

RESISTÊNCIA DO GIRASSOL A HERBICIDAS INIBIDORES DA ENZIMA ACETOLACTATO SINTASE¹

Alexandre Magno Brighenti²

ABSTRACT

SUNFLOWER RESISTANCE TO ACETOLACTATE
SYNTHASE-INHIBITING HERBICIDES

Sunflower is very sensitive to herbicides applied in post-emergence to control broad-leaf weeds. Researchers have developed herbicide-resistant genotypes to imidazolinone herbicides. This study aimed to evaluate the selectivity of imidazolinone and sulfonylurea herbicides applied on sunflower plants (Tera 8003 and Tera 8011) resistant to acetolactate synthase-inhibiting herbicides. The experiments were conducted at Embrapa Gado de Leite, in Coronel Pacheco, Minas Gerais State, and Valença, Rio de Janeiro State, Brazil. The experimental design was randomized complete blocks, with four replications. The treatments consisted of hoed control, imazapyr 25 g a.i. ha⁻¹ and 50 g a.i. ha⁻¹, imazethapyr 70 g a.i. ha⁻¹ and 100 g a.i. ha⁻¹, nicosulfuron 20 g a.i. ha⁻¹ and 32 g a.i. ha⁻¹, and chlorimuron 7.5 g a.i. ha⁻¹ + 0.05% v/v of mineral oil. The crop injury percentage, chlorophyll content (SPAD index), plant height, dry matter production and percentage, and yield were evaluated. The imazethapyr doses (70 g a.i. ha⁻¹ and 100 g a.i. ha⁻¹) were the most selective ones, the nicosulfuron dose (20 g a.i. ha⁻¹) showed moderate tolerance, and imazapyr and chlorimuron caused greater injury, for both sunflower hybrids.

KEY-WORDS: *Helianthus annuus* L.; weed management; imidazolinone; sulfonylurea.

INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma das plantas oleaginosas mais cultivadas em todo o mundo, podendo ser utilizada como alimento, para o homem e animais, e, ainda, na produção de bio-combustíveis.

Um dos principais problemas do seu cultivo é a interferência exercida por plantas daninhas. Estas competem com o girassol, causando sérios danos à cultura, tais como redução do porte, diminuição da área foliar, do diâmetro do caule e do capítulo.

RESUMO

O girassol é bastante sensível a herbicidas aplicados em pós-emergência da cultura, com o objetivo de controlar espécies daninhas de folhas largas. Diante disto, foram desenvolvidos genótipos resistentes a herbicidas do grupo químico das imidazolinonas. Este trabalho objetivou avaliar a seletividade de herbicidas dos grupos químicos das imidazolinonas e sulfonilureias, aplicados sobre plantas de girassol (Tera 8003 e Tera 8011) resistentes aos inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS). Experimentos foram conduzidos em área experimental da Embrapa Gado de Leite, nos municípios de Coronel Pacheco (MG) e Valença (RJ). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram: testemunha capinada, imazapyr 25 g i.a. ha⁻¹ e 50 g i.a. ha⁻¹, imazethapyr 70 g i.a. ha⁻¹ e 100 g i.a. ha⁻¹, nicosulfuron 20 g i.a. ha⁻¹ e 32 g i.a. ha⁻¹ e chlorimuron 7,5 g i.a. ha⁻¹ + 0,05% v/v de óleo mineral. Foi avaliada a percentagem de fitotoxicidade, teor de clorofila (índice SPAD), altura de plantas, produção e percentagem de matéria seca e produtividade. As doses de 70 g i.a. ha⁻¹ e 100 g i.a. ha⁻¹ de imazethapyr foram as mais seletivas, a dose de 20 g i.a. ha⁻¹ do nicosulfuron apresentou tolerância moderada e os tratamentos com imazapyr e chlorimuron foram aqueles que causaram maior injúria, para ambos os híbridos de girassol.

PALAVRAS-CHAVE: *Helianthus annuus* L.; manejo de plantas daninhas; imidazolinonas; sulfonilureias.

Podem, também, favorecer o surgimento de cloroses e reduzir o rendimento dos aquênios (Blamey et al. 1997).

