

JETHRO BARROS OSIPE

**GLYPHOSATE ASSOCIADO À COMPETIÇÃO COM PLANTAS
DANINHAS E À APLICAÇÃO DE HERBICIDAS EM PRÉ-
EMERGÊNCIA PARA A CULTURA DA SOJA RR**

MARINGÁ - PARANÁ - BRASIL

MARÇO – 2012

JETHRO BARROS OSIPE

**GLYPHOSATE ASSOCIADO À COMPETIÇÃO COM PLANTAS
DANINHAS E À APLICAÇÃO DE HERBICIDAS EM PRÉ-
EMERGÊNCIA PARA A CULTURA DA SOJA RR**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, para obtenção do título de Mestre, Área de Concentração: Proteção de Plantas.

MARINGÁ - PARANÁ - BRASIL

MARÇO – 2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

Osipe, Jethro Barros
082g Glyphosate associado à competição com plantas daninhas e à aplicação de herbicidas em pré-emergência para a cultura da soja RR / Jethro Barros Osipe. - Maringá, 2012.
60 f. : il.. figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Rubem Silvério de Oliveira Jr.

Co-orientador: Prof. Dr. Jamil Constantin.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2012.

1. Glycine max. 2. Soja RR. 3. Herbicidas - Seletividade. 4. Herbicidas Pré-emergentes. 5. Herbicidas glyphosate. I. Oliveira Jr, Rubem Silvério de, orient. II. Constantin, Jamil, co-orient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDD 21.ed. 632.954

MN - 0000507

JETHRO BARROS OSIPE

**GLYPHOSATE ASSOCIADO À COMPETIÇÃO COM PLANTAS
DANINHAS E À APLICAÇÃO DE HERBICIDAS EM PRÉ-
EMERGÊNCIA PARA A CULTURA DA SOJA RR**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, para obtenção do título de Mestre, Área de Concentração: Proteção de Plantas.

_____ em 01 de Março de 2012.

Prof. Dr. Jamil Constantin

Prof. Dr. Robinson Luiz Contiero

Prof. Dr. Robinson Osipe

Prof. Dr. Rubem Silvério de Oliveira Jr.
(Orientador)

Aos meus pais Robinson Osipe e Waldenice Marinho Barros Osipe, pelo imenso amor, educação, apoio incondicional em todos os momentos da minha vida, e por permitir que eu pudesse buscar todos os meus sonhos,

DEDICO

"A inteligência é o farol que nos guia, mas é a vontade que nos faz caminhar"

(Érico Veríssimo)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por iluminar os meus passos em todos os momentos da minha caminhada;

À Universidade Estadual de Maringá (UEM), em especial ao Departamento de Agronomia (DAG) e Programa de Pós-graduação em Agronomia (PGA);

Ao amigo Professor Dr. Rubem Silvério de Oliveira Júnior, pelo apoio e orientação neste trabalho, além da amizade, caráter, e contribuições a minha formação pessoal e profissional;

Ao amigo Professor Dr. Jamil Constantin, pelos conselhos, profissionalismo, competência e pelos valiosos ensinamentos que jamais serão esquecidos;

Aos meus brilhantes pais Robinson Osipe e Waldenice M. Barros Osipe, por todo amor, dedicação, e conselhos ao longo do meu crescimento;

Aos meus queridos irmãos Nathan, Vinis e Petrus, pela profunda amizade, companheirismo e incentivo;

À minha amada Amanda Merlini Dutra, companheira fiel ao longo desta etapa, sempre disposta ao auxílio, com muito amor e carinho;

À secretária do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Érika Cristina T. Sato, pela compreensão e atendimento profissional e competente durante este período de convivência;

Ao Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro por meio da bolsa de estudos concedida;

Aos funcionários do Departamento de Agronomia/UEM, Milton Lopes da Silva e Luis Machado Homem, pela presteza e apoio na condução dos experimentos;

Aos amigos membros do Núcleo de Estudos Avançados em Ciência das Plantas Daninhas da Universidade Estadual de Maringá (NAPD/UEM), Alessandra Francischini, Alexandre Gemelli, Antonio Neto, Denis Biffe, Diego Alonso, Éder Blainski, Eliezer Gheno, Fabiano Rios, Felipe Fornaza, Gizelly Santos, Guilherme Braz, Hudson Takano, Hugo Dan, João Arantes, Luiz Henrique Franchini, Michel Raimondi, Naiara Guerra, Pedro Martini, Rodrigo F. Gomes e Talita Jumes, pela amizade e companheirismo durante este período e indispensável colaboração nos trabalhos desenvolvidos;

E a todos que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho.

Muito obrigado!

BIOGRAFIA

JETHRO BARROS OSIPE, nascido em 28 de maio de 1988, em Bandeirantes, Paraná, filho de Robinson Osipe e Waldenice Marinho Barros Osipe.

Iniciou o curso de Agronomia em 2006, na Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus Luiz Meneghel. A partir deste ano começou os trabalhos na área de Ciência das Plantas Daninhas, sob orientação do Professor Doutor Robinson Osipe.

Formado Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual do Norte do Paraná – Campus Luiz Meneghel, Bandeirantes, Paraná, em 17 de dezembro de 2009. Em março de 2010, ingressou como aluno de Mestrado, área de concentração em Proteção de Plantas, no Programa de Pós-graduação em Agronomia, na Universidade Estadual de Maringá, como aluno não-regular. Em março de 2011, ingressou no mesmo programa como aluno regular.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO 1	3
EFEITO DO GLYPHOSATE EM PÓS-EMERGÊNCIA NA CULTURA DA SOJA RR ASSOCIADO À COMPETIÇÃO COM PLANTAS DANINHAS.....	3
RESUMO	3
ABSTRACT	4
INTRODUÇÃO.....	5
MATERIAL E MÉTODOS	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
CONCLUSÕES	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
CAPÍTULO 2	32
SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS EM PRÉ-EMERGÊNCIA COMBINADOS OU NÃO COM GLYPHOSATE EM PÓS-EMERGÊNCIA PARA A SOJA RR.....	32
RESUMO	32
ABSTRACT	33
INTRODUÇÃO.....	34
MATERIAL E MÉTODOS	38
RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
CONCLUSÕES	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60

RESUMO

OSIPE, J. B., M.Sc. Universidade Estadual de Maringá (UEM), Março de 2012. **Glyphosate associado à competição com plantas daninhas e à aplicação de herbicidas em pré-emergência para a cultura da soja RR.** Professor Orientador: Dr. Rubem Silvério de Oliveira Júnior; Co-orientador: Dr. Jamil Constantin.

Com o desenvolvimento da tecnologia RR, as aplicações de glyphosate nas culturas têm se tornado cada vez mais frequentes. Dois experimentos foram conduzidos no ano agrícola de 2010/2011, com o objetivo de avaliar os efeitos do glyphosate aplicado em pós-emergência da cultura da soja RR, associado à competição com plantas daninhas e à aplicação de herbicidas em pré-emergência. No primeiro, a cultura da soja passou por três tipos de manejo (convivência com plantas daninhas, aplicação de glyphosate em pós-emergência e ambos) por seis diferentes períodos. Os resultados revelaram que, independente da época de aplicação do pós-emergente, houve redução no rendimento de grãos de soja quando o glyphosate foi utilizado. A convivência com plantas daninhas prejudicou a cultura, ocasionando perdas de até 67% na produtividade. O estresse ocasionado pela competição com as plantas daninhas não acentuou o efeito negativo do glyphosate sobre o rendimento de grãos da soja. No segundo experimento, a aplicação de herbicidas em pré-emergência foi complementada ou não com o glyphosate. Todos os herbicidas aplicados em pré-emergência reduziram o porte das plantas de soja inicialmente, porém, de modo geral, não afetaram o rendimento de grãos da cultura. Apenas o herbicida flumetsulam, nas doses de 78 e 140 g ha⁻¹, associado com o glyphosate em pós-emergência, reduziram a produtividade de grãos da soja.

Palavras-chave: *Glycine max*, interferência, controle químico, plantas daninhas

ABSTRACT

OSIPE, J. B., M.Sc. Universidade Estadual de Maringá (UEM), March of 2012. **Glyphosate associated with competition with weeds and herbicide applied in pre-emergence for soybean RR.** Adviser: Dr. Rubem Silvério de Oliveira Júnior; Co-adviser: Dr. Jamil Constantin.

