

BUVA (*Conyza bonariensis*) RESISTENTE AO GLYPHOSATE NA REGIÃO SUL DO BRASIL¹

Conyza bonariensis Biotypes Resistant to the Glyphosate in Southern Brazil

VARGAS, L.², BIANCHI, M.A.³, RIZZARDI, M.A.⁴, AGOSTINETTO, D.⁵ e DAL MAGRO, T.⁶

RESUMO - O glyphosate é um herbicida não-seletivo utilizado para controlar plantas daninhas há mais de 20 anos no Rio Grande do Sul. A buva (*Conyza bonariensis*) é uma espécie daninha comum nos Estados da região Sul do Brasil e tradicionalmente controlada com uso de glyphosate. Entretanto, nos últimos anos plantas de buva têm apresentado poucos sintomas de toxicidade em resposta ao tratamento com glyphosate, sugerindo que estas plantas são resistentes ao herbicida. Assim, com o objetivo de avaliar a resposta de uma população de plantas de buva a glyphosate, foram realizados três experimentos: um em campo e dois em casa de vegetação. No experimento em campo, os tratamentos avaliados constaram de doses crescentes de glyphosate (0, 360, 720, 1.440, 2.880 e 5.760 g ha⁻¹), e os herbicidas paraquat (400 g ha⁻¹) e 2,4-D (1.005 g ha⁻¹) foram empregados como produtos testemunhas, com diferentes mecanismos de ação nas plantas. No experimento em casa de vegetação os tratamentos constaram de doses crescentes de glyphosate (0, 360, 720, 1.440, 2.880 e 5.760 g ha⁻¹), mais os herbicidas testemunhas, aplicados sobre plantas de um biótipo considerado resistente e de outro considerado sensível. No segundo experimento realizado em casa de vegetação, foram avaliados os tratamentos contendo glyphosate (720, 1.440 e 2.880 g ha⁻¹), mais os herbicidas chlorimuron-ethyl (40 g ha⁻¹), metsulfuron-methyl (4 g ha⁻¹), 2,4-D (1.005 g ha⁻¹), paraquat (400 g ha⁻¹) e diuron + paraquat (200 + 400 g ha⁻¹), bem como a testemunha sem tratamento herbicida. A toxicidade dos tratamentos herbicidas foi avaliada aos 7, 15 e 30 DAT (dias após tratamento). Os resultados obtidos nos experimentos em condições de campo e em casa de vegetação, de forma geral, evidenciam que o biótipo sensível é controlado pelo glyphosate e pelos demais herbicidas avaliados. Demonstram ainda que o biótipo resistente apresenta-se, igualmente ao biótipo sensível, altamente suscetível aos herbicidas com mecanismo de ação distinto daquele do glyphosate. Entretanto, o biótipo resistente mostra baixa resposta ao herbicida glyphosate, mesmo se este for empregado em doses elevadas, evidenciando ter adquirido resistência a esse produto.

Palavras-chave: resistência a herbicidas, inibidores da EPSPs.

ABSTRACT - Glyphosate is a non-selective herbicide used for over 20 years to control weeds in Rio Grande do Sul. Horseweed (*Conyza bonariensis*) is a common weed in Rio Grande do Sul and traditionally sensitive to glyphosate. However, during the last years, some horseweed plants have not shown significant injury symptoms after treatment with glyphosate, suggesting that they are resistant to this herbicide. Aiming to evaluate the response of a population of horseweed plants to glyphosate, one field and two greenhouse experiments were carried out. The field experiment treatment had increasing rates of glyphosate (0, 360, 720, 1,440, 2,880 and 5,760 g ha⁻¹), and also the herbicides paraquat and 2,4-D as standards. The greenhouse experiments had increasing rates of glyphosate (0, 360, 720, 1,440, 2,880 and 5,760 g ha⁻¹) plus the above listed check herbicides sprayed on biotypes considered resistant and on plants of one susceptible biotype. In the second greenhouse experiment, the treatments were increasing rates of glyphosate (720, 1,440 and

¹ Recebido para publicação em 9.1.2007 e na forma revisada em 31.8.2007.

