

Tolerância diferencial de genótipos de tomate ao herbicida metribuzin



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Hortaliças
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO 165

Tolerância diferencial de genótipos de tomate ao herbicida metribuzin

*Núbia Maria Correia
Matías González-Arcos
Maria Esther de Noronha Fonseca
Leonardo Silva Boiteux*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na

Embrapa Hortaliças

Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9
Caixa Postal 218
Brasília-DF
CEP 70.275-970
Fone: (61) 3385.9000
Fax: (61) 3556.5744
www.embrapa.br/fale-conosco/sac
www.embrapa.br

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Hortaliças

Presidente

Jadir Borges Pinheiro

Editora Técnica

Mariana Rodrigues Fontenelle

Secretária

Gislaine Costa Neves

Membros

Carlos Eduardo Pacheco Lima

Raphael Augusto de Castro e Melo

Ailton Reis

Giovani Olegário da Silva

Iriani Rodrigues Maldonade

Alice Maria Quezado Duval

Jairo Vidal Vieira

Rita de Fátima Alves Luengo

Supervisora Editorial

Caroline Pinheiro Reyes

Normalização bibliográfica

Antônia Veras de Souza

Tratamento das ilustrações

André L. Garcia

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

André L. Garcia

Foto da capa

Matias González-Arcos

1ª edição

1ª impressão (2018): 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Hortaliças

Tolerância diferencial de genótipos de tomate ao herbicida metribuzin / Núbia
Maria Correia ... [et al.]. - Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2018.
20 p. : il. color. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa
Hortaliças, ISSN 1677-2229 ; 165).

1. *Solanum lycopersicum*. 2. Melhoramento genético vegetal. 3. Erva
daninha. 4. Controle químico. I. Correia, Núbia Maria. II. Embrapa Hortaliças.
III. Série.

CDD 635.642

Sumário

Resumo	7
Abstract	9
Introdução.....	11
Material e Métodos	12
Resultados e Discussão	14
Conclusões.....	17
Referências	17

Tolerância diferencial de genótipos de tomate ao herbicida metribuzin

*Núbia Maria Correia*¹

*Matías González-Arcos*²

*Maria Esther de Noronha Fonseca*³

*Leonardo Silva Boiteux*⁴

Resumo – Com o objetivo de avaliar a tolerância diferencial de quatro genótipos de tomate ao herbicida metribuzin e agrupá-los quanto à sensibilidade (sensível, medianamente sensível e tolerante), um experimento foi desenvolvido em vasos, no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 10, com quatro repetições. As plantas de quatro genótipos de tomateiro (duas linhagens, CNPH-0498 e LAM-147; e duas cultivares comerciais, Ponderosa e Viradoro) foram pulverizadas com dez dosagens do herbicida metribuzin (0; 0,12; 0,24; 0,36; 0,48; 0,96; 1,92; 2,88; 3,84 e 4,8 kg/ha). A linhagem CNPH-0498 foi considerada tolerante ao metribuzin, suportando até 2,88 kg/ha, sem perdas na produção de frutos, alteração na altura das plantas e ocorrência de sintomas de fitointoxicação relevantes. O genótipo LAM-147 foi classificado como medianamente sensível ao herbicida, sem depreciação na produção dos frutos com até 0,36 kg/ha. Porém, até mesmo nessas dosagens, as plantas apresentaram injúrias visuais acentuadas, com notas de 25%-38%, aos 6 DAA. As cultivares Ponderosa e Viradoro foram consideradas sensíveis ao metribuzin, pois, mesmo na menor dosagem testada (0,12 kg/ha), houve perdas de 40%-77% na produção de frutos e as notas de fitointoxicação variaram de 44%-78%, aos 6 DAA.

Termos para indexação: injúrias visíveis, melhoramento genético do tomateiro, seletividade, Sencor®.

¹ Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

² Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, pesquisador do INIA Salto Grande, Salto, Uruguai.

³ Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

⁴ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

Differential tolerance of tomato genotypes to the herbicide metribuzin

Abstract – In objective to evaluate the differential tolerance of four tomato genotypes to the herbicide metribuzin and to group them for sensitivity (sensitive, moderately sensitive and tolerant), an experiment was carried out in pots, in a completely randomized design, 4 x 10 factorial scheme, with four replications. Plants of four tomato genotypes (two lines, CNPH-0498 and LAM-147, and two commercial cultivars, Ponderosa and Viradoro) were sprayed with ten doses of the herbicide metribuzin (0, 0.12, 0.24, 0.36, 0.48, 0.96, 1.92, 2.88, 3.84 and 4.8 kg/ha). CNPH-0498 was tolerant to metribuzin at normal field rates, supporting up to 2.88 kg/ha, with no losses in fruit production, alteration in plant height and occurrence of relevant phytotoxic symptoms. LAM-147 was classified as moderately sensitive to the herbicide, and showed no decreases in the production of fruits from up to 0.36 kg/ha. However, even at this and higher dosages, the plants showed severe visual injury, with values of 25%-38% at 6 DAA. Ponderosa and Viradoro were considered sensitive to metribuzin, because even at the lowest tested dose (0.12 kg/ha), there were losses of 40%-77% in fruit production and phytointoxication ranged from 44%-78% at 6 DAA.

Index terms: visible injuries, tomato breeding, selectivity, Sencor®.

Introdução

O metribuzin é o herbicida mais tradicional no tomateiro no Brasil, sobretudo o rasteiro (para processamento industrial) (Correia, 2015). Esse herbicida possui o nome químico 4-amino-6-tert-butyl-4,5-dihydro-3-methylthio-1,2,4-triazin-5-one, pertence ao grupo químico triazinonas e inibe o transporte de elétrons no Fotossistema II na etapa fotoquímica da fotossíntese. É registrado para o controle, principalmente, de plantas daninhas eudicotiledôneas, em pré ou pós-emergência no tomateiro, em dosagens de até 480 g/ha (Rodrigues; Almeida, 2011). No trabalho sobre levantamento fitossociológico de plantas daninhas no tomateiro rasteiro, constatou-se que, para o controle de folhas largas e supressão de *Solanum americanum*, após o transplântio das mudas, o manejo feito antes disso foi complementado, na maioria das áreas, com o metribuzin, em até quatro aplicações de 192 g/ha-384 g/ha (Correia, 2015).

O controle químico de plantas daninhas, no entanto, exige uma série de cuidados, que devem ser seguidos para que o resultado esperado seja satisfatório. A escolha do tratamento químico (herbicida, associações de produtos, dosagem ou época de aplicação) também deve levar em consideração a sua seletividade para a cultura de interesse econômico. Seletividade é a característica dos herbicidas que possibilita a sua aplicação para o controle de plantas daninhas sem causar danos às culturas. Em geral, a seletividade é o resultado de diferenças na resposta das espécies vegetais a um determinado herbicida e depende de muitos fatores inter-relacionados (Alterman; Pérez Jones, 2003). Além da dosagem do herbicida e do estágio de desenvolvimento das plantas, o genótipo também pode influenciar na seletividade, devido a vários fatores, entre eles a metabolização do herbicida. Esse tipo de seletividade (seletividade metabólica) permite que a planta altere ou degrade a estrutura química do herbicida, por meio de reações, que resultam em substâncias não tóxicas (Oliveira Junior.; Inoue, 2011).

Três sistemas enzimáticos estão envolvidos nos processos de metabolização de herbicidas nas plantas: glutatione-transferase, aril-acilamidase e citocromo-P450-monooxigenases. O aumento na atividade dessas enzimas, seja por superprodução ou acréscimo da capacidade catalítica, resulta em maiores níveis de metabolização e, portanto, maiores níveis de tolerância em várias espécies de plantas (Powles; Yu, 2010). A maior parte dos casos de

resistência a herbicidas pelo aumento do metabolismo da planta é explicado pela enzima citocromo-P450-monooxigenase (Preston; Mallory-Smith, 2001). Para o metribuzin, a tolerância diferencial entre cultivares pode ser atribuída a diferenças na sua taxa de metabolismo para o metabólito polar β -D-(*N*-glucoside) (Falb; Smith, 1987; Smith et al., 1989) durante os estádios iniciais, podendo desaparecer com o aumento do número de folhas (Stephenson et al., 1976; Jensen et al., 2004).

A identificação de genótipos mais tolerantes a herbicidas possibilita a introdução dessa característica em cultivares de interesse econômico, seja por meio de melhoramento convencional ou biotecnologia. Assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar a tolerância diferencial de quatro genótipos de tomate ao herbicida metribuzin e agrupá-los quanto à sensibilidade (sensível, medianamente sensível e tolerante).

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em vasos, mantidos em casa de vegetação na Embrapa Hortaliças, em Brasília, DF. A latitude, longitude e altitude do local são de 15°56'00,7"S, 48°08'14,4"W e 977 m, respectivamente.

