

HERBICIDAS ALTERNATIVOS PARA CONTROLE DE BIÓTIPOS DE *Conyza bonariensis* E *C. canadensis* RESISTENTES AO GLYPHOSATE¹

Alternative Herbicides to Control Glyphosate-Resistant Biotypes of Conyza bonariensis and C. canadensis

MOREIRA, M.S.², MELO, M.S.C.³, CARVALHO, S.J.P.⁴, NICOLAI, M.⁴ e CRHISTOFFOLETI, P.J.⁵

RESUMO - Após sucessivos anos, aplicações do herbicida glyphosate em pomares de citros no Estado de São Paulo selecionaram biótipos resistentes de *Conyza bonariensis* e *C. canadensis*. Na ocorrência de plantas daninhas resistentes em uma área agrícola, tornam-se necessárias mudanças nas práticas de manejo para obtenção de adequado controle das populações resistentes, bem como para a redução da pressão de seleção sobre outras espécies. Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de identificar herbicidas alternativos para controle de biótipos de *Conyza* spp. resistentes ao herbicida glyphosate, com aplicações em diferentes estádios fenológicos da planta daninha. Três experimentos foram conduzidos em campo, em pomares de citros em formação, sobre plantas de buva em estágio fenológico de dez folhas e no pré-florescimento. Para plantas no estágio de dez folhas, controle satisfatório foi obtido com aplicações de glyphosate + bromacil + diuron (1.440 + 1.200 + 1.200 g ha⁻¹), glyphosate + atrazina (1.440 + 1.500 g ha⁻¹) e glyphosate + diuron (1.440 + 1.500 g ha⁻¹). Quando em estágio de pré-florescimento de *Conyza* spp., a aplicação do herbicida amônio-glufosinato, na dose de 400 g ha⁻¹, isolado ou associado a MSMA, bromacil+diuron, metsulfuron, carfentrazone e paraquat, foi a alternativa viável para controle dos biótipos resistentes ao glyphosate.

Palavras-chave: buva, resistência, EPSPS, diuron, atrazina, amônio-glufosinato.

ABSTRACT - After successive years, glyphosate applications on São Paulo–Brazil citrus orchards selected resistant biotypes of *Conyza bonariensis* and *C. canadensis*. The occurrence of herbicide-resistant weed biotypes at some agricultural area makes it necessary to change the management practices to reach effective control of the selected resistant populations, as well as to reduce selection pressure on the other species. Thus, this work aimed to identify the alternative herbicides to control glyphosate-resistant biotypes of *Conyza* spp., with applications at different weed phenological stages. Three trials were developed under field conditions: in citrus orchards under formation, in plants with phenological stages of ten leaves and at pre-flowering. For plants at the ten leaf stage, satisfactory control was reached with applications of glyphosate + bromacil + diuron (1,440 + 1,200 + 1,200 g ha⁻¹), glyphosate + atrazine (1,440 + 1,500 g ha⁻¹) and glyphosate + diuron (1,440 + 1,500 g ha⁻¹). For *Conyza* spp. plants at the pre-flowering stage, ammonium-glufosinate application, at the rate of 400 g ha⁻¹, isolated or associated to MSMA, bromacil+diuron, metsulfuron, carfentrazone and paraquat, was a viable alternative to control glyphosate-resistant biotypes.

Keywords: horseweed, resistance, EPSPs, diuron, atrazine, ammonium-glufosinate.

¹ Recebido para publicação em 27.3.2009 e na forma revisada em 12.3.2010.

² Eng^a-Agr^a, M.Sc., Pesquisador, Syngenta do Brasil, <murilosm@esalq.usp.br>; ³ Graduando em Engenharia Agrônoma, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, <melomsc@yahoo.com.br>; ⁴ Doutorandos em Fitotecnia, ESALQ/USP, <sjpcarvalho@yahoo.com.br>, <marcelon@esalq.usp.br>; ⁵ Professor Associado do Dep. de Produção Vegetal, ESALQ/USP, <pjchrist@esalq.usp.br>, Av. Pádua Dias, 11, Caixa Postal 09, 13418-900 Piracicaba-SP.



