

129

Circular  
TécnicaSete Lagoas, MG  
Dezembro, 2009

## Autores

## Décio Karam

Eng. Agr., PhD, Controle de  
Plantas Daninhas  
Embrapa Milho e Sorgo,  
CP 151, CEP 35701-970  
Sete Lagoas – MG;  
karam@cnpms.embrapa.br

## Jéssica Aline Alves Silva

Graduanda Engenharia  
Ambiental  
UNIFEMM/ Centro Universi-  
tário de Sete Lagoas  
Av. Marechal Castelo Bran-  
co, 2765  
Sete Lagoas – MG  
jessicaalial@gmail.com

## Israel A. Pereira Filho

Eng. Agr., M.Sc. Manejo  
Cultural  
Embrapa Milho e Sorgo,  
CP 151, CEP 35701-970  
Sete Lagoas – MG;  
israel@cnpms.embrapa.br

## Paulo César Magalhães

Eng. Agr., PhD,  
Fisiologia Vegetal  
Embrapa Milho e Sorgo,  
CP 151, CEP 35701-970  
Sete Lagoas – MG;  
pcesar@cnpms.embrapa.brCaracterísticas do herbicida tembotrione na  
cultura do milho

A interferência das plantas daninhas pode ser considerada um dos mais importantes fatores de redução na produtividade das plantas cultivadas, pois, além de ocasionar perdas médias de aproximadamente 15 % na produção mundial de grãos, podem ainda ser hospedeiras de doenças (SHUKLA et al., 1994; ALMEIDA et al., 2001). Somente na cultura do milho, uma das principais espécies agrícolas cultivadas no Brasil, com produção de 58,6 milhões de toneladas na safra 2007/2008 (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2009), estima-se que as perdas devido à interferência das plantas daninhas tenham alcançado os patamares de 6 milhões de toneladas em 2008/2009. As principais espécies que ocorrem nos sistemas de produção da cultura do milho são *Amaranthus* spp (caruru), *Cardiospermum halicacabum* (balãozinho), *Bidens pilosa* (picão preto), *Euphorbia heterophylla* (leiteiro), *Ipomoeas* spp (corda-de-viola), *Nicandra physaloides* (joá), *Raphanus sativus* (nabiça), *Richardia brasiliensis* (poia branca), *Sida* spp. (guanxuma), além das poaceas, como *Brachiaria plantaginea* (capim marmelada), *Cenchrus echinatus* (capim carapicho), *Digitaria* spp (capim colchão), *Echinochloa* spp (capim arroz) e *Eleusine indica* (capim pé-de-galinha) (BRANDÃO et al., 1982; KARAM; CRUZ, 2004; RIZZARDI et al., 2004; KARAM; GAMA, 2008).

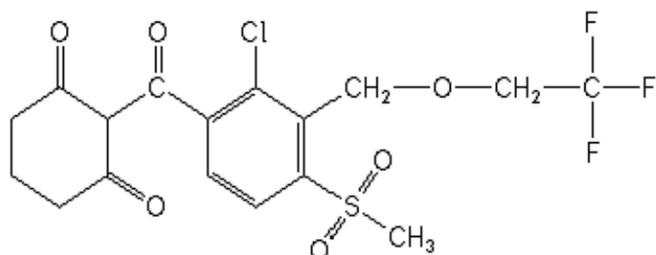
Nas últimas décadas, em função do plantio direto, novos herbicidas e ou misturas para aplicação em pós-emergência foram registrados para utilização no manejo de plantas daninhas na cultura do milho. Entretanto, em alguns casos têm sido observadas diferenças de seletividade de cultivares comerciais de milho a esses herbicidas (PEREIRA FILHO et al., 2000; LÓPES-OVEJERO et al., 2003; CAVALIERI et al., 2008). Esses produtos têm sido adotados pelos agricultores porque apresentam as vantagens de serem escolhidos em função das plantas presentes na área e por não serem dependentes do preparo, da textura, do teor de argila e da matéria orgânica do solo (RUEDELL, 1981).