As sementes de tomate foram semeadas em bandejas de isopor para a formação de mudas, em 05/05/2014. Trinta e cinco dias após a semeadura foi feito o transplante de uma muda por vaso, com capacidade para 5,0 dm³ de substrato (mistura solo, areia e composto orgânico, na proporção 3:1:1, respectivamente). O substrato apresentou pH (em CaCl₂) de 5,9; matéria orgânica de 29 g/dm³; P (resina) de 21 mg/dm³; K, Ca, Mg e CTC de 5 mmol_c/dm³, 9 mmol_c/dm³, 44 mmol_c/dm³, 20 mmol_c/dm³ e 89 mmol_c/dm³, respectivamente; e foi classificado como argiloso, com 338 g/kg, 450 g/kg e 212 g/kg de areia, argila e silte, respectivamente.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 10, com quatro repetições. As plantas de quatro genótipos de tomateiro (duas linhagens, CNPH-0498 e LAM-147, ambas de porte indeterminado; e duas cultivares comerciais, Ponderosa, de porte indeterminado, e Viradoro, de porte determinado) foram pulverizadas com dez dosagens do herbicida metribuzin (0 kg/ha; 0,12 kg/ha; 0,24 kg/ha; 0,36 kg/ha; 0,48 kg/ha; 0,96 kg/ha; 1,92 kg/ha; 2,88 kg/ha; 3,84 kg/ha e 4,8 kg/ha).

O produto comercial utilizado foi o Sencor[®] (480 g/L), que é registrado para a cultura do tomate, para aplicações em pré e pós-emergência na dosagem de 1,0 L/ha (Rodrigues; Almeida, 2011).

O herbicida foi pulverizado em pós-emergência aos 14 dias após o transplântio das mudas, quando as plantas tinham, em média, 15,3 cm de altura e 8,1 folhas (CNPB-0498); 12,0 cm de altura e 5,6 folhas (LAM-147); 18,9 cm de altura e 7,6 folhas (Ponderosa) e 7,0 cm de altura e 5,4 folhas (Viradoro). Utilizou-se pulverizador costal pressurizado, à pressão constante (mantida pelo CO₂ comprimido) de 2,8 kgf/cm², munido de barra com duas pontas de pulverização TT110015 distanciados em 0,5 m, com consumo de calda equivalente a 200 L/ha. No momento da aplicação, foram registrados de 25,1 °C-28,5 °C de temperatura do ar; de 49%-63% de umidade relativa; de 0,8 km/h-4,5 km/h de velocidade do vento; ausência de nuvens e umidade no solo.

O monitoramento da ocorrência de pragas e doenças foi realizado semanalmente, com a pulverização de inseticida e fungicida, quando necessário.

Aos 6 e 16 dias após a aplicação (DAA) do herbicida, avaliou-se a fitointoxicação do tomateiro, por meio da escala de notas de 0%-100%, em que zero representa a ausência de injúrias visuais e 100 a morte da planta (SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 1995). A altura das plantas foi quantificada aos 30 DAA, medindo-se da base da planta até a inserção da última folha mais jovem. Os frutos foram coletados semanalmente, com início aos 52 DAA e término aos 101 DAA, totalizando sete colheitas. Com base, nas colheitas semanais, determinou-se o número e a produção de frutos por colheita e total.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste F da análise de variância. As dosagens de metribuzin, quando significativo ($p < 0,01$ ou $p < 0,05$), foram analisadas utilizando-se regressões não lineares do tipo log-logística, adotando-se o modelo logístico proposto por Streibig et al. (1988):

$$y = a + b/[1 + (x - I_{50})^d],$$

em que y é a variável de interesse, x a dosagem acumulada e a , b , I_{50} e d os parâmetros de ajuste da equação, sendo a o ponto mínimo obtido,

b a diferença entre o ponto máximo e o ponto mínimo, I_{50} a dosagem que proporciona 50% de resposta da variável e d é a declividade da curva.

Resultados e Discussão

A interação genótipo x dosagens de metribuzin foi significativa ($p < 0,01$) para todas as características avaliadas. Procedendo-se ao desdobramento da interação, os dados das variáveis de cada genótipo foram ajustados às regressões não lineares do tipo log-logística. Para todos os genótipos, as curvas de resposta às dosagens de metribuzin indicaram que o crescimento e o desenvolvimento das plantas reduziram com comportamento sigmoidal em função do aumento das dosagens do herbicida. Porém, esse resultado foi menos evidente para a linhagem CNPH-0498 (Figuras 1 e 2).