O controle de plantas daninhas, nessa cultura, é extremamente difícil, principalmente quando ocorre predominância de espécies dicotiledôneas (Brighenti et al. 2000).

Nos Estados Unidos, espécies dicotiledôneas são tidas como prejudiciais ao girassol, como *Kochia scoparia*, *Brassica arvensis*, *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum*, *Polygonum coccineum*, *Polygonum convolvulus*, *Ambrosia artemisifolia* e *Chenopodium*

1. Trabalho recebido em dez./2011 e aceito para publicação em jun./2012 (nº registro: PAT 16426).

2. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Leite, Juiz de Fora, MG, Brasil.

E-mail: brighenti@cnpq.embrapa.br.

album (Zollinger 1997). Espécies daninhas, como *A. artemisifolia* e algumas dicotiledôneas perenes, são tidas como espécies problemáticas na cultura do girassol, em países da Europa (Nagy et al. 2006). No Brasil, em levantamentos realizados na pré-colheita do girassol, na região do Cerrado, foram observadas 42 espécies de plantas daninhas, classificadas em 14 famílias (Brighenti et al. 2003). As famílias Poaceae, Asteraceae e Euphorbiaceae foram as que apresentaram o maior número de espécies. Das dez espécies com maior índice de importância relativa, sete foram dicotiledôneas, destacando-se *Ageratum conyzoides*, *Bidens* sp. e *Euphorbia heterophylla*.

No controle de plantas daninhas, o método mais utilizado é o químico, porém, o girassol é bastante sensível, principalmente a herbicidas pós-emergentes que controlam espécies daninhas dicotiledôneas (Brighenti et al. 2000). No Brasil, apenas os herbicidas alachlor e o trifluralin são registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, para o controle de plantas daninhas em girassol (Brasil 2011). Estes herbicidas apresentam controle eficaz em um número relativamente pequeno de espécies dicotiledôneas (Rodrigues & Almeida 1998, Lorenzi 2000).

Diante deste desafio, foram desenvolvidos os primeiros trabalhos para a obtenção de cultivares de girassol resistentes a herbicidas pós-emergentes latifolicidas. As pesquisas foram iniciadas a partir da descoberta, nos Estados Unidos, de biótipos de girassol selvagem resistentes a herbicidas do grupo químico das imidazolinonas (Miller & Al-Khatib 2002). Estes herbicidas podem ser aplicados tanto em pré como em pós-emergência da cultura, inibindo a enzima acetolactato sintase, que atua na síntese de três aminoácidos ramificados importantes na síntese de proteínas: valina, leucina e isoleucina (Schloss 1990, Tan et al. 2005).

A introdução do gene de resistência em girassol cultivado foi feita empregando-se o melhoramento tradicional (Bruniard & Miller 2001), e, atualmente, cultivares de girassol resistentes estão sendo comercializadas em vários países, como Argentina, Bulgária, Espanha, Estados Unidos, Hungria, Itália e Romênia (Doley 2001). No Brasil, estas pesquisas foram iniciadas recentemente, sendo importantes os estudos de seletividade de herbicidas, a fim de evitar danos ao girassol e, ao mesmo tempo, alcançar controle satisfatório de plantas daninhas, nesta cultura.

Este trabalho objetivou avaliar a seletividade de herbicidas dos grupos químicos das imidazoli-

nonas e sulfonilureias, aplicados sobre plantas de girassol resistentes aos inibidores da enzima ALS.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos em condições de campo, em área experimental da Embrapa Gado de Leite, em 2011, sendo um no município de Coronel Pacheco, MG (21°33'22"S e 43°16'15"W) (experimento 1), e o outro em Valença, RJ (22°21'32"S e 43°41'44"W) (experimento 2). Em ambas as localidades, os solos são classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos avaliados foram: testemunha capinada, imazapyr (25 g i.a. ha⁻¹ e 50 g i.a. ha⁻¹), imazethapyr (70 g i.a. ha⁻¹ e 100 g i.a. ha⁻¹), nicosulfuron (20 g i.a. ha⁻¹ e 32 g i.a. ha⁻¹) e chlorimuron (7,5 g i.a. ha⁻¹ + 0,05% v/v de óleo mineral). Os genótipos de girassol resistentes aos herbicidas inibidores de ALS avaliados foram os híbridos Tera 8003 (experimento 1) e Tera 8011 (experimento 2). Cada parcela foi composta por três linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas em 0,7 m e com estande aproximado de 45.000 plantas por hectare. A área das parcelas totalizou 10,5 m² (2,1 x 5,0 m).