A seletividade dos herbicidas está associada à capacidade de penetração do produto na planta em doses fitotóxicas ou à capacidade das plantas, após a absorção do herbicida, de metabolizar, rapidamente, o produto, formando compostos não fitotóxicos. Essas características relacionadas à sensibilidade podem variar entre híbridos de milho, resultando na diferenciação da expressão dos sintomas tóxicos nas plantas.

Entre os herbicidas registrados para a cultura do milho para controle de várias espécies de plantas infestantes, encontra-se o tembotrione (2-{2-Chloro-4-mesyl-3- [(trifluoroethoxy)methyl] benzoyl}cyclohexane-1,3-dione) (Figura 1), pertencente ao grupo químico das tricetonas, inibidores da enzima 4-hidroxifenilpiruvatodioxigenase (HPPD), que atuam na síntese de carotenóides desenvolvendo uma intensa coloração esbranquiçada nas folhas das plantas daninhas, evoluindo para uma seca e morte subsequente. Esses sintomas são visualizados nas plantas em poucos dias, definindo

claramente a atuação do produto (Figura 2). Suas características físico-químicas e ecotoxicológicas podem ser observadas nas Tabelas 1 e 2.

Esse produto está registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para controle das espécies infestantes descritas na Tabela 3.



**Figura 1.** Estrutura química do tembotrione



**Figura 2.** Sintomas de intoxicação de tembotrione

Em trabalho realizado na Embrapa Milho e Sorgo com objetivo de testar a seletividade de cinco híbridos de milho a herbicidas, detectou-se que, entre os herbicidas testados, tembotrione apresentou o menor efeito tóxico nos híbridos BRS 1030, DKB 393A, DOW 2A525, P30F53 e SPEED (Tabela 3). Foi observado, também, que as aplicações dos herbicidas nos estádios V3 a V4 do milho causaram maiores índices de fitointoxicação nas plantas aos 7 DAE. O efeito fitotóxico observado nas plantas de milho decresceram com o passar do tempo para todos os herbicidas avaliados. Embora tenham sido observadas diferenças significativas do efeito tóxico dos herbicidas nos híbridos de milho testados, essas diferenças não resultaram em perdas significativas na produção de grãos. Resultados de seletividade ao tembotrione também foram obtidos por Spader et al. (2008), sendo o herbicida seletivo aos híbridos AG 8021, AG 9020, AS 1565, DKB 234, DOW 2A525, DOW 2B688, P30F53, P30R50, P30K64, P32R48, P30F36, MAXIMUS e NB7254 na dose de 240 g/ha.

**Tabela 1.** Características físico-químicas do herbicida tembotrione

Característica	Unidade	Valor
Solubilidade em água a 20 °C	mg/L	28300
Solubilidade em solvente orgânico a 20 °C - etanol	mg/L	8200
Solubilidade em solvente orgânico a 20 °C - n-hexano	mg/L	47600
Solubilidade em solvente orgânico a 20 °C - tolueno	mg/L	75700
Solubilidade em solvente orgânico a 20 °C - acetato de ethyl	mg/L	180200
Ponto de fusão	°C	123
Constante de dessorção a 25 °C	pKa	3,18
Pressão de vapor a 25 °C	mPa	1,1 x 10 <sup>-5</sup>
Degradação no solo – laboratório a 20 °C	dias	30,4 (4,3 a 56,4)
Degradação no solo – campo	dias	3,4 (2,3 a 9,5)
Fotólise a pH 7	dias	56,3
Hidrólise a pH 7 - 20 °C	dias	estável
Koc constante de adsorção carbono orgânico	Ml/g	66

**Tabela 2.** Características ecotoxicológicas de tembotrione

Característica	Unidade	Valor
LD 50 oral – mamíferos (ratos)	mg/kg	2500
LD 50 dermal – mamíferos (ratos)	mg/kg	2000
mg/kg		
LD 50 – ave ( <i>Anas platyrhynchos</i> )	mg/kg	292
LC 50 – peixe 96 horas ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )	mg/kg	100

Fonte: The Pesticide Properties Database (2008)

Resultados de experimento visando ao estudo da persistência de tembotrione, utilizando metodologia de bioensaios com a planta de beterraba (*Beta vulgaris*), permitiram inferir que, independentemente da dose, o herbicida persistiu até 60 dias após o tratamento (BLANCO et al., 2008).

