

## CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS VOLUNTÁRIAS DE SOJA ROUNDUP READY<sup>®</sup> EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO<sup>1</sup>

DAYENE BUENO CRUVINEL LIMA<sup>2</sup>, ALESSANDRO GUERRA DA SILVA<sup>2\*</sup>, SERGIO DE OLIVEIRA PROCÓPIO<sup>3</sup>, ALBERTO LEÃO DE LEMOS BARROSO<sup>2</sup>, HUGO DE ALMEIDA DAN<sup>2</sup>

**RESUMO** - Este trabalho teve por objetivo avaliar a eficácia dos herbicidas [MSMA+diuron], [paraquat+diuron], metsulfuron-methyl e 2,4-D no controle de plantas voluntárias de soja Roundup Ready<sup>®</sup>, cultivar BRS Valiosa RR<sup>®</sup> quando aplicados em diferentes estádios de desenvolvimento. O experimento foi conduzido no município de Rio Verde, GO, na safra 2007/08, utilizando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 3 (herbicidas x épocas de aplicação) com quatro repetições. Os tratamentos com herbicidas foram: metsulfuron-methyl (3,0 g ha<sup>-1</sup>), 2,4-D (1.340 g ha<sup>-1</sup>), [MSMA+diuron] (1.800+700 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente), [paraquat+diuron] (600+300 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente) e testemunha sem aplicação de herbicida; o segundo fator foi a aplicação dos herbicidas nos estádios fenológicos (V<sub>2</sub>, V<sub>6</sub> e R<sub>2</sub>) das plantas de soja. Avaliou-se a porcentagem de controle da soja voluntária aos 7, 14, 28 e 42 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas, além da altura de plantas e o acúmulo de massa seca na parte aérea aos 42 DAA. Constatou-se que os tratamentos herbicidas [MSMA+diuron] e 2,4-D proporcionaram maior controle das plantas voluntárias de soja RR<sup>®</sup> no estádio V<sub>2</sub> e o 2,4-D quando aplicado em V<sub>6</sub>. O tratamento [paraquat+diuron] apresentou maior eficácia no controle em todos estádios fenológicos. Para o metsulfuron-methyl a maior eficácia de controle foi obtida com a aplicação no estádio R<sub>2</sub>.

**Palavras-chave:** *Glycine Max*. Soja transgênica. Glifosato. Vazio sanitário.

## CHEMICAL CONTROL OF VOLUNTEER PLANTS OF ROUNDUP READY<sup>®</sup> SOYBEAN AT DIFFERENT STAGES OF DEVELOPMENT

**ABSTRACT** - This paper aimed to evaluate the effectiveness of herbicides [MSMA+diuron], [paraquat+diuron], metsulfuron-methyl and 2,4-D in control of volunteer plants of Roundup Ready<sup>®</sup> soybean, cultivar BRS Valiosa RR<sup>®</sup> when applied at various stages of development. The experiment was set up in Rio Verde city, in agricultural year 2007/08, using the randomized complete block experimental design in factorial scheme 5 x 3 (herbicide x application times) with four replications. The herbicide treatments were: metsulfuron-methyl (3,0 g ha<sup>-1</sup>), 2,4-D (1340 g ha<sup>-1</sup>), [MSMA+diuron] (1.800+700 g ha<sup>-1</sup>, respectively), [paraquat+diuron] (600+300 g ha<sup>-1</sup>, respectively) and control without spraying of herbicide; the second factor was the spraying of herbicides on phenological stages (V<sub>2</sub>, V<sub>6</sub> and R<sub>2</sub>) of soybean plants. It was evaluated the percentage of controlling of volunteer soybean at 7, 14, 28 and 42 days after application (DAA) of herbicides, beyond the plant height and dry matter accumulation in shoots at 42 DAA. It was found that the herbicide treatments [MSMA+diuron] and 2,4-D provided greater control of volunteer plants of RR<sup>®</sup> soybean at stage V<sub>2</sub> and the 2,4-D with spraying at V<sub>6</sub>. The treatment [paraquat+diuron] was more efficient in controlling at all phenologic stages. The metsulfuron-methyl showed greater effectiveness of controlling when the spraying was done at stage R<sub>2</sub>.