With the development of RR technology, applications of glyphosate on crops have become increasingly frequent. Two experiments were conducted in the agricultural year 2010/2011, in order to evaluate the effects of glyphosate applied post-emergence of soybean RR associated with competition by weeds and with applying of herbicides in pre-emergence. At first, the soybean crop had three types of management (with weed competition, application of glyphosate post-emergence, and both) in six different time periods. The results showed that independent of the time of application of post-emergence, there was a reduction in grain yield of soybean when glyphosate was used. Living with weeds damaged to the crop, causing losses of up to 67% in yield. The stress caused by competition with weeds not emphasized the negative effect of glyphosate on grain yield of soybeans. In the second experiment, the application of herbicides in pre-emergence was supplemented or not with glyphosate. All herbicides applied pre-emergence reduced the size of the soybean plants initially, however, generally they did not affect the yield of the crop. Only the herbicide flumetsulam at doses of 78 and 140 g ha⁻¹, associated with post-emergence glyphosate, reduced the grain yield of soybean.

Key-words: *Glycine max*, interference, chemical control, weeds

INTRODUÇÃO GERAL

A cultura da soja (*Glycine max*) apresenta grande destaque no cenário mundial de produção de grãos, sendo o Brasil um dos maiores produtores da oleaginosa. O imenso avanço tecnológico da cultura nos últimos anos tem sido um fator de extrema importância para o crescimento da área cultivada com a soja.

Como exemplo desse avanço, cita-se a tecnologia Roundup Ready, na qual existe a possibilidade da aplicação do glyphosate em pós-emergência da cultura. A utilização do herbicida nesta modalidade de aplicação trouxe diversos benefícios para o manejo de plantas daninhas, tais como redução de custo, ampliação de espectro de ação, e alta eficiência de controle, inclusive em plantas em estádios mais adiantados, além de ser uma opção para o manejo de plantas daninhas que já apresentam resistência aos herbicidas inibidores da ALS ou ACCase.

A rápida e intensa adoção da tecnologia, associado à falta de informação por grande parte dos agricultores no uso de herbicidas, possibilitaram a seleção de plantas daninhas resistentes ao glyphosate. A recomendação de práticas agrícolas e de sistemas de produção, onde a pressão de seleção de biótipos resistentes a determinado herbicida seja reduzida, é um fator extremamente importante na prevenção e manejo de populações resistentes. Nesse contexto, enquadram-se os herbicidas aplicados em pré-emergência, muito utilizados em décadas anteriores.

Outra consideração importante relacionada ao uso do glyphosate tem sido os constantes relatos, por parte dos produtores, de injúrias à cultura da soja após a aplicação do herbicida. O sintoma típico observado em campo se caracteriza pelo amarelecimento das folhas superiores, conhecido como *yellow flashing*. Porém, ainda não há um esclarecimento total sobre o assunto.

A interferência exercida pelas plantas daninhas sobre as culturas pode resultar em algumas alterações morfológicas e fisiológicas, como o estiolamento, tornando as plantas mais suscetíveis aos danos mecânicos. A absorção de

herbicidas também pode sofrer alterações em função dessas mudanças, tornando as plantas mais sensíveis a eles.

Dessa forma, o desenvolvimento deste trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do glyphosate, associados ou não à convivência com plantas daninhas, para a cultura da soja RR, bem como a interação entre alguns herbicidas aplicados em pré-emergência com a aplicação do glyphosate.

CAPÍTULO 1

EFEITO DO GLYPHOSATE EM PÓS-EMERGÊNCIA NA CULTURA DA SOJA RR ASSOCIADO À COMPETIÇÃO COM PLANTAS DANINHAS

RESUMO – A aplicação de glyphosate em soja RR, apesar de ser uma alternativa para o controle de plantas daninhas, tem causado algumas injúrias à cultura que ainda não são totalmente esclarecidas. Estudos sobre uma possível interação entre o estresse relacionado à competição por plantas daninhas e os efeitos do glyphosate em pós-emergência não são encontrados na literatura. O presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito isolado e conjunto da matocompetição e da intoxicação de glyphosate sobre a cultura da soja. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, arranjos em um esquema fatorial $(6 \times 3) + 2$, sendo seis períodos (6, 12, 18, 24, 30 e 36 DAE) e três tipos de manejo (aplicação de glyphosate, convivência com as plantas daninhas e ambos), além de testemunhas no mato e no limpo. A cultivar de soja utilizada foi BMX Potência RR, e a emergência da cultura ocorreu sete dias após a semeadura. A convivência com plantas daninhas reduziu a altura de plantas, altura da inserção da primeira vagem, número de vagens por plantas e rendimento de grãos; e o PAI encontrado foi 16 DAE considerando 10% de redução na produtividade, e 12 DAE, utilizando o valor do desvio padrão. A aplicação de glyphosate afetou a produtividade da cultura, independente da época. O estresse ocasionado pela competição com as plantas daninhas não acentuou o efeito negativo do glyphosate sobre o rendimento de grãos da soja.

Palavras-chave: interferência, controle químico, *Glycine max*, rendimento de grãos

*EFFECT OF GLYPHOSATE POST-EMERGENCE IN SOYBEAN RR
ASSOCIATED WITH COMPETITION WITH THE WEED*

ABSTRACT – The application of glyphosate in RR soybeans, although it is a alternative for weed control, has caused some injury to the culture that are not yet fully elucidated. Studies about a possible interaction between the stress related to competition by weeds and the effects of glyphosate post-emergence are not found in the literature. This study aims to evaluate the isolated and combined effect of weed competition and toxicity of glyphosate on the soybean crop. The experimental design was randomized blocks, arranged in a factorial design (6 x 3) + 2, with six times (6, 12, 18, 24, 30 and 36 DAE) three types of management (application of glyphosate, living with weeds and both), and two checks (with and without weeds). The soybean cultivar used was BMX Potência RR, and crop emergence occurred seven days after sowing. Living with weeds reduced plant height, height of first pod insertion, number of pods per plant and grain yield; and the period before interference found was 16 DAE considering 10% of tolerance of soybean grain yield reduction, and 12 DAE using the value of standard deviation. The application of glyphosate affected the crop productivity, regardless of the time. The stress caused by competition with weeds not emphasized the negative effect of glyphosate on grain yield of soybeans.

Key-words: interference, chemical control, *Glycine max*, grain yield

INTRODUÇÃO

As plantas daninhas estão entre os fatores bióticos que influenciam negativamente o desenvolvimento das culturas agrícolas. Quando elas deixam de ser manejadas da maneira adequada, interferem no processo produtivo, competindo pelos recursos do meio (água, luz e nutrientes), liberando substâncias alelopáticas prejudiciais, atuando como hospedeiras de pragas e doenças comuns à cultura e interferindo nas práticas de colheita (PITELLI, 1985).

A competição entre plantas se estabelece em condições específicas, quando os recursos do meio (solo e ambiente) são incapazes de suprir as quantidades de fatores essenciais ao crescimento normal das plantas (HEWSON & ROBERTS, 1973). As consequências decorrentes da competição de plantas daninhas sobre características de plantas cultivadas comprometem o desenvolvimento de estruturas reprodutivas e, conseqüentemente, afetam alguns componentes da produtividade de grãos (LAMEGO et al., 2004). Para a soja, o número de vagens por planta é o componente mais afetado em resposta à convivência com as plantas concorrentes.

A intensidade das perdas de rendimento de grãos, devido à competição de plantas daninhas, varia com as espécies de plantas ocorrentes (SHURTLEFF & COBLE, 1985; RIZZARDI et al., 2003). Porém, as infestações naturais contêm múltiplas espécies, cujos efeitos competitivos combinados são importantes ao considerar estratégias de manejo (WRIGHT et al., 1997).

Além das espécies presentes, a época e a duração do período de concorrência afetam muito o grau de competição entre a cultura e a comunidade infestante. Constantin (1993) afirma que a interferência das plantas daninhas não se faz sentir durante todo o ciclo da cultura.

No início do desenvolvimento das culturas, existe um período denominado PAI (Período Anterior a Interferência), em que as plantas daninhas podem

conviver juntamente com as plantas cultivadas, sem que haja efeitos negativos sobre a produtividade das culturas ou outras características avaliadas (BRIGHENTI et al., 2004). Neste período, o meio é capaz de fornecer as quantidades de fatores de crescimento suficientes para o crescimento da cultura e comunidade infestante.

