

# SUSCETIBILIDADE DIFERENCIAL DE ESPÉCIES CONVULVÁCEAS AO FLUMIOXAZIN DETERMINADA ATRAVÉS DE CURVAS DE DOSE-RESPOSTA<sup>1</sup>

*Differential Susceptibility of the Convolvulaceae Species to Flumioxazin through Dose-Response Curves*

NICOLAI, M.<sup>2</sup>, OBARA, F.E.B.<sup>3</sup>, MELO, M.S.C.<sup>4</sup>, SOUZA JÚNIOR, J.A.<sup>5</sup>, CANTALICE-SOUZA, R.<sup>6</sup> e CHRISTOFFOLETI, P.J.<sup>7</sup>

RESUMO - As plantas daninhas denominadas vulgarmente como corda-de-viola, pertencentes aos gêneros *Ipomoea* e *Merremia*, estão entre as mais importantes do Brasil. A identificação das espécies em campo, bem como o conhecimento da suscetibilidade específica a herbicidas, notadamente a flumioxazin, cuja tolerância específica é variável, são informações essenciais para uma recomendação racional de manejo. Com o intuito de determinar a suscetibilidade diferencial das convulváceas *Ipomoea purpurea*, *Ipomoea hederifolia*, *Ipomoea triloba*, *Merremia cissoides* e *Merremia aegyptia*, foram construídas curvas de dose-resposta com o flumioxazin, para obtenção dos controles percentuais de 50, 80, 95 e 99. Para isso, foram conduzidos dois experimentos em casa de vegetação; para cada espécie de planta daninha, os tratamentos herbicidas foram: 0, 7,81, 15,63, 31,25, 62,5, 125, 250, e 500 g de flumioxazin ha<sup>-1</sup>, aplicados em condições de pré-emergência. A partir dos resultados, conclui-se que a suscetibilidade ao flumioxazin, em ordem decrescente, é: *Merremia aegyptia* < *Ipomoea hederifolia* < *Ipomoea triloba* < *Ipomoea purpurea* < *Merremia cissoides*. As doses que proporcionam 80% de controle são, respectivamente pela ordem de espécies, de 238,6; 173,1; 84,7; 43,8; e 16,8 g de flumioxazin ha<sup>-1</sup>. *Merremia aegyptia* não é satisfatoriamente controlada pelo flumioxazin.

**Palavras-chave:** *Ipomoea* spp., *Merremia* spp., corda-de-viola, controle.

**ABSTRACT** - The weeds commonly known as morning glory belong to the genus *Ipomoea* and *Merremia*, and are among the most important in Brazil. The identification of these species under field conditions and knowledge of their specific susceptibility to herbicides, notably to flumioxazin, presenting variable specific tolerance, is essential for the elaboration of rational management recommendations. Aiming to determine the differential susceptibility of the convulvulaceae *Ipomoea purpurea*, *Ipomoea hederifolia*, *Ipomoea triloba*, *Merremia cissoides* and *Merremia aegyptia*, dose-response curves were built with the herbicide flumioxazin to obtain the control levels of 50, 80, 95, and 99%. Thus, two experiments were conducted under greenhouse conditions, and for each species, the herbicide treatments were: 0; 7.81, 15.63, 31.25, 62.5, 125, 250, and 500 g of flumioxazin ha<sup>-1</sup>, applied in pre-emergence conditions. Based on the results obtained, it was concluded that susceptibility to the herbicide flumioxazin, in crescent order, is as follows: *Merremia aegyptia* < *Ipomoea hederifolia* < *Ipomoea triloba* < *Ipomoea purpurea* < *Merremia cissoides*. The doses providing 80% of control are respectively, according to the species order, 238.6; 173.1; 84.7; 43.8 and 16.8 g of flumioxazin ha<sup>-1</sup>. *Merremia aegyptia* is not satisfactorily controlled by flumioxazin.

**Keywords:** *Ipomoea* spp., *Merremia* spp., morning glory, control.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 16.3.2011 e aprovado em 27.6.2012.