**Keywords:** *Glycine max*. Transgenic soybean. Glyphosate. Sanitary empty time.

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 15/10/2010; aceito em 20/04/2011.

Trabalho de dissertação do primeiro autor do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade de Rio Verde (FESURV).

<sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, FESURV, Caixa Postal 104, 75901-970, Rio Verde - GO; dayenebio@hotmail.com; silvaag@yahoo.com.br; all\_barroso@hotmail.com; hugoalmeidadan@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Empresa Tabuleiros Costeiros, av. Beira Mar 3250, 49025-040, Aracaju - SE; procopio.so@gmail.com

## INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se na produção de soja em regiões tropicais e subtropicais (CRUZ et al., 2009). No âmbito mundial, é o segundo maior produtor e um dos principais exportadores dessa oleaginosa (USDA, 2011). Em seu cultivo, as plantas daninhas influenciam negativamente o desenvolvimento (MESCHÉDE et al., 2004; NEPOMUCENO et al., 2007), e o controle químico é o mais usual para o manejo, dada as características de praticidade, eficiência e rendimento operacional.

A introdução no mercado brasileiro das cultivares de soja transgênicas, resistentes ao herbicida glyphosate, gerou modificações no controle químico de plantas daninhas. A ação em pós-emergência inicial ou tardia e o amplo espectro de ação no controle de plantas daninhas (SANTOS et al., 2007) são características que permitem a frequente adoção do glyphosate em áreas cultivadas com soja transgênica.

O glyphosate é um herbicida não seletivo que inibe a enzima 5-enolpiruvilchiquimato 3-fosfato sintase – EPSPs que participa na rota de biossíntese dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e tirptofano (PLINE-SRNIC, 2006). A soja transgênica continua produzindo esses aminoácidos essenciais ao desenvolvimento e crescimento das plantas, mesmo após a aplicação do glyphosate (PADGETTE et al., 1996; BRADSHAW et al., 1997). A característica de resistência ao herbicida glyphosate da soja transgênica é devida à alteração na enzima EPSPs, conferida pela introdução de um gene denominado CP4 proveniente da bactéria do gênero *Agrobacterium*, encontrada no solo e que confere insensibilidade à enzima EPSPs (MONQUERO, 2005).

Uma importante questão a ser solucionada nas áreas cultivadas com soja transgênica é a dificuldade de controlar as plantas voluntárias dessa espécie, também conhecidas como soja guaxa ou tiguera. Estas emergem naturalmente após a operação da colheita mecanizada, e a dificuldade de controle dessas plantas de soja transgênica está no fato de que o principal herbicida utilizado em aplicações de pós-colheita é o próprio glyphosate, no qual não controla as plantas de soja RR. A necessidade de controle das plantas voluntárias de soja se agravou nos últimos anos com a proibição da semeadura da cultura na entressafra, devido ao aumento na incidência de doenças, principalmente da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow e P. Sydow), pois as plantas de soja presentes na entressafra podem possibilitar a permanência e multiplicação do fungo causador da doença (TERASAWA et al., 2009). Dessa forma, o aumento da pressão de doenças, principalmente nos estados do Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, e as perdas na colheita mecanizada, chegando a 1,9 sacos ha<sup>-1</sup> (CAMPOS et al., 2005), levaram os governos a adotarem o chamado “vazio sanitário” na cultura da soja, no intuito de favorecer o manejo da ferrugem asiática.

Para selecionar herbicidas que apresentem eficácia no controle de plantas voluntárias de soja transgênica é preciso considerar o estágio de desen-

volvimento das plantas. Trabalhos evidenciam que a sensibilidade das plantas aos herbicidas é extremamente influenciada pelo estágio de desenvolvimento das mesmas (O'DONOVAN et al., 1985; BOSTRÖM, 1999; STREIT et al., 2002; BARROS et al., 2008). Normalmente, quanto mais avançado o estágio de desenvolvimento, mais tolerantes as plantas se tornam à ação dos herbicidas. Diversos herbicidas deixam de apresentar eficácia nas aplicações denominadas de “pós-emergência tardia”, enquanto outros necessitam de aumentos significativos nas doses para proporcionar controle efetivo.

