

RESISTÊNCIA DE POPULAÇÕES DE CAPIM-COLCHÃO (*Digitaria ciliaris*) AOS HERBICIDAS INIBIDORES DA ACETIL CO-A CARBOXILASE¹

*Resistance of Crab-Grass (*Digitaria ciliaris*) Populations to Acetyl-Co-A Carboxylase-Inhibiting Herbicides*

LÓPEZ-OVEJERO, R.F.², CARVALHO, S.J.P.³, NICOLAI, M.³, PENCKOWSKI, L.H.⁴ e CHRISTOFFOLETI, P.J.⁵

RESUMO - O objetivo do presente trabalho foi avaliar as populações com suspeita de ocorrência de biótipos resistentes de *Digitaria ciliaris* aos herbicidas inibidores da Acetil-Co-A Carboxilase (ACCCase), por meio de curvas de dose-resposta, bem como estabelecer o grau de resistência cruzada aos herbicidas cicloexanodionas (CHD) e ariloxifenoxipropionatos (APP) desses biótipos. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando-se quatro populações com suspeita de resistência (R1, R2, R3 e R4) e uma população suscetível (S). O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo os tratamentos resultado da interação fatorial entre cinco populações, três herbicidas (fluazifop-p-butil, sethoxydim e tepraloxymid) e oito doses de herbicidas (0C, 0,06C, 0,125C, 0,5C, 1C, 2C, 4C e 10C), em que C é a dose comercial recomendada para cada produto. Foram realizadas avaliações de porcentagem de controle aos 28 dias após a aplicação (DAA). A partir dos resultados obtidos, conclui-se que as populações R1, R2, R3 e R4 apresentaram-se como biótipos resistentes aos herbicidas inibidores da ACCCase, com diferentes níveis de resistência cruzada aos herbicidas com esse mecanismo de ação.

Palavras-chave: resistência cruzada, ACCCase, biótipos.

ABSTRACT - This research aimed to verify the occurrence of resistant biotypes of crab-grass (*Digitaria ciliaris*) to Acetyl-Co-A Carboxylase (ACCCase)-inhibiting herbicides through dose-response curves, as well as to establish the degree of cross resistance to the CHD and APP herbicides of these biotypes. The experiment was conducted in the greenhouse and tested four suspected resistant populations (R1, R2, R3 e R4) and a susceptible one (S). The experimental design adopted was randomized complete blocks with four replications, and the treatments were the result of a factorial interaction among five populations, three herbicides (fluazifop-p-butyl, sethoxydim and tepraloxymid), and eight rates (0C, 0.06C, 0.125C, 0.5C, 1C, 2C, 4C and 10C), where C is the recommended rate for each product. Control percentage was analyzed at 28 days after application (DAA). From the results obtained it could be concluded that the populations R1, R2, R3 and R4 were found to be resistant biotypes to ACCCase-inhibiting herbicides with different levels of cross-resistance to the herbicides with this action mechanism.

Key words: cross-resistance, ACCCase, biotypes.

¹ Recebido para publicação em 29.3.2005 e na forma revisada em 5.9.2005.

² Eng.-Agr. D.S., <rflloveje@esalq.usp.br>. ³ Eng.-Agr., aluno do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, Caixa Postal 9, 13419-900 Piracicaba-SP, <sjpcarvalho@yahoo.com.br>, <marcelon@esalq.usp.br>. ⁴ Eng.-Agr., Fundação ABC, <luishenrique@fundacaoabc.org.br>.

⁵ Professor Associado do Departamento de Produção Vegetal – ESALQ/USP, <pjchrist@esalq.usp.br>.



INTRODUÇÃO

No Brasil, os primeiros casos confirmados de seleção de populações com ocorrência de biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas ocorreram em áreas com aplicações sucessivas de herbicidas do grupo dos inibidores da acetolactato sintase (ALS) por meio de biótipos da planta daninha picão-preto (*Bidens pilosa*) (Christoffoleti et al., 1996; Ponchio et al., 1996). Com relação aos herbicidas inibidores da ACCase, até o presente momento, foram identificadas duas espécies de plantas daninhas que apresentaram casos de seleção de biótipos resistentes a esse mecanismo de ação: o capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) (Gazziero et al., 1997; Vidal & Fleck, 1997) e o capim-colchão (*Digitaria ciliaris*) (Cortez et al., 2002). Até o ano de 2004, os casos documentados de biótipos de plantas daninhas resistentes para esse mecanismo de ação, no mundo, foram de 34 (Weed Science, 2005).

