

# RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS AOS HERBICIDAS INIBIDORES DA ALS NA CULTURA DA *Soja (Glycine max)*<sup>1</sup>

*Weed Resistance to ALS – Inhibiting Herbicides in Soybean (Glycine max) Crop*

MONQUEIRO, P.A.<sup>2</sup>, CHRISTOFFOLETI, P.J.<sup>3</sup> e DIAS, C.T.S.<sup>4</sup>

RESUMO - As plantas daninhas *Bidens pilosa*/*Bidens subalternans* (picão-preto) e *Amaranthus quitensis* (caruru) são controladas na cultura da soja por diversos herbicidas, sendo os inibidores da acetolactato sintase (ALS) os mais utilizados pelos sojicultores. O uso intensivo e repetitivo destes herbicidas em áreas cultivadas com soja no município de São Gabriel do Oeste (MS - Brasil) e nas províncias de Córdoba e Tucumã (Argentina) proporcionou grande pressão de seleção nas populações destas plantas daninhas, resultando em populações resistentes. Com o objetivo de determinar a resistência cruzada aos herbicidas inibidores da ALS, pertencentes aos grupos químicos sulfoniluréia e imidazolinona, foi conduzido um experimento, em condições de casa de vegetação, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Piracicaba, São Paulo. As plantas daninhas picão-preto e caruru, provenientes de áreas com suspeita de resistência aos herbicidas inibidores da ALS, foram tratadas com os herbicidas chlorimuron-ethyl, imazethapyr e nicosulfuron em diversas doses e comparadas com as plantas provenientes de populações suscetíveis. Os tratamentos foram estabelecidos considerando-se doses que proporcionariam no mínimo 50% do controle das plantas daninhas ( $GR_{50}$ ), utilizando-se para isso doses abaixo e acima das doses recomendadas de cada herbicida. O herbicida chlorimuron-ethyl foi aplicado nas doses de 1.500, 750, 150, 75, 15, 7,5 e 1,5 g i.a. ha<sup>-1</sup>; o imazethapyr, nas doses de 8.000, 4.000, 800, 400, 80, 40 e 8 g i.a. ha<sup>-1</sup>; e o nicosulfuron, nas doses de 1.200, 600, 120, 60, 12, 6 e 1,2 g i.a. ha<sup>-1</sup>. Os biotipos resistentes apresentaram diferentes níveis de resistência cruzada aos herbicidas utilizados. O biotipo resistente de picão-preto apresentou  $GR_{50}$  para chlorimuron-ethyl, imazethapyr e nicosulfuron de 1,49; 1,27; e 20,08 g i.a. ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Da mesma forma, o  $GR_{50}$  do biotipo resistente de caruru foi de 6,8; 2,45; e 23,54 g i.a. ha<sup>-1</sup>. As curvas de dose-resposta da porcentagem de controle das plantas daninhas aos 14 dias após o tratamento dos biotipos resistentes apresentaram valores inferiores aos das curvas de dose-resposta dos biotipos suscetíveis, mesmo nas doses extremas utilizadas. As taxas de resistência ( $GR_{50}$ (resistente)/ $GR_{50}$ (suscetível)) para picão-preto foram de 9,90 para chlorimuron-ethyl, 9,07 para nicosulfuron e 27,03 para imazethapyr, enquanto para caruru elas foram de 45,03 para o chlorimuron-ethyl, 181 para o nicosulfuron e 24,55 para o imazethapyr.

**Palavras-chave:** *Bidens pilosa*, *Bidens subalternans*, sulfoniluréia, imidazolinona.

**ABSTRACT** - In the soybean crop, the weeds *Bidens pilosa*/*Bidens subalternans* and *Amaranthus quitensis* are controlled by several herbicides, with the acetolactate synthase (ALS) inhibitors being the ones most sprayed by growers. The intensive and repetitive use of these herbicides in soybean areas of São Gabriel do Oeste (Mato Grosso do Sul - Brazil) and in the provinces of Córdoba and Tucumã (Argentina) have imposed a great selection pressure on the resistant population of these weeds. In order to determine the cross resistance of these biotypes to ALS - inhibiting herbicides (sulfonyleureas and imidazolinones), an experiment was conducted under greenhouse conditions at the Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”,

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 17/11/1999 e na forma revisada em 09/2/2000.