² Eng^o-Agr^o, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, Passo Fundo, RS, 99001-970, <vargas@cnpt.embrapa.br>;

³ Eng^o-Agr^o, D.Sc., Pesquisador da Fundacep/Fecotrigo, Caixa Postal 10, Cruz Alta, RS, 98100-970, <maniobianchi@fundacep.com.br>;

⁴ Eng^o-Agr^o, D.Sc., Professor da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo, RS, 99001-970, <rizzardi@upf.br>; ⁵ Eng^o-Agr^o, D.Sc., Professor da Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitossanidade, 96010-900 - Pelotas, RS, Brasil, Caixa-Postal 354, <agostineto@ig.com.br>;

⁶ Eng^o-Agr^o, M.Sc., Estudante de Doutorado, Universidade Federal de Pelotas.



2,880 g ha⁻¹) and herbicides chlorimuron-ethyl, metsulfuron-methyl, 2,4-D, paraquat and diuron + paraquat sprayed on plants of resistant and susceptible biotypes. Horseweed control was assessed at 7, 15 and 30 DAT (days after treatment). Overall results of the field and greenhouse experiments provided evidence that the susceptible biotype is easily controlled by glyphosate and the other tested herbicides. In addition, the results demonstrated that the resistant biotype, as the susceptible biotype, is highly sensitive to herbicides with mode of action that differs from glyphosate. However, the resistant biotype showed low response to glyphosate, even at very high rates, confirming resistance of this horseweed population to glyphosate.

Keywords: herbicide resistance, EPSP inhibitors.

INTRODUÇÃO

O glyphosate é um herbicida não-seletivo utilizado há mais de 20 anos no manejo da vegetação, para formar a palhada no sistema plantio direto. Com a introdução comercial da soja transgênica resistente a glyphosate, o uso desse herbicida aumentou, e atualmente são realizadas de duas a três aplicações por ciclo de soja. O uso indiscriminado de herbicidas provocou a evolução de muitos casos de resistência a eles por diversas espécies daninhas (Burnside, 1992).

A buva (*Conyza bonariensis*) é uma espécie nativa da América do Sul que ocorre na Argentina, Uruguai, Paraguai e Brasil. É uma planta anual que se reproduz por sementes que germinam no outono/inverno, com encerramento do ciclo no verão, caracterizando-se assim como uma planta daninha de inverno e verão. No Rio Grande do Sul, a buva apresenta-se como importante planta daninha infestante de lavouras de trigo, soja e milho.

A buva produz grande quantidade de sementes, que apresentam características e estruturas que conferem fácil dispersão, caracterizando a espécie como agressiva (Kissmann & Groth, 1992). O controle da buva em lavouras de culturas anuais (cereais de inverno, soja e milho) é feito com emprego de herbicidas específicos ou não-seletivos. Em trigo, a buva é controlada com 2,4-D e chlorimuron-ethyl. Nas culturas de soja e de milho o controle da buva é realizado, principalmente, com uso de glyphosate, na dessecação pré-semeadura dessas culturas. São poucas as informações existentes sobre a eficiência de herbicidas –

utilizados de forma seletiva para soja e milho – sobre a buva.

Nos últimos dois ciclos agrícolas de soja (2004/2005 e 2005/2006) observou-se controle insatisfatório de buva em diversas lavouras no Rio Grande do Sul com uso do glyphosate. Nessas áreas, o glyphosate estava sendo usado com sucesso na dessecação pré-semeadura, com controle eficiente de plantas de buva mesmo em estádios avançados de desenvolvimento vegetativo. O controle insatisfatório da buva com uso do glyphosate provocou a suspeita de que essa espécie adquiriu resistência a essa molécula herbicida.

