

SELETIVIDADE DE APLICAÇÕES COMBINADAS DE HERBICIDAS EM PRÉ E PÓS-EMERGÊNCIA PARA A SOJA TOLERANTE AO GLYPHOSATE

SELECTIVITY OF COMBINED APPLICATIONS OF HERBICIDES IN PRE AND POST-EMERGENCE FOR THE GLYPHOSATE TOLERANT SOYBEAN

Jethro Barros OSIPE¹; Rubem Silvério de OLIVEIRA JR.²; Jamil CONSTANTIN²; Denis Fernando BIFFE³; Fabiano Aparecido RIOS¹; Luiz Henrique Moraes FRANCHINI¹; Eliezer Antonio GHENO⁴; Michel Alex RAIMONDI¹

1. Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Proteção de Plantas, Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá, PR, Brasil. jethrosipe@gmail.com; 2. Professor Adjunto do Departamento de Agronomia – UEM, Maringá, PR, Brasil; 3. Professor Colaborador do Departamento de Agronomia da – UEM, Maringá, PR, Brasil; 4. Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Proteção de Plantas – UEM, Maringá, PR, Brasil.

RESUMO: Dentro de sistemas de manejo de plantas daninhas, a aplicação de herbicidas em pré-emergência é uma opção interessante, visto que eles são uma importante ferramenta no manejo de populações resistentes. Objetivou-se com este trabalho avaliar a seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da soja, combinados ou não à aplicação de glyphosate em pós-emergência, em solo de textura argilosa. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com oito repetições, em esquema fatorial 10 x 2, com dez tratamentos de herbicidas, com ou sem a aplicação de glyphosate em pós-emergência. Os dez tratamentos de herbicidas foram chlorimuron-ethyl (10 e 15 g ha⁻¹), diclosulam (16,8 e 25,2 g ha⁻¹), sulfentrazone (200 e 300 g ha⁻¹), flumetsulam (60, 78 e 140 g ha⁻¹), além de uma testemunha sem herbicida mantida sem plantas daninhas. A aplicação dos herbicidas em pré-emergência ocorreu um dia após a semeadura da soja V-MAX RR (NK-7059). A aplicação de glyphosate a 1200 g ha⁻¹ foi feita 21 dias após a emergência da soja (V3). Os resultados mostraram que os herbicidas aplicados em pré-emergência afetaram o desenvolvimento inicial da soja, ocorrendo redução no crescimento das plantas e sintomas de fitointoxicação. Porém, de modo geral, isto não refletiu na produtividade de grãos. Os únicos tratamentos de herbicidas considerados não seletivos para a soja foram aqueles nos quais se aplicou flumetsulam (78 e 140 g ha⁻¹) em pré-emergência, seguidos da aplicação de glyphosate em pós. Com essas combinações, houve redução na produtividade de grãos.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*. Controle químico. Glyphosate.

INTRODUÇÃO

Um dos principais assuntos relacionados ao manejo de plantas daninhas nas culturas agrícolas, tanto em âmbito nacional como mundial, é o constante aparecimento de novos casos de biótipos resistentes a herbicidas (LÓPEZ-OVEJERO et al., 2006; BECKIE, 2011). Este assunto ganhou ainda mais destaque com o desenvolvimento de plantas transgênicas com tolerância ao glyphosate, conhecida como tecnologia Roundup Ready[®], onde existe a possibilidade de aplicação deste herbicida em pós-emergência nas culturas. Na cultura da soja, por exemplo, realizam-se de duas a três aplicações de glyphosate por ciclo (VARGAS et al., 2007), o que tem levado à seleção de espécies de plantas daninhas tolerantes ou resistentes (CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2003).

O fator mais importante na prevenção e manejo da resistência de plantas daninhas é a recomendação de práticas agrícolas e sistemas de produção onde a pressão de seleção de biótipos resistentes a determinado herbicida seja reduzida (BOERBOOM, 1999; BECKIE, 2011). Uma das

formas de diminuir a pressão de seleção é a alternância do mecanismo de ação dos herbicidas. Os herbicidas aplicados em pré-emergência, que outrora foram bastante utilizados, tendem a ressurgir como importante ferramenta no controle de plantas daninhas resistentes.

Além disso, onde o nível de competição entre soja e plantas daninhas é severo e não existe a possibilidade de assegurar a época precisa de aplicação do glyphosate em pós-emergência, a utilização de herbicidas com atividade residual no solo é benéfica (CORRIGAN; HARVEY, 2000).