<sup>2</sup> Engenheira-Agrônoma, Mestranda do Curso de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em fitotecnia da ESALQ/USP. Bolsista da FAPESP. ESALQ/USP - Departamento de Produção Vegetal - Caixa Postal 09 - 13418-900 Piracicaba-SP, <pamonque@carpa.ciagri.usp.br>; <sup>3</sup> Professor Associado do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP, <pjchrist@carpa.ciagri.usp.br>; <sup>4</sup> Professor Doutor do Departamento de Ciências Exatas da ESALQ/USP.



Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, Brazil. The weeds *Bidens pilosa*/*Bidens subalternans* and *Amaranthus quitensis*, whose seeds were collected from suspected sites of herbicide resistance, were treated by the herbicides chlorimuron-ethyl, imazethapyr and nicosulfuron at several rates, and compared to plants whose seeds were obtained from susceptible populations. The treatments were established considering rates giving, at least, 50% of control ( $GR_{50}$ ), using multiples of the recommended rates. Chlorimuron-ethyl was sprayed at 1500, 750, 150, 75, 15, 7.5, 1.5 g a.i. ha<sup>-1</sup>, imazethapyr at 8000, 4000, 800, 400, 80, 40, 8 g a.i. ha<sup>-1</sup> and nicosulfuron at 1.200, 600, 120, 60, 12, 6, 1.2 g a.i. ha<sup>-1</sup>. The resistant biotype showed different levels of cross-resistance to the herbicides used. The resistant biotype of *Bidens pilosa*/*Bidens subalternans* showed a  $GR_{50}$  for chlorimuron-ethyl, imazethapyr and nicosulfuron of 1.49, 1.27 and 20.08 g a.i. ha<sup>-1</sup>, and for *Amaranthus quitensis* 6.8, 2.45, and 23.54 g a.i. ha<sup>-1</sup>, respectively. The dose-response curves of the weed control, at 14 days after treatments of the resistant biotypes consistently showed lower values than the susceptible biotypes, even at extremely high rates. The resistance levels, measured by the relation  $GR_{50}(\text{resistant})/GR_{50}(\text{susceptible})$  for *Bidens pilosa*/*Bidens subalternans* were 9.9 for chlorimuron-ethyl; 9.07 for nicosulfuron and 27.03 for imazethapyr, whereas for *Amaranthus quitensis* the values were 45.03 for chlorimuron-ethyl, 181 for nicosulfuron and 24.55 for imazethapyr.

**Key words:** *Bidens pilosa*, *Bidens subalternans*, imidazolinone, sulfonyleurea.

## INTRODUÇÃO

A acetolactato sintase (ALS) é o local de ação dos grupos de herbicidas sulfonilurêias, imidazolinonas, triazolopyrimidinas e pirimidil thiobenzoatos. A ALS é a primeira enzima na biossíntese dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina, catalisando duas reações paralelas: condensação de 2 moles de piruvato, para formar acetolactato; e condensação de 1 mol de piruvato com 1 mol de 2-oxibutirato, para formar aceto-hidroxitirato (Eberlein et al., 1997). Estes herbicidas têm ganhado popularidade na comunidade agrícola devido à eficácia no controle de várias espécies de plantas daninhas, às baixas doses recomendadas, à baixa toxicidade aos mamíferos e à seletividade a várias culturas.

A seletividade destes herbicidas em algumas culturas, como soja [*Glycine max* (L) Merrill] e trigo (*Triticum aestivum* L.), é baseada principalmente na habilidade das plantas em metabolizar o herbicida rapidamente em formas não-tóxicas (Sweester et al., 1982). Do mesmo modo, várias espécies de plantas daninhas, como *Echinochloa crus-galli* (L) Beauv, *Solanum nigrum* (L) e *Sorghum halepense* (L) Pers, são naturalmente tolerantes a certos inibidores da ALS pela inativação metabólica (Hutchison et al., 1984).