A semeadura foi realizada em 05/05/2011, utilizando-se uma semeadora de plantio direto SAM 200. A adubação de semeadura foi de 400 kg ha⁻¹ de NPK (08-28-16). Aos 18 dias após a emergência, foram aplicados, em cobertura, 200 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio mais 7 kg ha⁻¹ de ácido bórico (17% de boro). Os experimentos foram irrigados por aspersão convencional, a cada 7 dias, sendo aplicada uma lâmina de 15,0 mm. Os tratamentos foram aplicados quando as plantas de girassol estavam no estágio fenológico V₄. Foi utilizado um pulverizador costal, pressurizado a CO₂ comprimido, com barra de pulverização de 1,5 m de largura útil e equipada com quatro bicos 80.02, espaçados em 0,5 m, e volume de pulverização equivalente a 120 L ha⁻¹.

Aos 13, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA), avaliou-se a fitotoxicidade, empregando-se escala de notas (percentagem), onde o zero correspondeu a nenhum sintoma visual de injúria e 100% à morte total das plantas (Gazziero et al. 1995). Foram avaliados, ainda, aos 13 e 21 DAA, os teores de clorofila (índice SPAD), medidos em clorofilômetro SPAD 502 Konica Minolta. A altura das plantas foi avaliada aos 54 e 64 dias após a semeadura (DAS), utilizando-se

régua graduada. No experimento 1, foi determinada a produção de matéria seca (MS), coletando-se as plantas de girassol em área de 3,5 m². As plantas foram colocadas em estufa de ventilação forçada de ar, a 70°C, até atingirem massa constante, e os dados transformados em kg ha⁻¹. Foram calculadas a percentagem de matéria seca (%MS) e a produtividade da cultura, em ambos os experimentos.

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Independentemente dos locais de condução dos experimentos, os híbridos avaliados apresentaram sintomas semelhantes, ao serem submetidos às apli-

cações tanto de herbicidas pertencentes ao grupo químico das imidazolinonas quanto das sulfonilureias.

Dentre os herbicidas aplicados aos híbridos de girassol Tera 8003 e Tera 8011, o imazapyr, nas doses de 25 g i.a. ha⁻¹ e 50 g i.a. ha⁻¹, foi o mais fitotóxico (Tabelas 1 e 2), causando danos superiores a 91%, em todas as épocas de avaliação. Para o híbrido Tera 8003, aos 13 DAA, não houve efeitos dos herbicidas no teor de clorofila. Contudo, aos 21 DAA, houve redução deste valor, quando as plantas foram tratadas com imazapyr 50 g i.a. ha⁻¹ (Tabela 1).

Houve redução significativa na altura de plantas aos 54 DAA e morte das plantas aos 64 DAA, com redução total da matéria seca, da percentagem de matéria seca e da produtividade, nos dois experimentos, para as duas doses de imazapyr e em ambos os híbridos avaliados (Tabelas 3 e 4).

Tabela 1. Percentagem de fitotoxicidade, aos 13, 21 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA), e teor de clorofila (índice SPAD), aos 13 e 21 DAA, em plantas de girassol (híbrido Tera 8003), em função do uso de diferentes herbicidas (Coronel Pacheco, MG, 2011).