A seletividade dos herbicidas chlorimuron-ethyl (20 g ha⁻¹), diclosulam (35,28 g ha⁻¹) e sulfentrazone (600 g ha⁻¹) aplicados em pré-emergência para a cultura da soja foi avaliada por Biffe et al. (2012) em solo de textura argilosa, e reduções no rendimento de grãos foram observadas. Isto foi mais evidente em solos compactados.

Dessa forma, com o possível retorno da utilização dos herbicidas em pré-emergência, os estudos de seletividade devem ser retomados. A hipótese deste trabalho é que haja uma interação negativa para as plantas de soja pela aplicação de

glyphosate em pós-emergência nas variedades transgênicas associada às aplicações de herbicidas em pré-emergência. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da soja, combinados ou não à aplicação de glyphosate em pós-emergência.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em área localizada na Fazenda Apucarana, situada na

latitude 23° 26' 49,85" S, longitude 52° 15' 34,05" W, e altitude 375 metros, no município de São Jorge do Ivaí – Paraná.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico, de textura muito argilosa. As suas características químicas e granulométricas estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. As informações sobre as condições climáticas durante a realização do experimento encontram-se na Figura 1.

Tabela 1. Resultados da análise química do solo da área experimental. São Jorge do Ivaí, PR, 2010/2011

pH		cmol _c dm ⁻³					mg dm ⁻³		g dm ⁻³	
CaCl ₂	H ₂ O	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	CTC	P	C
5,5	6,2	0,0	3,97	10,05	3,13	0,73	13,91	17,88	15,20	22,0

Fonte: Laboratório de Solos da Universidade Estadual de Maringá.

Obs.: Ca, Mg, Al – extraídos com KCl 1mol L⁻¹; P, K – extraídos com Mehlich; H+Al – método SMP; C – método *Walkley e Black*; SB – Soma de bases.

Tabela 2. Resultados da análise granulométrica do solo da área experimental. São Jorge do Ivaí, PR, 2010/2011

Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila
11	7	17	65

Fonte: Laboratório de Solos da Universidade Estadual de Maringá.

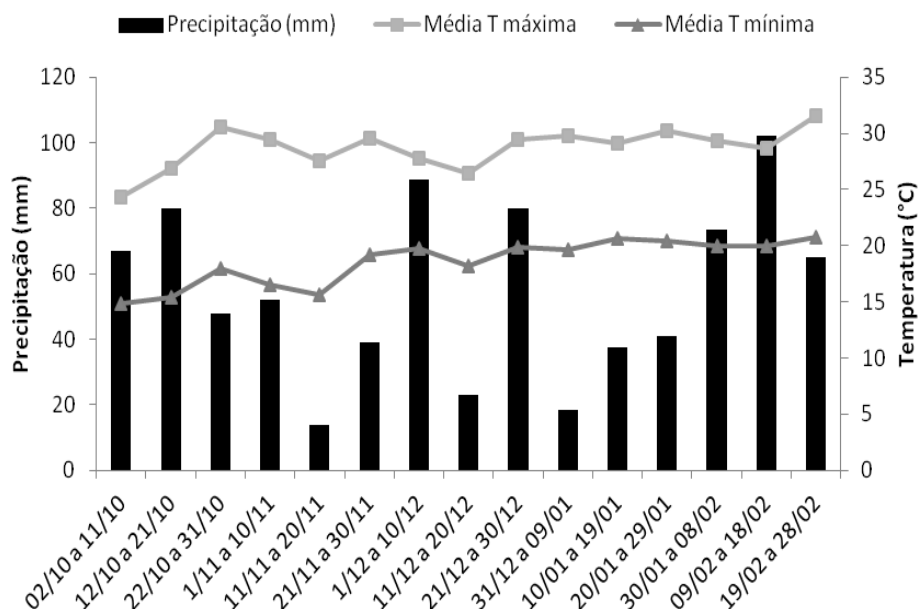


Figura 1. Valores médios decenais de temperaturas máximas e mínimas médias e precipitação (mm) no período de outubro de 2010 a fevereiro de 2011.

Fonte: Inst. das Águas do Paraná, São Jorge do Ivaí, PR.

A área experimental havia sido cultivada com milho no outono anterior à instalação da soja, a qual foi “dessecada” doze dias antes da semeadura, com 1260 g e.a. ha⁻¹ de glyphosate.