As plantas daninhas resistentes aos herbicidas inibidores da ALS têm-se tornado um

problema crescente em vários países. O primeiro caso registrado de resistência foi relatado por Mallory-Smith et al. (1990) e Primiani et al. (1990), que identificaram biotipos resistentes de *Lactuca serriola* e *Kochia scoparia* em áreas cultivadas por trigo, nos Estados Unidos apenas cinco anos após a liberação comercial do herbicida chlorsulfuron. Atualmente há problemas de resistência em cerca de 53 espécies de plantas daninhas em várias regiões do mundo, como *Amaranthus rudis* (Lovell et al., 1996; Foes et al., 1998), *Galium spurium* (Hall et al., 1998), *Sisymbrium orientale* (Boutsalis & Powles, 1998), *Bidens pilosa* (Ponchio, 1996; Christoffoleti et al., 1997), *Euphorbia heterophylla* (Gazieiro et al., 1998) e *Stellaria media* (Kudsk et al., 1995).

O desenvolvimento da resistência das plantas daninhas aos herbicidas é influenciado por vários fatores, entre os quais aqueles ligados ao produto químico, como herbicidas altamente eficientes, herbicidas que apresentam um único local de ação, herbicidas com residual prolongado e utilização intensiva do mesmo herbicida ou de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação, que selecionam mais rapidamente o biotipo resistente. A biologia da planta daninha também pode influenciar a taxa na qual a resistência se desenvolve, como é o caso das plantas daninhas de ciclo anual, que podem desenvolver resistência mais rapidamente do que as espécies bianuais ou perenes, pois maior número de gerações é submetido ao agente

selecionador. A diversidade genética é de fundamental importância no desenvolvimento da resistência; algumas espécies possuem alta taxa natural de mutações gênicas conferindo resistência a uma classe de herbicidas antes mesmo que ela seja aplicada no campo. Muitas vezes a característica de resistência pode também ser disseminada através do pólen e das sementes, aumentando assim o fluxo gênico que confere resistência para áreas adjacentes.

Atualmente, segundo o Herbicide Resistance Action Committee (HRAC), há cerca de 218 biotipos de plantas daninhas, distribuído em 145 espécies, resistentes a várias classes químicas de herbicidas, e a porcentagem de plantas resistentes no período de 1984-1997 era de 28% resistentes aos herbicidas inibidores da ALS; 15%, às triazinas; 15%, aos bipiridilos; 12%, às uréias e amidas; 11%, aos inibidores da ACCase; 4%, às dinitroanilinas; e o restante, distribuído em diversas outras classes químicas (Heap, 1999). No Brasil, a preocupação com o fenômeno de resistência tem se intensificado devido ao aparecimento de biotipos de *Bidens pilosa*/*Bidens subalternans* (picão-preto) resistentes aos herbicidas inibidores da ALS, em áreas cultivadas com soja. Do mesmo modo, biotipos resistentes de *Amaranthus quitensis* (caruru) vêm surgindo em áreas cultivadas com soja nas províncias de Córdoba e Tucumã, na Argentina.

Assim, esta pesquisa foi conduzida com o objetivo de determinar o nível de resistência cruzada de biotipos de picão-preto e caruru resistentes aos herbicidas inibidores da ALS pertencentes a diferentes grupos químicos, sendo estes biotipos provenientes de áreas produtoras de soja do Brasil e da Argentina.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação pertencente ao Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo. A metodologia descrita a seguir foi inicialmente desenvolvida por Saari et al. (1992) e é usada neste experimento com algumas modificações.

Sementes de *Bidens pilosa*/*Bidens subalternans* e *Amaranthus quitensis* foram

coletadas de áreas produtoras de soja dos municípios de São Gabriel do Oeste (Brasil) e Córdoba (Argentina), respectivamente. Em São Gabriel do Oeste, as sementes foram coletadas de várias plantas que sobreviveram aos tratamentos com herbicidas inibidores da ALS. Esta área foi cultivada com a cultura de soja, onde o manejo de plantas daninhas do tipo folha larga apresentava histórico de pelo menos oito anos de uso consecutivo de herbicidas inibidores da ALS, por meio de herbicidas pertencentes aos grupos químicos das imidazolinonas (imazaquin e imazethapyr) e sulfoniluréis (chlorimuron-ethyl).