A resistência de plantas daninhas a herbicidas é definida como a capacidade natural e herdável de determinados biótipos, dentro de uma população, de sobreviver e se reproduzir após a exposição a doses de herbicidas que seriam letais a indivíduos normais (suscetíveis) da mesma espécie (Christoffoleti & López-Ovejero, 2004). Ao grupo de indivíduos possuidores de carga genética semelhante e pouco diferenciados da maioria dos indivíduos da espécie dá-se o nome de biótipo (Kissmann, 1996). A seleção de biótipos resistentes está relacionada com a ampla variabilidade genética que é característica das populações de plantas daninhas. Essa variabilidade permite a adaptação e a sobrevivência dessas plantas nas mais diversas condições ambientais (Christoffoleti & López-Ovejero, 2003). A aplicação repetitiva de um mesmo ingrediente ativo ou de produtos com o mesmo mecanismo de ação em culturas sucessivas provoca o desbalanceamento na frequência inicial dos genes, de forma a selecionar os indivíduos resistentes. Segundo Maxwell & Mortimer (1994), considera-se determinada população resistente quando 30% dos seus indivíduos mostram-se resistentes.

Os herbicidas inibidores da ACCase são utilizados no controle de plantas daninhas

do tipo gramíneas, perenes e anuais, em condições de pós-emergência. Eles são divididos em dois grupos químicos: os ariloxifenoxipropionatos (APP) e as cicloexanodionas (CHD) (Harwood, 1999), que, embora apresentem diferenças em suas estruturas químicas, possuem afinidade pelo mesmo sítio de ação na ACCase (Rendina et al., 1989). Esses herbicidas agem de forma reversível e não-competitiva sobre a enzima (Vidal & Merotto Jr., 2001), reduzindo a capacidade das plantas em produzir malonil-coenzima A, o que resulta no impedimento da formação de ácidos graxos e, por conseqüência, de lipídeos (Gronwald, 1991).

Os lipídeos são constituintes essenciais das membranas plasmáticas das células e organelas, de forma que sua carência provoca transtornos sobre a permeabilidade celular e, posteriormente, o rompimento da estrutura das membranas (Crowley & Pendeville, 1979). Na maioria dos casos relatados, a resistência de plantas daninhas a herbicidas inibidores da ACCase está relacionada com a ocorrência de diferentes mutações na enzima, em que cada uma delas confere diferentes tipos e níveis de resistência aos herbicidas APP e CHD. Assim, os graus de resistência dentro das espécies e das linhagens são variáveis, sendo comum encontrar padrões diferenciados de resistência cruzada (Devine, 1997). Wiederholt & Stoltenberg (1995) observaram resistência cruzada aos herbicidas APP e CHD num biótipo de *Digitaria sanguinalis*, apresentando relação de resistência (R/S) de 337 e 59 vezes para sethoxydim e fluazifop-p-butyl, respectivamente.

O presente trabalho teve por objetivo confirmar a resistência de biótipos de capim-colchão (*Digitaria ciliaris*) aos herbicidas inibidores da ACCase seletivos à cultura da soja por meio de curvas de dose-resposta, bem como estabelecer o grau de resistência cruzada desses biótipos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP, no município de Piracicaba, São Paulo. No trabalho, utilizaram-se cinco populações de *Digitaria ciliaris*, sendo



quatro (R1, R2, R3 e R4) coletadas em áreas suspeitas de seleção de biótipos resistentes, onde ocorreram falhas de controle, pertencentes aos cooperados da Fundação ABC (Estado do Paraná), e uma suscetível (S), coletada em área sem histórico de aplicação de inibidores da ACCase (município de Ponta Grossa), isolada geograficamente das regiões suspeitas. As populações suspeitas foram coletadas no município de Castro (R1), Ponta Grossa (R2), Carambeí (R3) e Pirai do Sul (R4), em talhões com histórico de anos sucessivos de cultura de soja com aplicação de herbicidas inibidores de ACCase (principalmente sethoxydim e fluazifop-p-butil) para manejo de plantas daninhas de gramíneas. As sementes, após colhidas, foram acondicionadas em sacos de papel e etiquetadas, para posterior transporte até o laboratório, na ESALQ/USP, onde foi realizado trabalho de identificação sistemática das amostras, constatando-se que as populações coletadas eram realmente constituídas de indivíduos pertencentes à espécie *Digitaria ciliaris*. O armazenamento foi feito em local seco, em temperatura ambiente, até a instalação dos experimentos.