Tratamentos	Fitotoxicidade			Teor de clorofila	
	13 DAA	21 DAA	28 DAA	13 DAA	21 DAA
	%			Leitura SPAD	
Testemunha capinada	0,0 f ¹	0,0 f	0,0 e	33,7 a	34,7 a
Imazapyr 25 g ha ⁻¹	91,6 b	94,0 b	98,3 b	29,7 a	33,0 a
Imazapyr 50 g ha ⁻¹	95,3 a	98,3 a	100,0 a	30,4 a	28,6 b
Imazethapyr 70 g ha ⁻¹	4,3 e	1,6 e	0,0 e	33,0 a	35,6 a
Imazethapyr 100 g ha ⁻¹	10,0 d	4,3 d	0,0 e	29,2 a	32,9 a
Nicosulfuron 20 g ha ⁻¹	4,3 e	2,6 e	0,0 e	31,5 a	34,1 a
Nicosulfuron 32 g ha ⁻¹	10,6 d	5,3 d	1,6 d	33,7 a	37,5 a
Chlorimuron 7,5 g ha ⁻¹	49,6 c	41,0 c	29,6 c	29,5 a	34,9 a
CV(%)	4,1	2,9	2,4	7,4	6,0

¹ Médias seguidas da mesma letra (colunas) não diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5%.

Tabela 2. Percentagem de fitotoxicidade, aos 13, 21 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA), e teor de clorofila (índice SPAD), aos 13 e 21 DAA, em plantas de girassol (híbrido Tera 8011), em função do uso de diferentes herbicidas (Valença, RJ, 2011).

Tratamentos	Fitotoxicidade			Teor de clorofila	
	13 DAA	21 DAA	28 DAA	13 DAA	21 DAA
	%			Leitura SPAD	
Testemunha capinada	0,0 g ¹	0,0 g	0,0 e	35,3 a	35,9 a
Imazapyr 25 g ha ⁻¹	91,0 a	93,0 b	97,3 b	33,0 a	37,7 a
Imazapyr 50 g ha ⁻¹	95,6 a	97,6 a	99,6 a	34,1 a	30,5 a
Imazethapyr 70 g ha ⁻¹	5,0 f	2,3 f	0,0 e	30,4 b	33,8 a
Imazethapyr 100 g ha ⁻¹	7,3 e	4,3 e	0,0 e	28,0 b	32,6 a
Nicosulfuron 20 g ha ⁻¹	6,3 e	4,0 e	0,0 e	31,8 a	34,1 a
Nicosulfuron 32 g ha ⁻¹	10,3 d	6,3 d	2,3 d	33,1 a	34,4 a
Chlorimuron 7,5 g ha ⁻¹	56,3 c	40,6 c	28,3 c	29,9 b	33,0 a
CV(%)	2,4	2,1	2,2	4,8	8,4

¹ Médias seguidas da mesma letra (colunas) não diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5%.

Tabela 3. Altura das plantas aos 54 e 64 dias após a semeadura (DAS), produção de matéria seca e produtividade de girassol (híbrido Tera 8003), em função do uso de diferentes herbicidas (Coronel Pacheco, MG, 2011).

Tratamentos	Altura de plantas (cm)		Matéria seca		Produtividade
	54 DAS	64 DAS	kg ha ⁻¹	%	
	cm				
Testemunha capinada	94,0 a ¹	128,3 a	36.952,38 a	16,83 a	2.047,61 a
Imazapyr 25 g ha ⁻¹	17,8 c	0,0 c	0,00 c	0,00 b	0,00 d
Imazapyr 50 g ha ⁻¹	18,4 c	0,0 c	0,00 c	0,00 b	0,00 d
Imazethapyr 70 g ha ⁻¹	91,0 a	129,3 a	37.047,61 a	16,50 a	2.088,57 a
Imazethapyr 100 g ha ⁻¹	84,1 a	127,3 a	36.428,57 a	15,80 a	2.028,57 a
Nicosulfuron 20 g ha ⁻¹	96,7 a	135,3 a	29.428,57 b	17,30 a	1.763,80 b
Nicosulfuron 32 g ha ⁻¹	69,9 b	106,6 b	23.047,61 b	15,96 a	1.749,04 b
Chlorimuron 7,5 g ha ⁻¹	71,8 b	113,0 b	24.761,90 b	15,60 a	1.452,38 c
CV(%)	17,3	12,9	28,90	8,20	5,50

¹ Médias seguidas da mesma letra (colunas) não diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5%.

Tabela 4. Altura das plantas aos 54 e 64 dias após a semeadura (DAS), produção de matéria seca e produtividade de girassol (híbrido Tera 8011), em função do uso de diferentes herbicidas (Valença, RJ, 2011).