Outro período, denominado Período Total de Prevenção da Interferência (PTPI), se refere ao momento, a partir da emergência ou do plantio, em que a cultura deve ser mantida livre das plantas daninhas para que suas características e a produtividade não sejam afetadas negativamente. Após este período, a comunidade infestante que se instalar não terá mais condição de interferir de maneira expressiva nas características de produção das plantas cultivadas (PITELLI & DURIGAN, 1984).

Quando são considerados os dois períodos conjuntamente, surge um terceiro, denominado de PCPI (Período Crítico de Prevenção da Interferência), que corresponde à diferença entre PAI e PTPI, sendo o momento adequado para que as práticas de controle sejam efetivamente adotadas, prevenindo as perdas de produtividade (EVANS et al., 2003). Caso o valor do PAI seja superior ao do PTPI, o terceiro período (PCPI) passa a não ser considerado, e o controle das plantas daninhas pode ser feito de forma pontual, entre o PTPI e o PAI (VELINI, 1989).

Ao estudar os efeitos dos períodos de controle e de convivência de uma comunidade infestante sobre algumas características das plantas de soja em sistemas de semeadura direta e convencional, Nepomuceno et al. (2007) concluíram que os períodos críticos de prevenção a interferência (PCPI) foram dos 33 aos 66 dias após a emergência para o sistema de semeadura direta, e de 34 a 76 para o sistema convencional. Já Meschede et al. (2002), em experimento na cidade de Quarto Centenário - PR, encontraram um PCPI entre 17 e 44 dias após a emergência. Essas diferenças são normalmente encontradas porque as condições em que os experimentos são conduzidos, bem como os cultivares e as espécies daninhas presentes, são totalmente distintas (PITELLI, 1980).

Os estudos de competitividade entre culturas e plantas daninhas são de extrema importância, pois permitem o desenvolvimento de estratégias de controle em sistemas de manejo integrado (BIANCHI et al., 2011).

Com o desenvolvimento de cultivares resistentes ao herbicida glyphosate, o período anterior à interferência (PAI) passou a apresentar uma importância prática maior, visto que o herbicida pode atuar com eficiência no momento mais adequado, independente do estágio de desenvolvimento das plantas daninhas. Em cultivos convencionais, geralmente ao final do PAI, a comunidade infestante já passou da fase de maior suscetibilidade a grande parte dos produtos disponíveis no mercado (SILVA et al., 2009).

A possibilidade da utilização do herbicida glyphosate em pós-emergência na cultura da soja apresenta benefícios, tais como: ampliação do espectro de ação; controle de espécies tolerantes ou resistentes a outros mecanismos de ação; redução de custo; e alta eficiência, inclusive em plantas mais desenvolvidas (SILVA et al., 2007). Porém, recentemente, com a adoção em larga escala da tecnologia RR, muitos produtores têm notado que algumas variedades de soja RR apresentam injúrias após a aplicação do glyphosate (ZABLOTOWICZ & REDDY, 2007). O sintoma típico observado em campo após a aplicação do glyphosate é conhecido como *yellow flashing* ou amarelecimento das folhas superiores (ZOBIOLE et al., 2010a).

Apesar dos diversos estudos a respeito de qual seria realmente a causa desses sintomas nas plantas, ainda não há um esclarecimento total sobre o assunto. Para Reddy et al. (2004), os sintomas de clorose nas plantas de soja RR ocorrem pelo acúmulo do primeiro metabólito fitotóxico do glyphosate, que é o ácido aminometilsulfônico (AMPA). Outros pesquisadores relatam que os sintomas de fitointoxicação também podem ser atribuídos à imobilização de cátions bivalentes, como o manganês e o ferro, que pode reduzir a translocação desses nutrientes nas plantas (BOTT et al., 2008; ZOBIOLE et al., 2010a). Ainda, alguns estudos mostram que a presença do herbicida glyphosate pode reduzir a população de micro-organismos redutores de Mn no solo, deixando-o indisponível para absorção pelas plantas (JOHAL & HUBER, 2009).

Os efeitos de diferentes doses de glyphosate, na absorção de água e fotossíntese para a cultura da soja, cultivar BRS 242 RR, foram avaliados por Zobiolo et al. (2010b), em experimento conduzido em casa de vegetação. Puderam concluir que, com o aumento das doses de glyphosate, os parâmetros fotossintéticos, absorção de água e produção de biomassa diminuíram consideravelmente, destacando que o efeito da aplicação única foi mais acentuado que em aplicações sequenciais.

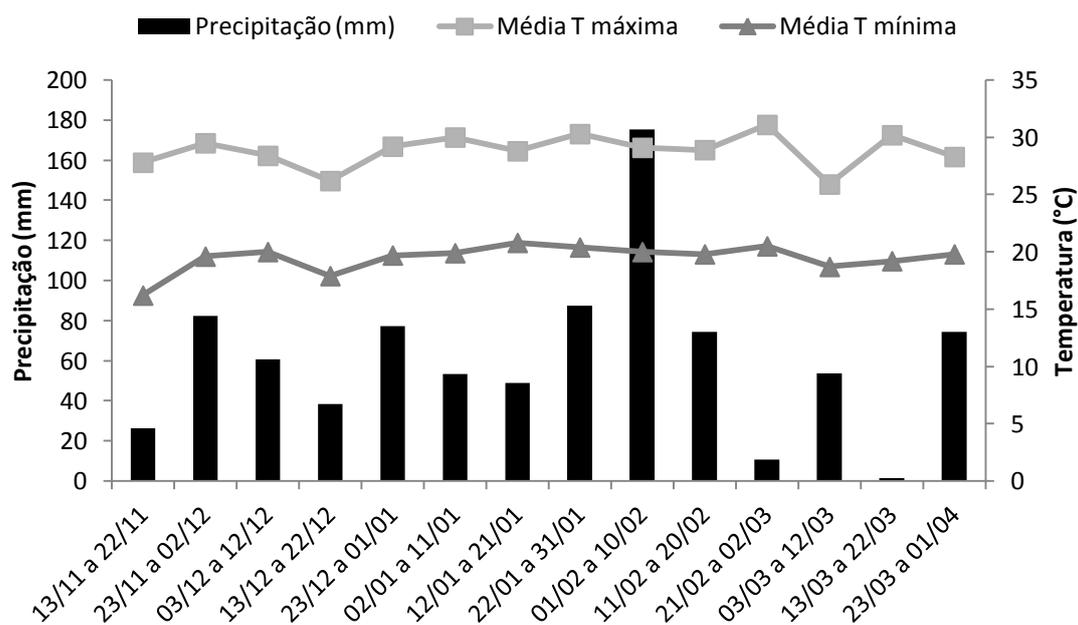
Tendo conhecimento dos possíveis efeitos que o glyphosate pode ocasionar às plantas de soja, foi levantada a hipótese de uma possível interação entre o estresse relacionado com a interferência por plantas daninhas e os efeitos do glyphosate em pós-emergência. Não foram encontrados estudos na literatura que respondessem a essa questão.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito isolado e conjunto de aplicações de glyphosate e da interferência das plantas daninhas sobre a cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi instalado em área localizada na latitude 23° 21' 27,18" S e longitude 52° 04' 12,8" O, com altitude de 565 metros, pertencente ao distrito de Iguatemi, no município de Maringá, Paraná, na safra 2010/2011 entre os meses de novembro e março.

O clima da região é classificado como subtropical, segundo a classificação de Wilhem Köppen, e os dados referentes às condições climáticas durante a condução do experimento são apresentados na Figura 1.



Fonte: Fazenda Experimental de Iguatemi, Maringá, PR.

Figura 1. Valores médios decendiais de temperaturas máximas e mínimas médias e precipitação (mm) no período de novembro de 2010 a março de 2011.

Os resultados das análises químicas e granulométricas do solo, onde foi instalado, o experimento encontram-se nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Resultados da análise química do solo da área experimental. Maringá, 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
4,1	5,0	0,3	3,97	1,03	0,27	0,19	1,49	5,46	10,1	8,58

Fonte: Laboratório de Solos da Universidade Estadual de Maringá.