<sup>2</sup> Gerente técnico - Agrocon Assessoria Agrônômica Ltda. - Piracicaba-SP, <mmicolai2009@gmail.com>; <sup>3</sup> Mestrando ESALQ/USP, Piracicaba-SP, <flavioobara@hotmail.com>; <sup>4</sup> Doutorando ESALQ/USP, Piracicaba-SP, <melomsc@yahoo.com.br>;

<sup>5</sup> Consultor Técnico de Pesquisa I HARABRAS IND. QUIMICAS, Sorocaba-SP, <jantonio@ihara.com.br>; <sup>6</sup> Doutorando ESALQ/USP, Piracicaba-SP, <renanibp@hotmail.com>; <sup>7</sup> Professor Associado, Dep. de Produção Vegetal, ESALQ/USP, Piracicaba-SP, <pjchrist@usp.br>.



## INTRODUÇÃO

Com a mudança do sistema de colheita da cana – inicialmente se usava fogo e agora adota-se o sistema de cana crua – houve também mudança fitossociológica no agroecossistema da cana-de-açúcar (Kuva, 2006; Correia et al., 2010). Espécies que não eram consideradas problemas passaram a ter grande importância para o controle. Entre as espécies, destacam-se as cordas-de-viola (*Ipomoea* spp. e *Merremia* spp.). As plantas desses gêneros são semelhantes morfológicamente e conhecidas pelos mesmos nomes comuns, o que atrapalha a devida identificação e pode prejudicar o manejo (Christoffoleti et al., 2007). A corda-de-viola (*Ipomoea* spp.) pode causar reduções do número final de colmos e de produtividade para cana-de-açúcar, no sistema de cana crua (Kuva, 2006; Procópio et al., 2008; Nicolai, 2009; Perim et al., 2009).

Entre os métodos de controle de plantas daninhas, o químico é o mais utilizado na agricultura e também na cultura da cana-de-açúcar, tanto em pré como em pós-emergência (Procópio et al., 2008; Carvalho et al., 2009; Campos et al., 2009). Os herbicidas poupam trabalho e energia, devido à redução na necessidade de tratos manuais e preparo mecanizado. Além disso, podem reduzir a quantidade de fertilizantes e irrigação, com a eliminação da competição (Zimdahl, 2007).

O flumioxazin já é utilizado nas culturas de soja, algodão e feijão, e agora tem sido considerada uma nova ferramenta para o manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar (Andrei, 2009; Rodrigues & Almeida, 2011). O ingrediente ativo flumioxazin atua inibindo a enzima protoporfirinogênio IX oxidase (PROTOX ou PPO), levando ao acúmulo de protoporfirinogênio IX, que é transformado em radicais livres pela luz, que destrói as membranas celulares e do tonoplasto, o que resulta em dano irreversível em plantas suscetíveis (Price et al., 2004a; Carvalho & López-Ovejero, 2008). Por se tratar de um produto diferenciado, o herbicida flumioxazin possui características bastante particulares, como absorção caulicular, baixa solubilidade, ausência de volatilidade e facilidade para migrar dos coloides do solo para a solução do solo – características essas que permitem seu uso nas

épocas seca, semiúmida e úmida do ano (Christoffoleti et al., 2009; Jaremtchuk et al., 2009).

No entanto, existem diferenças quanto à eficiência dos herbicidas, dependendo da composição florística da comunidade infestante. Assim, as espécies do mesmo gênero ou família podem responder de forma distinta, sendo necessárias recomendações específicas (Carvalho et al., 2006). Esse fato já foi constatado com as espécies dos gêneros *Ipomoea* e *Merremia* para os herbicidas sulfentrazone e amicarbazone aplicados em pré-emergência (Campos et al., 2009), porém a literatura é escassa em relação ao uso de flumioxazin para controle dessas infestantes dos canaviais.