As cinco populações foram semeadas em vasos plásticos com capacidade para 500 mL, preenchidos com substrato comercial. Os vasos foram colocados em casa de vegetação e irrigados diariamente. Após 15 dias da semeadura, foi realizado o desbaste para quatro plantas por vaso. O delineamento experimental foi do tipo blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram escolhidos os herbicidas inibidores da ACCase do grupo APP (fluazifop-p-butil) e dois do CHD (sethoxydim e tepraloxymid) relacionados com o histórico das áreas suspeitas.

Os tratamentos foram resultado da interação fatorial entre as cinco populações (R1,

R2, R3, R4 e S), três herbicidas (fluazifop-p-butil, sethoxydim e tepraloxymid) e oito doses múltiplas da dose comercial (0,0C, 0,06, 0,125C, 0,5C, 1C, 2C, 4C e 10C), em que C é a dose comercial recomendada para cada produto. A lista de tratamentos é apresentada na Tabela 1. Foi adicionado à calda de pulverização óleo mineral na concentração de 0,5% (v/v), nos tratamentos com os herbicidas sethoxydim e tepraloxymid. Na ocasião em que as plantas apresentavam, em média, 3 a 4 folhas realizou-se a aplicação dos tratamentos herbicidas. As pulverizações foram feitas em câmara de aplicação fechada, utilizando-se bico tipo leque (Teejet 80.03E), com jato calibrado na altura de 50 cm da superfície do alvo e volume relativo de calda da ordem de 200 L ha⁻¹. Após a aplicação dos herbicidas, os vasos retornaram à casa de vegetação e foram irrigados no dia seguinte, garantindo assim a absorção foliar do herbicida. Foram realizadas avaliações de eficácia de controle, em dados percentuais, aos 28 dias após aplicação (DAA). Para eficácia de controle foi atribuído 0% quando não existia efeito fitotóxico do herbicida e 100% quando as plantas do vaso estavam completamente mortas. Os dados obtidos foram inicialmente submetidos à análise de variância e depois ajustados segundo o modelo de regressão não-linear do tipo log-logístico proposto por Seefeldt et al. (1995).

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

em que: y = porcentagem de controle; x = coeficiente da dose C; e a , b , c e d = parâmetros da curva, de modo que a é o limite inferior da curva, b é a diferença entre o ponto máximo e mínimo da curva, c é o coeficiente

Tabela 1 - Tratamentos herbicidas aplicados sobre as cinco populações de *Digitaria ciliaris*, com múltiplos da dose comercial C e seus equivalentes em g i.a. ha⁻¹ para cada herbicida

Tratamento	Múltiplo de dose comercial (C)							
	0C	0,06C	0,125C	0,5C	1,0C*	2,0C	4,0C	10,0C
Herbicida	Dose equivalente em g ha ⁻¹							
fluazifop-p-butil	0,0	11,3	23,4	93,7	187,5	375,0	750,0	1.875,0
sethoxydim	0,0	13,8	28,8	115,0	230,0	460,0	920,0	2.300,0
tepraloxymid	0,0	6,0	12,5	50,0	100,0	200,0	400,0	1.000,0

* C é a dose comercial recomendada para cada herbicida.