As sementes de *Amaranthus quitensis* foram coletadas na Argentina, a partir de plantas remanescentes da aplicação de herbicidas inibidores da ALS, em um experimento conduzido pelo pesquisador do INTA Hugo Bergener. Segundo informações deste pesquisador, nesta área o manejo de plantas daninhas do tipo folha larga tinha sido feito por diversos anos consecutivos (pelo menos oito anos) com herbicidas inibidores da ALS, e o controle nos últimos anos, da planta daninha caruru, não tem sido deficiente, embora em populações normais estes herbicidas tenham apresentado excelente controle. Outras amostras de sementes de *Bidens pilosa*/*Bidens subalternans* e *Amaranthus quitensis* foram coletadas de áreas que nunca receberam pulverizações com os herbicidas inibidores da ALS, sendo, portanto, essas populações denominadas biotipos suscetíveis.

As sementes destas plantas daninhas foram semeadas separadamente, em copos plásticos de 200 ml, contendo substrato à base de solo e material orgânico, na proporção 3:1. Os vasos foram irrigados de acordo com a necessidade, para manter a umidade satisfatória. Vasos com plantas uniformes e vigorosas com quatro folhas definitivas foram selecionados para os tratamentos com herbicidas, os quais foram aplicados sobre a parte aérea das plantas com um pulverizador de laboratório acionado por um motor elétrico, com ponta de pulverização do tipo leque, modelo TeeJet 8003E, trabalhando a 50 cm da superfície do alvo. Os produtos químicos foram aplicados em mistura com água em um volume de calda correspondente a 300 L ha<sup>-1</sup> e uma pressão de 275 k Pa, por meio de ar comprimido.



As doses utilizadas variaram de acordo com o herbicida (Tabela 1). Foram utilizadas doses que controlam no mínimo 50% para todos os herbicidas, pois esta dose é usada na determinação do GR<sub>50</sub> (dose de herbicida necessária para inibir 50% do crescimento das plantas daninhas). Foi avaliada a dose recomendada de cada herbicida, e os demais tratamentos foram calculados como doses múltiplas, sendo a dose comercial o tratamento 5, para os herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr, e o tratamento 4, para o herbicida nicosulfuron. Após a pulverização com os herbicidas, as plantas foram recolocadas em casa de vegetação.

O efeito dos herbicidas no crescimento das plantas foi determinado aos 14 dias após o tratamento (DAT), por meio da porcentagem de controle visual, em que 0 representa nenhum controle e 100 o controle total das plantas daninhas. A análise dos resultados da resposta das plantas à herbicidas através de curvas de dose-resposta é uma importante ferramenta na ciência de plantas daninhas, pois permite a interpretação dos resultados de forma objetiva e possibilita comparação adequada entre tratamentos. Seefeldt et al. (1995) propõem um modelo log-logístico como método eficaz na análise de curvas de dose-resposta. Dentre os parâmetros da equação, pode ser destacado o valor do GR<sub>50</sub>, que é a dose necessária para que a resposta da planta seja metade da resposta total. Os autores apresentam em seu trabalho sugestão de procedimentos para utilização do programa SAS (Statistical Analysis System) na análise dos resultados. Curvas típicas de dose-resposta têm o formato sigmóide, e a expressão matemática que relaciona a resposta (y) e dose (x) é

$$y = \frac{D - C}{1 + \exp^{[b \log(x) - \log(GR_{50})]}} + C$$

em que C corresponde à resposta em altas doses, D corresponde à resposta do controle, b é a declividade da curva e GR<sub>50</sub> é a dose que corresponde a 50% da resposta.

