Produtos fitossanitários**. Viçosa, MG: UFV, 2008. p. 385-423.

URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Produção de biocombustíveis: a questão do balanço energético. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, ano XIV, n. 5, p. 42-46, jan./fev./mar. 2005.

Comunicado Técnico, 175

Embrapa Agropecuária Oeste
Endereço: BR 163, km 253,6 - Caixa Postal 449
79804-970 Dourados, MS
Fone: (67) 3416-9700
Fax: (67) 3416-9721
E-mail: sac@cpao.embrapa.br

1ª edição
(2011): versão eletrônica

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Comitê de Publicações

Presidente: *Guilherme Lafourcade Asmus*
Secretário-Executivo: *Alexandre Dinnys Roes*
Membros: *Clarice Zanoni Fontes, Claudio Lazzarotto, Germani Concenço, Harley Nonato de Oliveira, José Rubens Almeida Leme Filho, Michely Tomazi, Rodrigo Arroyo Garcia e Silvia Mara Belloni*
Membros suplentes: *Alceu Richetti e Oscar Fontão de Lima Filho*

Expediente

Supervisão editorial: *Eliete do Nascimento Ferreira*
Revisão de texto: *Eliete do Nascimento Ferreira*
Editoração eletrônica: *Eliete do Nascimento Ferreira*
Normalização bibliográfica: *Eli de Lourdes Vasconcelos*.