A resistência é a capacidade adquirida de uma planta ou biótipo sobreviver a determinados tratamentos herbicidas que, sob condições normais, controlam os demais integrantes da população. O uso repetido de uma molécula herbicida pode selecionar biótipos resistentes de plantas daninhas preexistentes na população, levando ao aumento do seu número (Powles & Holtum, 1994). Em geral, espécies ou biótipos de uma espécie 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 genótipos resistentes preexistentes, que, devido à pressão de seleção, exercida por repetidas aplicações de um mesmo herbicida, encontram condições para multiplicação (Betts et al., 1992).

O número de espécies resistentes a glyphosate está aumentando; atualmente, são reconhecidas oito espécies resistentes em 30



diferentes regiões (Weed Science, 2006). No Brasil, Roman et al. (2004) e Vargas et al. (2005) identificaram e caracterizaram biótipos de azevém resistentes a glyphosate em pomares e culturas anuais.

O primeiro caso de *Conyza bonariensis* resistente a glyphosate foi relatado em 2003, e atualmente foram identificados biótipos de buva resistentes ao glyphosate na África do Sul, Espanha e Brasil (Weed Science, 2006). O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta de uma população de plantas de buva, suspeita de resistência, ao glyphosate.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados, durante os anos de 2005 e 2006, três experimentos, sendo um em campo e dois em casa de vegetação. O experimento a campo foi realizado no município de Cruz Alta-RS, e os experimentos em casa de vegetação foram realizados em Passo Fundo-RS, na Embrapa Trigo. Os tratamentos herbicidas, tanto nos experimentos em casa de vegetação quanto em campo, foram aplicados com aspersor costal de precisão, com volume de calda de 150 L ha⁻¹, quando as plantas de buva atingiram o estágio de quatro folhas. O delineamento experimental usado foi o completamente casualizado, com quatro repetições. A toxicidade dos tratamentos herbicidas foi avaliada utilizando-se escala percentual, em que nota zero significou nenhum efeito de dano às plantas e nota 100 representou morte ou completa supressão delas. A toxicidade dos tratamentos herbicidas foi avaliada aos 7, 15 e 30 DAT (dias após tratamento). Para realização dos experimentos em casa de vegetação, as sementes de buva foram semeadas em recipientes com capacidade para 500 mL, contendo solo adubado de acordo com a análise química. Após a emergência das plantas, procedeu-se ao desbaste, deixando duas plantas por vaso.

No experimento em campo, realizado no município de Cruz Alta-RS, os tratamentos avaliados constaram de doses crescentes de glyphosate (0, 360, 720, 1.440, 2.880 e 5.760 g ha⁻¹), e os herbicidas paraquat (400 g ha⁻¹) e 2,4-D (1.005 g ha⁻¹) foram empregados como tratamentos testemunhas. No experimento em casa de vegetação, os tratamentos constaram de doses crescentes de

glyphosate (0, 360, 720, 1.440, 2.880 e 5.760 g ha⁻¹), mais os herbicidas testemunhas, aplicados sobre plantas do biótipo considerado resistente e de outro sensível. No segundo experimento, realizado em casa de vegetação, foram avaliados tratamentos com glyphosate (720, 1.440 e 2.880 g ha⁻¹), em mistura de tanque com os herbicidas chlorimuron-ethyl (40 g ha⁻¹), metsulfuron-methyl (4 g ha⁻¹), 2,4-D (1.005 g ha⁻¹), paraquat (400 g ha⁻¹) e diuron + paraquat (200 + 400 g ha⁻¹), mais uma testemunha sem tratamento herbicida.

As plantas que sobreviveram à maior dose de glyphosate (5.760 g ha⁻¹) aplicada no experimento em campo tiveram suas sementes colhidas e utilizadas nos experimentos em casa de vegetação, sendo aceitas como resistentes a glyphosate. Para servir como propágulos de indivíduos representantes de uma população sensível ao produto, foram colhidas sementes de plantas que vegetavam em uma área da estação experimental da Embrapa Trigo, em que não se utiliza o glyphosate.