da dose C que proporciona 50% de resposta da variável e d é a declividade da curva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todos os herbicidas estudados, o controle da população S foi maior que os valores obtidos para as populações R1, R2, R3 e R4 (Figuras 1, 2 e 3); a eficácia dos herbicidas utilizados sobre a população S foi diferente. Todavia, entre as populações suscetíveis, foram observadas diferenças no controle conforme o herbicida aplicado. Para a dose comercial (1C), o controle aos 28 DAA do herbicida fluazifop-p-butil para a população S foi de 87,5%; para R1, de 7,5%; para R2, de 65,8%; para R3, de 10,0%; e para R4, de 15,0% (Figura 1). O controle do herbicida sethoxydim para a população S foi de 99,0%; para R1, de 2,5%; para R2, de 92,0%; para R3, de 48,8%; e para R4, de 0,0% (Figura 2). O herbicida tepraloxym atingiu controle de 100% para todas as populações na dose 1C (Figura 3). Dessa forma, aplicando-se a dose comercial recomendada desse produto, não seriam observadas falhas de controle.

Os padrões de resistência apresentados pelas populações testadas nesta pesquisa foram quantificados sob a forma de porcentagem de controle, sendo então expostos à regressão não-linear do tipo log-logística. O modelo logístico apresenta vantagens, uma vez que um dos termos integrantes da equação (c) é uma estimativa do valor de GR_{50} (Christoffoleti, 2002). O GR_{50} (*growth reduction 50%*) é a dose do herbicida em gramas do ingrediente ativo por hectare que proporciona o valor de 50% de controle da planta daninha (Christoffoleti & López-Ovejero, 2004). A partir das curvas geradas, pode-se calcular o valor de GR_{50} em g i.a. ha⁻¹. Com os valores de GR_{50} , obteve-se a taxa de resistência para cada população com os herbicidas testados. A taxa de resistência (GR_{50} resistente/ GR_{50} suscetível) expressa o número de vezes em que a dose necessária para controlar 50% da população resistente é superior à dose que controla 50% da população suscetível (Christoffoleti, 2002; Hall et al., 1998).

Para o herbicida fluazifop-p-butil, os valores de GR_{50} foram de 48,71; 1112,98; 133,61; 619,71; e 651,35, para as populações S, R1, R2, R3, e R4, respectivamente.

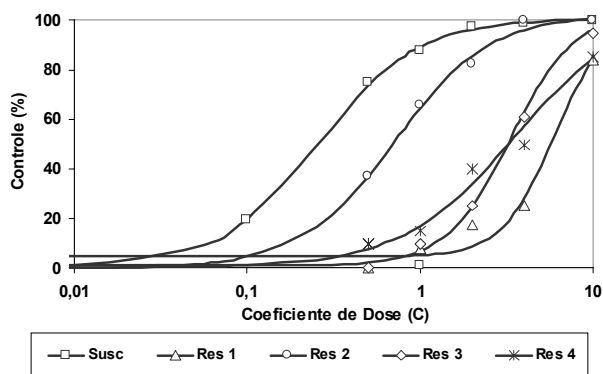


Figura 1 - Valores percentuais de controle aos 28 DAA para as cinco populações, quando submetidas à aplicação de fluazifop-p-butil.

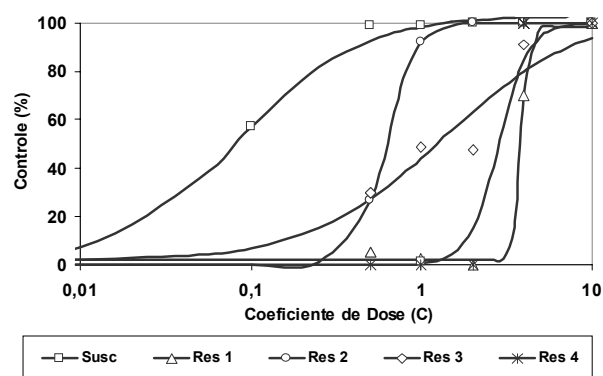


Figura 2 - Valores percentuais de controle aos 28 DAA para as cinco populações, quando submetidas à aplicação de sethoxydim.

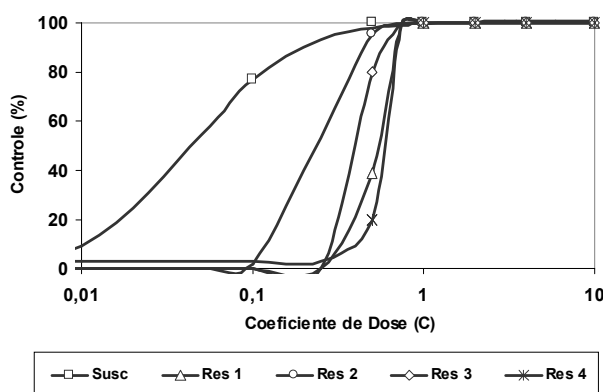


Figura 3 - Valores percentuais de controle aos 28 DAA para as cinco populações, quando submetidas à aplicação de tepraloxym.

