

## Controle Químico de plantas voluntárias de soja Roundup Ready®

### Chemical Control voluntary Roundup Ready® soybean plants

Hugo de Almeida Dan<sup>1</sup>, Alberto Leão de Lemos Barroso<sup>2</sup>, Sergio de Oliveira Procópio<sup>3</sup>, Lilian Gomes de Moraes Dan<sup>4</sup>, Antonio Mendes de Oliveira Neto<sup>4</sup>, Naiara Guerra<sup>4</sup>, Guilherme Braga Pereira Braz<sup>4</sup>

**Resumo** - Objetivou-se com este trabalho avaliar a eficácia de diversos herbicidas no controle de plantas voluntárias de soja Roundup Ready®. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Fesurv, Rio Verde - GO, no ano de 2008, e as unidades experimentais foram compostas de vasos de 10 dm<sup>3</sup> de capacidade. Utilizou-se a cultivar de soja Valiosa RR®, através de um delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco repetições. Foram aplicados os seguintes tratamentos: atrazine (1.500 g ha<sup>-1</sup>), tembotrione (100,8 g ha<sup>-1</sup>), mesotrione (120 g ha<sup>-1</sup>), nicosulfuron (40 g ha<sup>-1</sup>), 2,4 D (670, 1.050 e 1.340 g ha<sup>-1</sup>), diquat (300 g ha<sup>-1</sup>), paraquat (400 g ha<sup>-1</sup>), [paraquat + diuron] (500+250 g ha<sup>-1</sup>) e uma testemunha sem controle. A aplicação foi realizada quando as plantas encontravam-se no estágio V3. Observou-se que os herbicidas nicosulfuron mesotrione, tembotrione e 2,4 D na dose de 670 g ha<sup>-1</sup> não foram efetivos no controle da soja voluntária. Em contrapartida, os melhores níveis de controle final foram obtidos por atrazine e paraquat + diuron.

**Palavras-chave:** Soja tiguera, herbicida, vazio sanitário.

**Abstract** - This study aimed to evaluate the efficacy of several herbicides to control volunteer Roundup Ready soybean plants. The experiment was carried out in a greenhouse at Fesurv, Rio Verde - GO, in 2008, and the experimental plots were composed of pots of 10 dm<sup>3</sup> of capacity. We have used the GR Valiosa® soybean cultivar, arranged in a randomized block design, replicated five times. It was applied the following treatments: atrazine (1,500 g ha<sup>-1</sup>), tembotrione (100.8 g ha<sup>-1</sup>), mesotrione (120 g ha<sup>-1</sup>), nicosulfuron (40 g ha<sup>-1</sup>), 2,4 D (670, 1,050 e 1,340 g ha<sup>-1</sup>), diquat (300 g ha<sup>-1</sup>), paraquat (400 g ha<sup>-1</sup>), [paraquat + diuron] (500+250 g ha<sup>-1</sup>) and a control without herbicide. The application was made when the plants were at the V3 growth stage. All herbicides except nicosulfuron, mesotrione, tembotrione and 2,4 D (670 g. ha<sup>-1</sup>) were effective in controlling soybean voluntary. In contrast the highest levels of control were obtained by atrazine and [paraquat + diuron].

**Keywords:** Volunteer soybean, herbicides, sanitary protection.

<sup>1</sup>Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM/NAPD), Av. Colombo 5790, 87020-900, Maringá, PR. E-mail: <[halmeidadan@gmail.com](mailto:halmeidadan@gmail.com)>.

<sup>2</sup> Professor da Faculdade de Agronomia da FESURV.

<sup>3</sup> Pesquisador, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 49025-040, Aracaju-SE.

<sup>4</sup> Alunos do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

A necessidade de controle das plantas voluntárias de soja (*Glycine max*) se agravou nos últimos anos, principalmente em função do aumento na incidência de doenças como a ferrugem asiática, pois a presença de plantas de soja na entressafra pode servir de hospedeira para a sobrevivência do inóculo e multiplicação do fungo biotrófico causador dessa doença (Yorinori et al., 2004). Além disso, plantas voluntárias podem causar perdas devido à matocompetição em cultivos subsequentes (Young & Hart, 1997).