A linhagem CNPH-0498 tolerou até 2,88 kg/ha de metribuzin, sem perdas na produção de frutos, alteração na altura das plantas e ocorrência de sintomas de fitointoxicação severos (maior que 20%). Mesmo na maior dosagem (4,88 kg/ha), o herbicida não causou a morte das plantas desse genótipo. Os demais genótipos, por outro lado, foram muito afetados pelo metribuzin, principalmente as cultivares Ponderosa e Viradoro, com severa fitointoxicação, mesmo nas dosagens menores, e mortalidade das plantas a partir das dosagens de 0,36 kg/ha (para Viradoro) e 0,48 kg/ha (para LAM-147 e Ponderosa).

As plantas da linhagem LAM-147, a partir de 0,48 kg/ha de metribuzin, tiveram o crescimento e o desenvolvimento inibidos, sem depreciação na produção dos frutos com até 0,36 kg/ha do herbicida. Porém, até mesmo nessas dosagens, as plantas apresentaram injúrias visuais acentuadas, com notas de 25 a 38%, aos 6 DAA. Já as cultivares Ponderosa e Viradoro foram ainda mais sensíveis ao metribuzin, pois, mesmo na menor dosagem testada (0,12 kg/ha), houve perdas de 40 a 77% na produção de frutos e as notas de fitointoxicação variaram de 44 a 78%, aos 6 DAA.

A dosagem de metribuzin (em kg/ha) necessária para promover 50% de fitointoxicação (I_{50}) no tomateiro foi de 3,84; 0,43; 0,14; 0,038 para os genótipos CNPH-0498, LAM-147, Ponderosa e Viradoro, respectivamente, aos 6 DAA (Tabela 1). Para produção total de frutos, o valor do I_{50} foi de 3,79; 0,47; 0,06 e 0,14 para CNPH-0498, LAM-147, Ponderosa e Viradoro,

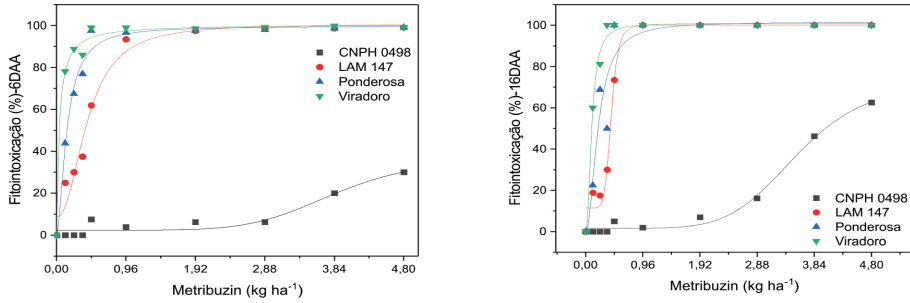


Figura 1. Fitointoxicação aos 6 e 16 dias após a aplicação (DAA) e altura de plantas aos 30 DAA, dos genótipos CNPH-0498, LAM-147, Ponderosa e Viradoro, tratados com o herbicida metribuzin (0; 0,12; 0,24; 0,36; 0,48; 0,96; 1,92; 2,88; 3,84 e 4,8 kg/ha).