Outras funções podem ser usadas em casos em que o comportamento da variável dependente não segue um formato sigmóide, como a equação hiperbólica a seguir:

$$Y = A * X / (B + X)$$

em que Y é a resposta da planta, que neste caso foi a porcentagem de controle das plantas daninhas *Amaranthus quitensis* aos 14 DAT, X representa a dose do herbicida, B é o coeficiente de declividade e A é a assíntota máxima.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados de porcentagem de controle visual dos biotipos resistentes e suscetíveis de *Bidens pilosa*/*Bidens subalternans* foram submetidos à análise de regressão não-linear, modelo proposto por Seefeldt (1995), e os parâmetros D, C, B e GR<sub>50</sub> podem ser vistos na Tabela 2. As curvas de dose-resposta da porcentagem de controle aos 14 DAT estão representados na Figura 1. Em todos os casos, o segmento da curva referente ao biotipo suscetível se encontra na posição superior do gráfico, enquanto o segmento da curva referente ao biotipo resistente está abaixo, indicando uma menor porcentagem de controle dos biotipos resistentes pelos herbicidas inibidores da ALS, mesmo em doses acima das recomendadas.

**Tabela 1** - Descrição dos tratamentos utilizados em *Bidens pilosa*/*Bidens subalternans* e *Amaranthus quitensis*, no experimento instalado em condições de casa de vegetação

Herbicidas		Tratamentos (g i.a. ha <sup>-1</sup> )							
p.c.	i.a.	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Classic</i>	chlorimuron-ethyl	1500	750	150	75	15	7,5	1,5	0,0
<i>Pivot</i>	imazethapyr	8000	4000	800	400	80	40	8	0,0
<i>Sanson</i>	nicosulfuron	1200	600	120	60	12	6	1,2	0,0

i.a. = ingrediente ativo.

p.c. = produto comercial.



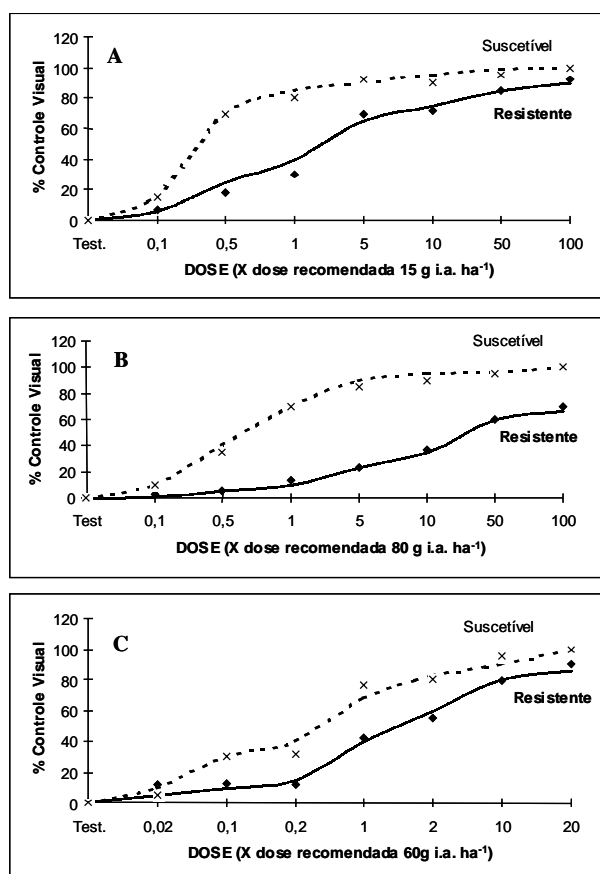
**Tabela 2** - Estimativa dos parâmetros do modelo log-logístico dos biotipos resistentes e suscetíveis de *Bidens pilosa*/*Bidens subalternans*, referente à avaliação de porcentagem de controle aos 14 DAT

Parâmetros	Resistente			Suscetível		
	Chlorimuron	Imazethapyr	Nicosulfuron	Chlorimuron	Imazethapyr	Nicosulfuron
D	5,33	0,5	8,59	2,47	9,80	5,64
C	93,53	88,1	90,23	99,58	97,26	99,49
b	0,59	0,35	0,74	0,15	0,74	1,47
GR <sub>50</sub>	1,49	20,08	1,27	0,56	1,51	0,14

D – resposta do controle.