O objetivo deste trabalho foi determinar a suscetibilidade diferencial de espécies da família Convolvulaceae (*Ipomoea purpurea*, *Ipomoea hederifolia*, *Ipomoea triloba*, *Merremia cissoides* e *Merremia aegyptia*) ao flumioxazin.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram desenvolvidos em casa de vegetação do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em Piracicaba, SP, durante os meses de abril a julho de 2009 e março a junho de 2011. As sementes das espécies de corda-de-viola *Ipomoea purpurea*, *Ipomoea hederifolia*, *Ipomoea triloba*, *Merremia aegyptia* e *Merremia cissoides* foram adquiridas na empresa Agrocosmos Agrícola, de Engenheiro Coelho, SP, e semeadas em vasos plásticos de 1,1 L, preenchidos com solo médio (20% de argila, 74% de areia, 6% de silte e MO de 27 g dm<sup>-3</sup>). Foram semeadas 20 sementes por vaso, para cada espécie.

A aplicação dos tratamentos herbicidas foi feita após a semeadura das plantas daninhas, no dia 13 de abril de 2009, em pré-emergência. Na aplicação dos tratamentos herbicidas foi utilizado um pulverizador costal manual, trabalhando à pressão constante de 2,0 bar, pressurizado com CO<sub>2</sub>, equipado com dois bicos do tipo leque XR 110.02, espaçados de 0,5 m, aplicando-se um volume de calda correspondente a 200 L ha<sup>-1</sup>. Para cada espécie, os tratamentos herbicidas constituíram-se de oito doses de flumioxazin, descritas a seguir, em

gramas de ingrediente ativo por hectare: 7,81, 15,63, 31,25, 62,5, 125, 250, e 500. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os vasos foram irrigados diariamente através de um sistema de irrigação automática, para que não ocorresse deficiência hídrica, tampouco excesso de água. A irrigação simulou uma chuva uniforme, para todos os tratamentos, no volume de 5 mm diários, totalizando 300 mm ao término das avaliações.

Após a aplicação dos tratamentos, foi realizada avaliação percentual de controle aos 15, 30, 45 e 60 dias (DAT), em que 0 representava ausência total de sintomas e 100, morte da planta (Velini, 1995). Aos 60 DAT, procedeu-se à coleta das plantas, para obtenção de massa seca, e posterior pesagem. Com os dados de massa seca, foi calculado o percentual de redução em relação à dose 0 do herbicida. Optou-se pela apresentação das curvas geradas, com a média dos dois experimentos, apenas aos 60 DAT. Os dados de controle e massa seca do experimento foram ajustados ao modelo de regressão não linear do tipo logístico. As variáveis foram ajustadas ao modelo proposto por Streibig (1988).

$$y = \frac{a}{1 + \left(\frac{x}{b}\right)^c}$$

em que:  $y$  = porcentagem de controle;  $x$  = dose do herbicida; e  $a$ ,  $b$  e  $c$  = parâmetros da curva, de modo que  $a$  é a diferença entre o ponto máximo e mínimo da curva,  $b$ , a dose que proporciona a porcentagem de 50% da resposta da variável, e  $c$ , a declividade da curva.

Para comparação da suscetibilidade diferencial entre as espécies e definição de doses ótimas de controle, foram calculadas as porcentagens de controle de 50, 80, 95 e 99%, cujos valores foram obtidos a partir das equações das curvas de dose-resposta (parâmetros não apresentados) e representam a dose de flumioxazin, em gramas de ingrediente ativo por hectare, para controle de 50, 80, 95 e 99%, respectivamente (Christoffoleti, 2002; Carvalho et al., 2006; Christoffoleti et al., 2006; Campos et al., 2009).



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise da variância constatou significância dos fatores avaliados em ambos os experimentos. Para maior compreensão dos procedimentos estatísticos de comparação de espécies e análise por regressões, optou-se por apresentar o quadro da análise da variância dos três experimentos, em formato resumido (Tabela 1).

As espécies de corda-de-viola diferiram entre si quanto ao controle exercido pelo flumioxazin em pré-emergência, aos 60 DAT. As doses do herbicida também causaram efeito significativo sobre as espécies estudadas (Figuras 1 e 2). As curvas indicam diferentes comportamentos para as cinco espécies de corda-de-viola. A menor inclinação da curva indica maior amplitude entre as doses necessárias para o controle das plantas daninhas avaliadas (Christoffoleti, 2002). Neste estudo, as três espécies do gênero *Ipomoea* apresentaram comportamento bem similar em relação ao percentual de controle, ao passo que as espécies de *Merremia* spp. foram bastante distintas: *M. cissoides* é altamente suscetível e *M. aegyptia* tem menor suscetibilidade.