A semeadura da soja foi realizada em 10/10/2010, utilizando-se semeadora mecanizada

provida de nove linhas, espaçadas em 0,45 m. A densidade de semeadura foi de 18 sementes por metro, a profundidade de 2 cm. A variedade utilizada foi a V-MAX RR[®] (NK-7059), que se caracteriza por apresentar ciclo precoce e crescimento indeterminado.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 10 x 2, sendo o primeiro fator constituído por dez tratamentos de herbicidas aplicados em pré-emergência e o segundo pela utilização ou não de glyphosate em pós-emergência, com oito repetições. Os tratamentos de herbicidas aplicados em pré-emergência e as respectivas doses (i.a. ha⁻¹) foram chlorimuron-ethyl a 10 e 15 g ha⁻¹, diclosulam a 16,8 e 25,2 g ha⁻¹, sulfentrazone a 200 e 300 g ha⁻¹ e flumetsulam a 60, 78 e 140 g ha⁻¹, além de uma testemunha sem a aplicação de herbicida em pré-emergência.

As unidades experimentais foram compostas por 11 linhas de soja com cinco metros de comprimento cada. Desprezou-se 0,5 metros de cada extremidade, além de uma linha de soja da lateral de cada parcela, perfazendo a bordadura da unidade experimental. Desta forma, a área útil de cada parcela correspondeu a 16,2 m².

Os tratamentos em pré-emergência foram aplicados no dia 11/10/2010, um dia após semeadura da soja, com um pulverizador costal a base de CO₂, munido de cinco pontas tipo XR 110.02, espaçadas de 50 cm, mantido à pressão constante de 3,0 kgf cm⁻², resultando em uma taxa de aplicação de 200 L ha⁻¹. Para a aplicação dos produtos em toda área da parcela, foram necessários dois caminhamentos na mesma. No momento da aplicação registrou-se temperatura ambiente de 25°C, umidade relativa do ar de 75%, velocidade do vento de 1,3 km h⁻¹ e o solo estava úmido.

Aos 21 dias após a emergência (DAE), quando as plantas de soja estavam no estágio V3, fez-se a aplicação de glyphosate (1200 g e.a. ha⁻¹) nos tratamentos indicados. O equipamento utilizado para esta aplicação foi o mesmo da aplicação em pré-emergência. As condições meteorológicas eram: temperatura ambiente de 23°C, umidade relativa do ar de 67% e velocidade do vento de 1,7 km h⁻¹.

A emergência da soja ocorreu oito dias após a semeadura. As práticas culturais, tais como controle de pragas e doenças, seguiram as recomendações da EMBRAPA-SOJA (2010). Todas as parcelas foram mantidas sem plantas daninhas durante o ciclo da cultura, por meio de capinas manuais, com o objetivo de eliminar o efeito da interferência da comunidade infestante sobre o desenvolvimento e a produtividade da soja.

As avaliações foram constituídas pela intoxicação de plantas de soja por meio da escala EWCR (1964), que foram realizadas aos 7 e 14 dias

após a emergência da cultura (DAE). Aos 7 e 14 dias após a aplicação do glyphosate (DAAG) também foi realizada avaliação de fitointoxicação da soja, tendo-se a mesma escala como referência. Quando as plantas estavam no estágio V3 (21 DAE), antes da aplicação do glyphosate, avaliou-se o índice SPAD, o qual indica o teor de clorofila nas folhas, utilizando o equipamento Minolta (SPAD-502 meter) e a altura (nível do solo até a inserção do último trifólio completamente expandido), em dez plantas por parcela.

Na pré-colheita, mediu-se a altura de dez plantas amostradas na área útil das parcelas e contou-se o número de plantas em 6,0 m para determinação do estande final da cultura. A colheita foi realizada manualmente, coletando-se todas as plantas presentes na área útil da parcela. Determinou-se o teor de umidade dos grãos e a produtividade de grãos por parcela. Posteriormente, o peso de grãos foi corrigido para 13% de umidade.