Assim objetivou-se avaliar a eficácia dos herbicidas [MSMA+diuron], [paraquat+diuron], metsulfuron-methyl e 2,4-D no controle de plantas voluntárias de soja Roundup Ready®, cultivar BRS Valiosa RR® aplicados em diferentes estádios de desenvolvimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Rio Verde, GO (17°47'24" S; 50°56'31" W; a 740 m de altitude) na safra 2007/08. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo vermelho distrófico textura média.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 5 x 3 (herbicidas x épocas de aplicação) com quatro repetições. Os tratamentos com herbicidas foram: metsulfuron-methyl (3,0 g ha<sup>-1</sup>), 2,4-D (1.340 g ha<sup>-1</sup>), [MSMA+diuron] (1.800+700 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente), [paraquat+diuron] (600+300 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente) e testemunha sem a aplicação de herbicida; o segundo fator foi constituído pela aplicação nos estádios fenológicos (V<sub>2</sub> e V<sub>6</sub> – dois e seis trifólios completamente desenvolvidos, respectivamente; e R<sub>2</sub> – pleno florescimento) das plantas de soja nos quais as aplicações foram realizadas aos 15, 29 e 57 dias após a emergência, respectivamente.

As plantas daninhas presentes na área experimental foram dessecadas antes da semeadura da soja utilizando-se o herbicida glyphosate (1.500 g ha<sup>-1</sup>). As parcelas experimentais foram constituídas de 4,0 m de comprimento por 3,0 m de largura (seis linhas de semeadura espaçadas de 0,5 m), sendo a área útil constituída das quatro linhas centrais exceto 0,5 m de cada extremidade (6,0 m<sup>2</sup>).

A semeadura da soja, cultivar BRS Valiosa RR®, foi realizada em 19 de outubro de 2007, na profundidade de 2 cm, distribuindo-se 144 g de sementes por parcela (equivalente a simulação de perda de 2,0 sc ha<sup>-1</sup>; 36 sementes m<sup>-1</sup>). A emergência ocorreu seis dias após a semeadura. Quando as plantas de soja atingiram os estádios fenológicos (V<sub>2</sub>, V<sub>6</sub> e R<sub>2</sub>), foi realizada a aplicação dos respectivos tratamentos herbicidas, utilizando-se pulverizador costal com pressurização por CO<sub>2</sub>, munido de barra com seis pontas de pulverização do tipo TT 110-02, que regulado a 2,5 kgf cm<sup>-2</sup> proporcionou volume de calda equivalente a de 150 L ha<sup>-1</sup>.

Foram realizadas avaliações aos 7, 14, 28 e 42

após a aplicação (DAA) dos herbicidas para verificar o controle visual nas plantas de soja. Nestas avaliações empregou-se escala percentual variando de 0 (zero) a 100 (cem), sendo que 0% representa a ausência de sintomas e 100% a morte das plantas (ALAM, 1974).

Aos 42 DAA determinou-se a altura média de dez plantas de soja medindo-se a distância do colo até a inserção do último trifólio completamente desenvolvido. Na ocasião também foi quantificada a média da massa seca da parte aérea de dez plantas escolhidas ao acaso na área útil da parcela. O material coletado foi submetido à secagem em estufa de circulação forçada de ar por 72 h à temperatura de 65 °C, obtendo-se posteriormente, a massa seca.