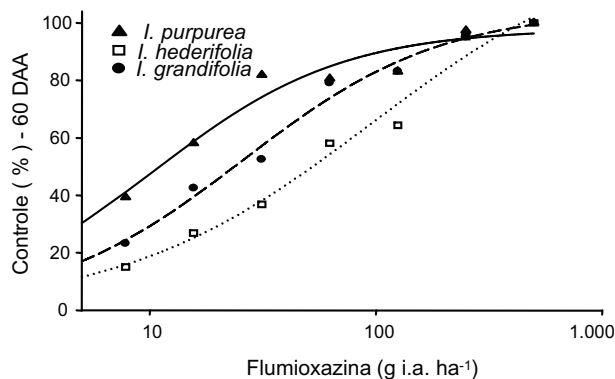
O mesmo comportamento foi observado para a massa seca das plantas de corda-de-viola. As espécies *I. purpurea*, *I. hederifolia* e *I. triloba* se apresentaram bastante semelhantes no tocante à redução causada pelas doses crescentes de flumioxazin (Figura 3), enquanto as espécies de *Merremia* spp. foram distintas (Figura 4). O comportamento diferencial de espécies de corda-de-viola em relação à aplicação de inibidores da PROTOX já é conhecido tanto em pós-emergência, em que *I. grandifolia* foi menos sensível ao herbicida carfentrazone (Christoffoleti et al., 2006), quanto em pré-emergência das plantas daninhas, em que *I. triloba* foi mais tolerante ao sulfentrazone (Campos et al., 2009).

Basicamente, os mecanismos que as plantas utilizam para tolerar e/ou resistir a uma molécula são os seguintes: menor absorção e/ou translocação, maior metabolização do herbicida em substâncias menos fitotóxicas, compartimentalização da molécula, falta de afinidade do herbicida pelo sítio de ação específico e superprodução da enzima-alvo (Holt et al., 1993). Estudos com flumioxazin marcado

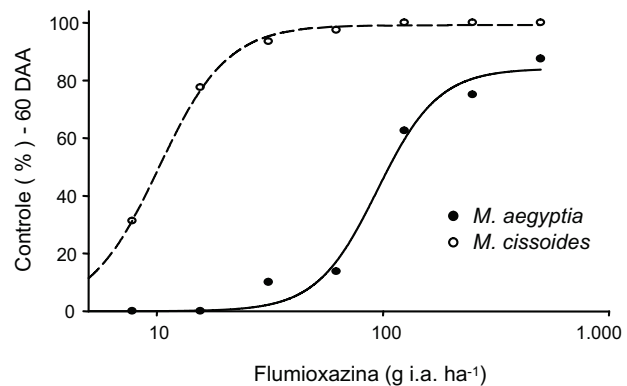
**Tabela 1** - Resumo do quadro da análise da variância para o controle e a massa seca residual das espécies de corda-de-viola

Variável	Fonte de variação	GL <sup>1/</sup>	F	Pr > Fc
Experimento 1				
Controle aos 60 DAA <sup>2/</sup>	Doses (D)	4	148,561**	<0,001
	Espécies (E)	7	347,267**	<0,001
	Interação (D*E)	28	11,863**	<0,001
	CV(%)	14,62		
Massa Seca	Doses (D)	4	269,790**	<0,001
	Espécies (E)	7	253,493**	<0,001
	Interação (D*E)	28	13,843**	<0,001
	CV(%)	22,58		
Experimento 2				
Controle aos 60 DAA <sup>2/</sup>	Doses (D)	7	548,158**	<0,001
	Espécies (E)	2	1576,443**	<0,001
	Interação (D*E)	14	50,805**	<0,001
	CV(%)	6,79		
Massa Seca	Doses (D)	7	187,177**	<0,001
	Espécies (E)	2	529,383**	<0,001
	Interação (D*E)	14	13,050**	<0,001
	CV(%)	15,72		

<sup>1/</sup>GL - graus de liberdade; <sup>2/</sup>Dias após aplicação; \*\* significativo a 1% de probabilidade; <sup>NS</sup> não significativo.