O uso de qualquer defensivo está associado ao seu registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Para a aquisição de qualquer defensivo agrícola, deve-se fazer uma avaliação correta do problema e da necessidade da aplicação. A compra do defensivo agrícola só deverá ser realizada mediante receituário agrônomo assinado por um técnico responsável. A utilização

de Equipamento de Proteção Individual (EPI) é fundamental no momento da aplicação. Cuidados devem ser tomados: fazer a tríplice lavagem da embalagem após o uso e inutilizá-la por meio de furos. Toda embalagem vazia e inutilizada de qualquer defensivo agrícola deverá ser retornada aos pontos de compra (orientar-se junto ao vendedor). Cumpra as suas obrigações e exija seus direitos de consumidor.

**Tabela 3.** Espécies de plantas invasoras controladas pela aplicação do herbicida tembotrione na cultura do milho registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Plantas daninhas registradas	
<i>Alternanthera tenella</i>	apaga fogo; corrente; periquito
<i>Commelina benghalensis</i>	marianinha, mata brasil; trapoeraba
<i>Ipomoea nil</i>	amarra amarra; campainha; corda-de-viola
<i>Ipomoea purpurea</i>	campainha; corda-de-viola; corriola
<i>Sida rhombifolia</i>	guanxuma; mata pasto; relógio
<i>Nicandra physaloides</i>	balão; bexiga; joá-de-capote
<i>Euphorbia heterophylla</i>	amendoim bravo; café-do-diabo; flor-de-poetas
<i>Raphanus raphanistrum</i>	nabiça; nabo; nabo bravo
<i>Bidens pilosa</i>	fura capa; picão; picão preto
<i>Bidens subalternans</i>	picão-preto
<i>Richardia brasiliensis</i>	poaia; poaia branca; poaia-do-campo
<i>Glycine max</i>	soja
<i>Leonurus sibiricus</i>	chá-de-frade; cordão de são francisco; erva macaé
<i>Brachiaria decumbens</i>	braquiária; braquiária decumbens; capim braquiária
<i>Cenchrus echinatus</i>	capim amoroso; capim carrapicho; capim roseta
<i>Digitaria ciliaris</i>	capim colchão; capim-da-roça; capim tinga
<i>Brachiaria plantaginea</i>	capim marmelada; capim papuã; capim-são-paulo
<i>Ipomoea acuminata</i>	corda-de-viola

Fonte: Brasil ( 2009)

**Tabela 4.** Fitotoxicidade observada em híbridos de milho em função da aplicação de herbicidas pós-emergentes. Sete Lagoas, MG. 2007