Tratamentos	Altura de plantas (cm)		Matéria seca	Produtividade
	54 DAS	64 DAS		
	cm		%	kg ha ⁻¹
Testemunha capinada	87,6 a ¹	126,3 a	14,93 a	2.096,19 a
Imazapyr 25 g ha ⁻¹	27,9 c	0,0 c	0,00 b	0,00 c
Imazapyr 50 g ha ⁻¹	17,2 c	0,0 c	0,00 b	0,00 c
Imazethapyr 70 g ha ⁻¹	90,7 a	127,0 a	13,62 a	2.031,42 a
Imazethapyr 100 g ha ⁻¹	90,6 a	132,0 a	14,46 a	2.120,95 a
Nicosulfuron 20 g ha ⁻¹	97,1 a	139,6 a	14,56 a	1.840,95 b
Nicosulfuron 32 g ha ⁻¹	71,4 b	108,0 b	13,83 a	1.784,76 b
Chlorimuron 7,5 g ha ⁻¹	63,0 b	107,0 b	12,43 a	1.688,09 c
CV(%)	20,2	13,9	11,30	5,70

¹ Médias seguidas da mesma letra (colunas) não diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5%.

Brighenti et al. (2009) verificaram que as doses de 75 g i.a. ha⁻¹ e 125 g i.a. ha⁻¹ de imazapyr não causaram danos ao girassol (híbrido Paraíso 102 CL). No estudo realizado por estes autores, o produto comercial era diferente do que foi aplicado nos experimentos de Coronel Pacheco e Valença. Provavelmente, algum componente da formulação do imazapyr possa ter provocado a redução da tolerância do girassol, com agravamento dos sintomas de injúria e, consequentemente, causando a morte das plantas.

O herbicida imazethapyr foi o mais seletivo, em ambas as doses, causando baixa percentagem de fitotoxicidade (Tabelas 1 e 2). Aos 28 DAA, as plantas já não apresentavam sinais visuais de intoxicação. Para as demais características avaliadas, não houve diferença, em relação à testemunha capinada (Tabelas 3 e 4). Brighenti et al. (2008 e 2009) avaliaram híbrido de girassol resistente a herbicidas do gru-

po químico das imidazolinonas (Paraíso 102 CL) e, também, verificaram que o imazethapyr (30 g i.a. ha⁻¹ e 70 g i.a. ha⁻¹) não afetou o crescimento e o desenvolvimento das plantas de girassol, sendo o tratamento mais seletivo.

O tratamento com nicosulfuron (20 g i.a. ha⁻¹) não causou danos sérios ao girassol, sendo observada baixa fitotoxicidade nas duas primeiras avaliações e nenhum sintoma visual de injúria aos 28 DAA (Tabelas 1 e 2).

Os valores do teor de clorofila e altura das plantas não diferiram, em relação à testemunha capinada (Tabelas 1, 2, 3 e 4). Porém, este tratamento reduziu a produção de matéria seca e a produtividade (Tabelas 3 e 4).

A maior dose de nicosulfuron (32 g i.a. ha⁻¹) causou reduções no porte das plantas, na produção de matéria seca e na produtividade da cultura

(Tabelas 3 e 4). O nicosulfuron, da mesma forma que o imazapyr e o imazathapyr, possui o mesmo mecanismo de ação, inibindo a enzima ALS e, conseqüentemente, a síntese de aminoácidos, valina, leucina e isoleucina. Porém, o nicosulfuron pertence ao grupo químico das sulfonilureias e os dois últimos às imidazolinonas. Percebeu-se que o girassol é bem mais tolerante a herbicidas do grupo químico das imidazolinonas que das sulfonilureias.

O herbicida chlorimuron não foi seletivo ao girassol, apresentando altos percentuais de fitotoxicidade (Tabelas 1 e 2). Mesmo aos 28 DAA, os valores ainda permaneceram acima de 28%. O chlorimuron reduziu a altura de plantas, a produção de matéria seca e a produtividade do girassol (Tabelas 3 e 4). Estes resultados também foram verificados por Brighenti et al. (2008). Estes autores salientaram que o chlorimuron, embora seja também um herbicida inibidor da enzima ALS, pertence ao grupo químico das sulfonilureias, apresentando menor seletividade do que aqueles pertencentes ao grupo químico das imidazolinonas.