A introdução de cultivares de soja transgênicas no mercado brasileiro, mais especificamente as resistentes ao herbicida glyphosate, gerou profundas mudanças no controle químico da soja voluntária, também conhecida como soja tigüera ou soja guaxa, já que o glyphosate deixou de ser utilizado como alternativa de controle nessa situação. Atualmente, o controle de plantas voluntárias é uma medida legislativa e obrigatória em diversos estados da federação (Seixas & Godoy, 2007).

A característica de tolerância ao herbicida glyphosate da soja Roundup Ready® (RR®) é devida a alteração na enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), conferida pela introdução de um gene denominado CP4 proveniente de uma bactéria do gênero *Agrobacterium*, encontrada no solo e que confere insensibilidade à enzima EPSPs (Madsen & Jensen, 1998; Trezzi et al., 2001). Essa característica possibilita que o glyphosate seja utilizado como herbicida seletivo a cultura impossibilitando seu uso, quando o principal alvo são as plantas voluntárias de soja geneticamente modificadas.

Brookes & Barfoot (2006) citam o controle da soja voluntária como um fator negativo para a produção americana de grãos. Esse fato pode se agravar ainda mais com o aparecimento de espécies voluntárias resistentes ao glyphosate em lavouras

comerciais de outras culturas também resistentes ao herbicida, como o milho RR® (Young & Hart, 1997; Deen, 2006) e algodão RR® (York et al., 2005).

Quanto à eficácia de herbicidas no controle de plantas voluntárias de soja RR® na cultura do algodão, York et al. (2004) obtiveram sucesso com a utilização do herbicida triflusaluron-methyl na dose de 2,6 g ha<sup>-1</sup> aplicado no estágio V4. Os mesmos autores relatam ainda que os herbicidas pyriithiobac e MSMA não apresentaram controle satisfatório da soja voluntária. Bond & Walker (2009) observaram que os herbicidas paraquat e glufosinate de amônio apresentaram excelentes níveis de controle de plantas voluntárias de soja em aplicações realizadas no início do desenvolvimento.

Em função da necessidade de mais informações a respeito de alternativas de herbicidas que possam apresentar controle efetivo de plantas voluntárias de soja Roundup Ready, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficácia de diversos herbicidas no controle das mesmas.

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação no Campus da Faculdade de Agronomia da FESURV - Universidade de Rio Verde, em Rio Verde, GO, localizada nas coordenadas 17°48' 44''S e 55°55'O, com altitude de 760 m, durante o período de agosto a novembro de 2008.

As unidades experimentais foram compostas de vasos de 10 dm<sup>3</sup> de capacidade, preenchidos com Latossolo Vermelho distroférico, de textura argilosa, proveniente da camada de 10 a 20 cm de profundidade. As características químicas e físicas do solo foram: pH em água: 5,4; Ca: 1,36 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg: 0,73 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al: 0,45 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al: 4,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K: 65 mg dm<sup>-3</sup>; P: 2,07 mg dm<sup>-3</sup>; CTC: 12,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; MO: 21,67 g kg<sup>-1</sup>; Argila 600 g kg<sup>-1</sup>, Silte 50 g kg<sup>-1</sup> e Areia 350 g kg<sup>-1</sup>.



No momento da semeadura, realizou-se uma adubação de base com 70 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (super fosfato simples) 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio), a fim de fornecer condições ideais para o estabelecimento das plantas voluntárias de soja.

O ensaio foi conduzido no delineamento em blocos casualizado com cinco repetições. O cultivar de soja Valiosa RR<sup>®</sup>, foi submetidas à aplicação dos tratamentos herbicidas: atrazine (1.500 g ha<sup>-1</sup>), tembotrione (100 g ha<sup>-1</sup>), mesotrione (120 g ha<sup>-1</sup>), nicosulfuron (40 g ha<sup>-1</sup>), 2,4-D (670 g ha<sup>-1</sup>), 2,4-D (1.050 g ha<sup>-1</sup>), 2,4-D (1.340 g ha<sup>-1</sup>), diquat (300 g ha<sup>-1</sup>), paraquat (400 g ha<sup>-1</sup>), [paraquat + diuron] (500 + 250 g ha<sup>-1</sup>) e uma testemunha sem herbicida. Foram mantidas três plantas de soja por unidade experimental, as quais foram irrigadas diariamente conforme as necessidades da cultura.