TRATAMENTO	L Kg ha <sup>-1</sup>	ESTÁDIO DE APLICAÇÃO	7 DIAS APÓS A APLICAÇÃO				
			BRS 1030	DKB393A	DOW2A525	P30F53	SPEED
Testemunha			0 <sup>2</sup> A <sup>3</sup> a	0 A a	0 A a	0 A a	0 A a
Testemunha			0 A a	0 A a	0 A a	0 A a	0 A a
(foramsulfuron + iodossulfuron-methyl) / atrazine / lauril eter	0.04 / 1.0 / 0.28	V3 a V4 <sup>1</sup>	6 A b	6,7 A c	11,7 B b	20 C d	26,7 D e
(foramsulfuron + iodossulfuron-methyl) / atrazine / lauril eter	0.04 / 1.0 / 0.28	V5 a V6	0 A a	4 AB abc	1,7 AB a	4,3 AB a	5 B b
nicosulfuron / atrazine	0.02 / 1.0	V3 a V4	1,7 A ab	1,7 A ab	3,3 AB ab	10 C c	7,3 BC
nicosulfuron / atrazine	0.02 / 1.0	V5 a V6	0 A a	0 A a	4,3 A ab	2,3 A ab	4 A ab
mesotrione / atrazine	0.12 / 1.2	V3 a V4	0 A a	3,3 AB abc	7,7 B b	0 A a	20 C d
mesotrione / atrazine	0.12 / 1.2	V5 a V6	0 A a	1 A ab	1,7 A a	10 B c	8,3 B c
tembotrione / atrazine / OMS	0.08 / 1.0 / 0.72	V3 a V4	0 A a	1,7 A ab	1 A a	6,7 B bc	3,3 AB ab
tembotrione / atrazine / OMS	0.08 / 1.0 / 0.72	V5 a V6	0 A a	5 B bc	0 A a	1,7 AB a	3,3 AB ab
tembotrione / atrazine / OMS	0.10 / 1.0 / 0.72	V3 a V4	0 A a	1,7 A ab	3,3 AB ab	6,7 BC bc	8,3 C c
tembotrione / atrazine / OMS	0.10 / 1.0 / 0.72	V5 a V6	0 A a	3,3 AB abc	0 A a	6,7 B bc	7,3 B bc
			14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO				
Testemunha			0 A a	0 A a	0 A a	0 A a	0 A a
Testemunha			0 A a	0 A a	0 A a	0 A a	0 A a
(foramsulfuron + iodossulfuron-methyl) / atrazine / lauril eter	0.04 / 1.0 / 0.28	V3 a V4	1,3 A a	7,3 B b	9,3 B c	15 C c	7 B b
(foramsulfuron + iodossulfuron-methyl) / atrazine / lauril eter	0.04 / 1.0 / 0.28	V5 a V6	0 A a	0 A a	0 A a	0 A a	0 A a
nicosulfuron / atrazine	0.02 / 1.0	V3 a V4	1 A a	1,7 AB a	4,3 BC b	8,3 C b	3,3 AB a
nicosulfuron / atrazine	0.02 / 1.0	V5 a V6	0 A a	0 A a	0 A a	0 A a	0 A a
mesotrione / atrazine	0.12 / 1.2	V3 a V4	0 A a	1,7 AB a	6,7 C bc	5 BC b	6 BC b
mesotrione / atrazine	0.12 / 1.2	V5 a V6	0 A a	0 A a	0 A a	0 A a	0 A a
tembotrione / atrazine / OMS	0.08 / 1.0 / 0.72	V3 a V4	1 A a	2,7 AB a	7 B bc	5 B b	1,7 AB ab
tembotrione / atrazine / OMS	0.08 / 1.0 / 0.72	V5 a V6	0,7 A a	0 A a	0 A a	0 A a	0 A a
tembotrione / atrazine / OMS	0.10 / 1.0 / 0.72	V3 a V4	1,3 A a	4 AB ab	6,7 B bc	6,7 B b	4,3 AB b
tembotrione / atrazine / OMS	0.10 / 1.0 / 0.72	V5 a V6	0 A a	0 A a	0 A a	0 A a	0 A a

<sup>1</sup> estádios de crescimento das plantas de milho: V3 a V4 – de 3 a 4 folhas; V5 a V6 – de 5 a 6 folhas