INTRODUÇÃO

Atualmente, uma das principais discussões acerca do manejo de plantas daninhas nas culturas agrícolas brasileiras ou mundiais é a seleção de biótipos resistentes a herbicidas. A extensão das áreas agrícolas detectadas com a presença de biótipos de plantas daninhas resistentes pode ser considerada de pequena escala quando comparada com a área agrícola total, mas tem aumentado em taxa elevada (López-Ovejero et al., 2006a). A resistência de plantas daninhas a herbicidas é definida como a capacidade inerente 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, 2008). Trata-se de um fenômeno natural que ocorre espontaneamente nas populações, não sendo, portanto, o herbicida o agente causador, e sim selecionador dos indivíduos resistentes que se encontram em baixa frequência inicial (Christoffoleti et al., 1994; López-Ovejero et al., 2006b).

Com relação ao glyphosate, o aumento na adoção de sistemas de produção conservacionistas (plantio direto) e a maior flexibilidade para aplicação do produto em culturas geneticamente modificadas (transgênicas) resultaram em maior risco de seleção de biótipos resistentes de plantas daninhas, em consequência da maior pressão de seleção imposta (Neve et al., 2003; Christoffoleti et al., 2008). Vale ressaltar que a utilização intensiva de glyphosate, além de aumentar o risco de seleção de plantas resistentes, também provoca a mudança da flora infestante, devido à seleção de espécies com maior tolerância ao produto, como trapoeraba (*Commelina* spp.), erva-quente (*Borreria* spp.) e corda-de-viola (*Ipomoea* spp.) (Monquero & Christoffoleti, 2003; Culpepper, 2006; Carvalho et al., 2008). O glyphosate age inibindo a 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSP), que é a responsável pela reação de conversão do shiquimato-3-fosfato e fosfoenolpiruvato em EPSP e fosfato inorgânico, na rota do ácido shiquímico (Geiger & Fuchs, 2002). A inibição da EPSP resulta no acúmulo de ácido shiquímico nas plantas e na redução da biossíntese de aminoácidos aromáticos, como triptofano, tirosina e fenilalanina.

No Brasil, já existem relatos comprovados de resistência de biótipos de três espécies de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. Os primeiros casos ocorreram em 2003, com azevém (*Lolium multiflorum*), em áreas do Rio Grande do Sul, sendo encontrados biótipos resistentes em pomares de maçã e em lavouros de soja (Roman et al., 2004; Vargas et al., 2004). Posteriormente, em 2006, Moreira et al. (2007) constataram a ocorrência de biótipos resistentes de buva (*Conyza bonariensis* e *C. canadensis*) em pomares de citros do Estado de São Paulo. Ainda estudando espécies de buva, Vargas et al. (2007) e Lamego & Vidal (2008) identificaram biótipos das duas espécies resistentes ao glyphosate em áreas agrícolas do Rio Grande do Sul.

Quando uma população de plantas daninhas é selecionada em determinada área, em que a densidade do biótipo resistente é suficiente para limitar a produção das culturas agrícolas, há necessidade de mudanças nas práticas de manejo utilizadas. Assim, o estudo de alternativas de controle é fundamental para o adequado manejo dos biótipos resistentes (López-Ovejero et al., 2004, 2006a). Para Boerboom (1999), o aspecto mais importante na prevenção e manejo da resistência é a recomendação de práticas e sistemas de produção em que a pressão de seleção de biótipos resistentes a determinado herbicida seja reduzida.

Segundo Peterson (1999), a mudança mais comum, adotada pelos agricultores em áreas onde foram detectados biótipos de plantas daninhas resistentes, é a adição de herbicidas alternativos, aplicados de forma isolada ou misturados em tanque com aqueles herbicidas para os quais foi detectada a resistência. Adicionalmente, Powles & Holtum (1994) comentam que a alternativa de mistura de herbicidas no tanque de pulverização, bem como o uso de misturas formuladas ou aplicações sequenciais de herbicidas para manejo e prevenção da resistência, está baseada no fato de que os ingredientes ativos controlam eficientemente os dois biótipos da mesma espécie, ou seja, o biótipo resistente a um dos herbicidas é controlado pelo outro ingrediente ativo da mistura.

Peterson (1999) ressalta, também, que a mudança do herbicida só se torna viável se

existirem herbicidas alternativos que promovam controle das plantas daninhas em níveis similares e a custos compatíveis com os do sistema de produção. Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de identificar herbicidas alternativos para controle de biótipos de *Conyza* spp. resistentes ao herbicida glyphosate, com aplicações em diferentes estádios fenológicos da planta daninha.