Foi realizada a análise de variância para todas as características avaliadas, utilizando-se o teste F, e as médias das variáveis foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre os efeitos dos herbicidas e das épocas de aplicação em todas as épocas de avaliação dos resultados de controle da soja RR® voluntária. Na avaliação do percentual de controle aos 7 DAA, o tratamento com [paraquat+diuron] proporcionou maior controle das plantas em relação aos demais em todos os estádios de aplicação, seguido do [MSMA+diuron] e do 2,4-D aplicado em V<sub>6</sub> e R<sub>2</sub> (Tabela 1). Em R<sub>2</sub>, o metsulfuron-methyl apresentou resultado semelhante a esses dois herbicidas. Devido ao maior índice de área foliar das plantas de soja em R<sub>2</sub> (CÂMARA, 1998) em relação as demais épocas de aplicação do herbicida, pode ter ocorrido maior absorção do produto, porém em nível de controle não satisfatório. Contudo, esse resultado difere em relação ao manejo das plantas daninhas na soja, em que os estádios iniciais de desenvolvimento dessas plantas são os de maior suscetibilidade à ação dos herbicidas de pós-emergência (BARROS et al., 2009).

**Tabela 1.** Controle de plantas voluntárias de soja RR® aos sete dias após a aplicação de diversos tratamentos herbicidas.

Herbicidas	Estádios fenológicos da soja no momento da aplicação		
	V <sub>2</sub>	V <sub>6</sub>	R <sub>2</sub>
	- - - Controle (%) - - -		
Metsulfuron-methyl	4,40 Cc	12,67 Bc	23,72 Ab
2,4-D	4,70 Cc	40,00 Ab	29,55 Bb
[MSMA+diuron]	85,87 Ab	42,75 Bb	23,97 Cb
[paraquat+diuron]	100,00 Aa	92,50 Ba	51,08 Ca
Test. sem herbicida	0,00 Ac	0,00 Ad	0,00 Ac

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Quando se comparou os efeitos de cada herbicida nos diferentes estádios após 7 DAA, constatou-se que o [paraquat+diuron] e o [MSMA+diuron] apresentaram maior percentual de controle da soja RR® voluntária quando a aplicação foi realizada no estágio V<sub>2</sub>, e o menor percentual com a aplicação em R<sub>2</sub> (Tabela 1), devido a maior atividade metabólica e de área foliar das plantas de soja neste estágio (CÂMARA, 1998) para os herbicidas de contato. Esse resultado demonstra a maior sensibilidade da soja RR® aos dois herbicidas quando a aplicação foi efetuada na fase inicial de desenvolvimento das plantas. Destaca-se que com apenas uma semana após a aplicação todas as plantas de soja RR® no estágio V<sub>2</sub> que receberam o tratamento [paraquat+diuron] estavam mortas. Para o 2,4-D e o metsulfuron-methyl, os maiores percentuais de controle foram observados com as aplicações nos estádios V<sub>6</sub> e R<sub>2</sub> sendo no en-

tanto, menores do que 50%.

Após 14 DAA constatou-se que o [paraquat+diuron] apresentou o maior percentual de controle da soja RR® em todos os estádios de aplicação quando comparado aos demais tratamentos, seguido do 2,4-D e do [MSMA+diuron] com aplicação em V<sub>2</sub> e R<sub>2</sub> (Tabela 2). Os menores valores foram observados com o metsulfuron-methyl quando aplicado em V<sub>6</sub> e deste herbicida, juntamente com o [MSMA+diuron] em R<sub>2</sub>. Na avaliação da aplicação de cada herbicida, constatou-se maior percentual de controle da soja voluntária RR® quando o [paraquat+diuron], o [MSMA+diuron] e o 2,4-D foram aplicados em V<sub>2</sub>, sendo este fato justificado pela maior sensibilidade das plantas à ação dos herbicidas quando estas se encontram em estádios iniciais de desenvolvimento. Trabalhos comprovam a maior suscetibilidade de diversas plantas a herbici-

das quando estas se encontram em fases iniciais de desenvolvimento (COMES; KELLEY, 1989; SILVA; MARTINS, 2004; RUAS et al., 2005), sendo este fato atribuído, principalmente, a menor espessura da cutícula e de cerosidade nas folhas nesses estádios. Em contrapartida, os menores valores de controle, para esses herbicidas, foram observados quando a aplicação ocorreu em R<sub>2</sub>. Devido ao maior porte

e ao aumento constante de acúmulo diário de energia, água e nutrientes pelas plantas de soja a partir do estágio reprodutivo (CÂMARA, 1998) pode ter ocorrido maior metabolização dos herbicidas, diminuindo assim os sintomas de intoxicação das plantas. Destaca-se ainda a maior dificuldade de absorção do herbicida nesse estágio pela maior espessura da cutícula nas folhas.