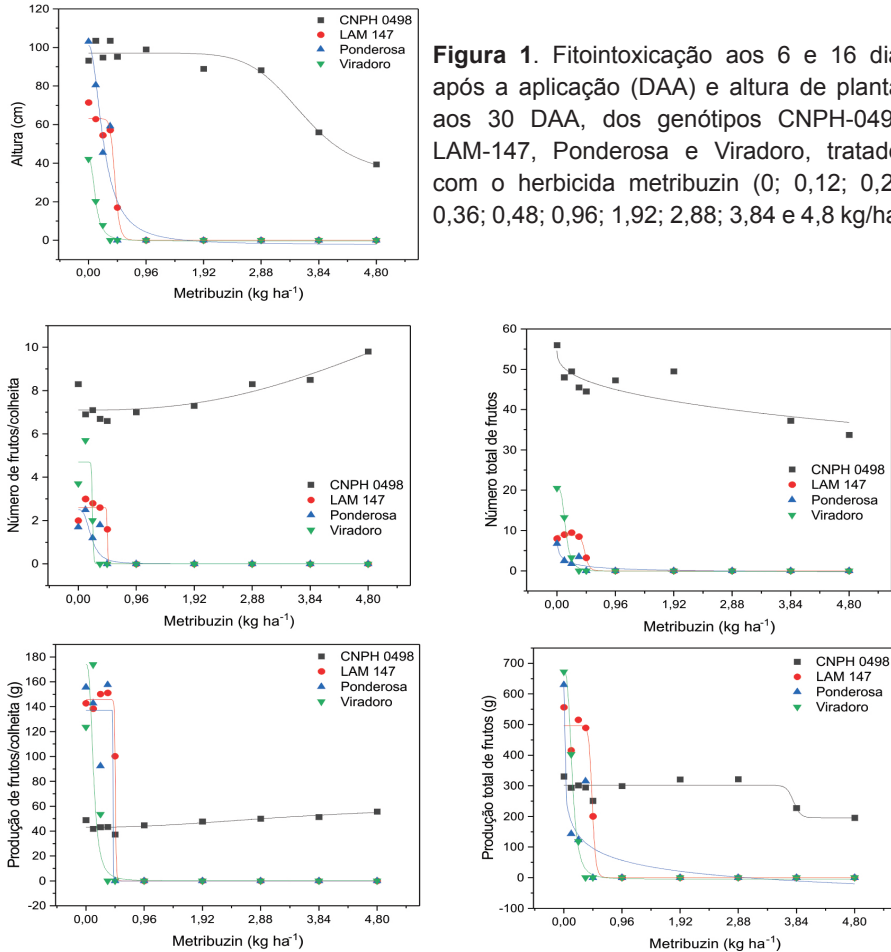


Figura 2. Número e produção de frutos por colheita e total, dos genótipos CNPH-0498, LAM-147, Ponderosa e Viradoro, tratados com o herbicida metribuzin (0; 0,12; 0,24; 0,36; 0,48; 0,96; 1,92; 2,88; 3,84 e 4,8 kg/ha).

respectivamente. Assim, ao considerar os resultados dessa variável, a linhagem CNPH-0498 tolerou 8, 27 e 67 vezes mais herbicida do que LAM-147, Viradoro e Ponderosa, respectivamente. Por esse motivo, os genótipos foram classificados em tolerante, CNPH-0498; medianamente sensível, LAM-147; e sensível, Ponderosa e Viradoro.

Tabela 1. Parâmetros das equações⁽¹⁾ e coeficientes de determinação (R²) obtidos para as variáveis analisadas nos quatro genótipos de tomate.

Variável	Genótipo	Parâmetros				R ²
		a	b	I ₅₀	d	
Fito ⁽²⁾ 6DAA ⁽³⁾ (%)	CNPH-0498	2,3370	36,8419	3,8369	6,3315	92,98
	LAM-147	8,6389	100,7350	0,4302	2,2290	97,60
	Ponderosa	0,3191	99,6706	0,1450	1,7175	98,67
	Viradoro	0,0082	100,5644	0,0375	1,0538	99,24
Fito ⁽²⁾ 16DAA (%)	CNPH-0498	1,5746	73,3258	3,5583	5,8932	99,18
	LAM-147	11,4294	100,0868	0,4285	7,2489	98,70
	Ponderosa	-0,2348	101,5615	0,2122	1,9694	91,96
	Viradoro	0,1080	100,9178	0,1026	2,1450	99,22
Altura (cm)	CNPH-0498	97,0747	33,3357	3,5726	7,7602	95,82
	LAM-147	63,0687	-0,0089	0,4393	11,1874	98,35
	Ponderosa	101,1656	-2,3097	0,2571	2,0374	91,42
	Viradoro	42,0418	-0,35606	0,11879	2,4934	99,45
Número de frutos por colheita	CNPH-0498	7,0959	18,8753	7,8026	2,5553	77,84
	LAM-147	2,6000	-1,7255	0,4828	82,2545	96,45
	Ponderosa	2,5000	0,0000	0,2160	3,0000	73,07
	Viradoro	4,7000	-6,9569	0,2374	27,5384	94,62
Número total de frutos	CNPH-0498	54,6286	-18825,4162	3,9874	0,3819	74,39
	LAM-147	8,8313	-5,0469	0,4608	13,2491	99,32
	Ponderosa	6,7322	-0,6207	0,1018	0,7304	86,87
	Viradoro	20,4727	-0,1184	0,1440	3,4738	99,84
Produção de frutos por colheita (g)	CNPH-0498	43,1143	61,5058	3,6602	2,2245	70,98
	LAM-147	145,6500	-1,5125	0,4862	61,9835	99,17
	Ponderosa	137,1750	-1,1537	0,4484	179,0318	94,16
	Viradoro	173,9000	0,0000	0,1257	3,0000	72,14
Produção total de frutos (g)	CNPH-0498	301,6625	195,6625	3,7921	66,6464	75,88
	LAM-147	495,9147	-6,9404	0,4687	16,2864	98,10
	Ponderosa	629,7931	-170,1472	0,0602	0,3346	85,45
	Viradoro	670,9038	-4,7359	0,1384	3,0998	99,72