Os dados foram submetidos aos testes de Levene e Shapiro-Wilk com o objetivo de avaliar a variância e a normalidade dos erros. Para análise dos dados, utilizou-se análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de agrupamento Scott-Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Intoxicação da soja após a aplicação em pré-emergência

As médias dos valores de fitointoxicação obtidos antes da aplicação do glyphosate em pós-emergência são apresentadas na Tabela 3. Aos sete dias após a emergência (DAE), os sintomas de intoxicação das plantas foram mais perceptíveis do que aos 15 DAE. Os tratamentos que causaram os maiores níveis de intoxicação à cultura da soja foram diclosulam a 25,2 g ha⁻¹ e flumetsulam a 140 g ha⁻¹, caracterizados pelo aparecimento de manchas cloróticas nas folhas mais novas. As aplicações de chlorimuron-ethyl a 10 g ha⁻¹ e flumetsulam a 48 g ha⁻¹ não ocasionaram nenhum tipo de injúria às plantas de soja, obtendo-se valores semelhantes à testemunha (1,0). Aos 15 DAE, houve diminuição nos sintomas de fitointoxicação, sendo que apenas os tratamentos com diclosulam a 25,2 g i.a. ha⁻¹, sulfentrazone a 300 g ha⁻¹ e flumetsulam a 78 e 140 g ha⁻¹ continuavam a apresentar sintomas característicos de injúrias sobre a cultura.

Tabela 3. Médias dos valores de intoxicação das plantas de soja, antes da aplicação em pós-emergência. São Jorge do Ivaí, PR, 2010/2011

Herbicidas	Doses (g i.a. ha ⁻¹)	Fitointoxicação (EWCR)	
		7 DAE*	15 DAE
chlorimuron-ethyl	10	1,0	1,0
chlorimuron-ethyl	15	1,5	1,0
diclosulam	16,8	2,0	1,0
diclosulam	25,2	2,5	1,5
sulfentrazone	200	1,5	1,0
sulfentrazone	300	2,0	1,5
flumetsulam	60	1,0	1,0
flumetsulam	78	2,0	1,5
flumetsulam	140	2,5	1,5
testemunha	-	1,0	1,0

* DAE – dias após a emergência.

Em relação ao sulfentrazone, a área foliar das plantas de soja foi diminuída com a aplicação da dose de 600 g ha⁻¹, em um solo com pH 6,1, principalmente onde os valores de densidades do solo eram mais elevados (1,4 e 1,5 g cm⁻³) (ZOBIOLE et al., 2007). Para Arruda et al. (1999) a toxicidade do sulfentrazone para diversas variedades de soja está intimamente relacionada com a rapidez com que o herbicida é metabolizado. Estes autores observaram injúrias drásticas na variedade BR 16 quando submetida ao sulfentrazone, havendo redução da área foliar, o que acarretou em distúrbios funcionais no crescimento e desenvolvimento das plantas de soja.

Quanto ao flumetsulam, Magalhães e Barros (1993) também observaram injúrias nas plantas de soja tratadas com esse herbicida, as quais apresentaram porte reduzido e clorose foliar. Segundo Hodges et al. (1990), determinadas condições, como pH elevado e, ou baixo teor de matéria orgânica no solo, favorece a pronta disponibilidade do herbicida na solução do solo, e assim altas quantidades do herbicida podem ser

absorvidas rapidamente, provocando intoxicação nas plantas de soja. Isso acontece porque o mecanismo de metabolização do herbicida fica sobrecarregado. A seletividade da cultura aos herbicidas do grupo das sulfonanilidas é devido à detoxificação metabólica, em função da hidroxilação (reação de oxidação), seguida da conjugação da glicose (HODGES et al., 1990).

Deuber e Novo (2006) não verificaram injúrias visíveis nas plantas de soja quando o diclosulam e o flumetsulam foram aplicados em pré-emergência nas doses de 33,6 e 120 g ha⁻¹, respectivamente, em solos de textura areno-barrenta e argilosa. Porém, com a aplicação de flumetsulam a 180 g ha⁻¹ constatou-se clorose acentuada e redução de crescimento nas plantas de soja.

A maioria dos tratamentos de herbicidas causou reduções na altura das plantas de soja, quando comparados à testemunha sem herbicida (Tabela 4). Apenas o flumetsulam na menor dose (60 g ha⁻¹) promoveu resultado semelhante à testemunha, não tendo apresentando efeito negativo no crescimento das plantas.

Tabela 4. Médias dos valores de altura e índice SPAD das plantas de soja aos 21 dias após a emergência. São Jorge do Ivaí, PR, 2010/2011

Herbicidas	Doses (g i.a. ha ⁻¹)	21 DAE	
		Altura	SPAD
chlorimuron-ethyl	10	11,1 b	32,5 a
chlorimuron-ethyl	15	10,0 b	31,8 a
diclosulam	16,8	10,6 b	32,4 a
diclosulam	25,2	10,1 b	32,0 a
sulfentrazone	200	10,0 b	32,4 a
sulfentrazone	300	10,1 b	32,9 a
flumetsulam	60	11,5 a	33,6 a
flumetsulam	78	10,8 b	33,6 a
flumetsulam	140	10,8 b	33,0 a
testemunha	-	11,6 a	33,6 a
C.V. (%)		7,58	4,64

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de agrupamento Scott-Knott.