MATERIAL E MÉTODOS

Três experimentos foram desenvolvidos no município de Matão-SP (21° 36' 12" latitude sul, 48° 21' 57" longitude oeste e 585 m de altitude), em áreas com solo de textura arenosa mantidas com a cultura do citros em formação, pertencentes à Fazenda Cambuhy, entre os meses de março e julho de 2007. Nas áreas escolhidas para instalação dos experimentos foram encontrados biótipos de *Conyza bonariensis* e *C. canadensis* reconhecidamente resistentes ao herbicida glyphosate (Moreira et al., 2007).

Antes da aplicação dos tratamentos, para evitar que parcelas fossem beneficiadas ou prejudicadas pela maior ou menor proporção de plantas suscetíveis nas áreas, foi feita aplicação de glyphosate na dose de 1.440 g ha⁻¹ em área total, fazendo com que apenas as plantas resistentes sobreviventes fossem então submetidas aos tratamentos alternativos. Em todos os experimentos, a densidade de buvas foi da ordem de 50 plantas m⁻², e ambas as espécies foram identificadas em proporção aproximada de 50% cada uma.

Em todos os experimentos, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Cada unidade experimental foi representada pelo intervalo entre três plantas de citros na fileira, com espaçamento de 6 m, aplicando-se os tratamentos em 1 m de cada entrelinha, o que resultou em área total de 24 m². Os tratamentos foram aplicados com pulverizador costal pressurizado por CO₂, regulado para volume de calda proporcional a 200 L ha⁻¹, equipado com barra de quatro pontas, modelo Teejet XR 110.02, espaçadas de 0,50 m. A aplicação de todos os experimentos foi realizada no período da tarde, por volta das 16 h, em condições ambientais consideradas adequadas para pulverização. Os dados meteorológicos registrados para o local e

período de desenvolvimento dos experimentos estão apresentados na Tabela 1.

Na Tabela 2 são apresentados os tratamentos aplicados em 15/3/2007 sobre plantas com estágio fenológico de até dez folhas, tendo o glyphosate como herbicida-padrão, em associação com os principais herbicidas recomendados para controle de plantas de buva em estádios iniciais de crescimento. Na Tabela 3 encontram-se os tratamentos aplicados em 5/4/2007, sobre plantas de buva em estágio fenológico de pré-florescimento. Nesse caso, foram utilizadas diferentes combinações de herbicidas com glyphosate e paraquat, considerados como herbicidas-padrão de controle. De forma análoga, na Tabela 4 estão descritos os tratamentos também aplicados em 5/4/2007 sobre plantas de buva em estágio de pré-florescimento, porém, neste caso, o herbicida amônio-glufosinato foi utilizado como herbicida padrão de controle.

Nos três experimentos, o controle percentual foi avaliado aos 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos. Para isso, foi utilizada escala visual percentual variando entre 0 e 100%, em que zero correspondeu à ausência total de sintomas e 100 ao controle total de buvas na área (ALAM, 1974). Os dados foram submetidos à aplicação do teste F na análise da variância, seguido do teste de Tukey, ambos a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 5 encontram-se os controles percentuais obtidos com a aplicação de herbicidas em plantas no estágio fenológico de até dez folhas. O tratamento com o glyphosate

Tabela 1 - Temperatura mínima^{1/}, máxima e média do ar (°C), evapotranspiração (ETP) e precipitações (mm) mensais registradas para local e período de condução dos experimentos em campo. Matão-SP, 2007

Mês (2007)	Temperatura do Ar (°C)			ETP	Precipitação (mm)
	Mínima	Máxima	Média		
Março	21,8	31,3	26,5	145,0	156,5
Abril	18,9	28,7	23,8	93,0	30,2
Mai	15,1	25,7	20,4	66,0	124,8
Junho	14,4	27,2	20,8	59,0	5,0
Julho	14,8	25,6	20,2	62,0	122,0

^{1/} Dados obtidos em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>>.



Tabela 2 - Tratamentos aplicados em plantas de buva (*Conyza* spp.) no estágio fenológico de até dez folhas, tendo o glyphosate como herbicida-padrão. Matão-SP, 2007

