

# RESISTÊNCIA DE AZEVÉM (*Lolium multiflorum*) AO HERBICIDA GLYPHOSATE<sup>1</sup>

*Resistance of Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum*) to Glyphosate*

ROMAN, E.S.<sup>2</sup>, VARGAS, L.<sup>3</sup>, RIZZARDI, M.A.<sup>4</sup> e MATTEI, R.W.<sup>5</sup>

RESUMO - O azevém é uma gramínea de ciclo anual, constituindo-se com freqüência em planta infestante em lavouras de trigo do Rio Grande do Sul. Em experimentos realizados em casa de vegetação e no campo, foi avaliada a suscetibilidade de dois biótipos de azevém ao herbicida glyphosate, bem como a eficiência de herbicidas de ação total na dessecação de *Lolium multiflorum* para a semeadura direta de trigo. O delineamento experimental foi completamente casualizado em casa de vegetação e de blocos ao acaso em campo, com três e quatro repetições, respectivamente. Foram avaliados herbicidas com mecanismos de ação distintos em diferentes doses: glyphosate, glufosinate, clethodim, haloxyfop-r e diclofop, paraquat e paraquat + diuron. Os resultados, em casa de vegetação, evidenciam que o biótipo sensível é totalmente controlado com glyphosate na dose de 360 g e.a. ha<sup>-1</sup> e que doses de até 1.440 g e.a. ha<sup>-1</sup> não afetam significativamente o acúmulo de matéria seca do biótipo resistente e produzem toxicidade inferior a 15% sobre este. Já as doses entre 1.440 e 5.760 g e.a. ha<sup>-1</sup> de glyphosate reduzem significativamente a produção de matéria seca e resultam em toxicidade inferior a 45%. Em campo, os melhores controles de azevém foram propiciados pelos tratamentos clethodim (79,2 g ha<sup>-1</sup>) e diuron + paraquat (300 + 600 g ha<sup>-1</sup>), que não diferiram entre si. Assim, evidencia-se que a população de *Lolium multiflorum* avaliada neste trabalho é constituída predominantemente de um biótipo resistente aos herbicidas inibidores da enzima EPSPs.

**Palavras-chave:** herbicida, resistência, dessecação, EPSPs.

**ABSTRACT** - Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) is cultivated as forage and/or cover crop in no-till system. However, it is also a serious weed in wheat and other winter cereals in Southern Brazil. Experiments were conducted at greenhouse and field conditions to evaluate the susceptibility of two ryegrass biotype to glyphosate as well as the efficacy of other herbicides on the post-emergence control of the species for sowing wheat under no-till system. The experimental design was a completely randomized design for the greenhouse experiment and a completely randomized block design for the field experiment. Herbicides with different mechanisms of action were evaluated on the weed control: glyphosate, glufosinate, clethodim, haloxyfop-r and diclofop, paraquat and paraquat+diuron. The results obtained under greenhouse conditions indicated the glyphosate susceptible biotype was controlled by the rate of 360 g e.a. ha<sup>-1</sup>. The resistant ryegrass biotype had no reduction in dry matter production and less than 15 % phytotoxicity caused by glyphosate up to 1,440 g e.a. ha<sup>-1</sup>. However, glyphosate rates between 1440 and 5,760 g e.a. ha<sup>-1</sup> reduced dry matter accumulation and resulted in toxicities under 45%. Under field conditions, the best *Lolium multiflorum* control was given by clethodim 79.2 g ha<sup>-1</sup> and diuron + paraquat at 300+600 g ha<sup>-1</sup>, respectively. The results obtained in these studies indicated that the population was composed predominantly by a biotype resistant to EPSPs inhibitor herbicides.

**Key words:** herbicide, resistance, post-emergence, EPSPs.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 21.11.2003 e na forma revisada em 18.6.2004.

<sup>2</sup> Eng.-Agr., Ph.D, Pesquisador da Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo-RS, <eroman@cnpt.embrapa.br>. <sup>3</sup> Eng.-Agr., D.S., Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 1513, 95200-000 Vacaria-RS, <leandro@cnpv.embrapa.br>. <sup>4</sup> Eng.-Agr., D.S., Professor da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo – UPF, 99001-970 Passo Fundo-RS, <rizzardi@upf.tche.br>; <sup>5</sup> Acadêmico do curso de Agronomia da Universidade de Passo Fundo, Caixa Postal 451 99001-970 Passo Fundo-RS.