C – resposta em altas doses.

b – declividade da curva

GR<sub>50</sub> – Dose que corresponde a 50% da resposta (g i.a. ha<sup>-1</sup>).**Figura 1** - Curvas de dose-resposta da porcentagem de controle visual de *Bidens pilosa*/*Bidens subalternans* aos 14 DAT com os herbicidas chlorimuron-ethyl (A), imazethapyr (B) e nicosulfuron (C), de acordo com o modelo log-logístico.

O GR<sub>50</sub>, visto na Tabela 2, comprova a diferença de sensibilidade entre os biotipos. O biotipo resistente necessitou de doses maiores do que as comerciais, dos três herbicidas, para

ter seu desenvolvimento reduzido em 50%; já o biotipo suscetível teve seu desenvolvimento reduzido em 50% até mesmo em doses menores do que as comerciais. A dose do herbicida chlorimuron-ethyl que proporcionou 50% de mortalidade das plantas do biotipo resistente foi de 1,49 g i.a. ha<sup>-1</sup>; a de imazethapyr, de 20,08 g i.a. ha<sup>-1</sup>; e a de nicosulfuron, de 1,49 g i.a. ha<sup>-1</sup>. A Tabela 3 indica que a taxa de resistência dos biotipos de *Bidens pilosa*/*Bidens subalternans* ao chlorimuron é de 9,90; ao nicosulfuron, de 9,07; e ao imazethapyr, de 27,03. Estes resultados evidenciam a resistência cruzada destes biotipos aos herbicidas inibidores da ALS, dos grupos químicos das sulfoniluréias e imidazolinonas.

Os parâmetros referentes à equação hiperbólica, utilizada em *Amaranthus quitensis*, podem ser vistos na Tabela 4. Na Figura 2 estão representadas as curvas de dose-resposta dos biotipos resistentes e suscetíveis de *Amaranthus quitensis*, com relação à porcentagem de controle visual aos 14 dias após tratamento com chlorimuron-ethyl, nicosulfuron e imazethapyr. As curvas possuem o mesmo padrão encontrado nos biotipos de *Bidens pilosa*/*Bidens subalternans*, ou seja, o biotipo resistente não foi controlado satisfatoriamente pelos herbicidas inibidores da ALS, independentemente do grupo químico utilizado.

**Tabela 3** - Estimativa do GR<sub>50</sub> e taxa de resistência (R/S) dos biotipos resistentes e suscetíveis de *Bidens pilosa*/*Bidens subalternans*

Herbicidas	GR <sub>50</sub> (g i.a. ha <sup>-1</sup> ) aos 14 DAT		R/S
	Resistente	Suscetível	
Chlorimuron - ethyl	1,49	0,15	9,90
Nicosulfuron	1,27	0,14	9,07
Imazethapyr	20,08	0,74	27,03

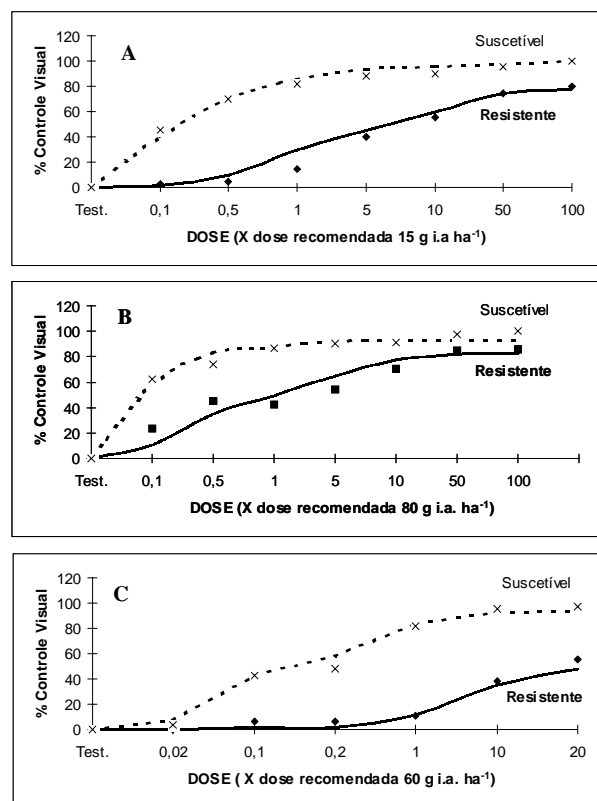


**Tabela 4** - Estimativa dos parâmetros do modelo hiperbólico dos biotipos resistentes e suscetíveis de *Amaranthus quitensis*, referente à avaliação de porcentagem de controle aos 14 DAT