Herbicida		Dose	
Nome comum	Nome comercial	(¹ / g i.a. ha ⁻¹)	(² / g ou mL p.c. ha ⁻¹)
Testemunha	-	-	-
Glyphosate	Roundup Original	1.440	4.000
Glyphosate + atrazina*	Roundup Original + Gesaprim	1.440 + 1.500	4.000 + 3.000
Glyphosate + diuron*	Roundup Original + Karmex	1.440 + 2.400	4.000 + 3.000
Glyphosate + metsulfuron*	Roundup Original + Ally	1.440 + 2,0	4.000 + 3,6
Glyphosate + MSMA*	Roundup Original+ Dessecan	1.440 + 2.400	4.000 + 3.000
Glyphosate + sulfentrazone*	Roundup Original + Boral	1.440 + 600	4.000 + 1.200
Glyphosate + carfentrazone*	Roundup Original + Aurora	1.440 + 30	4.000 + 75
Glyphosate + flumioxazin*	Gramoxone + Flumizin	600 + 25	4.000 + 50
Diuron + paraquat*	Garamocil	600 + 300	3.000
Glyphosate + bromacil + diuron*	Roundup Original + Krovar	1.440 + 1.200 + 1.200	4.000 + 3.000
Amônio-glufosinato*	Finale	400	2.000

¹/ Ingrediente ativo; ²/ produto comercial; * adição de adjuvante a 0,25% v/v.

Tabela 3 - Tratamentos aplicados em plantas de buva (*Conyza* spp.) no estágio fenológico de pré-florescimento, tendo o glyphosate e o paraquat como herbicidas-padrão. Matão-SP, 2007

Herbicida		Dose	
Nome comum	Nome comercial	(¹ / g i.a. ha ⁻¹)	(² / g ou mL p.c. ha ⁻¹)
Testemunha	-	-	-
Glyphosate	Roundup Original	1.440	4.000
Glyphosate + metribuzin*	Roundup Original + Sencor	1.440 + 960	4.000 + 2.000
Glyphosate + metsulfuron*	Roundup Original + Ally	1.440 + 2	4.000 + 3,6
Glyphosate + MSMA	Roundup Original + Dessecan	1.440 + 2.400	4.000 + 3.000
Glyphosate + carfentrazone*	Roundup Original + Aurora	1.440 + 30	4.000 + 100
Glyphosate + flumioxazin*	Roundup Original + Flumizin	600 + 25	4.000 + 50
Amônio-glufosinato*	Finale	400	2.000
Paraquat + MSMA*	Gramoxone + MSMA	600 + 2.400	3.000 + 3.000
Paraquat + carfentrazone*	Gramoxone + Aurora	600 + 30	3.000 + 100
Paraquat + flumioxazin*	Gramoxone + Flumizin	600 + 25	3.000 + 50
Paraquat + diuron*	Gramocil	600 + 300	3.000

¹/ Ingrediente ativo; ²/ produto comercial; * adição de adjuvante a 0,25% v/v.

isolado na dose de 1.440 g ha⁻¹ não controlou satisfatoriamente a população da planta daninha em nenhuma das três avaliações realizadas, atingindo no máximo 28,3% de controle, aos 28 DAA. Esse tratamento demonstra que a população de buva existente na área do experimento era dominada pelo biótipo resistente, visto que em populações suscetíveis de buva os índices de controle do glyphosate nessa dose são superiores a 80%.

Esses resultados estão em concordância com os de Moreira et al. (2007), que, nessas áreas de produção de citros, identificaram biótipos das duas espécies de buva resistentes ao herbicida glyphosate.

A associação de glyphosate com metsulfuron não resultou em controle eficaz da população de buva, assim como as associações com MSMA, carfentrazone, sulfentrazone e

flumioxazin. Todos esses tratamentos não diferiram do glyphosate aplicado isoladamente (Tabela 5). Foi estimado pequeno controle de plantas daninhas devido à aplicação de sulfentrazone em pós-emergência, porém sua inclusão objetivou a promoção de eficácia residual; contudo, também neste caso os resultados não foram satisfatórios aos 28 DAA. Os tratamentos eficazes foram os que contiveram associação de glyphosate com atrazina, diuron ou bromacil + diuron, atingindo índices

de controle superiores a 80%. No caso dos dois últimos, controles superiores a 80% foram mantidos até a avaliação de 28 DAA. Aplicações de paraquat + diuron e amônio-glufosinato isolados resultaram em controles intermediários nas primeiras avaliações, porém superiores aos do glyphosate isolado, igualando-se a este tratamento na última avaliação, devido à ocorrência significativa de brotações laterais das plantas de buva (Tabela 5).