## INTRODUÇÃO

O azevém (*Lolium multiflorum*) é uma espécie gramínea de ciclo anual, que se constitui, com frequência, em planta indesejada em lavouras de trigo no Sul do Brasil. Embora o azevém também seja utilizado como espécie forrageira durante o inverno, ele pode se constituir em planta daninha em culturas como trigo e milho. Além disso, plantas voluntárias são fonte de permanência das sementes e de infestações futuras, quando da utilização destas na prática de rotação de culturas de cereais de inverno, como cevada, centeio, trigo e triticale.

A dessecação das plantas daninhas tem grande importância para o estabelecimento de uma lavoura, visto que a emergência destas, juntamente com a cultura, provoca danos tanto na produtividade como na qualidade dos grãos. O azevém tem se apresentado como um importante problema na cultura do trigo, estando, muitas vezes, já presente por ocasião da semeadura da cultura. Nos últimos anos, os produtores observaram dificuldade para controlar o azevém com o herbicida glyphosate, prática comumente realizada.

Até recentemente, as preocupações com o desenvolvimento de resistência aos defensivos agrícolas estavam mais relacionadas com o uso de fungicidas e inseticidas. Desde que a resistência de *Senecio vulgaris* aos herbicidas do grupo das triazinas foi relatada por Ryan (1970), o número de biótipos resistentes a um ou mais grupos de herbicidas vem crescendo, sendo o fenômeno relatado em vários locais do mundo (Gressel & Segel, 1990; Powles & Howat, 1990; Heap, 1997).

A insensibilidade de plantas daninhas a princípios químicos pode ser causada por diferentes mecanismos, como: inibição na absorção e/ou translocação do herbicida nos biótipos; alteração no sítio de ação do herbicida; superprodução do sítio de ação; incremento no metabolismo do herbicida na planta; e compartimentalização ou seqüestro do herbicida (Matiello et al., 1999). A maioria dos casos relatados diz respeito a alterações no sítio de ação e aumento na degradação metabólica do herbicida pela planta daninha.

O surgimento de biótipos resistentes ocorre, com maior frequência, em áreas onde há uso repetido de herbicidas de um mesmo grupo ou pertencentes a diferentes grupos, mas com o mesmo mecanismo de ação (Gressel & Segel, 1990). Os fatores mais importantes que influenciam a seleção de biótipos resistentes são a intensidade de uso, a eficiência e persistência do herbicida, a eficácia dos mecanismos de resistência, a especificidade do herbicida com respeito ao mecanismo de ação, o padrão de emergência da planta daninha e a eficiência dos métodos de controle alternativos aos métodos químicos (Rubim, 1991). O uso do glyphosate para dessecação de áreas infestadas com azevém é comum no Rio Grande do Sul e vem sendo repetido há longo tempo.

Trabalhos realizados por Perez & Kogan (2003) e Pratley et al. (1997) registraram a existência de biótipos resistentes de *Lolium rigidum*, sendo aproximadamente 10 vezes mais tolerantes ao glyphosate do que os biótipos sensíveis. Foram relatados casos de resistência de azevém perene (*L. rigidum*), nos Estados Unidos e na Austrália, a dois mecanismos de ação: os inibidores da ACCase e os inibidores da EPSPS (Vidal & Merotto, 2001). Biótipos de *L. multiflorum* e de *L. rigidum*, resistentes ao glyphosate, foram identificados no Chile e na Austrália, respectivamente (Powles et al., 1998; Perez & Kogan, 2003). O desenvolvimento de resistência em *L. rigidum* é um grande problema na Austrália (Powles & Howat, 1990).