**Figura 1** - Curvas de dose-resposta para o flumioxazin elaboradas para as espécies de corda-de-viola *Ipomoea purpurea*, *Ipomoea hederifolia* e *Ipomea triloba*, aos 60 DAT. Os valores representam a média de dois experimentos.



**Figura 2** - Curvas de dose-resposta para o flumioxazin elaboradas para as espécies de corda-de-viola *Merremia aegyptia* e *Merremia cissoides*, aos 60 DAT. Os valores representam a média de dois experimentos.

com <sup>14</sup>C mostraram que *Ipomoea hederacea*, considerada suscetível a essa molécula, apresentou taxa de metabolismo mais lenta do que a de amendoim e fedegoso (*Senna obtusifolia*), consideradas tolerantes (Price et al., 2004b). As espécies avaliadas neste estudo, que correspondem à mesma família da *Ipomoea hederacea* do trabalho de Price et al. (2004b), apresentam, provavelmente, diferenças no

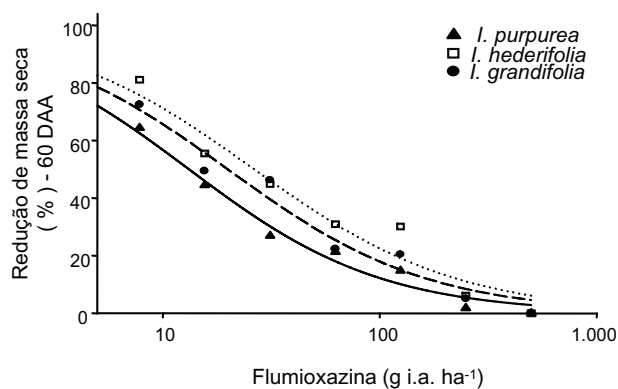
metabolismo de flumioxazin, o que levou à necessidade de doses diferentes para o controle satisfatório.

A Tabela 2 resume os níveis de controle importantes para compreensão das variações de dose descritas em forma de curva, conforme já confeccionado por Christoffoleti et al. (2006), que extraíram da curva de seu trabalho dados

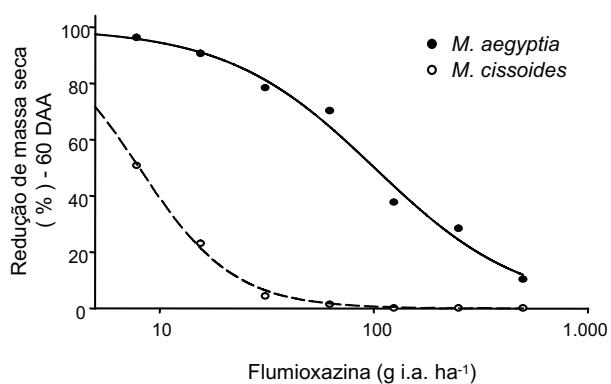
de controle de 50% para ordenar as espécies de corda-de-viola quanto à suscetibilidade ao carfentrazone. Dentro de cada patamar de controle, encontra-se comportamento distinto de cada espécie. Para geração de um resultado voltado ao uso prático em campo, selecionou-se o nível de controle de 80% (Frans et al., 1986), para confecção da classificação por suscetibilidade, observando-se que a espécie que apresenta a menor dose de flumioxazin e classificada como de maior suscetibilidade ao flumioxazin foi *Merremia cissoides*. Por outro lado, entre as cinco espécies, a que necessitou de maior dose de flumioxazin foi justamente *Merremia aegyptia*. Essa discrepância de dose para espécies de mesmo gênero já foi observada por Dias et al. (2009), os quais indicam que erros de recomendação de dose de herbicidas pelo desconhecimento da espécie ou da dose necessária para ela comprometem a viabilidade do uso de determinados herbicidas. Ainda, esses autores afirmam que a associação com outros herbicidas gera o controle almejado. Os resultados de controle de