R3 e R4, respectivamente. Assim, no caso deste herbicida, aos 28 DAA, foi necessária uma dose (g i.a. ha⁻¹) cerca de 22,84; 2,74; 12,72; e 13,37 vezes maior para as populações R1, R2, R3 e R4, respectivamente, a fim de controlar 50% da população, quando comparada com a população suscetível. Para o herbicida sethoxydim, os valores de GR₅₀ foram de 19,60; 880,69; 141,06; 316,50; e 650,72 para as populações S, R1, R2, R3 e R4, respectivamente (Tabela 2). Nesse caso, foi necessária uma dose (g i.a. ha⁻¹) de cerca de 44,94; 7,20; 16,15; e 33,20 vezes maior para as populações R1, R2, R3 e R4, respectivamente, para controlar 50% da população, quando comparada com a população suscetível. Em se tratando do tepraloxymid, os valores de GR₅₀ foram de 4,48; 51,09; 24,32; 47,33; e 53,58 para as populações S, R1, R2, R3 e R4, respectivamente, necessitando de uma dose (g i.a. ha⁻¹) cerca de 11,40; 5,43; 10,56; e 11,96 vezes maior para as populações R1, R2, R3 e R4, respectivamente, para controlar 50% da população, quando comparada com a população suscetível.

As elevadas taxas de resistência observadas para este herbicida – embora a dose comercial recomendada tenha apresentado controle de 100,0% para todas as populações – podem estar relacionadas com a elevada suscetibilidade da população S.

Gazziero et al. (2000) e Christoffoleti et al. (2001) já haviam relatado casos similares de espécies de plantas daninhas com diferentes níveis de resistência cruzada aos inibidores da ACCase no Brasil. Entre as plantas daninhas resistentes, considera-se que aquelas que resistem a esse grupo de herbicidas têm muita importância econômica, devido à área infestada e, principalmente, ao número restrito de mecanismos herbicidas alternativos para seu manejo. Os biótipos resistentes podem surgir após seis a dez anos de pressão de seleção com esses grupos de herbicidas (Devine, 1997).

Na maioria das plantas daninhas que apresentam resistência aos inibidores da ACCase, esta é atribuída a alterações no sítio

Tabela 2 - Parâmetros *a*, *b*, *c* e *d* do modelo matemático e valores de GR₅₀ obtidos através da aplicação da equação inversa do modelo logístico e taxas de resistência (R/S) para as populações estudadas aos 28 DAA

Herbicida/População	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	r ²	GR ₅₀ ^{1/}	R/S
APP							
Fluazifop-p-butil							
S	0,583	100,013	0,260	-1,526	0,998	48,71	-
R1	4,450	97,136	5,936	-2,880	0,990	1.112,98	22,84
R2	0,016	102,344	0,713	-1,586	0,996	133,61	2,74
R3	0,897	101,973	3,305	-2,364	0,996	619,71	12,72
R4	0,186	104,839	3,474	-1,340	0,987	651,35	13,37
CHD							
Sethoxydim							
S	0,548	102,755	0,085	-1,233	0,988	19,60	-
R1	1,875	96,430	3,829	-20,113	0,955	880,69	44,94
R2	0,001	100,141	0,613	-4,942	0,999	141,06	7,20
R3	1,359	103,240	1,376	-1,090	0,952	316,50	16,15
R4	0,000	100,000	2,829	-36,185	0,999	650,72	33,20
Tepaloxymid							
S	-0,449	101,012	0,045	-1,472	0,990	4,48	-
R1	0,000	100,000	0,511	-21,046	0,999	51,09	11,40
R2	-0,001	100,086	0,243	-4,214	0,999	24,32	5,43
R3	0,000	100,000	0,473	-24,912	0,999	47,33	10,56
R4	3,333	96,666	0,536	-22,563	0,996	53,58	11,96