**Tabela 2.** Controle de plantas voluntárias de soja RR® aos quatorze dias após a aplicação de diversos tratamentos herbicidas.

Herbicidas	Estádios fenológicos da soja no momento da aplicação		
	V <sub>2</sub>	V <sub>6</sub>	R <sub>2</sub>
	--- Controle (%) ---		
Metsulfuron-methyl	11,20 Cc	17,95 Bd	24,35 Ac
2,4-D	86,20 Ab	65,00 Bb	35,15 Cb
[MSMA+diuron]	90,47 Ab	45,75 Bc	30,52 Cbc
[paraquat+diuron]	00,00 Aa	92,60 Ba	55,00 Ca
Test. sem herbicida	0,00 Ad	0,00 Ae	0,00 Ad

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

**Tabela 3.** Controle de plantas voluntárias de soja RR® aos vinte e oito dias após a aplicação de diversos tratamentos herbicidas.

Herbicidas	Estádios fenológicos da soja no momento da aplicação		
	V <sub>2</sub>	V <sub>6</sub>	R <sub>2</sub>
	--- Controle (%) ---		
Metsulfuron-methyl	15,12 Bb	18,30 Bc	67,47 Ab
2,4-D	100,00 Aa	89,92 ABa	84,95 Ba
[MSMA+diuron]	99,50 Aa	56,65 Cb	68,30 Bb
[paraquat+diuron]	100,00 Aa	100,00 Aa	78,57 Bab
Test. sem herbicida	0,00 Ac	0,00 Ad	0,00 Ac

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Quando se analisou o percentual de controle aos 28 DAA, constatou-se que no primeiro estágio de aplicação (V<sub>2</sub>) os herbicidas [paraquat+diuron], [MSMA+diuron] e 2,4-D apresentaram maior eficácia no controle da soja RR® voluntária em relação ao metsulfuron-methyl (Tabela 3). No estágio V<sub>6</sub> o [paraquat+diuron] e o 2,4-D apresentaram maior percentual de controle, o mesmo sendo constatado para aplicação do 2,4-D em R<sub>2</sub>, superando os valores

obtidos com uso do [MSMA+diuron] e do metsulfuron-methyl. York et al. (2005) observaram baixo nível de controle de plantas voluntárias de soja RR (30%) nos estádios de V<sub>3</sub> a V<sub>5</sub> com a aplicação de 925 g ha<sup>-1</sup> de MSMA, resultado que demonstra a importância do diuron junto ao MSMA para o controle da soja voluntária RR®.

Também na avaliação da eficácia dos herbicidas aos 28 DAA, observou-se que o [paraquat+diuron] apresentou 100% de controle da soja RR® voluntária quando a aplicação foi realizada em V<sub>2</sub> e V<sub>6</sub>, o mesmo sendo verificado para o 2,4-D na primeira época de aplicação (Tabela 3). Para aplicação em V<sub>2</sub> o [MSMA+diuron] apresentou controle acima de 99%. Em contrapartida o metsulfuron-methyl apresentou maior controle da soja RR® voluntária com a aplicação em R<sub>2</sub>.

Na última época de avaliação do controle da soja voluntária RR®, aos 42 DAA, constatou-se que os maiores percentuais de controle foram obtidos com o [paraquat+diuron], o 2,4-D e o [MSMA+diuron] aplicados em V<sub>2</sub>, ocasionando 100% de morte das plantas (Tabela 4). O mesmo efeito foi observado com a aplicação em V<sub>6</sub> do 2,4-D e do [paraquat+diuron]. No estágio R<sub>2</sub>, somente o [paraquat+diuron] apresentou maior eficácia de controle, superando os demais herbicidas, nos quais não diferiram entre si.