Parâmetros	Resistente			Suscetível		
	Chlorimuron	Imazethapyr	Nicosulfuron	Chlorimuron	Imazethapyr	Nicosulfuron
A	81,63	58,62	83,33	97,27	93,39	94,16
B	4,23	4,06	0,69	0,13	0,062	0,12

A – Assíntota máxima.

B – Coeficiente de declividade.



**Figura 2** - Curvas de dose-resposta da porcentagem de controle visual de *Amaranthus quitensis* aos 14 DAT com os herbicidas chlorimuron-ethyl (A), imazethapyr (B) e nicosulfuron (C), de acordo com o modelo hiperbólico.

A dose necessária para reduzir o crescimento em 50% ( $GR_{50}$ ) dos biotipos resistentes foi de 2,45 g i.a. ha<sup>-1</sup> para o herbicida imazethapyr, de 6,8 g i.a. ha<sup>-1</sup> para o herbicida chlorimuron e de 23,54 g i.a. ha<sup>-1</sup> para o herbicida nicosulfuron (Tabela 5). A taxa de resistência vista na Tabela 5 evidencia o alto grau de resistência dos biotipos de *Amaranthus quitensis* provenientes da Argentina aos herbicidas inibidores da ALS, podendo chegar ao nível de 181,08.

**Tabela 5** - Estimativa do  $GR_{50}$  e taxa de resistência (R/S) dos biotipos resistentes e suscetíveis de *A. quitensis*

Herbicidas	$GR_{50}$ (g i.a. ha <sup>-1</sup> ) aos 14 DAT		R/S
	Resistente	Suscetível	
Chlorimuron – ethyl	6,8	0,15	45,30
Nicosulfuron	23,54	0,13	181,08
Imazethapyr	2,45	0,1	24,55

Os resultados encontrados evidenciam a existência do fenômeno de resistência cruzada dos biotipos de ambas as espécies aos herbicidas pertencentes aos grupos químicos das imidazolinonas e sulfoniluréias. Powles & Howat (1990) descreveram a resistência cruzada de plantas daninhas quando biotipos que desenvolveram a resistência após uma pressão de seleção por um herbicida exibem resistência a outro herbicida, geralmente apresentando o mesmo mecanismo de ação. No caso dos herbicidas inibidores da ALS, a resistência de plantas daninhas ocorre devido à mutação nesta enzima, que a torna insensível à ação dos herbicidas. Entretanto, essas mutações podem ocorrer em diferentes locais do gene codificador da ALS; esse fato provavelmente é responsável pelos graus variáveis de insensibilidade a sulfoniluréias e imidazolinonas.

Conclui-se deste trabalho que a população da planta daninha *B. pilosa*/*B. subalternans* infestante da cultura da soja em São Gabriel do Oeste-MS é constituída predominantemente de um biotipo resistente aos herbicidas inibidores da acetolactato sintase. Da mesma forma, a população de *Amaranthus quitensis* proveniente da Argentina é resistente aos herbicidas inibidores da ALS. Os biotipos de *B. pilosa*/*B. subalternans* e *A. quitensis* estudados possuem resistência cruzada aos herbicidas inibidores da ALS pertencentes aos grupos químicos das sulfoniluréias e imidazolinonas.

**AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pelo suporte financeiro para a realização da pesquisa, e à DuPont do Brasil, pela disponibilização das áreas de campo e coleta de sementes de plantas daninhas.