Obs.: Ca, Mg, Al – extraídos com KCl 1 mol 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. Maringá, PR, 2010/2011

Argila	Areia Grossa	Areia Fina	Silte
%			
21	63	14	02

Fonte: Laboratório de Solos da Universidade Estadual de Maringá.

A área experimental não foi cultivada na safra anterior, sendo deixada em pousio, e foi dessecada quinze dias antes da semeadura da cultura da soja, com glyphosate na dose de 1440 g e.a. ha⁻¹. Um dia antes da semeadura, foi efetuada uma aplicação de paraquat a 300 g i.a. ha⁻¹, com o intuito de complementar o controle das plantas daninhas restantes na área. Dessa forma, garantiu-se um controle total da comunidade infestante. Na área experimental, as principais espécies de plantas daninhas presentes antes da aplicação dos herbicidas eram capim-colchão (*Digiraria horizontalis*), poaia-branca (*Richardia brasiliensis*), guanxuma (*Sida* sp.), beldroega (*Portulaca oleracea*), fedegoso (*Senna obtusifolia*) e erva-de-touro (*Tridax procumbens*).

A adubação foi efetuada na linha de plantio, com 200 kg ha⁻¹ do formulado 00.20.20 por ocasião da semeadura. As sementes foram tratadas com o fungicida Maxim XL[®] (35 g kg⁻¹ de fludioxonil + 10 g kg⁻¹ de metalaxyl), na dose de 0,0012 L kg⁻¹ de sementes, e com o inseticida Standak[®] (250 g L⁻¹ de Fipronil), na dose de 0,001 L Kg⁻¹ de sementes.

A semeadura foi efetuada no dia 13 de novembro de 2010, com uma semeadora provida de nove linhas, espaçadas de 0,45 m. A densidade de

semeadura foi 16 plantas por metro linear, a uma profundidade de 2,0 cm. A cultivar utilizada foi BMX Potência RR, pertencente ao grupo de maturação semiprecoce, com hábito de crescimento indeterminado.

O delineamento experimental utilizado para o experimento foi blocos ao acaso, arranjados em um esquema fatorial $(6 \times 3) + 2$, sendo seis períodos (6, 12, 18, 24, 30 e 36 dias após a emergência) e três tipos de manejo, além de testemunhas no mato e no limpo (Tabela 3). No primeiro tipo de manejo, a cultura foi mantida na presença de plantas daninhas até o fim dos respectivos períodos, visando avaliar o efeito da interferência das plantas daninhas sobre a soja. Ao término, as parcelas foram capinadas e mantidas sem a presença de plantas daninhas até a colheita. Para o segundo tipo de manejo, os tratamentos foram mantidos livres das plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura e, em cada período, foi efetuada a aplicação do herbicida glyphosate em pós-emergência. Estes tratamentos visavam avaliar apenas o efeito do glyphosate sobre a cultura. No último, os tratamentos foram mantidos na presença das plantas daninhas até os respectivos períodos, quando receberam a aplicação do glyphosate em pós-emergência. Após a aplicação, os tratamentos foram mantidos no limpo até o término do experimento, por meio de capinas manuais. Tais tratamentos visavam avaliar o efeito combinado da interferência e da aplicação do glyphosate.

Tabela 3. Tratamentos utilizados no experimento com a cultura da soja. Maringá, PR, 2010/2011

Trat.	Herbicida	Períodos (DAE)	Competição
1	Testemunha no limpo	0	Sem
2	Testemunha no mato	Todo ciclo	Com
3	Glyphosate	6	Sem
4	Glyphosate	6	Com
5	S/ herbicida	6	Com
6	Glyphosate	12	Sem
7	Glyphosate	12	Com
8	S/ herbicida	12	Com
9	Glyphosate	18	Sem
10	Glyphosate	18	Com
11	S/ herbicida	18	Com
12	Glyphosate	24	Sem
13	Glyphosate	24	Com
14	S/ herbicida	24	Com
15	Glyphosate	30	Sem
16	Glyphosate	30	Com
17	S/ herbicida	30	Com
18	Glyphosate	36	Sem
19	Glyphosate	36	Com
20	S/ herbicida	36	Com

A emergência da cultura ocorreu sete dias após a semeadura, sendo 20 de novembro considerado o dia “zero” para efeito de estabelecimento dos períodos. Para o controle de pragas e doenças, foram efetuadas aplicações de inseticidas e fungicidas sempre que necessário, segundo recomendações da EMBRAPA-SOJA, 2009.

Cada unidade experimental foi constituída de nove linhas de soja (espaçadas de 0,45 cm) de cinco metros de comprimento, totalizando uma área de 20,25 m². Para a área útil, foram desconsideradas duas linhas (uma de cada lateral), mais 0,50 m de cada extremidade, totalizando 12,6 m².

Para a aplicação dos tratamentos em pós-emergência, foi utilizado um pulverizador costal a base de CO₂, munido de quatro pontas XR 110.02, mantido à pressão de 294,2 KPa, resultando em volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹. As condições climáticas no momento das aplicações foram: temperatura entre 22 e 26°C, umidade relativa do ar entre 65 e 80%, com ventos de até 1,7 km h⁻¹.

As aplicações de glyphosate em pós-emergência ocorreram quando as plantas de soja se encontravam em estádio V1, V2, V3, V4, V5 e V6 para os períodos de 6, 12, 18, 24, 30 e 36 DAE (dias após a emergência), respectivamente.

Ao término de cada período de competição, foram feitas contagens das plantas daninhas, utilizando um quadrado metálico de dimensões 0,50 x 0,50 m, posicionado quatro vezes, aleatoriamente, na área útil das parcelas. Após a contagem, a parte aérea das plantas daninhas foram coletadas, ensacadas e secas em estufa de circulação de ar para a determinação da massa seca.

Por ocasião da pré-colheita, foi determinado o número de vagens por planta, altura das plantas e de inserção da primeira vagem, em dez plantas amostradas na área útil de cada unidade experimental, além do estande final da cultura da soja, avaliado em seis metros lineares. A colheita da soja foi realizada manualmente, coletando-se todas as plantas da área útil. Determinou-se o teor de umidade dos grãos por parcela e a produtividade da cultura, após a correção do teor de umidade de grãos para 13%.

Todos os dados coletados foram submetidos ao teste de homogeneidade de variância de Hartley. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade e regressão. Os modelos de regressão foram escolhidos considerando a significância dos coeficientes de regressão e o significado biológico. Para a massa seca das plantas daninhas e produtividade, foram efetuadas análises de correlação.

O modelo ajustado para a produtividade da soja em função apenas dos períodos de convivência com as plantas daninhas foi o Sigmoidal de Boltzmann, adaptado por Kuva et al. (2000), que é descrito por:

$$Y = J + \{(Q - J) / [1 + \exp((X - L) / dx)]\},$$

Onde,

Y = rendimento da cultura expresso em kg ha⁻¹;

Q = rendimento máximo (kg ha⁻¹) obtido no tratamento livre de plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura;

J = rendimento mínimo obtido nas parcelas mantidas com plantas daninhas durante todo o ciclo;

X = dias após a emergência (DAE);

L = limite superior do período de convivência ou controle que corresponde ao valor intermediário entre o rendimento máximo e mínimo; e

dx = parâmetro que indica a velocidade de queda de produção (tg α no ponto L).

Para este ajuste, foi considerado o tratamento testemunha todo ciclo no limpo como o período de “zero” dia de convivência.

Para a produtividade, efetuou-se ainda análise de contrastes entre todos os tratamentos que tiveram apenas a aplicação do herbicida glyphosate nos diferentes períodos *versus* a testemunha mantida todo ciclo da cultura no limpo, e suas médias foram comparadas pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 revela a densidade da comunidade infestante na área ao longo do desenvolvimento da cultura da soja. Percebe-se que inicialmente, até por volta dos 12 DAE, houve maior emergência de plantas daninhas, atingindo quase 450 plantas m^{-2} . Aos 18 DAE, há uma leve diminuição no número de plantas daninhas emergidas, que se acentua aos 36 DAE. A mortalidade das plantas daninhas ao longo dos períodos ocorre devido à competição entre plantas presentes na área pelos recursos do meio (SILVA et al., 2009).