Para os resultados do índice SPAD, não houve diferenças significativas entre os tratamentos testados (Tabela 4). Os valores obtidos permaneceram entre 31,8 e 33,6.

b) Intoxicação da soja após a aplicação em pós-emergência

Nenhum dos tratamentos nos quais o glyphosate não foi aplicado apresentou sintoma de intoxicação das plantas, em ambas as avaliações (7 e 15 DAAG) realizadas após a aplicação em pós-emergência (Tabela 5). Esse fato indica que todos os sintomas relacionados às aplicações em pré-emergência já haviam desaparecido.

Tabela 5. Médias dos valores de intoxicação (escala EWCR) das plantas de soja, 07 e 15 dias após a aplicação em pós-emergência. São Jorge do Ivaí, PR, 2010/2011

Herbicidas	Doses (g i.a. ha ⁻¹)	glyphosate (Pós-emergência)			
		7 DAAG*		15 DAAG	
		Sem	Com	Sem	Com
chlorimuron-ethyl	10	1,0	2,0	1,0	1,0
chlorimuron-ethyl	15	1,0	2,0	1,0	1,5
diclosulam	16,8	1,0	2,0	1,0	1,5
diclosulam	25,2	1,0	2,0	1,0	1,5
sulfentrazone	200	1,0	2,0	1,0	1,0
sulfentrazone	300	1,0	2,5	1,0	1,5
flumetsulam	60	1,0	2,0	1,0	1,0
flumetsulam	78	1,0	2,5	1,0	1,5
flumetsulam	140	1,0	3,0	1,0	2,0
testemunha	-	1,0	2,0	1,0	1,0

* DAAG – dias após a aplicação do glyphosate

No entanto, para os tratamentos com glyphosate em pós-emergência, aos 7 dias após a aplicação do glyphosate (7 DAAG) foram constatados sintomas, caracterizados pelo amarelecimento dos trifólios. Esses sintomas foram mais evidentes quando se aplicou em pré-emergência o flumetsulam a 140 g ha⁻¹. Este tratamento resultou em nota de fitointoxicação 3,0, que caracteriza “pequenas alterações (descoloração ou deformação) visíveis em muitas plantas”. Aos 15 DAAG, apesar da diminuição dos sintomas visuais, ainda foi possível notar o efeito da aplicação de glyphosate em quase todos os tratamentos, com exceção do chlorimuron a 10 g ha⁻¹, sulfentrazone a 200 g ha⁻¹, e do flumetsulam a 60 g ha⁻¹.

Para Zobiolo et al. (2010a), o amarelecimento das folhas superiores das plantas de soja ocasionadas pelo uso do glyphosate tem sido relatado por muitos agricultores, e é conhecido como *yellow flashing*. Segundo alguns autores (REDDY et al., 2004; ZOBIOLE et al., 2010a; KING et al., 2001), os sintomas são atribuídos ao acúmulo de um metabólito fitotóxico do glyphosate conhecido por AMPA (ácido aminometilfosfônico), que é um dos responsáveis pela redução do teor de

clorofila e da biomassa da parte aérea e raízes da soja. Outra hipótese seria que os sintomas de fitointoxicação podem ser atribuídos à imobilização de cátions bivalentes, como o manganês e o ferro, o que pode reduzir a translocação desses nutrientes nas plantas (BOTT et al. 2008; ZOBIOLE et al. 2010a).

Para a altura de plantas na pré-colheita (Tabela 6), verifica-se que os tratamentos que não receberam a aplicação de glyphosate não diferiram entre si em função dos diferentes herbicidas aplicados em pré-emergência. Já com a aplicação do glyphosate em pós-emergência, algumas diferenças foram evidentes. A associação do herbicida aplicado em pós-emergência com o diclosulam na dose mais elevada (25,2 g ha⁻¹) causou uma redução de 6%, se comparado à testemunha, havendo diferenças significativas entre eles. Barros et al. (2005) também constataram redução de altura das plantas de soja, na avaliação de pré-colheita, quando houve aplicação do diclosulam em pré-emergência na dose 35 g ha⁻¹, em um solo de textura arenosa com 3,4% de matéria orgânica, em comparação à testemunha sem aplicação.