^{1/} g i.a. ha⁻¹.



de ação da enzima (Tal et al., 1996; Shukla et al., 1997; Volenberg & Stoltenberg, 2002). Contudo, existem relatos correlacionando a resistência aos inibidores da ACCase com processos metabólicos (Hidayat & Preston, 1997; Bravin et al., 2001). Quando o mecanismo de resistência se deve à alteração no sítio de ação, as mutações podem ser agrupadas da seguinte forma: alta resistência ao sethoxydim e baixa a outros herbicidas (ex.: biótipos de *Setaria* spp. e *Avena fatua*); alta resistência ao fluazifop-p-butyl e baixa a outros herbicidas (ex.: biótipos de *Lolium rigidum*, *Eleusine indica* e *Alopecurus myosuroides*); relativamente alta resistência a APP e muito baixa ou nenhuma resistência a CHD (ex.: biótipos de *Lolium rigidum*, *Avena fatua* e *Lolium multiflorum*); uma ou mais mutações conferem níveis intermediários de resistência a ambos os grupos de herbicidas (ex.: biótipos de *Avena fatua*); e alta resistência a ambos os grupos de herbicidas (ex.: biótipos de *Avena fatua*) (Bourgeois et al., 1997; Devine, 1997). De forma geral, as taxas alcançadas para as populações permitem concluir que se trata de casos de resistência cruzada entre o grupo dos APP e CHD. A taxa de resistência para os três herbicidas teve a seguinte ordem: $R1 \geq R4 > R3 > R2$.

Os biótipos resistentes analisados apresentaram, em diferentes magnitudes, taxas de resistência que indicam casos de resistência cruzada aos herbicidas inibidores da ACCase. Assim, para o manejo da resistência a esse grupo de herbicidas, é necessário rotação de culturas, controle mecânico, entre outros, além da rotação de mecanismos de ação diferentes dos ACCase.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pelo suporte financeiro para a realização da pesquisa, e à Fundação ABC, pela disponibilização das áreas de campo e coleta de sementes de plantas daninhas.

LITERATURA CITADA

BOURGEOIS, L.; KENKEL, N. C.; MORRISON, I. N. Characterization of cross-resistance patterns in acetyl-CoA carboxylase inhibitor resistant wild oat (*Avena fatua*). *Weed Sci.*, v. 45, p. 750-755, 1997.

Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 23, n. 3, p. 543-549, 2005

BRAVIN, F.; ZANIN, G.; PRESTON, C. Resistance to diclofop-methyl in two *Lolium* spp. populations from Italy: studies on the mechanism of resistance. *Weed Res.*, v. 41, p. 461-473, 2001.

CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. Imidazolinonas resistance *Bidens pilosa* biotypes in Brazilian soybean areas. In: MEETING OF THE WEED SCIENCE OF SOCIETY OF AMERICA, 36., 1996, Norfolk. **Abstracts...** Champaign: WSSA, 1996. p. 10.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; KEHDI, C. A.; CORTEZ, M. G. Manejo da planta daninha *Brachiaria plantaginea* aos herbicidas inibidores da ACCase. *Planta Daninha*, v. 19, n. 1, p. 61-66, 2001.

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.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. Principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. *Planta Daninha*, v. 21, n. 3, p. 507-515, 2003.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ OVEJERO, R. F. Definições e situação da resistência de plantas daninhas aos herbicidas no Brasil e no mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P.J. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 2.ed. Campinas: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas aos Herbicidas (HRAC-BR), 2004. p. 3-22.

CORTEZ, M. G.; MADUREIRA, A.; LÓPEZ-OVEJERO, R. Resistência de *Digitaria* sp. a herbicidas inibidores da acetil coenzima A carboxilase (ACCCase). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002. **Resumos...** Londrina: SBCPD/ Embrapa Clima Temperado, 2002. p. 191.

CROWLEY, J.; PENDEVILLE, G. N. Effect of dichlofop methyl on leaf-cell membrane permeability in wild oat, barley and wheat. *Can. J. Plant Sci.*, v. 59, p. 275-277, 1979.

DEVINE, M. D. Mechanisms of resistance to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors: a review. *Pestic. Sci.*, v. 51, p. 259-264, 1997.