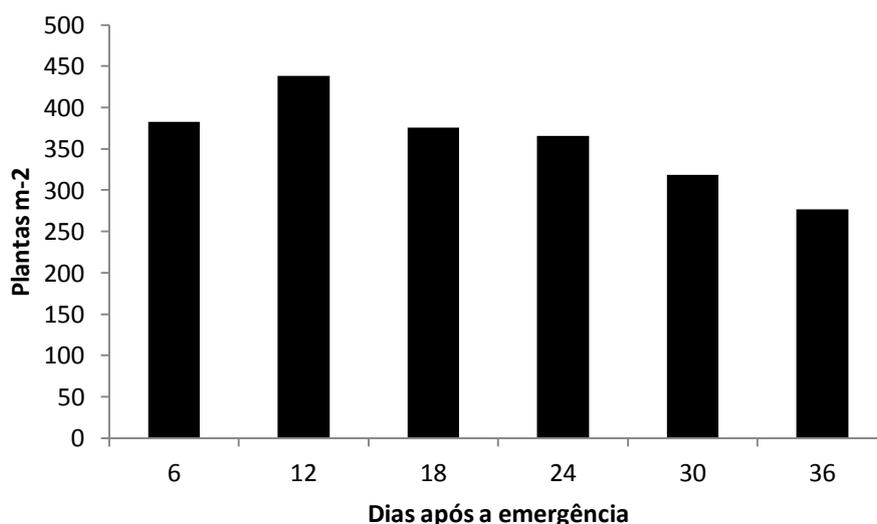


Figura 2 – Densidade da comunidade infestante em diferentes épocas após a emergência da cultura da soja.

Os fluxos de germinação de plantas daninhas que ocorrem logo após a semeadura da cultura são os de maior intensidade e densidade (CONSTANTIN et al., 2007), como ocorrido no presente experimento. Meschede et al. (2004) afirmam que o fluxo inicial tem grande implicação em termos de interferência inicial, pois impõem à cultura uma situação de restrição de recursos prematuramente.

Com relação à massa seca das plantas daninhas ao longo dos períodos de convivência, nota-se, na Figura 3, que até os 24 DAE o acúmulo de matéria seca se manteve em níveis baixos, não atingindo 25 g m^{-2} . A partir dos 30 DAE, há um incremento considerável nos valores, ultrapassando 60 g m^{-2} aos 36 DAE.

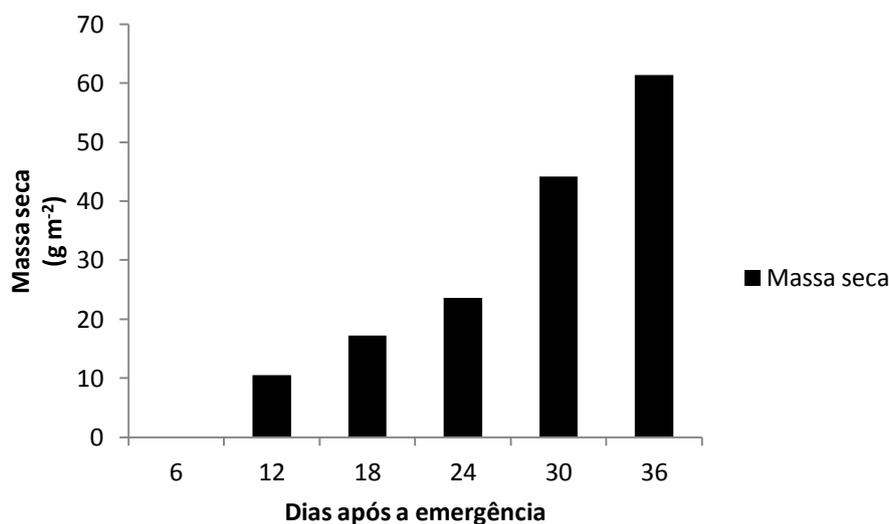


Figura 3 – Massa seca da comunidade infestante em diferentes épocas após a emergência da cultura da soja.

O comportamento inverso entre densidade de plantas daninhas e matéria seca acontece em função de que, à medida que aumenta o número de plantas daninhas emergidas, se intensifica a competição intra e interespecífica, de modo que as plantas mais desenvolvidas tornam-se dominantes, suprimindo e causando a morte das menos desenvolvidas (RADOSEVICH et al., 1997).

A massa seca de plantas daninhas apresentou correlação negativa com os dados de produtividade da cultura. Foi possível ajustar modelos matemáticos que representassem esta correlação (Figura 4). Percebe-se que, a cada grama de massa seca de plantas daninhas por metro quadrado, a redução no rendimento de grãos foi de 5,8 a $10,9 \text{ kg ha}^{-1}$.

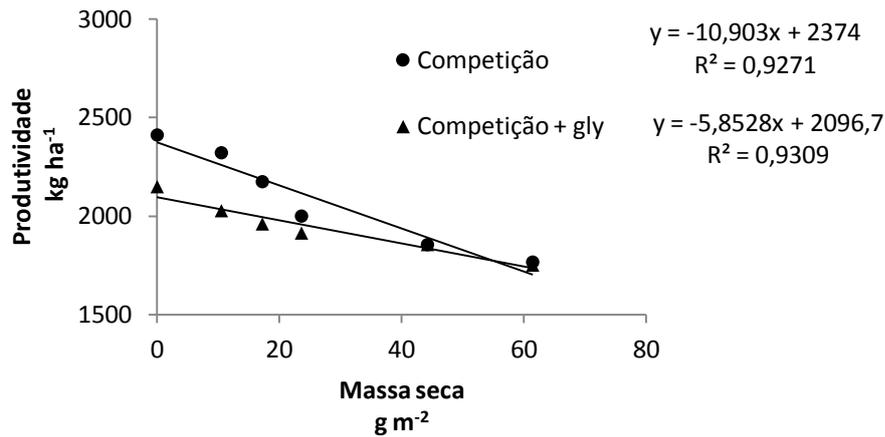


Figura 4. Média dos valores de produtividade da cultura em função da massa seca de plantas daninhas em gramas por metro quadrado.

O capim-colchão (*Digitaria horizontalis*) foi a espécie que apresentou maior fluxo de emergência durante o ciclo da cultura, suprimindo as demais a partir dos 24 DAE. Na área experimental, havia ainda poaia-branca (*Richardia brasiliensis*), guanxuma (*Sida* sp.), beldroega (*Portulaca oleracea*), fedegoso (*Senna obtusifolia*) e erva-de-touro (*Tridax procumbens*).

Os valores relativos à altura de inserção da primeira vagem das plantas de soja nos diferentes tipos de manejo são apresentados na Figura 5. As aplicações de glyphosate nos diferentes estádios não influenciaram esta variável, não sendo possível ajustar um modelo que representasse o comportamento observado. Albrecht et al. (2010b) também não encontraram diferenças significativas para inserção média da primeira vagem quando as aplicações de glyphosate em pós-emergência da soja foram realizadas nos estádios V6 e R2.