Os casos mais freqüentes de resistência de plantas daninhas aos herbicidas que têm surgido no Brasil são relacionados aos inibidores da ALS e ACCase. No entanto, suspeitas de falhas no controle de azevém na dessecação para a semeadura do trigo, em algumas propriedades no Estado do Rio Grande do Sul, levaram ao estudo do problema, a fim de avaliar a possibilidade da ocorrência de resistência de biótipos de azevém ao herbicida glyphosate, empregado repetidamente por vários anos em algumas propriedades. Com objetivo de avaliar a resposta de um biótipo de *L. multiflorum* ao herbicida glyphosate e a herbicidas com outros mecanismos de ação, foram realizados experimentos em casa de vegetação e em campo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento em casa de vegetação foi conduzido na Estação Experimental da Embrapa Uva e Vinho, em Vacaria-RS. O delineamento experimental foi completamente casualizado, com três repetições. Para instalar o experimento foram colhidas sementes de plantas que sobreviveram a aplicações de glyphosate, em campo, suspeitas de serem resistentes, e de plantas que cresciam em área onde não se utiliza herbicida, consideradas sensíveis (testemunha sensível). Essas sementes foram semeadas em vasos com capacidade para 300 mL. Após a emergência procedeu-se ao desbaste, deixando-se quatro plantas por vaso. Foram utilizados herbicidas com diferentes mecanismos de ação: glyphosate (inibidor da enzima EPSPS), glufosinate (inibidor da GS), haloxyfop-r e diclofop (inibidor da enzima ACCase) e paraquat (inibidor do fotossistema I) (Rodrigues & Almeida, 1998). Os tratamentos, aplicados quando as plantas atingiram estágio de 3-4 folhas, constaram de seis doses de glyphosate (0, 360, 720, 1.440, 2.880 e 5.760 g e.a ha<sup>-1</sup>) mais os herbicidas glufosinate (400 g ha<sup>-1</sup>), haloxyfop-r (60 g ha<sup>-1</sup>), diclofop (284 g ha<sup>-1</sup>) e paraquat (400 g ha<sup>-1</sup>), totalizando 10 tratamentos. Os herbicidas foram aplicados com aspersor costal de precisão, pressurizado com CO<sub>2</sub>, equipado com pontas DG 11002, com volume de calda de 150 L ha<sup>-1</sup>.

Foi avaliada a toxicidade dos tratamentos herbicidas aos 7, 14 e 25 DAT (dias após tratamento), utilizando-se escala percentual, em que nota zero significou nenhum efeito de dano às plantas e a nota 100 representou morte ou completa supressão destas. Após a última avaliação, colheu-se a parte aérea e a radical das plantas, para determinação da produção de matéria seca. Para isso, o material vegetal foi submetido à secagem em estufa a uma temperatura aproximada de 60 °C, até atingir peso constante.

O experimento em campo foi conduzido em uma propriedade rural, localizada no município de Tapejara-RS, na safra agrícola 2002. O solo é de textura média, com 44% de argila e 4,2% de matéria orgânica, sendo classificado como Latossolo Vermelho-Escuro Típico. Foram utilizados herbicidas de diferentes mecanismos de

ação: glyphosate (inibidor da enzima EPSPS), paraquat + diuron (inibidores dos fotossistemas I e II, respectivamente) e clethodim (inibidor da enzima ACCase) (Rodrigues & Almeida, 1998). Os tratamentos testados consistiram de seis doses de glyphosate (540, 1.080, 1.620, 2.160, 2.700 e 3.240 g e.a. ha<sup>-1</sup>), três doses de diuron + paraquat (150 + 300, 200 + 400 e 300 + 600 g ha<sup>-1</sup>, correspondentes a 1,5, 2,0 e 3,0 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente), uma dose de clethodim (79,2 g ha<sup>-1</sup>) e a testemunha. Os herbicidas foram aspergidos no perfilhamento das plantas daninhas e pulverizados na parte aérea das plantas com equipamento de precisão pressurizado com CO<sub>2</sub>, equipado com pontas de jato plano Teejet 110015 XR, com volume de calda 100 L ha<sup>-1</sup>. Os bicos foram conduzidos a altura de 50 centímetros acima do ápice das plantas. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os dados de eficácia dos tratamentos no controle da planta daninha foram submetidos à análise de variância, e as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Duncan a 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento em casa de vegetação, os resultados de toxicidade, provocada pelas diferentes doses e produtos, demonstram que o biótipo sensível foi controlado totalmente por todos os herbicidas testados; aos 7 DAT a toxicidade já era superior a 90% para todos os tratamentos (Tabela 1). Por outro lado, o biótipo resistente, aos 7 DAT, manifestou sintomas de intoxicação inferiores a 40% para o glyphosate nas doses testadas e acima de 90% para os demais herbicidas. Aos 14 DAT a toxicidade dos tratamentos com glyphosate aumentou, porém ficou abaixo de 50%. A menor dose de glyphosate (360 g e.a. ha<sup>-1</sup>) não apresentou nenhuma ação sobre o biótipo resistente nesta avaliação, igualmente à primeira. Já as doses de 720 e 1.440 g e.a. ha<sup>-1</sup> de glyphosate resultaram em toxicidade intermediária e semelhante: 14 e 20%, respectivamente (Tabela 1). O glyphosate nas doses de 2.880 e 5.760 g e.a. ha<sup>-1</sup> promoveu sintomas de intoxicação semelhantes (40 e 48%, respectivamente). Os demais herbicidas testados apresentaram controle total do biótipo