GAZZIERO, D. L. P. et al. E. Resistência da planta daninha capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) aos herbicidas inibidores da enzima ACCase na cultura da soja. *Planta Daninha*, v. 18, n. 1, p. 169-184, 2000.

GAZZIERO, D. L. P. et al. Resistência de biótipos de *Brachiaria plantaginea* aos herbicidas inibidores da ACCase aplicados em soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., Caxambu, 1997. **Resumos...** Caxambu: SBCPD, 1997. p. 88.

GRONWALD, J. W. Lipid biosynthesis inhibitors. *Weed Sci.*, v. 39, p. 435-449, 1991.



- HALL, L. M.; STROME, K. M.; HORSMAN, G. P. Resistance to acetolactate synthase inhibitors and quinclorac in a biotype of false clover (*Gallium spurium*). **Weed Sci.**, v. 46, p. 390-396, 1998.
- HARWOOD, J. L. Graminicides which inhibit lipid synthesis. **Pestic. Out.**, v. 10, p. 154-158, 1999.
- HIDAYAT, I.; PRESTON, C. Enhanced metabolism of fluzifop acid in biotype of *Digitaria sanguinalis* resistant to the herbicide fluzifop-p-butyl. **Pestic. Biochem. Physiol.**, v. 57, p. 137-146, 1997.
- KISSMANN, K. G. **Resistência de plantas a herbicidas**. São Paulo: BASF Brasileira, 1996. 33 p.
- MAXWELL, B. D.; MORTIMER, A. M. Selection for herbicide resistance. In: POWLES, S. B.; HOLTUR, J. A. M. **Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry**. Boca Raton: Lewis, 1994. p. 1-26.
- PONCHIO, J. A. R. et al. ALS enzyme assay from *Bidens pilosa* biotypes of the Brazilian soybean areas to determine the sensitivity to imidazolinona and sulfonilurea herbicides. In: MEETING OF THE WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 36., 1996, Norfolk. **Abstracts...** Champaing: WSSA, 1996. p. 79.
- RENDINA, A. R. et al. Kinetics of inhibition of acetyl-CoA carboxylase by the aryloxyphenoxypropionate and cyclohexanedione graminicides. In: THE BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE - WEEDS, 1989, **Proceedings...** Farnhan: British Crop Protection Council, 1989, p. 163-172.
- SEEFELDT, S. S.; JENSEN, S. E.; FUERST, E. P. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationship. **Weed Technol.**, v. 9, p. 218-227, 1995.
- SHUKLA, A.; LEACH, G. E.; DEVINE, M. D. High-level resistance to sethoxydim conferred by an alteration in the target enzyme, acetyl-CoA carboxylase, in *Setaria faberi* and *Setaria viridis*. **Pestic. Biochem. Physiol.**, v. 57, p. 147-155, 1997.
- TAL, A.; ZARKA, S.; RUBIN, B. Fenoxaprop-P resistance in *Phalaris minor* conferred by an insensitive acetyl-coenzyme A carboxylase. **Pestic. Biochem. Physiol.**, v. 56, p. 134-140, 1996.
- VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Three weed species with confirmed resistance to herbicides in Brazil. In: MEETING OF THE WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 37., 1997, Orlando. **Abstracts...** Champaing: WSSA, 1997. p. 100.
- VIDAL, R. A.; MEROTTO JR., A. (Eds.) **Herbicidas inibidores da ACCase**. Porto Alegre: 2001. p. 15-24.
- VOLENBERG, D.; STOLTENBERG, D. Altered acetyl-coenzyme A carboxylase confers resistance to clethodim, fluzifop and sethoxydim in *Setaria faberi* and *Digitaria sanguinalis*. **Weed Res.**, v. 42, p. 342-350, 2002.
- WEED SCIENCE. International survey of herbicide resistant weeds. Disponível: <<http://www.weedscience.org/in.asp>>. Acesso em: 22 jan. 2005.
- WIEDERHOLT, R. J.; STOLTENBERG, D. E. Cross-Resistance of a larged crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) accession to aryloxyphenoxypropionate and cyclohexanodione herbicides. **Weed Technol.**, v. 9, p. 518-524, 1995.