flumioxazin sobre as espécies *Merremia cissoides* e *Merremia aegyptia* mostram claramente a necessidade da correta identificação, bem como do uso de outro herbicida, isolado ou em associação, para o controle de *Merremia aegyptia*. Correia et al. (2010), ao avaliarem a eficácia de diversos herbicidas utilizados em cana-de-açúcar, nas épocas seca e úmida do ano, para o controle de *Merremia aegyptia*, concluíram que sempre se faz necessária a associação entre dois herbicidas, seja na mesma aplicação ou em aplicações sequenciais, quando se quer obter controle satisfatório dessa espécie. A dose de flumioxazin para obtenção de 80% de controle de *Merremia aegyptia* é 90,9% maior que a dose recomendada em bula (Andrei, 2009; Rodrigues & Almeida, 2011) para controle de *I. purpurea*.

Com relação às espécies de *Ipomoea* spp., nota-se que *Ipomoea triloba* e *Ipomoea purpurea* apresentam o mesmo comportamento, mostrando doses de 80% de controle, muito próximas ao recomendado comercialmente.



**Figura 3** - Massa seca das espécies de corda-de-viola *Ipomoea purpurea*, *Ipomoea hederifolia* e *Ipomea triloba*, aos 60 DAT, com doses crescentes do flumioxazin. Os valores representam a média de dois experimentos.



**Figura 4** - Massa seca das espécies de corda-de-viola *Merremia aegyptia* e *Merremia cissoides*, aos 60 DAT, com doses crescentes do flumioxazin. Os valores representam a média de dois experimentos.

**Tabela 2** - Quantidade de ingrediente ativo necessária para obtenção das médias de controle de 50, 80, 95 e 99% para cada uma das cinco espécies de corda-de-viola, aos 60 DAT, obtida pela equação que gera a curva correspondente a cada espécie

% Controle	<i>I. purpurea</i>	<i>I. hederifolia</i>	<i>I. triloba</i>	<i>M. cissoides</i>	<i>M. aegyptia</i>
50	11,06	52,37	23,68	10,25	106,81
80	43,84	173,07	84,72	16,79	238,64
95	286,31	339,06	258,19	30,33	IDM <sup>1/</sup>
99	IDM <sup>1/</sup>	417,02	459,48	88,19	IDM <sup>1/</sup>

<sup>1/</sup> impossível determinar pelo método.



Essa situação altera-se quando considerado ao nível de 95% de controle, já que o controle de *Ipomoea purpurea* se assemelha ao de *Ipomoea hederifolia*. Para Mathis & Oliver (1980), essa variação é normal quando as espécies apresentam comportamento semelhante. Isso indica que as espécies de *Ipomoea* spp. possuem doses de controle diferentes, conforme Tabela 2, porém sua amplitude é menor que para o gênero *Merremia* spp. Quando Carvalho et al. (2006) mostraram que os herbicidas trifloxysulfuron-sodium e chlorimuron-ethyl geravam médias de controle acima de 80% para diferentes espécies do gênero *Amaranthus*, também mencionaram que o chlorimuron-ethyl era mais eficaz para *Amaranthus retroflexus*, porém a similaridade desses controles garantiu o herbicida citado como alternativa de manejo também para *A. spinosus*, *A. viridis* e *A. hybridus*.

Como conclusão, obteve-se uma linha decrescente de suscetibilidade ao flumioxazin, definida da seguinte forma: *Merremia aegyptia* < *Ipomoea hederifolia* < *Ipomoea triloba* < *Ipomoea purpurea* < *Merremia cissoides*. As doses ótimas (80%) são, respectivamente, de 238,6, 173,1, 84,7, 43,8 e 16,8 g do ingrediente ativo flumioxazin por hectare. *Merremia aegyptia* não é controlada pela flumioxazin.