Tabela 6. Média dos valores de altura de plantas de soja na avaliação de pré-colheita. São Jorge do Ivaí, PR, 2010/2011

Herbicidas	Doses (g i.a. ha ⁻¹)	glyphosate (Pós-emergência)	
		Sem	Com
chlorimuron-ethyl	10	118,0 A a	118,9 A a
chlorimuron-ethyl	15	120,4 A a	117,1 A a
diclosulam	16,8	118,9 A a	117,1 A a
diclosulam	25,2	117,6 A a	109,8 B b
sulfentrazone	200	116,4 A a	117,4 A a
sulfentrazone	300	116,9 A a	115,5 A a
flumetsulam	60	118,9 A a	116,6 A a
flumetsulam	78	115,9 A a	117,9 A a
flumetsulam	140	121,0 A a	115,3 B a
testemunha	-	118,1 A a	116,9 A a
C.V. (%)		3,83	

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de agrupamento Scott-Knott; e as médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na linha não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste F.

Na presença do glyphosate, apenas os tratamentos com diclosulam a 25,2 g ha⁻¹ e flumetsulam a 140 g ha⁻¹ apresentaram reduções nos valores de altura de plantas, quando comparados aos seus tratamentos respectivos sem a aplicação do glyphosate. Fologi et al. (2005) e Procópio et al. (2007) não encontraram reduções nos valores de altura de plantas de soja mediante a aplicação de glyphosate em pós-emergência. Por outro lado, Zobiolo et al. (2010b) verificaram diminuição nesta variável (soja - cv. BRS 242 RR), quando submetida a aplicações de glyphosate nas doses de 600 a 2400 g ha⁻¹.

O estande das plantas de soja avaliado na pré-colheita não variou entre os tratamentos avaliados. Os valores médios ficaram entre 15,3 e

17 plantas por metro linear (dados não apresentados).

Sem a aplicação de glyphosate em pós-emergência, verificou-se que os diferentes tratamentos aplicados em pré-emergência resultaram em produtividades semelhantes (Tabela 7). A testemunha sem aplicação de herbicidas apresentou produtividade de 3742,6 kg ha⁻¹. O efeito dos sintomas de fitointoxicação e da redução de altura de plantas causados pelos herbicidas aplicados em pré-emergentes no início do desenvolvimento da soja não resultou em queda na produtividade de grãos da cultura. Esse resultado indica que as plantas de soja tiveram tempo hábil para se recuperar das injúrias.

Tabela 7. Média dos valores de produtividade da soja (kg ha⁻¹). São Jorge do Ivaí, PR, 2010/2011

Herbicidas	Doses (g i.a. ha ⁻¹)	glyphosate (Pós-emergência)	
		Sem	Com
chlorimuron-ethyl	10	3628,4 A a	3598,8 A a
chlorimuron-ethyl	15	3586,3 A a	3653,5 A a
diclosulam	16,8	3703,5 A a	3690,6 A a
diclosulam	25,2	3673,1 A a	3628,3 A a
sulfentrazone	200	3611,4 A a	3628,1 A a
sulfentrazone	300	3580,1 A a	3566,0 A a
flumetsulam	60	3633,4 A a	3576,9 A a
flumetsulam	78	3591,3 A a	3527,8 A b
flumetsulam	140	3581,3 A a	3448,5 B b
testemunha	-	3742,6 A a	3628,3 A a
C.V. (%)		3,40	

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de agrupamento Scott-Knott; e as médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na linha não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste F.

Com a aplicação do glyphosate em pós-emergência, o herbicida flumetsulam nas doses de 78 e 140 g ha⁻¹ causou reduções na produtividade de

grãos, quando comparado ao tratamento apenas com glyphosate. Em porcentagens, essas reduções foram de 2,77 e 4,96%, respectivamente. Apesar de

aparentemente as plantas estarem recuperadas dos sintomas dos herbicidas aplicados em pré-emergência, para estes tratamentos, quando se aplicou o glyphosate talvez as plantas de soja ainda estivessem sob estresse pela aplicação do herbicida, fato este que pode ter potencializado o dano do glyphosate à cultura.