**Tabela 1** - Toxicidade provocada por doses crescentes de glyphosate e dos herbicidas glufosinate, haloxyfop-r, diclofop e paraquat, aplicados sobre um biótipo de azevém (*Lolium multiflorum*) resistente e um sensível

Produto	Dose (g ha <sup>-1</sup> )	Toxicidade (%)					
		Biótipo sensível			Biótipo resistente		
		7 DAT <sup>1</sup>	14 DAT	25 DAT	7 DAT	14 DAT	25 DAT
1- Testemunha	0	0 b <sup>2/</sup>	0 b	0 b	0 e	0 d	0 e
2- Glyphosate	360*	90 a	100 a	100 a	0 e	0 d	0 e
3- Glyphosate	720*	95 a	100 a	100 a	6 de	14 c	12 d
4- Glyphosate	1440*	95 a	100 a	100 a	11 d	20 c	15 d
5- Glyphosate	2880*	95 a	100 a	100 a	25 c	40 b	30 c
6- Glyphosate	5760*	95 a	100 a	100 a	38 b	48 b	45 b
7- Glufosinate	400	100 a	100 a	100 a	95 a	100 a	100 a
8- Haloxyfop-r	60	95 a	100 a	100 a	90 a	100 a	100 a
9- Diclofop	284	95 a	100 a	100 a	90 a	100 a	100 a
10- Paraquat	400	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a

\*Doses em g e.a. ha<sup>-1</sup>

<sup>1/</sup> Dias após o tratamento; <sup>2/</sup> médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

resistente nesta avaliação (14 DAT). Na avaliação realizada aos 25 DAT, observou-se que os sintomas causados pelos tratamentos com glyphosate tenderam a estabilizar. Nota-se que o glyphosate na dose de 360 g e.a. ha<sup>-1</sup> novamente não produziu nenhum efeito sobre o biótipo resistente, não diferindo da testemunha sem tratamento herbicida. As doses de 720 e 1.440 g e.a. ha<sup>-1</sup> de glyphosate resultaram em toxicidade semelhante: 12 e 15%, respectivamente (Tabela 1), situando-se em posição intermediária. O glyphosate na dose de 2.880 g e.a. ha<sup>-1</sup> provocou toxicidade de 30%, significativamente maior que aquelas proporcionadas por doses inferiores a esta. A maior toxicidade, entre os tratamentos com glyphosate, foi observada no tratamento composto por 5.760 g e.a. ha<sup>-1</sup> de glyphosate (45%). Os demais herbicidas testados mantiveram os mesmos níveis e controle nesta avaliação (Tabela 1).

De maneira geral, observa-se que a dose de 360 g e.a. ha<sup>-1</sup> de glyphosate é suficiente para controlar totalmente o biótipo sensível. Por outro lado, doses de até 1.440 g e.a. ha<sup>-1</sup> deste herbicida produzem baixo nível de toxicidade ao biótipo resistente (inferior a 15%), e doses acima desta, até 5.760 g e.a. ha<sup>-1</sup>, resultam em maior toxicidade, porém inferior a 50%.

A matéria seca produzida pelos biótipos (Tabela 2) está de acordo com os resultados obtidos na avaliação de toxicidade. O biótipo sensível, por ter sido controlado rapidamente por todos os herbicidas e doses testadas, acumulou quantidade de matéria seca semelhante em todos os tratamentos herbicidas e inferior à da testemunha, sem tratamento. Já o biótipo resistente apresentou produção de matéria seca variável com as doses de glyphosate e semelhante para os demais tratamentos, com mecanismo de ação distinto deste (Tabela 2, Figura 1). O cálculo do GR50 para o biótipo resistente não foi possível, uma vez que nenhuma das doses avaliadas de glyphosate provocou redução superior a 50% da matéria seca (Figura 1). Os tratamentos com doses de glyphosate de até 1.440 g e.a. ha<sup>-1</sup> tiveram produção de matéria seca semelhante à da testemunha não-tratada, enquanto aqueles compostos por doses de glyphosate acima desta e inferior a 5.760 g e.a. ha<sup>-1</sup> tiveram acúmulo de matéria seca inferior ao da testemunha e superior ao dos tratamentos com herbicidas com outros mecanismos de ação (Tabela 2).