Tabela 4 - Tratamentos aplicados em plantas de buva (*Conyza* spp.) no estágio fenológico de pré-florescimento, tendo o amônio-glufosinato como herbicida-padrão. Matão-SP, 2007

Herbicida		Dose	
Nome comum	Nome comercial	(¹ g i.a. ha ⁻¹)	(² g ou mL p.c. ha ⁻¹)
Testemunha	-	-	-
Amônio-glufosinato	Finale	400	2.000
Amônio glufosinato + glyphosate	Finale + Roundup Original	400 + 1.440	2.000 + 4.000
Amônio-glufosinato + MSMA	Finale + Dessecan	400 + 2.400	2.000 + 3.000
Amônio-glufosinato + diuron + bromacil	Finale + Krovar	400 + 1.200 + 1.200	2.000 + 3.000
Amônio-glufosinato + flumioxazin	Finale + Flumizim	400 + 50	2.000 + 100
Amônio-glufosinato + metsulfuron	Finale + Ally	400 + 2,7	2.000 + 5
Amônio-glufosinato + carfentrazone	Finale + Aurora	400 + 30	2.000 + 100
Amônio-glufosinato + paraquat	Finale + Gramoxone	400 + 400	2.000 + 2.000

¹ Ingrediente ativo; ² produto comercial.

Tabela 5 - Controle da população de buva (*Conyza* spp.) aos 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA), com aplicação dos tratamentos no estágio fenológico de dez folhas, mantendo-se o herbicida glyphosate como constante nas associações. Matão-SP, 2007

Tratamento	Dose (g i. a. ha ⁻¹)	Avaliação*		
		14 DAA	21 DAA	28 DAA
Testemunha	-	0,0 e	0,0 e	0,0 e
Glyphosate	1.440	23,3 de	21,6 e	28,3 de
Glyphosate + atrazina	1.440 + 1.500	89,7 a	81,6 a	76,6 abc
Glyphosate + diuron	1.440 + 2.400	83,3 ab	88,3 a	81,6 ab
Glyphosate + metsulfuron	1.440 + 2	31,6 d	31,6 bcd	30,0 de
Glyphosate + MSMA	1.440 + 2.400	36,6 cd	38,3 bcd	40,0 cd
Glyphosate + sulfentrazone	1.440 + 600	38,3 cd	41,6 cde	35,0 de
Glyphosate + carfentrazone	1.440 + 30	30,0 d	28,3 cde	31,6 de
Glyphosate + flumioxazin	600 + 25	26,6 d	23,3 de	25,0 de
Diuron + paraquat	600 + 300	60,0 bc	60,0 ab	48,3 bcd
Glyphosate + bromacil + diuron	1.440 + 1.200 + 1.200	83,3 ab	86,6 a	88,3 a
Amônio-glufosinato	400	60,0 bc	58,3 abc	48,3 bcd
CV		21,0	25,2	31,8
F(trat)		24,5*	17,6*	10,7*

* Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Avaliando a aplicação de herbicidas alternativos em plantas de buva resistentes ao glyphosate, em estágio fenológico de quatro folhas, Vargas et al. (2007) obtiveram resultados favoráveis para 2,4-D, paraquat, chlorimuron-ethyl, metsulfuron-methyl e diuron + paraquat, da ordem de 100% aos 30 DAA. A divergência entre os resultados experimentais sugere que o desenvolvimento fenológico das plantas compromete significativamente o controle, de forma que medidas de manejo podem alcançar melhores resultados se aplicadas em plantas mais jovens. Christoffoleti et al. (2005) e Ribeiro (2008), avaliando a eficácia do herbicida glyphosate em biótipos resistente e suscetível de azevém, também observaram interferência do estágio fenológico na eficácia do produto, com menor controle para as plantas mais desenvolvidas.

Para o primeiro experimento desenvolvido com plantas em estágio de pré-florescimento, os tratamentos fundamentados no herbicida paraquat (paraquat + MSMA, paraquat + carfentrazone, paraquat + flumioxazin e diuron + paraquat) e no amônio-glufosinato foram aqueles que apresentaram controles mais eficazes, porém inferiores a 80%, que é a porcentagem mínima para ser considerado adequado em campo (Frans et al., 1986). A exceção

foi o tratamento com amônio-glufosinato, que nas duas primeiras avaliações proporcionou controle superior a 80% (Tabela 6).

Nos experimentos realizados por Eubank et al. (2008), o paraquat aplicado sozinho controlou apenas 55-63% da buva resistente ao glyphosate, em dois anos consecutivos, quando avaliado aos 28 DAA. Esses autores também verificaram que a aplicação de paraquat em mistura com metribuzin aumentou o controle das buvas para 94%. Resultados similares foram encontrados para o amônio-glufosinato, que, aplicado sozinho, na dose de 470 g ha⁻¹, controlou de 81 a 97% em dois anos consecutivos, também avaliado aos 28 DAA.