Os herbicidas foram aplicados no momento em que as plantas encontravam-se no estágio V<sub>3</sub>, utilizando-se um pulverizador costal com pressurização por CO<sub>2</sub>, munido de seis pontas de pulverização do tipo TT 110-02 (espaçadas 0,5 m entre si), sendo aplicado volume de calda equivalente a 150 L ha<sup>-1</sup>. As condições climáticas no momento da aplicação eram as seguintes: Temperatura média = 23,2 °C; Umidade Relativa média = 84% e velocidade média do vento = 4,3 km h<sup>-1</sup>.

A eficiência dos tratamentos herbicidas no controle das plantas voluntárias de soja foi avaliada de forma visual aos 7, 14, 28 e 42 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA), utilizando-se escala percentual de 0 (zero) a 100%, onde 0 (zero) representa ausência de sintomas e 100% representa morte de todas as plantas. Aos 44 dias após a emergência (DAE), determinou-se a massa da matéria seca de parte aérea, obtida após a coleta e secagem em estufa com circulação de ar a 65 °C, durante um período de 72 horas.

Os resultados referentes aos níveis de controle foram submetidos a uma transformação ( $\sqrt{x+1}$ ) para seguir os pressupostos necessários para a realização da análise de variância. Utilizou-se o programa estatístico Sisvar, sendo as médias das variáveis significativas comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Todos os tratamentos herbicidas, com exceção de atrazine, diquat, paraquat e [paraquat + diuron], não apresentaram níveis de controle de soja voluntária satisfatórios aos 7 dias após a aplicação (DAA) (Tabela 1). A rápida visualização dos sintomas ocasionados por esses tratamentos pode ser atribuída à pequena translocação desses herbicidas, sendo considerados como de “contato”, e também ao mecanismo de ação dos mesmos que, ao inibirem o fluxo de elétrons da fotossíntese, promovem a formação de radicais livres que rapidamente destroem as membranas tanto de organelas como da própria plasmalema (Summers, 1980).

Quanto aos herbicidas de “ação sistêmica”, ou seja, que apresentam translocação na planta (tembotrione, mesotrione, nicosulfuron e 2,4-D), os resultados foram pouco evidentes a primeira avaliação, fato esse observado mesmo com o incremento da dose, como no caso da utilização do 2,4-D. Isso evidencia a lenta ação inicial destes produtos.

Diante da avaliação realizada aos 28 DAA, foi possível constatar que o herbicida 2,4-D aplicado na maior dose (1.340 g ha<sup>-1</sup>) obteve expressiva evolução no controle dessa espécie, chegando a 83,7% e 94,7% aos 28 e 42 DAA, respectivamente. As demais doses desse herbicida não foram eficientes no controle, evidenciando a tolerância que a espécie possui com relação a esse herbicida.

O nicosulfuron, único herbicida representante do grupo químico das sulfoniluréias utilizado no experimento, teve o

pior desempenho no controle da soja “tiguera” durante toda condução do ensaio, proporcionando resultados  $\leq 18,0\%$  de controle aos 28 DAA (Tabela 1). Tal resultado demonstra que no plantio subsequente de milho em área onde se cultivou soja, RR<sup>®</sup> ou não, esse herbicida não será eficiente no controle da eventual emergência de soja guaxa, a não ser que esteja associado a, por exemplo, atrazine. Entretanto, essa associação é bastante frequente no manejo de plantas daninhas no milho, principalmente em condições de safrinha,

**Tabela 1.** Controle de plantas voluntárias de soja RR<sup>®</sup> após a aplicação de diferentes tratamentos herbicidas. Rio Verde, GO. 2008.