⁽¹⁾ Equação: $y = a + b/[1 + (x/I_{50})^d]$, sendo y a variável de interesse, x a dosagem acumulada, a o ponto mínimo obtido, b a diferença entre o ponto máximo e o ponto mínimo, I_{50} a dosagem que proporciona 50% de resposta da variável e d é a declividade da curva. ⁽²⁾ Fitointoxicação. ⁽³⁾ DAA - dias após a aplicação.

A tolerância diferencial de genótipos da mesma espécie a herbicidas pode ser justificada por alterações no sítio de ação ou por mudanças relacionadas à absorção, translocação, metabolização ou até mesmo compartimentalização do produto pelas plantas. Como as variações na resposta dos quatro genótipos de tomateiro foram muito expressivas, sugere-se que a tolerância do CNPH-0498 ao metribuzin ocorra por modificações no sítio de ação do herbicida nas plantas. Para herbicidas inibidores do fotosistema II, como o metribuzin, algumas mutações na proteína D1 modificam o local de ligação da plastoquinona QB, impedindo o acoplamento da molécula do herbicida, a qual fica sem efeito. Esse é o principal mecanismo de resistência de plantas daninhas a esses herbicidas (Oettmeier, 1999; Powles; Yu, 2010).

Conclusão

A linhagem CNPH-0498 é tolerante ao metribuzin, a linhagem LAM-147 é medianamente sensível e as cultivares Ponderosa e Viradoro são sensíveis ao herbicida.

Referências

- ALTERMAN, M. K.; PÉREZ JONES, A. . **Herbicidas: fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción**. Santiago: Ediciones Universidad Católica del Chile, 2003. 333 p.
- CORREIA, N. M. **Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de tomate rasteiro dos estados de GO, MG e SP**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2015. 52 p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 147). Disponível em:< <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1028984>>. Acesso em: 06 jun. 2018.
- FALB L. N.; SMITH, A. E. Metribuzin metabolism in soybeans: partial characterization of the polar metabolites. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 27, n. 2, p. 165-172, 1987.
- JENSEN, K. I. N.; DOOHAN, D. J.; SPECHT, E. G. Response of processing carrot to metribuzin on mineral soils in Nova Scotia. **Canadian Journal of Plant Science**, v.84, n.2, p.669-676, 2004.
- OETTMEIER, W. Herbicide resistance and supersensitivity in photosystem II. **CMLS: Cellular and Molecular Life Sciences**, v. 55, n. 10, p. 1255-1277, 1999.
- OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; INOUE, M. H. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 243-262.

POWLES, S. B.; YU, Q. Evolution in action: plants resistant to herbicides. **Annual Review Plant Biology**, v. 61, n. 1, p. 317–347, 2010.

PRESTON, C.; MALLORY-SMITH, C. A. Biochemical mechanisms, inheritance, and molecular genetics of herbicide resistance in weeds. In: POWLES, S. B.; SHANER, D. L. **Herbicide resistance and world grains**. Boca Raton: CRC, 2001. p. 23-60.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. L. S. **Guia de herbicidas**. 6. ed., Londrina: Ed. dos Autores, 2011. 697 p.

SMITH, A. E.; PHATAK, S. C.; EMMATTY, D. A. Metribuzin metabolism by tomato cultivars with low, medium, and high levels of tolerance to metribuzin. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 35, n. 3, p. 284-290, 1989.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. Londrina, PR, 1995. 42 p.

STEPHENSON, G. R.; MCLEOD, J. E.; PHATAK, S. C. Differential tolerance of tomato cultivars to metribuzin. **Weed Science**, v. 24, n. 2, p. 161-165, 1976.

STREIBIG, J. C. Herbicide bioassay. **Weed Research**, v. 28, n. 6, 479-484, 1988.