<sup>2</sup> Dados expressos em porcentagem

<sup>3</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

## Referências

- ALMEIDA, A. C. L.; OLIVEIRA, E.; RESENDE, R. O. Fatores relacionados à incidência e disseminação do vírus do mosaico comum do milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 6, n. 4, p. 766-769, 2001.
- BLANCO, F. M. G.; QUEIROZ W. O.; PANTANO A. P. Persistência no solo dos herbicidas tembotrione e mesotrione aplicados em condições de milho safrinha In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, SPODOP-TERA FRUGIPERDA, 3.; WORKSHOP SOBRE MANEJO E ETIOLOGIA DA MANCHA BRANCA DO MILHO, 2008, Londrina. **Agroenergia, produção de alimentos e mudanças climáticas: desafios para milho e sorgo: resumos..** [Londrina]: IAPAR: [Sete Lagoas]: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 423.
- BRANDÃO, M.; LACA-BUENDIA, J. P.; GAVILANES, M. L. Principais plantas daninhas no estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 8, n. 87, p. 18-23, 1982.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. **AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários: consulta de produtos formulados.** Disponível em: <[http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 09 fev. 2009.
- CAVALIERI, S. D.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; RIOS, F. A.; FRANCHINI, L. H. M. Tolerância de híbridos de milho ao herbicida nicosulfuron. **Planta Daninha**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 203-214, 2008.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: safra 2008/2009: quinto levantamento fevereiro/2009.** Brasília, 2009. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/5\\_levantamento\\_fev2009.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/5_levantamento_fev2009.pdf)>. Acesso em: 23 jun. 2009.
- KARAM, D.; CRUZ, M. B. da. Sem concorrentes: manter o terreno no limpo, sem invasoras é o primeiro passo para garantir o desenvolvimento. **Cultivar; Grandes Culturas**, Pelotas, v. 6, n. 63, jul. 2004.
- KARAM, D.; GAMA, J. C. M. B. da. Radiografia dos herbicidas. **Cultivar; Grandes Culturas**, Pelotas, v. 10, n. 114. p. 24-27, nov. 2008.
- LÓPES-OVEJERO, R. F.; FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D.; GARCIA Y GARCIA, A.; CHRISTOFFOLETTI, P. J. Seletividade de herbicidas para a cultura de milho (*Zea mays*) aplicados em diferentes estádios fenológicos da cultura. **Planta Daninha**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 413-419, 2003.
- PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, M. F.; PIRES, N. M. Tolerância de híbridos de milho ao herbicida nicosulfuron. **Planta Daninha**, Campinas, v. 18, n. 3, p. 479-482, 2000.
- THE PESTICIDE Properties Database - PPDB Hertfordshire: University of Hertfordshire, 2008 Disponível em: <<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/index.htm>>. Acesso em: 12 fev. 2009.
- RIZZARDI, M. A.; KARAM, D.; MICHELLE, B. C. 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, 2004. p. 571-594.
- RUEDELL, J. A. Tecnologia dos herbicidas pós-emergentes. **ICI Agrícola**, ano 10, n. 45, dez. 1981.
- SHUKLA, D. D.; WARD, C. W.; BRUNT, A. A. **The Potyviridae.** Cambridge: CAB International, 1994. 516 p.
- SPADER, V.; ANTONIAZZI, N.; LUCKMANN, J. M.; MAKUCH, E. I.; HILARIO, J. M. N. Seletividade de herbicidas pós emergentes em híbridos de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 26.; CONGRESO DE LA ASOCIACION LATINOAMERICANA DE MALEZAS, 18., 2008, Ouro Preto. **[Anais...]**. Sete Lagoas: SBPCPD: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 1 CD-ROM.

**Circular  
Técnica, 129**

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Milho e Sorgo**  
**Endereço:** Rod. MG 424 km 45 - Caixa Postal 151  
**Fone:** (31) 3027-1100  
**Fax:** (31) 3027-1188  
**E-mail:** sac@cnpms.embrapa.br

**1ª edição**  
**1ª impressão (2009):** 200 exemplares

**Comitê de  
publicações**

**Presidente:** *Antônio Álvaro Corsetti Purcino*  
**Secretário-Executivo:** *Flávia Cristina dos Santos*  
**Membros:** *Elena Charlotte Landau, Flávio Dessaune Tardin, Eliane Aparecida Gomes, Paulo Afonso Viana e Clenio Araujo*

**Expediente**

**Revisão de texto:** *Clenio Araujo*  
**Normalização Bibliográfica:** *Rosângela L. de Castro*  
**Editoração eletrônica:** *Tânia Mara Assunção Barbosa*