Novamente, a aplicação de herbicidas em plantas com estágio mais avançado de desenvolvimento (pré-florescimento) resultou em menor controle quando foram utilizados tratamentos tendo como herbicidas-padrão de dessecação o glyphosate e o paraquat. Nesse sentido, o terceiro experimento foi desenvolvido com base em aplicações de amônio-glufosinato como herbicida-padrão de dessecação. Observando os resultados da Tabela 7, pode-se concluir que o amônio-glufosinato apresentou controle eficaz em quase todos os tratamentos, inclusive quando associado com glyphosate, demonstrando assim ser

Tabela 6 - Controle da população de buva (*Coryza* spp.) aos 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA), com aplicação dos tratamentos no estágio fenológico de pré-florescimento. Matão-SP, 2007

Tratamento	Dose (g i. a. ha ⁻¹)	Avaliação*		
		14 DAA	21 DAA	28 DAA
Testemunha	-	0,0 b	0,0 c	0,0 c
Glyphosate	1.440	5,0 b	3,3 bc	3,3 c
Glyphosate + metribuzin	1.440 + 960	23,3 b	25,0 bc	16,3 bc
Glyphosate + metsulfuron	1.440 + 2,0	13,3 b	20,2 bc	25,0 bc
Glyphosate + MSMA	1.440 + 2.440	28,3 b	28,3 bc	21,6 bc
Glyphosate + carfentrazone	1.440 + 30	10,0 b	11,6 bc	10,0 bc
Glyphosate + flumioxazin	1.440 + 25	15,0 b	13,3 bc	41,6 ab
Amônio-glufosinato	400	86,6 a	81,6 a	76,6 a
Paraquat + MSMA	600 + 2.400	76,6 a	65,0 a	70,0 a
Paraquat + carfentrazone	600 + 30	66,6 a	70,7 a	65,0 a
Paraquat + flumioxazin	600 + 25	70,6 a	77,6 a	73,3 a
Diuron + paraquat	600 + 300	63,3 a	75,0 a	66,6 a
CV		27,9	25,4	35,3
F(trat)		26,7*	30,5*	13,6*

* Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 7 - Controle da população de buva (*Conyza* spp.) aos 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA), com aplicação dos tratamentos no estágio fenológico de pré-florescimento, mantendo-se o herbicida amônio-glufosinato constante nas associações. Matão-SP, 2007

Tratamento	Dose (ou g i. a. ha ⁻¹)	Avaliação*		
		14 DAA	21 DAA	28 DAA
Testemunha	-	0,0 c	0,0 c	0,0 c
Amônio-glufosinato	400	90,7 ab	86,7 ab	86,6 ab
Amônio-glufosinato + glyphosate	400 + 1.440	81,7 ab	76,7 ab	78,6 ab
Amônio-glufosinato + MSMA	400 + 2.400	93,0 a	93,3 a	94,0 a
Amônio-glufosinato + bromacil + diuron	400 + 1.200 + 1.200	94,0 a	93,3 a	93,3 a
Amônio-glufosinato + flumioxazin	400 + 50	76,7 b	71,7 b	73,3 b
Amônio-glufosinato + metsulfuron	400 + 2,7	86,7 ab	89,0 ab	90,6 a
Amônio-glufosinato + carfentrazone	400 + 30	86,7 ab	80,0 ab	81,6 ab
Amônio-glufosinato + paraquat	400 + 400	89,7 ab	85,0 ab	87,3 ab
CV		7,1	10,2	8,3
F(trat)		86,2*	43,1*	64,2*

* Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

alternativa viável de controle para buvas resistentes em estádios fenológicos de desenvolvimento avançado.

Em comparação com o glyphosate, o herbicida amônio-glufosinato também age em uma das rotas bioquímicas de assimilação do nitrogênio, porém seu ponto de atuação é a glutamina-sintetase, responsável pela conversão de glutamato em glutamina. A interrupção desse processo gera acúmulo de NH₄⁺, que é tóxico às plantas (Damin et al., 2008). O principal problema relacionado com a aplicação do amônio-glufosinato em estádios avançados de desenvolvimento das plantas de buva está relacionado com a ação do herbicida, do tipo não seletiva e de contato. Assim, o controle pode ser prejudicado em áreas onde a densidade de plantas é elevada, o que também já foi verificado por Steckel et al. (1997) e Thrap & Kells (2002). Talbert et al. (2004) verificaram que o controle de buva com o amônio-glufosinato foi inconsistente e que existem poucos dados na literatura.