**LITERATURA CITADA**

- BOUTSALIS, P., POWLES, S.B. Seedbank characteristics of herbicide-resistant and susceptible *Sisymbrium orientale*. **Weed Res.**, v.38, n.5, p.389-395, 1998.
- CHRISTOFFOLETI, P.J., VICTORIA FILHO, R., MONQUEIRO, P.A. Resistência cruzada e herbicidas alternativos de controle de biotipos de *B. pilosa* resistentes aos herbicidas inibidores da ALS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997. Caxambu, **Resumos**. Caxambu: SBPD, 1997. p.64.
- EBERLEIN, C.V., GUTTIERI, M.J., THILL, D.C., BAERG, R.J. Altered acetolactate synthase activity in ALS - inhibitor resistant prickly lettuce (*Lactuca serriola*). **Weed Sci.**, v.45, n.2, p.212-217, 1997.
- FOES, M.J., LUI, L., TRANEL, P.J., WAX, L.M., STOLLER, E.W. A biotype of common waterhemp (*Amaranthus rudis*) resistant to triazine and ALS herbicides. **Weed Sci.**, v.46, n.5, p.514-520, 1998.
- GAZZIERO, D.P., BRIGHENTI, A.M., MACIEL, G.D., CHRISTOFFOLETI, P.J., ADEGAS, F.S., VOLL, E. Resistência de amendoim-bravo aos herbicidas inibidores da enzima ALS. **Planta Daninha**, v.16, n.2, p.117-125, 1998.
- HALL, L.M., STROMME, K.M., HORSMAN, G.P. Resistance to acetolactate synthase inhibitors and quinclorac in a biotype of false cleavers (*Galium spurium*). **Weed Sci.**, v.46, n.4, p.390-396, 1998.
- HEAP, I. International survey of herbicide resistant weeds. Capturado em 6 de Outubro de 1999. ([Internet.www.weedscience.com](http://Internet.www.weedscience.com))
- HUTCHISON, J.M., SHAPIRO, R., SWEESTER, P.B. Metabolism of chlorsulfuron by tolerant broadleaves. **Pest. Biochem. Physiol.**, v.22, p.243-247, 1984.
- KUDSK, P., MATHIASSEN, S.K., COTTERMAN, J.C. Sulfonylurea resistance in *Stellaria media* (L) Vill. **Weed Res.**, v.35, n.1, p.19-24, 1995.
- LOVELL, S.T., WAX, L.M., HORAK, M.J., PETERSON, D.E. Imidazolinone and sulfonylurea resistance in a biotype of common waterhemp (*Amaranthus rudis*). **Weed Sci.**, v.44, n.4, p.789-794, 1996.
- MALLORY-SMITH, C.A., THILL, D.C., DIAL, M.J. Identification of sulfonylurea herbicide resistant prickly lettuce (*Lactuca serriola*). **Weed Technol.**, v.4, p.787-790, 1990.
- PONCHIO, J.A. **Resistência de *Bidens pilosa* L. aos herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase**. Piracicaba: ESALQ, 1996. 138p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1996.
- POWLES, S.B., HOWAT, P.D. Herbicide resistance weeds in Australia. **Weed Technol.**, v.4, p.178-185, 1990.
- PRIMIANI, M.M., COTTERMAN, J.C., SAARI, L.L. Resistance of *Kochia (Kochia scoparia)* to sulfonylurea and imidazolinone herbicide. **Weed Technol.**, v.4, p.169-172, 1990.
- SAARI, L.L., COTTERMAN, J.C., SMITH, W.F., PRIMIANI, M.M. Sulfonylurea resistance in common chickweed perennial ryegrass and russian thistle. **Pest. Biochem. Physiol.**, v.42, n.2, p.110-116, 1992.
- SEEFELDT, S.S., JENSEN, J.E., FUERST, P. Log-logistic analysis of herbicide dose response relationships. **Weed Technol.**, v.9, n.2, p.218-227, 1995.
- SWEESTER, P.B., SCHOW, G.S., HUTCHISON, J.M. Metabolism of chlorsulfuron by plants: biological basis for selectivity of a new herbicide for cereals. **Pest. Biochem. Physiol.**, v.17, p.18-23, 1982.