Para Hodges et al. (1990), a seletividade do flumetsulam varia em função do tempo de absorção e de translocação do mesmo. Em doses mais altas, maiores quantidades do herbicida podem ser absorvidas, sobrecarregando os processos de metabolização do flumetsulam. Velini et al. (1992) relatam que é possível herbicidas reduzirem a produtividade das culturas sem manifestar efeitos visualmente destacáveis, bem como herbicidas que causam injúrias acentuadas às plantas cultivadas, não afetarem o potencial produtivo destas.

A aplicação de glyphosate em pós-emergência não causou redução na produtividade de grãos para a maioria dos tratamentos aplicados em pré-emergência, quando comparados aos respectivos tratamentos sem a aplicação do herbicida. O único tratamento herbicida que ocasionou queda no rendimento de grãos com a aplicação do glyphosate

foi o flumetsulam a 140 g ha⁻¹, com produtividade relativa de 96,21%, em relação ao tratamento sem glyphosate em pós-emergência. Isto mostra que a associação entre os herbicidas pode ser prejudicial para cultura da soja. Alonso et al. (2011) mostraram que a associação de glyphosate e lactofen (960+72) entre os estádios V2 e V3 promoveu redução significativa de produtividade de grãos de soja CD 214 RR.

A utilização de herbicidas em pré-emergência é uma excelente ferramenta dentro de sistemas que visam o manejo de plantas daninhas. Porém, a escolha dos herbicidas e doses a serem utilizados deve ser feita de maneira criteriosa, a fim de evitar problemas de injúrias à cultura e/ou quedas no rendimento de grãos.

CONCLUSÕES

Os únicos tratamentos de herbicidas que afetaram a produtividade de grãos da soja (V-MAX RR - NK 7059) foram flumetsulam a 78 e 140 g ha⁻¹, combinados à aplicação de glyphosate em pós-emergência.

ABSTRACT: In weed management systems, the application of pre-emergence herbicides is an interesting option, since they are an important tool in the management of resistant populations. This study aims to evaluate the selectivity of herbicides applied in pre-emergence soybean, combined or not with glyphosate post-emergence in clay soil. The experimental design was a randomized blocks with eight replicates in 10 x 2 factorial, ten herbicide treatments, with or without the application of glyphosate post-emergence. The herbicide treatments were chlorimuron-ethyl at 10 and 20 g ha⁻¹; diclosulam at 16.8 and 25.2 g ha⁻¹; sulfentrazone at 200 and 300 g ha⁻¹; flumetsulam at 60, 78 and 140 g ha⁻¹, and a check without herbicides kept free of weeds. The application of herbicides pre-emergence came a day after the planting of soybeans V-MAX RR (NK-7059), and the application of glyphosate at 1200 g ha⁻¹ occurred 21 days after soybean emergence (V3). The results showed that herbicides applied pre-emergence affected the early development of soybeans, with reduction in plant height and visual symptoms of crop injury. But overall, this was not reflected in grain yield. The only herbicide treatments considered non-selective for soybeans were those in which flumetsulam (70 and 140 g ha⁻¹) was applied in pre-emergence, followed by application of glyphosate post-emergence. With these combinations, there was a reduction in grain yield.

KEYWORDS: *Glycine max.* Chemical control. Glyphosate.

REFERÊNCIAS

- ALONSO, D. G.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R. S.; ARANTES, J. G. Z.; CAVALIERI, S. D.; SANTOS, G.; RIOS, F. A.; FRANCHINI, L. H. M. Selectivity of glyphosate tank mixtures for RR soybean. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 929-937, 2011.
- ARRUDA, J. S.; LOPES, N. F.; BACARIN, M. A. Crescimento de plantas de soja em função de doses de sulfentrazone. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 17, n. 3, p. 375-386, 1999.
- BARROS, A. C.; MONTEIRO, P. M. F. O.; FURTADO, X. C.; NUNES JÚNIOR, J.; GUERZONI, R. A. Tolerância de cultivares de soja aos herbicidas imazaquin, diclosulam e sulfentrazone, aplicados em solo de textura arenosa. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Maringá, v. 4, n. 1, p. 1-8, 2005.

BECKIE, H. J. Herbicide-resistant weed management: focus on glyphosate. **Pest Management Science**, Oxford, v. 67, n. 9, p. 1037-1048, 2011.

BIFFE, D. F. **Efeito da aplicação de herbicidas em pré-emergência e de glyphosate em pós-emergência sobre a cultura da soja RR, em solo compactado e não compactado**. 2012. 104f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Maringá, 2012.