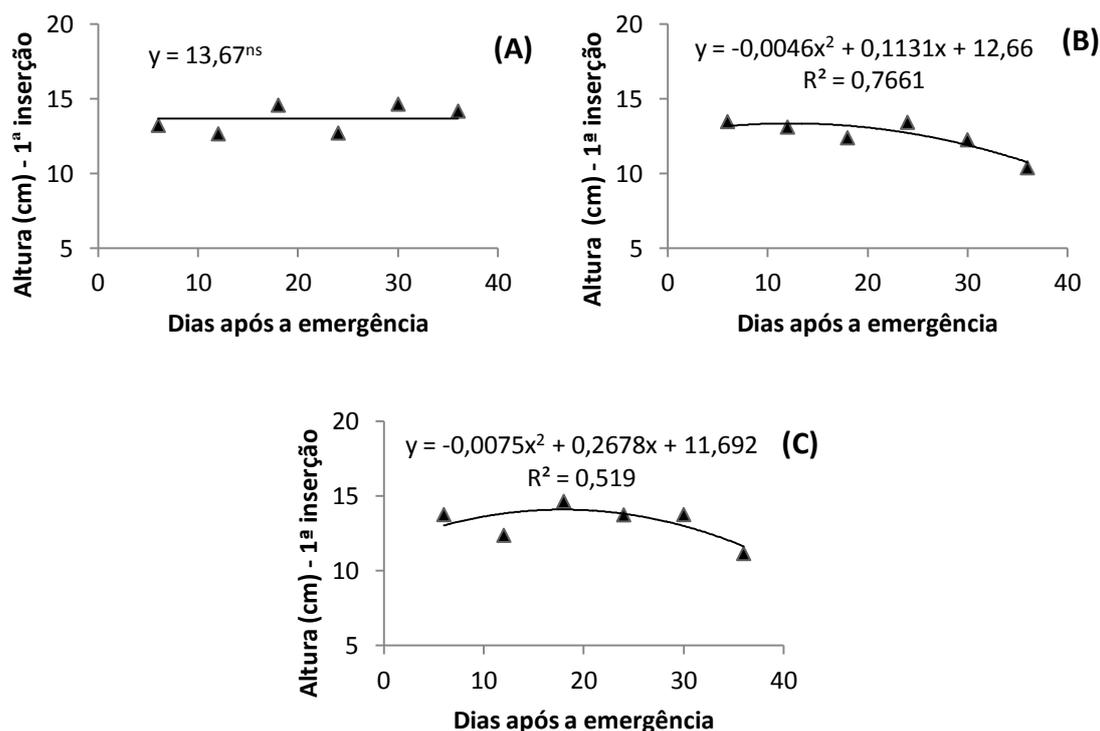


Figura 5 – Média dos valores de altura da inserção da primeira vagem das plantas de soja nos diferentes tipos de manejo (A - apenas glyphosate; B – apenas competição; C - ambos).

Os tratamentos nos quais a soja conviveu com as plantas daninhas nos diferentes períodos apresentaram valores de inserção de primeira vagem muito próximos ao período de 30 DAE. Aos 36 DAE, há uma diminuição nesses valores (menores que 11 cm), que podem refletir em perdas posteriormente.

Para o efeito somatório entre glyphosate e interferência por plantas daninhas, o comportamento foi parecido ao descrito logo acima, sendo depois dos 30 DAE o momento em que os valores de altura da primeira inserção são os menores. É importante considerar a altura de inserção da primeira vagem das plantas de soja, pois ela tem influência sobre o rendimento de grãos (NEPUMOCENO et al., 2007). Isso porque, quanto menor a altura de inserção da primeira vagem, maiores são os potenciais de perdas de produtividade, devido a uma altura mínima de corte que a colheitadeira necessita para o trabalho (BRAZ et al., 2010).

Com relação à altura de plantas de soja na avaliação efetuada na pré-colheita, verifica-se na Figura 6 que a aplicação do glyphosate nos diferentes estádios de desenvolvimento da soja não afetou a variável resposta, sendo a média de altura de plantas 58,03 cm. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Procópio et al. (2007), os quais demonstraram que a cultivar de soja M-SOY 7878, submetida às doses diferentes doses de glyphosate em pós-emergência (480, 960 e 1440 g e.a. ha⁻¹), não apresentou redução nos valores de altura. Em experimento com a cultivar M-SOY 8925 RR, Reis et al. (2010) também não encontraram diferenças na altura da parte aérea das plantas submetidas às aplicações do herbicida glyphosate.

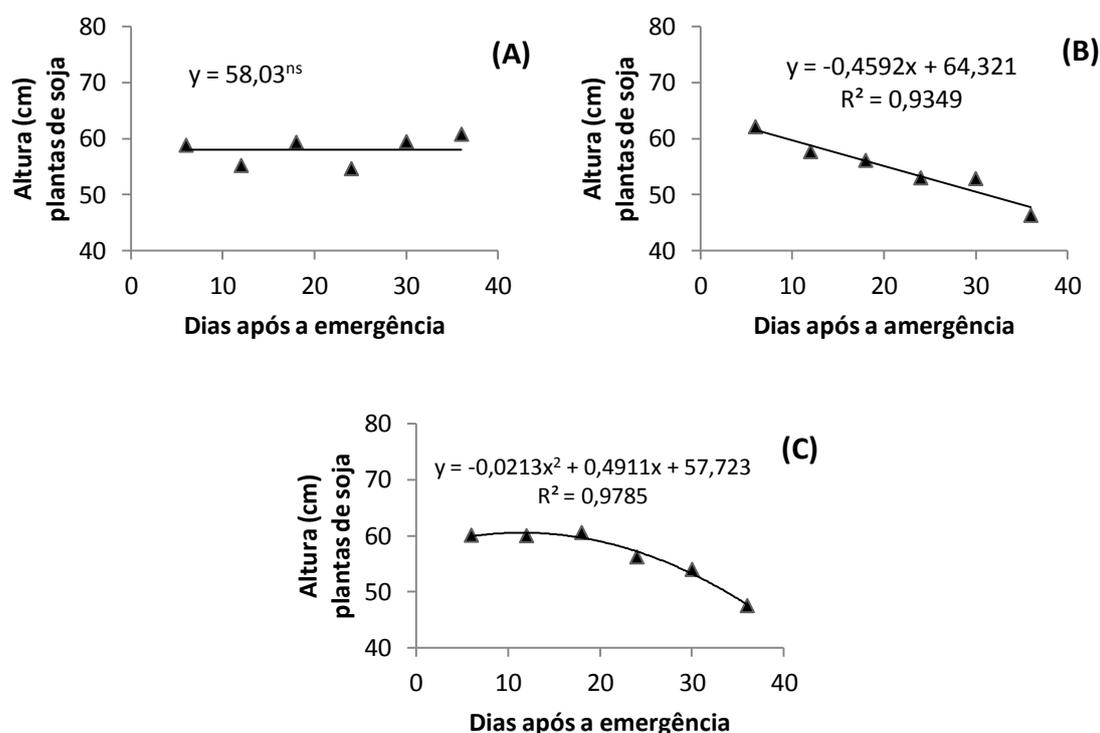


Figura 6 – Média dos valores de altura das plantas de soja nos diferentes tipos de manejo (A - apenas glyphosate; B – apenas competição; C - ambos).

Quando se tem apenas o efeito da competição com plantas daninhas, nota-se uma diminuição na altura das plantas ao longo dos períodos. Nas parcelas com convivência da comunidade infestante e cultura até os 36 DAE, os valores de alturas são os menores, aproximando-se dos 45 cm. A presença das plantas

daninhas competindo pelos recursos do meio, juntamente com a cultura, afetou o desenvolvimento e crescimento das plantas. Bianchi et al. (2011) mostraram que a competição de plantas de nabo (*Raphanus sativus*) com a cultura da soja reduziu a estatura da oleaginosa em até 24%.

Novamente, quando se tem o efeito somatório do herbicida glyphosate e competição com plantas daninhas, o comportamento é parecido com aquele no qual houve apenas a disputa pelos recursos. Há uma tendência de diminuição dos valores de altura ao longo dos períodos, principalmente depois dos 18 dias de convivência.

O número de vagens por plantas não foi afetado pelo glyphosate aplicado nos diversos períodos, permanecendo próximo de 30 (Figura 7), corroborando com os resultados de Albrecht et al. (2010a).