Já as plantas que sobreviveram à maior dose do glyphosate (5.760 g ha⁻¹) no ensaio realizado em casa de vegetação foram mantidas em “bulk” para produção de sementes e para realização de cruzamentos e obtenção de plantas F₁, a fim de utilizá-las em estudos posteriores de herança genética.

Os dados obtidos nos experimentos foram submetidos à análise de variância e, quando constatada a significância, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento em campo observou-se que, aos 7 DAT, o controle proporcionado pelos tratamentos com glyphosate foi inferior a 45% (Tabela 1). Observa-se que as doses até 1.440 g ha⁻¹ produzem toxicidade semelhante e inferior a 25%, enquanto as doses de 2.880 e 5.760 g ha⁻¹ produzem toxicidade semelhante e no máximo de 45% nessa avaliação. Os tratamentos herbicidas com 2,4-D e paraquat – tratamentos com mecanismos de ação distintos daquele do glyphosate – apresentaram toxicidade de 75 e 85%, respectivamente,



indicando maior efeito sobre a buva do que as doses de glyphosate avaliadas (Tabela 1). Na avaliação realizada aos 15 DAT, observou-se novamente toxicidade semelhante para as doses de glyphosate até 1.440 g ha⁻¹. As doses de 2.880 e 5.760 g ha⁻¹ de glyphosate proporcionaram toxicidade semelhante e máxima de 55%. Os herbicidas 2,4-D e paraquat proporcionaram toxicidade de 85 e 95%, respectivamente. Na última avaliação, realizada aos 30 DAT, observou-se que as doses de 360 e 720 g ha⁻¹ de glyphosate apresentaram toxicidade semelhante e no máximo de 35%. As doses de 1.440 e 2.880 g ha⁻¹ de glyphosate produziram toxicidade de 65 e 75%, respectivamente. A maior toxicidade (85%), entre os tratamentos com glyphosate, foi observada na dose de 5.760 g ha⁻¹, a qual foi semelhante àquela provocada pelos tratamentos com 2,4-D e paraquat (Tabela 1).

Dessa forma, 35% das plantas da população não são controladas com doses de até 1.440 g ha⁻¹ de glyphosate, 25% não respondem à dose de 2.880 g ha⁻¹ e 15% não são controladas com a dose de 5.760 g ha⁻¹ de glyphosate. Esses resultados indicam que a resposta da buva a glyphosate foi alterada, de forma que este herbicida passou a apresentar reduzida atividade sobre esta população (Tabela 1). Koger et al. (2004) identificaram biótipos de buva (*Conyza canadensis*) que sobrevivem a doses oito a doze vezes maiores do que aquelas em que os biótipos sensíveis sobrevivem. Além disso, esses autores observaram biótipos que necessitam de doses acima de 6,7 kg ha⁻¹ de

glyphosate para serem controlados. Dinelli et al. (2006) identificaram biótipos de buva (*Conyza canadensis*) que resistem a doses três vezes maior do que aquela necessária para controlar o biótipo sensível. Perez & Kogan (2002) identificaram biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) resistentes a glyphosate no Chile, e Roman et al. (2004) e Vargas et al. (2005) identificaram biótipos de azevém resistentes a glyphosate no Brasil. Em todos os casos, o uso repetido de glyphosate é aceito como a principal causa da seleção de biótipos resistentes.

No primeiro experimento realizado em casa de vegetação, os tratamentos avaliados foram os mesmos empregados no experimento de campo, porém estes foram aplicados sobre um biótipo de buva sensível e um resistente. Neste experimento observou-se que a menor dose avaliada do glyphosate (360 g ha⁻¹) foi suficiente para controlar o biótipo sensível já aos 15 DAT (Tabela 2). Já o biótipo resistente apresentou toxicidade máxima de 45% aos 15 DAT e de 50% aos 30 DAT, evidenciando novamente a baixa atividade da molécula de glyphosate sobre este biótipo. Os demais herbicidas avaliados, com mecanismos de ação distintos daquele do glyphosate, apresentaram controle acima de 90% tanto para o biótipo sensível quanto para o biótipo resistente nas avaliações realizadas aos 15 e 30 DAT (Tabela 2).