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

BOTT, S.; TESHAMARIAN, T.; CANDAN, H.; CAKMAK, I.; ROMHELD, V.; NEUMANN, G. Glyphosate induced impairment of plant growth and micronutrient status in glyphosate resistant soybean (*Glycine max* L.). **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 312, n. 1-2, p. 185-194, 2008.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LOPEZ-OVEJERO, R. Principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 507-515, 2003.

CORRIGAN, K. A.; HARVEY, R. G. Glyphosate with and without residual herbicides in till soybean (*Glycine max*) production. **Weed Technology**, Champaign, v. 14, n. 3, p. 569-577, 2000.

DEUBER, R.; NOVO, M. C. S. S. Nodulação e desenvolvimento de planta de soja IAC-19 com aplicação dos herbicidas diclosulam e flumetsulam. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Maringá, v. 5, n. 2, p. 57-63, 2006.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja: Região Central do Brasil**, 2011. Londrina, 2010. 247p.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL – EWEC. Report of 3rd and 4th meetings of EWCR. Cities of methods in weed research. **Weed Research**, Oxford, v. 4, n. 1, p. 88, 1964.

FOLONI, L. L.; RODRIGUES, D.; FERREIRA, F.; MIRANDA, R.; ONO, E. O. Aplicação de glyphosate em pós-emergência, em soja transgênica cultivada no cerrado. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Maringá, v. 4, n. 3, p. 47-58, 2005.

HODGES, C. C.; DE BOER, G. J.; AVALOS, J. Uptake and metabolism as mechanism of selective herbicidal activity of the 1, 2, 4 - Triazolo [1, 5 - α] pyrimidines. **Pesticide Science**, Oxford, v. 29, n. 3, p. 365-378, 1990.

KING, A. C.; PURCELL, L. C.; VORIES, E. D. Plant growth and nitrogenase activity of glyphosetolerant soybean in response to glyphosate applications. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, n. 1, p. 179-186, 2001.

LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; PENCKOWSKI, L. H.; PODOLAM, M. J.; CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Alternativas de manejo químico da planta daninha *Digitaria insularis* resistente aos herbicidas inibidores da ACCase na cultura da soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 407-414, 2006.

MAGALHÃES, P. M.; BARROS, A. C. Eficiência e seletividade do herbicida flumetsulam no controle de invasoras dicotiledôneas na cultura da soja. In.: Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas, 19^o, Londrina, **Resumos**, p. 118-119, 1993.

PROCÓPIO, S. O.; MENEZES, C. C. E.; BETTA, L.; BETTA, M. Utilização de chlorimuron-ethyl e imazethapyr na cultura da soja Roundup Ready. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 365-373, 2007.

REDDY, K. N.; RIMANDO, A. M.; DUKE, S. O. Aminomethylphosphonic acid, a metabolite of glyphosate, causes injury in glyphosate treated, glyphosate resistant soybean. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 52, n. 16, p. 5139-5143, 2004.

VARGAS, L.; BIANCHI, M. A.; RIZZARDI, M. A.; AGOSTINETTO, D.; DAL MAGRO, T. Buva (*Conyza bonariensis* resistente ao glyphosate na Região Sul do Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 573-578, 2007.

VELINI, E. D.; FREDERICO, L. A. H.; MORELI, J. L.; MORELI, J. L.; MARUBAUYSHI, O. M. Avaliações dos efeitos do herbicida clomazone aplicado em pós-emergência inicial sobre o crescimento e produtividade de soqueira de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* cv. SP 71-1406). **STAB**, Piracicaba, v. 10, n. 4, p. 13-16, 1992.

ZOBIOLE, L. H. S.; OLIVEIRA JR., R. S.; TORMENA, C. A.; CONSTANTIN, J.; CAVALIERI, S. D.; ALONSO, D. G.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. Efeito da compactação do solo e do sulfentrazone sobre a cultura da soja em duas condições de água no solo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 537-545, 2007.

ZOBIOLE, L. H. S.; OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; KREMER, R. J. Uso de aminoácidos exógeno na prevenção de injúrias causadas por glyphosate na soja RR. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 643-653, 2010a.

ZOBIOLE, L. H. S.; OLIVEIRA JR., R. S.; KREMER, J. R.; CONSTANTIN, J.; BONATO, C. M.; MUNIZ, A. S. Water use efficiency na photosynthesis of glyphosate-resistant soybean as affected **Pesticide Biochemistry and Physiology**, Orlando, v. 97, n. 3, p. 182-193, 2010b.