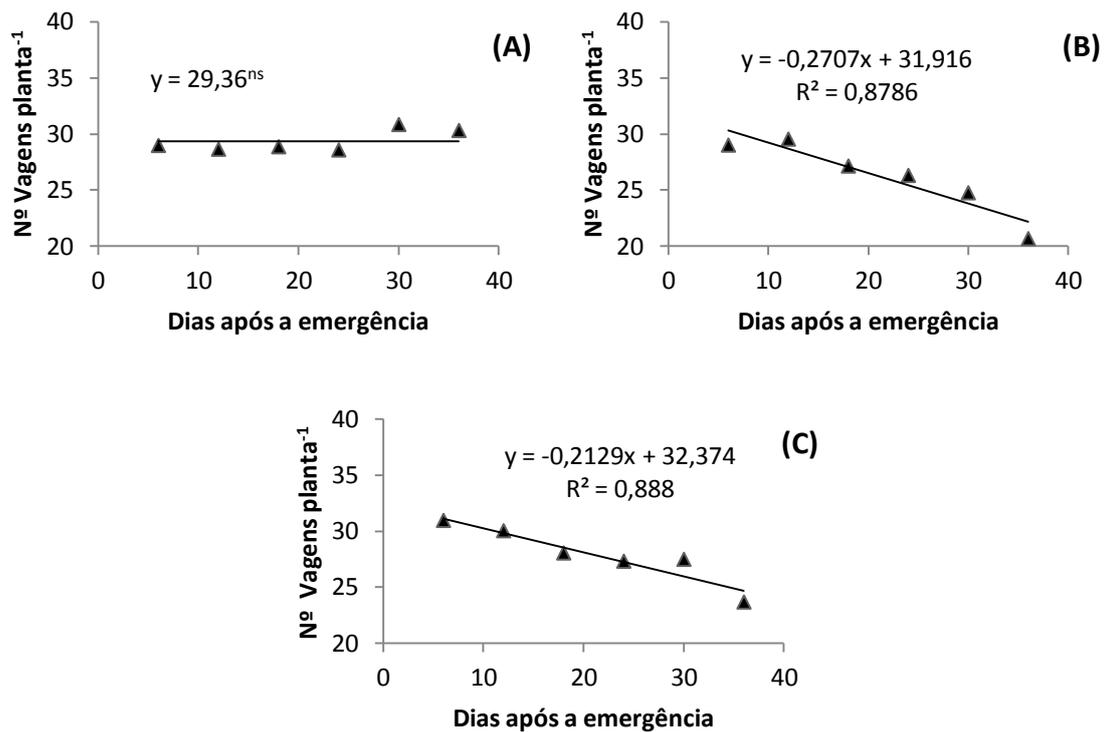


Figura 7 – Média dos valores do número de vagens por plantas de soja nos diferentes tipos de manejo (A - apenas glyphosate; B – apenas competição; C - ambos).

Já quando se analisa os tratamentos nos quais houve competição entre cultura e plantas daninhas, a variável resposta foi afetada negativamente, podendo o comportamento ser descrito em uma equação linear, com coeficiente angular de -0,2314. Para as parcelas nas quais se aplicou o herbicida glyphosate e a convivência com as plantas daninhas existiu, a equação linear se aproxima da descrita acima, com coeficiente angular de -0,2129.

As consequências da competição entre culturas e plantas daninhas comprometem o desenvolvimento de estruturas reprodutivas das plantas cultivadas, que se reflete na produtividade de grãos (LAMEGO et al., 2004). Board et al. (1995) afirmam que, entre os componentes de produtividade da soja, o número de vagens por plantas é o mais afetado pela competição com plantas daninhas, corroborando os resultados encontrados por Juan et al. (2003).

Os dados referentes ao estande da cultura (não apresentados) revelaram que não houve diferenças significativas entre os tratamentos testados, com exceção do tratamento que permaneceu todo o ciclo da cultura no mato. Tal tratamento apresentou em média 10,91 plantas de soja por metro linear, enquanto na testemunha capinada o valor foi de 14,25.

A produtividade de grãos da cultura da soja, nos diferentes tipos de manejo, está apresentada na Figura 8. Com relação à aplicação de glyphosate em pós-emergência da cultura, não existiram diferenças significativas entre as épocas de aplicação do herbicida, não sendo possível ajustar um modelo matemático que representasse esses dados (Figura 8A). Porém, a análise de contrastes entre os tratamentos com glyphosate *versus* a testemunha mantida todo tempo no limpo (Tabela 4) revela que o herbicida afetou negativamente a produtividade. A diferença no rendimento de grãos entre eles foi 239,8 kg ha⁻¹.

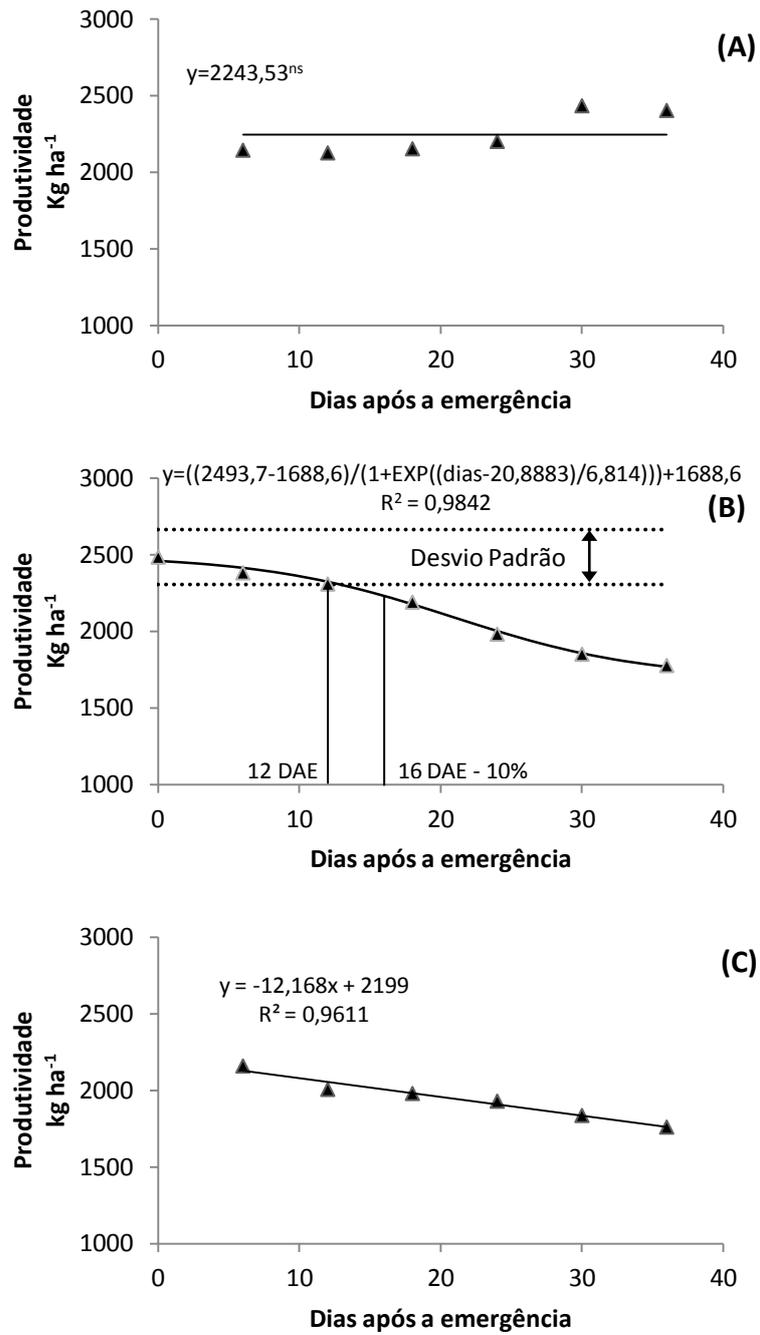


Figura 8 – Produtividade da cultura nos diferentes tipos de manejo (A - apenas glyphosate; B – apenas competição; C - ambos).

Tabela 4. Contraste entre tratamento mantido todo o ciclo da cultura no limpo e tratamentos com apenas aplicação do glyphosate em pós-emergência, probabilidade de significância para o teste F e diferença entre eles. Maringá, 2010/2011

Contraste	Produtividade (kg ha ⁻¹)			
	Test.	Trat. c/ glyphosate	Pr>F	Dif.
Testemunha capinada vs Tratamentos com glyphosate	2483,3	2243,5	0,0320	239,8 ¹

¹Diferença de produtividade significativa pelo teste F a 5% de probabilidade.

A utilização de glyphosate na soja RR pode acarretar problemas à cultura relacionados à eficiência do uso da água e aos parâmetros fotossintéticos (ZOBIOLE et al., 2010b), os quais são as bases do processo de produção de biomassa. Albrecht et al. (2010a) verificaram que a aplicação de glyphosate na dose de 1800 g e.a. ha⁻¹ (Roundup Transorb) reduziu o rendimento de grãos da soja cultivar BRS 245 RR, quando comparados à testemunha sem aplicação do herbicida.

A presença do AMPA (ácido aminometilsulfônico), metabólito resultante da degradação do herbicida glyphosate, nas plantas de soja, é uma das explicações para os efeitos negativos do glyphosate na soja RR (DUKE et al., 2003). A formação do AMPA pode variar em função do aumento da dose do herbicida, do genótipo da cultivar e das condições ambientais (READY et al., 2004).