No segundo experimento realizado em casa de vegetação, os resultados evidenciaram

Tabela 1 - Avaliação de toxicidade, em porcentagem, provocada por doses crescentes de glyphosate e por doses de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, aplicadas sobre um biótipo de buva (*Conyza bonariensis*) resistente, em condições de campo. Embrapa Trigo, 2006

Tratamento	Dose (g ha ⁻¹)	Toxicidade (%)		
		7 DAT	15 DAT	30 DAT
Testemunha	-	0 d	0 d	0 e
Glyphosate	360	18 c	25 c	30 d
Glyphosate	720	15 c	35 c	35 d
Glyphosate	1.440	25 c	30 c	65 c
Glyphosate	2.880	40 b	50 b	75 b
Glyphosate	5.760	45 b	55 b	85 a
2,4-D	1.005	75 a	85 a	90 a
Paraquat	400	85 a	95 a	85 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

que a dose de 360 g ha⁻¹ de glyphosate é suficiente para controlar totalmente o biótipo de buva sensível (Tabela 3). Já o biótipo resistente apresentou, novamente, reduzida toxicidade – abaixo de 40% aos 7 DAT, abaixo de 45% aos 15 DAT e abaixo de 50% aos 30 DAT – em resposta aos tratamentos com glyphosate (Tabela 3). Os herbicidas 2,4-D, paraquat, chlorimuron-ethyl, metsulfuron-methyl e diuron + paraquat controlaram com eficiência os biótipos sensível e resistente (Tabela 3), apresentando-se como possíveis produtos alternativos para uso em áreas infestadas com o biótipo resistente.

Os resultados obtidos nos experimentos em condições de campo e em casa de vegetação, de forma geral, evidenciam que o biótipo sensível é facilmente controlado com o glyphosate e os demais herbicidas avaliados. Além disso, demonstram que o biótipo resistente apresenta-se, igualmente ao biótipo sensível, altamente suscetível aos herbicidas com mecanismos de ação distintos daquele do glyphosate. Entretanto, o biótipo resistente apresenta baixa resposta ao glyphosate, mesmo se este for empregado em doses elevadas,

Tabela 2 - Avaliação de toxicidade, em porcentagem, provocada por doses crescentes de glyphosate e por doses de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, aplicadas sobre um biótipo de buva (*Conyza bonariensis*) resistente e um sensível em casa de vegetação, experimento 1. Embrapa Trigo, 2006

Tratamento	Dose (g ha ⁻¹)	Toxicidade (%)					
		Sensível			Resistente		
		7 DAT	15 DAT	30 DAT	7 DAT	15 DAT	30 DAT
Testemunha	-	0 b	0 b	0 b	0 f	0 e	0 e
Glyphosate	360	95 a	100 a	100 a	15 e	15 d	15 d
Glyphosate	720	95 a	100 a	100 a	20 de	30 c	30 c
Glyphosate	1.440	98 a	100 a	100 a	25 d	35 c	40 bc
Glyphosate	2.880	98 a	100 a	100 a	35 c	45 b	45 b
Glyphosate	5.760	98 a	100 a	100 a	40 c	40 b	50 b
2,4-D	1.005	85 a	100 a	100 a	90 b	95 a	95 a
Paraquat	400	100 a	100 a	100 a	95 a	100 a	100 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Tabela 3 - Avaliação de toxicidade, em porcentagem, provocada por doses crescentes de glyphosate e por doses de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, aplicadas sobre um biótipo de buva (*Conyza bonariensis*) resistente e um sensível em casa de vegetação, experimento 2. Embrapa Trigo, 2006