Tratamentos	Dose	Controle (%)							
	g i.a. <sup>1</sup> ou e.a. <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	7 DAA		14 DAA		28 DAA		42 DAA	
Atrazine	1.500,0	90,25	a	96,75	a	100,0	a	100,00	a
Tembotrione	100,01	68,50	b	74,50	c	78,75	d	73,00	d
Mesotrione	120,00	53,50	c	63,50	c	71,75	e	69,10	d
Nicosulfuron	40,00	8,50	e	10,50	f	18,75	h	7,20	f
2,4-D	670,00	22,25	d	42,75	e	50,50	g	53,50	e
2,4-D	1.005,00	23,50	d	56,50	d	65,75	f	78,00	c
2,4-D	1.340,00	27,25	d	66,75	c	83,75	d	94,75	b
Diquat	200,00	93,20	a	94,20	a	92,33	b	91,49	b
Paraquat	400,00	92,75	a	91,00	b	88,75	c	81,25	c
Paraquat + diuron	500,0 + 250,0	93,25	a	97,25	a	96,25	a	97,75	a
Testemunha	-	0,00	f	0,00	g	0,00	i	0,00	g
CV%	-	12,41		9,32		7,43		7,98	

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

<sup>1</sup> Ingrediente ativo

<sup>2</sup> Equivalente ácido

O herbicida atrazine mostrou-se como uma promissora alternativa no controle de plantas voluntárias de soja RR<sup>®</sup>, obtendo excelente resultados aos 28 e 42 DAA (Tabela 1). Isso se justifica pelo fato desse herbicida apresentar excelente espectro de ação sobre espécies latifoliadas, sendo considerada uma valiosa ferramenta no controle de plantas daninhas nas culturas do milho, sorgo e milho na região do Cerrado.

Em relação aos tratamentos que continham compostos do grupo dos

possibilitando um melhor controle das plantas voluntárias.

Com relação aos herbicidas inibidores da biossíntese de carotenóides, tanto mesotrione quanto tembotrione apresentaram aos 42 DAA insuficientes níveis de controle da soja voluntária (Tabela 1). Para esses herbicidas, averigua-se a importância da associação com atrazine, já que, assim como, são utilizados no manejo de plantas daninhas na cultura do milho.

Paraquat + diuron foram os mais eficazes, sendo a mistura formulada mais promissora. Resultados semelhantes foram presenciados por Papa & Carrancio (2005) no controle de plantas voluntárias de soja RR<sup>®</sup> na Argentina. Fica claro a importância da associação do diuron ao paraquat, no produto pré-formulado, resultando em maior eficácia de controle. O diuron além de possuir um mecanismo de ação diferente do paraquat, promove um aumento da mobilidade interna do paraquat, o que normalmente resulta em maior eficácia final de controle. Cabe

salientar a rapidez de ação dos herbicidas pertencentes a esse grupo. Segundo Summers (1980) a rápida ação desses tratamentos no controle da infestante, acontece pela formação de superóxido radical ânion ou do radical hidróxi, que destroem a membrana celular em um processo muito rápido após a absorção desses herbicidas. É importante salientar que herbicidas de baixa translocação, como os bipiridílios, apresentam maior dependência, em relação ao desempenho, do estágio de desenvolvimento das plantas-alvo. No caso do experimento, as plantas voluntárias de soja se

encontravam no estágio V<sub>3</sub>, provavelmente os níveis de controle desses tratamentos herbicidas diminuiriam à medida que as plantas voluntárias de soja fossem se desenvolvendo.

A aplicação de atrazine reduziu cerca de 98% a massa de matéria seca de parte aérea das plantas de soja do cultivar avaliado (Tabela 2). Todavia, os tratamentos [paraquat + diuron], paraquat, 2,4-D (1.005 e 1.340 g ha<sup>-1</sup>) e diquat, mesmo diferindo do tratamento atrazine, apresentaram redução da massa seca igual ou superior a 90%.

**Tabela 2.** Massa da matéria seca de parte aérea de plantas de soja voluntárias de soja RR<sup>®</sup> após a aplicação de diferentes tratamentos herbicidas. Rio Verde, GO. 2008.