O metsulfuron-methyl apresentou os menores valores de controle nas aplicações em V<sub>2</sub> e V<sub>6</sub>, porém, os resultados diferiram da testemunha que não recebeu a aplicação de herbicida (Tabela 4). York et al. (2005) observaram que a aplicação do herbicida trifloxysulfuron sodium proporcionou controle de 98 a 100% de plantas voluntárias de soja RR® em estádios de V<sub>3</sub> a V<sub>5</sub>. Sendo assim, os resultados obtidos demonstram que a falta de eficácia do metsulfuron-methyl no controle da soja RR® quando aplicado durante o estágio vegetativo das plantas não pode ser extrapolado para todas as sulfoniluréias. A seletividade das plantas aos herbicidas pertencentes a este grupo químico se relaciona, principalmente, à taxa de metabolização diferenciada entre as espécies e à velocidade de absorção e translocação desses produtos. Espécies tolerantes metabolizam rapidamente esses herbicidas, transformando-o em formas inativas por meio do sistema enzimático citocromo P<sub>450</sub> monoxigenase, em reações de hidroxilação e glicosilação (BROWN, 1990; FONNE-PFISTER et al., 1990).

**Tabela 4.** Controle de plantas voluntárias de soja RR® aos quarenta e dois dias após a aplicação de diversos tratamentos herbicidas.

Herbicidas	Estádios fenológicos da soja no momento da aplicação		
	V <sub>2</sub>	V <sub>6</sub>	R <sub>2</sub>
	- - - Controle (%) - - -		
Metsulfuron-methyl	21,00 Cb	67,60 Bc	87,45 Ab
2,4-D	100,00 Aa	100,00 Aa	90,55 Bb
[MSMA+diuron]	100,00 Aa	84,40 Cb	89,80 Bb
[paraquat+diuron]	100,00 Aa	100,00 Aa	97,37 Aa
Test. sem herbicida	0,00 Ac	0,00 Ad	0,00 Ac

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

**Tabela 5.** Valores médios de altura de plantas voluntárias de soja RR® e percentual de redução em relação à testemunha (entre parênteses) aos quarenta e dois dias após a aplicação de diversos tratamentos herbicidas.

Herbicidas	Estádios fenológicos da soja no momento da aplicação		
	V <sub>2</sub>	V <sub>6</sub>	R <sub>2</sub>
	- - - Altura de plantas (cm) - - -		
Metsulfuron-methyl	56,25 (32,7) b	40,75 (50,7) b	67,00 (9,1) ab
2,4-D	9,50 (88,6) d	29,37 (64,7) c	60,25 (18,2) b
[MSMA+diuron]	23,67 (71,7) c	30,25 (63,8) c	67,50 (7,8) ab
[paraquat+diuron]	8,75 (89,6) d	27,50 (66,9) c	67,00 (8,4) ab
Test. sem herbicida	83,50 a	83,75 a	73,75 a

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem na coluna entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Na comparação da eficácia dos herbicidas aos 42 DAA, pode-se constatar que somente o [paraquat+diuron] não conferiu diferenças de controle entre os estádios de aplicação, apresentando controle sempre acima de 97% (Tabela 4). Resultados semelhantes foram obtidos com o [MSMA+diuron] e o 2,4-D quando aplicados em V<sub>2</sub>, e também em V<sub>6</sub> para o herbicida 2,4-D. O metsulfuron-methyl apresentou maior percentual de controle com a aplicação realizada em R<sub>2</sub>, diferindo dos demais estádios de aplicação. Mesmo sendo um herbicida de translocação sistêmica, é de extrema importância haver maior interceptação da calda herbicida para que haja absorção adequada do princípio ativo. Neste sentido o maior índice de área foliar das plantas de soja no estádio de pleno florescimento (CÂMARA, 1998) proporcionou maior interceptação das gotas do herbicida metsulfuron-methyl, resultando assim, provavelmente, em maior absorção.