Portanto, evidencia-se que o biótipo sensível é totalmente controlado pelo glyphosate na dose de 360 g e.a. ha<sup>-1</sup> e que as doses de até 1.440 g e.a. ha<sup>-1</sup> deste não afetam

**Tabela 2** - Acúmulo de matéria seca de um biótipo de azevém (*Lolium multiflorum*) resistente e um sensível em resposta a doses de glyphosate e dos herbicidas glufosinate, haloxyfop-r, diclofop e paraquat, aos 25 dias após o tratamento

Produto	Dose (g ha <sup>-1</sup> )	Produção de Matéria Seca (mg por planta)	
		Biótipo sensível	Biótipo resistente
1-Testemunha	0	224 a <sup>1/</sup>	216 a
2- Glyphosate	360*	41 b	208 a
3- Glyphosate	720*	45 b	204 a
4- Glyphosate	1.440*	36 b	201 a
5- Glyphosate	2.880*	45 b	174 b
6- Glyphosate	5.760*	43 b	158 b
7- Glufosinate	400	40 b	36 c
8- Haloxyfop-R	60	38 b	41 c
9- Diclofop	284	40 b	44 c
10- Paraquat	400	42 b	32 c

\* Doses em g e.a. ha<sup>-1</sup>

<sup>1/</sup> Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

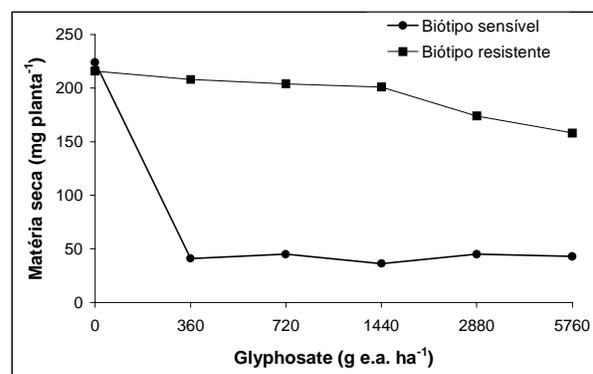
significativamente o acúmulo de matéria seca do biótipo resistente e produzem toxicidade inferior a 15% sobre este. Já as doses entre 1.440 e 5.760 g e.a. ha<sup>-1</sup> de glyphosate reduzem significativamente a produção de matéria seca do biótipo resistente e resultam em toxicidade inferior a 45%.

No experimento em campo, os resultados evidenciam a existência de diferenças no nível de controle entre os herbicidas utilizados no experimento (Tabela 3). Níveis de controle satisfatórios somente foram obtidos para tratamentos com clethodim (79,2 g ha<sup>-1</sup>) e diuron+paraquat (300 + 600 g ha<sup>-1</sup>), os quais não diferiram entre si (Tabela 3). Os tratamentos com diuron+paraquat (200 + 400 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate (3.240 g e.a. ha<sup>-1</sup>) e diuron+paraquat (150 + 300 g ha<sup>-1</sup>) propiciaram controles intermediários, que variaram de 60 a 72%.

O herbicida glyphosate não proporcionou controle satisfatório do azevém em nenhuma das doses testadas. Com exceção das doses de 3.240 e 2.700 g e.a. ha<sup>-1</sup>, em todos os demais tratamentos com esse herbicida obteve-se controle inferior a 50%. Essa sua reduzida eficácia no controle do biótipo de azevém

existente na área confirma que, a exemplo do relato de Perez & Kogan (2003), a população existente na área é resistente a esse herbicida.

Os resultados obtidos tanto em casa de vegetação como em campo são compatíveis. O controle total do biótipo sensível, pela menor dose de glyphosate testada, e a resposta do biótipo resistente aos tratamentos com glyphosate, nos dois ambientes, associada aos resultados que demonstram a sensibilidade, tanto do biótipo sensível quanto do resistente, aos tratamentos herbicidas com mecanismos



**Figura 1** - Acúmulo de matéria seca de um biótipo resistente em resposta a doses crescentes de glyphosate.

**Tabela 3** - Controle (%) de azevém com diversos herbicidas aos 26 dias após a aplicação

Tratamento	Dose (g ha <sup>-1</sup> )	Controle <sup>2/</sup>
10- Clethodim	79,2	91,25 a
9- Diuron +Paraquat	300 + 600	86,25 a
8- Diuron +Paraquat	200 + 400	72,5 b
6- Glyphosate	3.240 <sup>1/</sup>	65,0 b
7- Diuron +Paraquat	150 + 300	60,0 b c
5- Glyphosate	2.700 <sup>1/</sup>	60,0 b c
4- Glyphosate	2.160 <sup>1/</sup>	50,0 c
3- Glyphosate	1.620 <sup>1/</sup>	37,5 d
2- Glyphosate	1.080 <sup>1/</sup>	32,5 d e
1- Glyphosate	540 <sup>1/</sup>	22,5 e
11- Testemunha	-	0,0 f

<sup>1/</sup> Doses em g e.a. ha<sup>-1</sup>.