Tratamentos	Dose		Massa da matéria seca (g) 42 DAA <sup>4</sup>
	g i.a. <sup>1</sup> ou e.a. <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	L p.c. <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	
Atrazine	1.500,0	3,00	1,84 f
Tembotrione	100,01	0,24	9,13 d
Mesotrione	120,00	0,25	8,13 d
Nicosulfuron	40,00	1,00	20,41 b
2,4-D	670,00	1,00	15,63 c
2,4-D	1.005,00	1,50	9,64 d
2,4-D	1.340,00	2,00	4,91 e
Diquat	200,00	1,50	4,72 e
Paraquat	400,00	2,00	7,41 d
Paraquat + diuron	500,0 + 250,0	2,50	3,43 e
Testemunha	-	-	25,30 a
CV %			12,53

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

<sup>1</sup> Ingrediente ativo

<sup>2</sup> Equivalente ácido

<sup>3</sup> Produto comercial

<sup>4</sup> Dias após aplicação

Os tratamentos herbicidas tembotrione, mesotrione e nicosulfuron apresentaram as menores porcentagens de controle e massa de matéria seca de parte aérea das plantas (Tabela 2), indicando não serem recomendados para o controle desse tipo da soja RR como planta voluntária, caso sejam utilizados de forma isolada.

Os herbicidas nicosulfuron mesotrione, tembotrione e 2,4 D na dose de 670 g ha<sup>-1</sup> não

foram efetivos no controle da soja voluntária. Em contrapartida os melhores níveis de controle final foram obtidos por atrazine e [paraquat + diuron].

## Referências

BROOKES, G.; BARFOOT, P. **GM Crops: The first ten years – Global Socio- economic and Environmental Impacts.** ISAAA, brief



- 36, 2006. Disponível em: <<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/36/download/isaaa-brief-36-2006.pdf>>. Acesso em: 20 de nov. 2009.
- BOND, J.A.; WALKER, T.W. Control of volunteer glyphosate-resistant soybean in rice. **Weed Technology**, v.23, n.2, p.225-230, 2009.
- DEEN, W. SHROPSHIRE, C.; SOLTANI, N.; SIKKEMA, P.H. Control of volunteer glyphosate-resistant corn (*Zea mays*) in glyphosate resistant soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, v.20, n.1, p.261-266, 2006.
- MADSEN, K.H.; JENSEN, J.E. **Meeting and training on risk analysis for HRCs and exotic plants**. Piracicaba: FAO, 1998. 101p.
- PAPA, J.C.; CARRANCIO, L. Control de "Soja Guacha" Tolerante a Glifosato. Malezas. **INTA: Oliveiros (AR)**. v.1, n.1, p 1-4, 2005.
- SEIXAS, C.D.S.; GODOY, C.V. Vazio sanitário: panorama nacional e medidas de monitoramento. **In: Anais do Simpósio Brasileiro de Ferrugem Asiática da Soja**, Londrina-PR, 2007, 131p.
- SUMMERS, L.A. **The Bipyridinium Herbicides**. Academy Press: New York. 1980. 449p.
- TREZZI, M.M.; KRUSE, N.D.; VIDAL, R.A. **Inibidores de EPSPs**. In: Vidal, R.A.; Meroto Júnior, A. (Eds.). **Herbicidologia**. Porto Alegre: Edição dos Autores, 2001. 152p.
- YOUNG, B.G.; HART, S.E. Control of volunteer sethoxydim-resistant corn (*Zea mays*) in soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, v.11, n.2, p.69-655, 1997.
- YORK, A.C.; STEWART, A.M.; VIDRINE, P.R.; CULPEPPER, A.S. Control of volunteer glyphosate-resistant cotton in glyphosate-resistant soybean. **Weed Technology**, v.18, n.3, p.532-539, 2004.
- YORK, A.C.; BEAM, J.B.B.; CULPEPPER, A.S. Control of volunteer glyphosate-resistant soybean in cotton. **Journal of Cotton Science**, v.9, n.1, p.102-109, 2005.
- YONORI, J.T.; NUNES JÚNIOR, J.; LAZZAROTTO, J.J. **Ferrugem "asiática" da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 36p. (Documentos, n.247).