Para a altura de plantas, os menores valores em V<sub>2</sub> foram constatados com uso dos herbicidas [paraquat+diuron] e 2,4-D (Tabela 5), sendo justificados pela supressão do crescimento das plantas de soja causada pelos herbicidas quando a aplicação foi realizada em V<sub>2</sub>. Na aplicação em V<sub>6</sub>, os maiores percentuais de redução, porém em menor intensidade em relação à aplicação em V<sub>2</sub>, foram obtidos com o uso do [paraquat+diuron], [MSMA+diuron] e 2,4-D. Nas variedades de soja de crescimento determinado, como é o caso da BRS Valiosa RR®, as plantas atin-

gem a altura máxima quando estão no estádio reprodutivo – pleno florescimento (CÂMARA, 1998). Desta forma, eram esperados, nesse estádio de desenvolvimento, valores de altura de plantas semelhantes entre os tratamentos herbicidas e a testemunha. Porém, o único tratamento que diferiu da testemunha foi o 2,4-D. Também em R<sub>2</sub>, devido ao maior porte das plantas de soja, a redução na altura de plantas nos tratamentos herbicidas em relação à testemunha foi menor quando comparado as demais épocas de aplicação.

Para o acúmulo de massa seca da parte aérea das plantas de soja constatou-se que o [paraquat+diuron], [MSMA+diuron] e 2,4-D proporcionaram maior percentual de redução em relação à testemunha quando estes herbicidas foram aplicados em V<sub>2</sub>, diferindo do valor obtido com uso do metsulfuron-methyl (Tabela 6). Destaca-se também, que o herbicida [paraquat+diuron] foi o que proporcionou maior redução no acúmulo de massa seca da parte aérea das plantas de soja RR® em todos os estádios de aplicação. Por outro lado, o herbicida metsulfuron-methyl foi o que ocasionou menor redução no acúmulo de massa seca nos estádios V<sub>2</sub> e V<sub>6</sub>. Quando aplicado em R<sub>2</sub>, o referido herbicida proporcionou resultados semelhantes ao obtido como o [MSMA+diuron], reduzindo em maior proporção o acúmulo de massa seca em relação ao valor obtido com o uso do 2,4-D.

**Tabela 6.** Valores médios de massa seca de plantas voluntárias de soja RR® e percentual de redução em relação à testemunha (entre parênteses) aos quarenta e dois dias após a aplicação de diversos tratamentos herbicidas.

Herbicidas	Estádios fenológicos da soja no momento da aplicação		
	V <sub>2</sub>	V <sub>6</sub>	R <sub>2</sub>
	--- Massa seca (g) ---		
Metsulfuron-methyl	57,35 (35,6) b	74,40 (34,4) d	101,60 (50,4) b
2,4-D	13,22 (85,1) a	40,07 (61,5) c	129,40 (37,9) c
[MSMA+diuron]	10,20 (88,5) a	35,85 (78,1) b	93,97 (55,9) b
[paraquat+diuron]	10,05 (88,7) a	15,90 (96,1) a	62,75 (70,1) a
Test. sem herbicida	89,30 c	104,00 e	185,87 d

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem na coluna entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Os herbicidas apresentaram comportamento diferenciado de controle em função do estádio em que as plantas de soja RR® se encontravam no momento da aplicação. Portanto, é fundamental determinar-se o estádio das plantas de soja RR® voluntária antes de se decidir pela opção química a ser utilizada no seu controle.

## CONCLUSÕES

O herbicida [paraquat+diuron] proporciona controle efetivo das plantas voluntárias de soja, independente do estádio fenológico de aplicação;

Os tratamentos herbicidas [MSMA+diuron] e 2,4-D proporcionam maior controle de soja RR® em V<sub>2</sub> e o 2,4-D em V<sub>6</sub>;

Para o metsulfuron-methyl a maior eficácia de controle é obtida com a aplicação realizada no estágio R<sub>2</sub>.

## REFERÊNCIAS

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

BARROS, H. B.; SILVA, A. A. da.; SEDIYAMA, T. Manejo de plantas daninhas. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenas, 2009. cap. 10, p. 101-117.