<sup>2/</sup> Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.



de ação distintos do glyphosate, evidenciam a resistência ao glyphosate por parte dos biótipos avaliados. Para Warwick (1991) a resistência é a condição em que as plantas daninhas sobrevivem às doses normalmente empregadas no campo. Por outro lado, uma planta é suscetível a um herbicida quando o seu crescimento e desenvolvimento são alterados pela ação do produto; assim, uma planta suscetível pode morrer quando submetida a uma determinada dose do herbicida.

A utilização repetida e por longo período de produtos à base de glyphosate para dessecação do azevém pode ser a principal causa do aparecimento de biótipos resistentes. O uso repetido de herbicidas para controle de plantas daninhas exerce alta pressão de seleção, provocando mudanças na flora; em geral, espécies ou biótipos que melhor se adaptam a uma determinada prática são selecionados e multiplicam-se rapidamente (Holt & Lebaron, 1990). Evidências sugerem que o aparecimento de resistência a um herbicida em uma população de plantas se deve à seleção de um genótipo resistente preexistente, que, devido à pressão de seleção exercida por repetidas aplicações de um mesmo herbicida, encontra condições para multiplicação (Betts et al., 1992). A confirmação da resistência ao herbicida glyphosate serve como alerta à pesquisa, aos técnicos e aos produtores, no sentido de estabelecer estratégias de prevenção, manejo e controle de resistência aos inibidores da EPSPs, por se tratar de um produto considerado com baixa probabilidade para selecionar biótipos resistentes.

#### LITERATURA CITADA

- BETTS, K. J. et al. Mechanism of inheritance of diclofop resistance in italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). **Weed Sci.**, v. 40, p. 184-189, 1992.
- GRESSEL, J.; SEGEL, L. A. Modeling the effectiveness of herbicide rotations and mixtures as strategies to delay or preclude resistance. **Weed Technol.**, v. 4, p. 186-198, 1990.
- HEAP, I. M. The occurrence of herbicide resistant weeds worldwide. **Pesticide Sci.**, v. 51, p. 235-243, 1997.
- HOLT, J. S.; LEBARON, H. M. Significance and distribution of herbicide resistance. **Weed Technol.**, v. 4, p. 141-149, 1990.
- MATIELLO, R. R.; RONZELLI, P.; PURÍSSIMO, C. Mecanismos de resistência: fatores biológicos, agronômicos e genéticos. In: **Curso de Manejo da Resistência de Plantas aos Herbicidas**, 1999. p. 27-40.
- POWLES, S. B. et al. Evolved resistance to glyphosate in rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) in Australia. **Weed Sci.**, v. 46, p. 604-607, 1998.
- POWLES, S. B.; HOWAT, P. D. Herbicide resistant weeds in Australia. **Weed Technol.**, v. 4, p. 178-185, 1990.
- POWLES, S. B. et al. Evolved resistance to glyphosate in rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) in Australia. **Weed Sci.**, v. 46, p. 604-607, 1998.
- PRATLEY, J. E. et al. Resistance to glyphosate in annual ryegrass (*Lolium rigidum*): I Bioevaluation. 1997. Disponível em: <<http://www.weedsience.com/details/lolium-rigidum9.htm>>. Acesso em: 12 mar 2003.
- PEREZ, A.; KOGAN, M. Glyphosate-resistant *Lolium multiflorum* in Chilean orchards. **Weed Res.**, v. 43, p. 12-19, 2003.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia dos herbicidas**. 4.ed. Londrina: 1998. 648 p.
- RYAN, G. F. Resistance of common groundsel to simazine and atrazine. **Weed Sci.**, v. 18, p. 614-616, 1970.
- RUBIM, B. **Herbicide resistance in weeds and crops, progress and prospects**. In: CASELEY, J. C.; CUSSANS, G. W.; ATKIN, R. K. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1991. p. 387-414.
- VIDAL, R. A.; MEROTTO, A. **Herbicidologia**. Porto Alegre: 2001. 152 p.
- WARWICK, S. I. Herbicide resistance in weedy plants: physiology and population biology. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, v. 22, p. 95-144, 1991.