## LITERATURA CITADA

- ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas: Guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola**. 8.ed. São Paulo: Andrei, 2009. 1380 p.
- CAMPOS, L. H. F. et al. Suscetibilidade de *Ipomoea quamoclit*, *I. triloba* e *Merremia cissoides* aos herbicidas sulfentrazone e amicarbazone. **Planta Daninha**, v. 27, n. 4, p. 831-840, 2009.
- CARVALHO, S. J. P.; LOPEZ OVEJERO, R. F. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da PROTOX (Grupo E). In: CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3.ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas Daninhas aos Herbicidas (HRAC-BR), 2008. p. 69-77.
- CARVALHO, S. J. P. et al. Herbicide selectivity by differential metabolism: considerations for reducing crop damages. **Sci. Agric.**, v. 66, n. 1, p. 136-142, 2009.
- CARVALHO, S. J. P. et al. Suscetibilidade diferencial de plantas daninhas do gênero *Amaranthus* aos herbicidas trifloxysulfuron-sodium e chlorimuron-ethyl. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 541-548, 2006.
- CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. **Comportamento dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2009. 72 p.
- CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. Conservation of natural resources in Brazilian agriculture: implications on weed biology and management. **Crop Protec.**, v. 26, n. 3, p. 383-389, 2007.
- CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. Carfentrazone-ethyl aplicado em pós-emergência para o controle de *Ipomoea* spp. e *C. benghalensis* na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 83-90, 2006.
- CHRISTOFFOLETI, P. J. Curvas de dose-resposta de biótipos resistente e suscetível de *Bidens pilosa* L. aos herbicidas inibidores da ALS. **Sci. Agric.**, v. 59, n. 3, p. 513-519, 2002.
- CORREIA, N. M.; BRAZ, B. A.; FUZITA, W. E. Eficácia de herbicidas aplicados nas épocas seca e úmida para o controle de *Merremia aegyptia* na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 631-642, 2010.
- DIAS, A. C. R.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. **Capim-colchão - identificação e manejo na cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: USP/ESALQ, 2009. 60 p.
- FRANS, R. E. et al. Experimental design and the techniques for measuring and analysis plant responses to weed control practices. In: **Research methods in weed science**. 3.ed. Champaign, Southern Weed Science Society, 1986. p. 29-46.
- HOLT, J. S. et al. Mechanisms and agronomic aspects of herbicide resistance. **Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Molec. Biol.**, v. 44, p. 203-291, 1993.
- JAREMTCHUK, C. C. et al. Efeito residual de flumioxazin sobre a emergência de plantas daninhas em solos de texturas distintas. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 191-196, 2009.
- KUVA, M. A. **Banco de sementes, fluxo de emergência e fitossociologia de comunidade de plantas daninhas em agroecossistema de cana crua**. 2006. 105 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.
- MATHIS, W. D.; OLIVER, L. R. Control of six morningglory (*Ipomoea* spp) species in soybeans (*Glycine max*). **Weed Sci.**, v. 28, n. 4, p. 409-415, 1980.



- NICOLAI, M. **Fluxos de emergência, épocas de aplicação de herbicidas e sistemas de manejo de plantas daninhas em cana-de-açúcar**. 2009. 160 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.
- PERIM, L. et al. Eficácia do herbicida amicarbazone no controle em pós-emergência de espécies de corda-de-violão (*Ipomoea grandifolia* e *Merremia cissoides*). **R. Bras. Herbic.**, v. 8, n. 1, p. 19-26, 2009.
- PRICE, A. J. et al. Physiological basis for cotton tolerance to flumioxazin applied postemergence directed. **Weed Sci.**, v. 52, n. 1, p. 1-7, 2004a.
- PRICE, A. J. et al. Physiological behavior of root-absorbed flumioxazin in peanut, ivyleaf morningglory (*Ipomoea hederacea*), and sicklepod (*Senna obtusifolia*). **Weed Sci.**, v. 52, p. 718-724, 2004b.
- PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; VARGAS, L. **Manejo e controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar**. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 780 p.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. (Ed.). **Guia de herbicidas**. 6.ed. Londrina: Edição dos Autores, 2011. 697 p.
- STREIBIG, J. C. Herbicide bioassay. **Weed Res.**, v. 28, n. 6, p. 479-484, 1988.
- VELINI, E. D. **Estudo e desenvolvimento de métodos experimentais e amostrais adaptados à matologia**. 1995. 250 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.
- ZIMDAHL, R. L. **Fundamentals of weed science**. 3.ed. San Diego: Academic Press, 2007. 666 p.