Outro assunto de grande relevância quando se aborda a resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate é o mecanismo de resistência, que, potencialmente, também pode interferir na eficácia de outros produtos. Nos últimos anos, diversas pesquisas foram desenvolvidas com esse objetivo, mas o mecanismo ainda não está completamente

esclarecido. Dois mecanismos de resistência já foram parcialmente definidos, sendo eles: a reduzida translocação do glyphosate para as zonas meristemáticas da planta e a alteração no sítio de ação do herbicida (Powles & Preston, 2006). Trabalhos desenvolvidos com populações resistentes de *C. bonariensis* e *C. canadensis* mostraram que essas plantas possuem menor taxa de translocação do glyphosate das zonas tratadas para outras partes da planta, o que não acontece com as plantas suscetíveis (Feng et al., 2004; Koger & Reddy, 2005; Ferreira et al., 2008). Entretanto, ainda não se sabe quais as características bioquímicas e moleculares que levam a essa translocação diferencial do herbicida

Ainda, é importante ressaltar que, mesmo sabendo da importância da rotação de culturas no manejo integrado de plantas daninhas, nos experimentos realizados por Davis et al. (2007), a densidade de sementes no banco de sementes de buva não foi afetada em nenhuma das rotações propostas. Neste trabalho, foi mencionada a importância da aplicação de herbicidas pré-emergentes juntamente com os herbicidas não seletivos, que influenciou significativamente a redução do número de plantas na área. Portanto, outros trabalhos devem ser desenvolvidos com o objetivo de explorar alternativas para manejo de biótipos resistentes de buva, no intuito de reduzir a pressão de seleção, reduzir a infestação do banco de sementes,



e levar a eficácia dos tratamentos herbicidas e, caso necessário, reavaliar a consistência dos resultados obtidos com amônio-glufosinato.

A partir dos dados obtidos, nas condições em que foram realizados os experimentos, trabalhando com populações de buva (*C. canadensis* e *C. bonariensis*) com predominância do biótipo resistente ao herbicida glyphosate em pomares de citros, foi possível concluir que, para plantas em estádios iniciais de crescimento (até dez folhas), adequado controle foi obtido com: glyphosate + bromacil + diuron (1.440 + 1.200 + 1.200 g ha⁻¹), glyphosate + atrazina (1.440 + 1.500 g ha⁻¹) e glyphosate + diuron (1.440 + 1.500 g ha⁻¹). Quando em estágio de pré-florescimento, a aplicação do herbicida amônio-glufosinato, na dose de 400 g ha⁻¹, isolado ou associado a MSMA, bromacil+diuron, metsulfuron, carfentrazone e paraquat, foi alternativa viável no controle de buva resistente ao glyphosate.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor; e à Fazenda Cambuhy, pelo apoio na condução dos experimentos no campo.

LITERATURA CITADA

ASOCIACION LATINOAMERICANA DE MALEZAS – ALAM. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, v. 1, p. 35-38, 1974.

BOERBOOM, C. M. Nonchemical options for delaying weed resistance to herbicides in Midwest cropping systems. **Weed Technol.**, v. 13, n. 3, p. 636-642, 1999.

CARVALHO, S. J. P. et al. Glifosato aplicado com diferentes concentrações de uréia ou sulfato de amônio para dessecação de plantas daninhas. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 43, n. 11, p. 1501-1508, 2008.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; VICTORIA FILHO, R.; SILVA, C. B. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, v. 12, n. 1, p. 13-20, 1994.

CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. Alternative herbicides to manage Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) resistant to glyphosate at different phenological stages. **J. Environ. Sci. Health**, Part B, v. 40, n. 1, p. 59-67, 2005.

CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. Glyphosate sustainability in South American cropping systems. **Pest Manag. Sci.**, v. 64, n. 4, p. 422-427, 2008.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. Resistência das plantas daninhas a herbicidas: definições, bases e situação no Brasil e no mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P. J. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3.ed. Piracicaba: HRAC-BR, 2008. p. 3-30.

CULPEPPER, A. S. Glyphosate-induced weed shifts. **Weed Technol.**, v. 20, n. 2, p. 277-281, 2006.

DAMIN, V. et al. Nitrogen loss in *Brachiaria decumbens* after application of glyphosate or glufosinate-ammonium. **Sci. Agric.**, v. 65, n. 4, p. 402-407, 2008.