White et al. (2002) descreveram a ocorrência de uma espécie de girassol mutagênico, encontrado no Estado norteamericano de Dakota do Sul, altamente tolerante ao imazethapyr, porém, com leve tolerância ao chlorimuron.

CONCLUSÕES

1. Para os híbridos de girassol Tera 8003 e Tera 8011, as doses de 70 g i.a. ha⁻¹ e 100 g i.a. ha⁻¹ de imazethapyr foram as mais seletivas, tendo a dose de 20 g i.a. ha⁻¹ do nicosulfuron apresentado tolerância moderada.
2. Os tratamentos com imazapyr e chlorimuron foram aqueles que causaram maior injúria, para ambos os híbridos de girassol.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

BLAMEY, F. P. C.; ZOLLINGER, R. K.; SCHNEITER, A. A. Sunflower production and culture. In: SCHNEITER, A.

A. (Ed.). *Sunflower technology and production*. Madison: ASA/CSSA, 1997. p. 595-670.

BRIGHENTI, A. M. et al. Cadastramento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 38, n. 5, p. 651-657, 2003.

BRIGHENTI, A. M. et al. Girassol clearfield consorciado com *Brachiaria ruziziensis* utilizando herbicidas inibidores da enzima aceto-lactato sintase (ALS). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 18., 2009, Pelotas. *Resumos...* Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. p. 20-25.

BRIGHENTI, A. M. et al. Manejo da *Brachiaria ruziziensis* consorciada com girassol resistente a herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS). In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5., 2008, Aracajú. *Anais...* Aracajú: SNPA, 2008. 1 CD-ROM.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Agrofit*: consulta de produtos formulados. 2011. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 15 jul. 2011.

BRIGHENTI, A. M. et al. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura do girassol em solo de textura argilosa. *Revista Brasileira de Herbicidas*, Brasília, DF, v. 1, n. 2, p. 129-132, 2000.

BRUNIARD, J. M.; MILLER, J. F. Inheritance of imidazolinone-herbicide resistance in sunflower. *Helia*, Novi Sad, v. 24, n. 1, p. 11-16, 2001.

DOLEY, W. P. Clearfield sunflower: variety quantification system and other technical considerations. In: SUNFLOWER RESEARCH WORKSHOP, 23., 2001, Fargo. *Proceedings...* Bismark: NSA, 2001. p. 112-114.

GAZZIERO, D. L. P.; VELINI, E. D.; OSIPE, R. *Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas*. Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1995.

LORENZI, H. *Manual de identificação e controle de plantas daninhas*. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000.

MILLER, J. F.; AL-KHATIB, K. Registration of imidazolinone herbicide-resistant sunflower maintainer (HA425) and fertility restorer (RHA426 and RHA427) germoplasm. *Crop Science*, Madison, v. 42, n. 3, p. 988-989, 2002.

NAGY, S.; REINSINGER, P.; POMSÁR, P. Experiences of introduction of imidazolinone-resistant sunflower in Hungary from herbological point of view. *Journal of Plant Diseases and Protection*, Stuttgart, v. 20, n. 1, p. 31-37, 2006.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. *Guia de herbicidas*. 4. ed. Londrina: Ed. do Autor, 1998.

SCHLOSS, J. V. Acetolactate synthase, mechanism of action and its herbicide binding site. *Pesticide Science*, London, v. 29, n. 3, p. 283-292, 1990.

TAN, S. et al. Imidazolinone-tolerant crops: history, current status and future. *Pest Management Science*, Sussex, v. 61, n. 3, p. 246-257, 2005.

WHITE, A. D. et al. Common sunflower resistance to acetolactate synthase-inhibiting herbicides. *Weed Science*, Lawrence, v. 50, n. 4, p. 432-437, 2002.

ZOLLINGER, R. K. *North Dakota weed control guide*. Fargo: NDSU Extension Service, 1997. (Circular W-253).