Tratamento	Dose (g ha ⁻¹)	Toxicidade (%)					
		Sensível			Resistente		
		7 DAT	15 DAT	30 DAT	7 DAT	15 DAT	30 DAT
Testemunha	-	0 c	0 b	0 b	0 f	0 d	0 e
Glyphosate	360	90 a	100 a	100 a	15 e	15 cd	15 d
Glyphosate	720	95 a	100 a	100 a	25 d	30 bc	30 c
Glyphosate	1.440	98 a	100 a	100 a	30 cd	35 b	40 bc
Glyphosate	2.880	95 a	100 a	100 a	35 cd	35 b	50 b
Glyphosate	5.760	98 a	100 a	100 a	40 c	45 b	50 b
2,4-D	1.005	85 b	100 a	100 a	95 a	90 a	95 a
Paraquat	400	100 a	100 a	100 a	95 a	100 a	100 a
Chlorimuron-ethyl	40	80 b	100 a	100 a	70 b	85 a	100 a
Metsulfuron-methyl	4	85 b	100 a	100 a	80 b	90 a	100 a
Diuron + paraquat	200 + 400	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.



evidenciando que a buva (*Conyza bonariensis*) adquiriu resistência e este produto.

Os resultados permitem concluir que: a buva (*Conyza bonariensis*) adquiriu resistência a glyphosate; aproximadamente 50% das plantas da população avaliada resistem a doses de até 5.760 g ha⁻¹ de glyphosate; a dose de 360 g ha⁻¹ de glyphosate é suficiente para controlar o biótipo sensível em estádios iniciais de desenvolvimento vegetativo; os herbicidas 2,4-D, paraquat, chlorimuron-ethyl, metsulfuron-methyl e diuron + paraquat controlam com eficiência os biótipos sensível e resistente; e a sensibilidade do biótipo resistente a herbicidas com mecanismos de ação distintos daquele do glyphosate descarta a possibilidade de resistência múltipla aos produtos avaliados.

LITERATURA CITADA

- BETTS, K. J. et al. Mechanism of inheritance of diclofop resistance in italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). **Weed Sci.**, v. 40, n. 2, p. 184-189, 1992.
- BURNSIDE, O. C. Rationale for developing herbicide-resistant crops. **Weed Technol.**, v. 6, n. 3, p. 621-625, 1992.
- DINELLI, G. et al. Physiological and molecular insight on the mechanism of resistance to glyphosate in *Conyza canadensis* (L.) Cronq. Biotypes. **Pestic. Biochem. Physiol.**, v. 86, n. 1, p. 30-41, 2006.
- HOLT, J. S.; LEBARON, H. M. Significance and distribution of herbicide resistance. **Weed Technol.**, v. 4, n. 1, p. 141-149, 1990.
- KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: Basf Brasileira, 1992. tomo II. 798 p.
- KOGER, C. H. et al. Glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis*) in Mississippi. **Weed Technol.**, v. 18, n. 4, p. 820-825, 2004.
- PEREZ, A.; KOGAN, M. Glyphosate-resistant *Lolium multiflorum* in Chilean orchards. **Weed Res.**, v. 43, p. 12-19, 2002.
- POWLES, S. B.; HOLTUM, J. A. M. **Herbicide resistance in plants: Biology and biochemistry**. Boca Raton: 1994.
- ROMAN, E. S. et al. Resistência de azevém (*Lolium multiflorum*) ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 301-306, 2004.
- VARGAS, L. et al. Alteração das características biológicas dos biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) ocasionada pela resistência ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 153-160, 2005.
- WEED SCIENCE. **Glycines (g/9) resistant weeds by species and country**. Acesso em: <http://www.weedscience.org/Summary/UspeciesMOA.asp?lstMOAID=12&FmHRACGroup=Go>. Consultado em 17/10/2006.