BARROS, J. F. C.; BASCHA, G.; CARVALHO, M. Effect of reduced doses of a post-emergence graminicide to control *Avena sterilis* L. and *Lolium rigidum* G. in no-till wheat under Mediterranean environment. **Crop Protection**, v. 27, n. 6, p. 1031-1037, 2008.

BOSTRÖM, U. Type and time of autumn tillage with and without herbicides at reduced doses in southern Sweden. 1. Yields and weed quantity. **Soil Tillage Research**, v. 50, n. 3-4, p. 271-281, 1999.

BRADSHAW, L. D. et al. Perspectives on glyphosate resistance. **Weed Technology**, v. 11, n. 1, p. 189-190, 1997.

BROWN, H. M. Mode of action, crop selectivity, and soil relations of the sulfonyleurea herbicides. **Pesticide Science**, v. 29, n. 3, p. 263-281, 1990.

CÂMARA, G. M. S. Fenologia da soja. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 82, p. 1-6, 1998.

CAMPOS, M. A. O. et al. Perdas na colheita mecanizada de soja no estado de Minas Gerais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 207-213, 2005.

COMES, R. D.; KELLEY, A. D. Control of common cattail with postemergence herbicides. **Journal of Aquatic Plant Management**, v. 27, p. 20-23, 1989.

CRUZ, S. J. S. et al. Desempenho de três variedades de soja na região dos tabuleiros costeiros no Estado Alagoas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 195-199, 2009.

FONNÉ-PFISTER, R. et al. Hydroxylation of primisulfuron inducible cytochrome P450 dependent monooxygenase system from maize. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 2, p. 165-173, 1990.

MESCHEDE, D. K. et al. Período anterior a interferência de plantas daninhas em soja: estudo de caso com baixo estande e testemunhas duplas. **Planta**

**Daninha**, Viçosa, MG, v. 22, n. 2, p. 239-246, 2004.

MONQUERO, P. A. Plantas transgênicas resistentes aos herbicidas: situação e perspectivas. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 4, p. 517-531, 2005.

NEPOMUCENO, M. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 25, n. 1, p. 43-50, 2007.

O'DONOVAN, J. T. et al. Influence of the relative time of emergence of wild oat (*Avena fatua*) on yield loss of barley (*Hordeum vulgare*) and wheat (*Triticum aestivum*). **Weed Science**, v. 33, n. 4, p. 498-503, 1985.

PADGETTE, S. R. et al. The composition of glyphosate-tolerant soybean seeds is equivalent to that of conventional soybeans. **Journal of Plant Nutrition**, v. 126, n. 3, p. 702-716, 1996.

PLINE-SRNIC, W. Physiological mechanisms of glyphosate resistance. **Weed Technology**, v. 20, n. 2, p. 290-300, 2006.

RUAS, R. A. A. et al. Aplicação do fomesafen via água de irrigação por aspersão no controle de *Euphorbia heterophylla*. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 23, n. 3, p. 501-507, 2005.

SANTOS, J. B. et al. Efeito de formulações na absorção e translocação do glyphosate em soja transgênica. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 25, n. 2, p. 381-388, 2007.

SILVA, J. R. V.; MARTINS, D. Controle químico de *Typha subulata* em dois estádios de desenvolvimento. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 22, n. 3, p. 437-443, 2004.

STREIT, B. et al. The effect of tillage intensity and time of herbicide application on weed communities and populations in maize in central Europe. **Agriculture, Ecosystem and Environment**, v. 92, n. 2-3, p. 211-224, 2002.

TERASAWA, J. M. et al. Antecipação da colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 765-773, 2009.

USDA, United States Department of Agriculture. **Foreign Agricultural Service**. Disponível em: [http://www.fas.usda.gov/oilseeds\\_arc.asp](http://www.fas.usda.gov/oilseeds_arc.asp). Acesso em: 01 mar. 2011.

YORK, A. C.; BEAM, J. B.; CULPEPPER, A. S. Control of volunteer glyphosate-resistant soybean in cotton. **Journal of Cotton Science**, v. 9, n. 2, p. 102-109, 2005.