DAVIS, V. M. et al. Influence of weed management practices and crop rotation on glyphosate-resistant horseweed populations dynamics and crop yield. **Weed Sci.**, v. 55, n. 5, p. 508-516, 2007.

EUBANK, T. W. et al. Glyphosate-resistant horseweed control using glyphosate, paraquat and glufosinate based herbicide programs. **Weed Technol.**, v. 22, n. 1, p. 16-21, 2008.

FENG, P. C. C. et al. Investigations into glyphosate resistant horseweed (*Conyza canadensis*): retention, uptake, translocation and metabolism. **Weed Sci.**, v. 52, n. 4, p. 498-505, 2004.

FERREIRA, E. A. et al. Glyphosate translocation in hairy fleabane (*Conyza bonariensis*) biotypes. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 637-643, 2008.

FRANS, R. E. et al. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: CAMPER, N. D. (Ed.). **Research methods in weed science**. 3.ed. Champaign: Southern Weed Science Society, 1986. p. 29-46.

GEIGER, D. R.; FUCHS, M. A. Inhibitors of aromatic amino acid biosynthesis (glyphosate). In: BÖGER, P.; WAKABAYASHI, K.; HIRAI, K. (Eds.) **Herbicide classes in development**. Berlin: Springer-Verlag, 2002. p. 59-85.

KOGER, C. H.; REDDY, K. N. Role of absorption and translocation in the mechanism of glyphosate resistance in horseweed (*Conyza canadensis*). **Weed Sci.**, v. 53, n. 2, p. 84-89, 2005.

LAMEGO, F. P.; VIDAL, R. A. Resistência ao glyphosate em biótipos de *Conyza bonariensis* e *C. canadensis* no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 467-471, 2008.



- LÓPEZ-OVEJERO, R. F. et al. Alternativas de manejo químico da planta daninha *Digitaria ciliaris* resistente aos herbicidas inibidores da ACCase na cultura da soja. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 399-406, 2006a.
- LÓPEZ-OVEJERO, R. F. et al. Suscetibilidade comparativa a herbicidas pós-emergentes de biótipos de *Digitaria ciliaris* resistente e suscetível aos inibidores da ACCase. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 789-796, 2006b.
- LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; VARGAS, L. Resistência de plantas daninhas a herbicidas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Eds.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 185-214.
- MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Dinâmica do banco de sementes em áreas com aplicação freqüente do herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, p. 63-69, 2003.
- MOREIRA, M. S. et al. Resistência de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 157-164, 2007.
- NEVE, P. et al. Simulating evolution of glyphosate resistance in *Lolium rigidum*. II. Past, present and future of glyphosate use in Australian cropping. **Weed Res.**, v. 43, n. 2, p. 418-427, 2003.
- PETERSON, D. E. The impact of herbicide-resistant weeds on Kansas agriculture. **Weed Technol.**, v. 13, n. 3, p. 632-635, 1999.
- POWLES, S. B.; HOLTUM, J. A. M. **Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry**. Boca Raton: Lewis, 1994. 353 p.
- POWLES, S. B.; PRESTON, C. Evolved glyphosate resistance in plants: biochemical and genetic basis of resistance. **Weed Technol.**, v. 20, n. 3, p. 282-289, 2006.
- RIBEIRO, D. N. **Caracterização da resistência ao herbicida glyphosate em biótipos da planta daninha *Lolium multiflorum* (Lam.)**. 2008. 102 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- ROMAN, E. S. et al. Resistência de azevém (*Lolium multiflorum*) ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 301-306, 2004.
- STECKEL, G. J. et al. Glufosinate efficacy on annual weeds is influenced by rate and growth stage. **Weed Technol.**, v. 11, n. 3, p. 484-488, 1997.
- TALBERT, R. E. et al. **Managing glyphosate-resistant horseweed in Arkansas cotton**. Fayetteville: University of Arkansas, Division of Agriculture, 2004. 190 p. (Research Series, 530).
- THRAP, B. E.; KELLS, J. J. Residual herbicides used in combination with glyphosate and glufosinate in corn (*Zea mays*). **Weed Technol.**, v. 16, n. 6, p. 274-281, 2002.
- VARGAS, L. et al. Buva (*Conyza bonariensis*) resistente ao glyphosate na região sul do Brasil. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 573-578, 2007.
- VARGAS, L. et al. Identificação de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) resistentes ao herbicida glyphosate em pomares de maçã. **Planta Daninha**, v. 22, n. 4, p. 617-622, 2004.