Ainda, o glyphosate pode afetar a disponibilidade dos micronutrientes às plantas, devido a sua capacidade de formar complexos insolúveis com alguns metais (GORDON, 2007), que inibe a absorção e transporte de micronutrientes catiônicos nas plantas. Zobirole et al. (2010c), em trabalho para avaliar o efeito do herbicida sobre o “status” nutricional da soja RR e suas respectivas isolinhas parentais (não-RR), observaram que os teores de micronutrientes foram menores nas cultivares de soja RR, principalmente na cultivar de ciclo precoce (BRS 242 RR).

Nos tratamentos em que houve apenas a competição com plantas daninhas (Figura 8), as perdas no rendimento de grãos aumentaram à medida que a cultura conviveu mais tempo com a comunidade infestante. A equação ajustada mostra

que, no tratamento mantido todo o ciclo no limpo, a produtividade foi de 2493,7 kg ha⁻¹, enquanto que, depois de 15 dias de convivência com as plantas daninhas a produtividade já era de 2255 kg ha⁻¹.

Na maioria dos trabalhos para a determinação do PAI, as perdas consideráveis como aceitáveis devido à interferência por plantas daninhas são estabelecidas aleatoriamente, sendo geralmente de 5 ou 10% em relação à produtividade máxima obtida. No presente experimento, ao considerar o valor aleatório de 10%, o PAI foi 16 dias após a emergência da cultura (Figura 8B).

Outro critério que pode ser adotado para a determinação dos valores aceitáveis de perdas é por meio do desvio-padrão do tratamento mantido na ausência de plantas daninhas durante todo o ciclo. O desvio-padrão é uma medida estatística de dispersão que indica o grau de variação de um conjunto de dados em torno da sua média. No presente experimento, o desvio padrão foi 178,83 kg ha⁻¹. Considerando este como sendo o valor aceitável de perdas, o PAI seria 12 dias após a emergência da cultura (Figura 8B).

São encontrados vários trabalhos na literatura em que se determinou o PAI para a cultura da soja. Silva et al. (2009), em experimento com a cultivar BRS 243 RR com diferentes níveis de infestação de plantas daninhas, encontraram valores de PAI iguais a 17, 11 e 11 dias após a emergência da soja, para áreas de baixa, média e alta infestação, respectivamente. Já Carvalho e Velini (2001) observaram um PAI de 49 dias após a emergência da cultura. Constantin et al. (2007) determinaram o período anterior à interferência utilizando o sistema de testemunhas duplas; os valores de PAI encontrados neste experimento foram 10 dias. As diferenças observadas entre trabalhos com esse propósito são comuns, pois à medida que há variação nas condições ambientais locais, espécies daninhas presentes e cultivares utilizados, a interferência exercida pela comunidade infestante sobre a cultura também varia.

A presença de plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura reduziu a produtividade da soja em aproximadamente 67%.

O modelo referente aos fatores convivência com plantas daninhas e glyphosate em pós-emergência atuando simultaneamente (Figura 8C) revela que

as perdas de produtividade aumentaram à medida que se estendeu o período de competição, porém com valores de produtividade inferiores aos tratamentos que apenas conviveram com as plantas daninhas, até próximo aos 30 DAE. Ao considerar as duas possibilidades de PAI (12 DAE e 16 DAE), as reduções de produtividade quando a interferência pelas plantas daninhas está associada à aplicação do glyphosate são elevadas (440,7 e 489,4 kg ha⁻¹, respectivamente), em função do efeito somatório dos dois fatores. O modelo ajustado (8C) sugere que as aplicações mais precoces de glyphosate associada à convivência com plantas daninhas são menos prejudiciais em relação à produtividade.

Com a sobreposição dos modelos de produtividade ajustados para os dois sistemas de manejos atuando simultaneamente (Figura 9) e à competição com plantas daninhas de maneira isolada, pode ser observado o efeito da queda de produtividade decorrente da aplicação do glyphosate em pós-emergência. A diferença entre os dois modelos revela os valores das perdas que o herbicida ocasionou. Até aos 18 DAE, a redução no rendimento de grãos devido ao glyphosate ultrapassa os 200 kg ha⁻¹, com o ápice aos 12 DAE, quando a diminuição na produtividade pelo herbicida chega a 254,65 kg ha⁻¹. Aos 24 DAE, essa diferença diminui para 65,4 kg ha⁻¹, não havendo praticamente diferenças após 30 dias de competição.

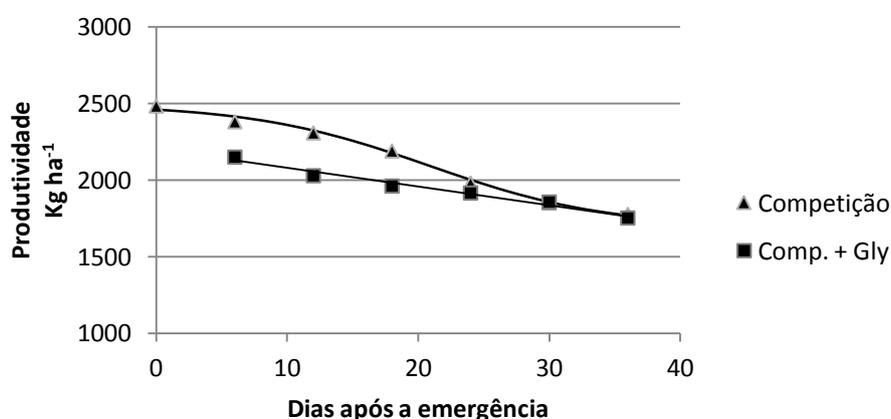


Figura 9 – Sobreposição dos modelos ajustados para o efeito isolado da competição e para o efeito somatório da competição e glyphosate.

Quando se compara os valores acima com aqueles em que houve apenas a aplicação de glyphosate, percebe-se que até os 18 DAE as diminuições de produtividade são muito próximas. Já depois dos 20 DAE, momento no qual a competição entre plantas daninhas e cultura era mais intensa, as perdas são praticamente iguais. Assim, nota-se que o estresse ocasionado pelas plantas daninhas não acentuou o efeito negativo do herbicida glyphosate sobre a produtividade.

CONCLUSÕES

A presença de plantas daninhas competindo com as plantas de soja afetou a altura da plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por plantas e a produtividade da cultura. No tratamento em que houve competição durante todo o ciclo da cultura, as perdas ocasionadas pela comunidade infestante foram de aproximadamente 67%.

O PAI encontrado para o presente experimento, considerando 10% de perdas como aceitáveis, foi 16 dias após a emergência da cultura. Ao considerar o desvio padrão da média do tratamento mantido todo ciclo na ausência de plantas daninhas como valor aceitável de perdas, o PAI seria 12 DAE.

A aplicação do herbicida glyphosate, independente da época, afetou apenas a produtividade da cultura, com uma redução de aproximadamente 240 kg ha⁻¹.

Quando se consideram os dois fatores associados (competição com plantas daninhas e aplicação de glyphosate), as reduções no rendimento de grãos até 18 DAE são praticamente resultados da soma das perdas de cada fator isolado. Após os 20 DAE, quando a competição entre cultura e plantas daninhas era ainda maior, os valores de produtividade foram praticamente iguais àqueles nos quais se teve apenas o fator competição. Portanto, o estresse ocasionado pelas plantas daninhas não acentuou o efeito negativo do herbicida glyphosate às plantas de soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBRECHT, L.P.; ALBRECHT, A.J.P.; BRACCINI, A.L.; MACIEL, C.D.G. Desempenho agrônômico e qualidade das sementes de soja RR sob aplicação de diferentes formulações de glyphosate. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE, 3, Botucatu 2010a, **Resumos**. Botucatu: UNESP, 2010. p.55-57.
- ALBRECHT, L.P.; BARBOSA, A.P.; SILVA, A.F.M.; MENDES, M.A.; MARASCHI-SILVA, L.M.; ALBRECHT, A.J.P. Desempenho da soja Roundup Ready sob aplicação de glyphosate em diferentes estádios. **Planta Daninha**, v.29, n.3, p.585-590, 2010b.
- BIANCHI, M.A.; FLECK, N.G.; AGOSTINETTO, D.; RIZZARDI, M.A. Interferência de *Raphanus sativus* na produtividade de cultivares de soja. **Planta Daninha**, v.29, n.4, p.783-792, 2011.
- BOTT, S; TESMAFARIAM, 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 Soil**, v. 312, n. 1-2, p.185-194, 2008.
- BRAZ, G.B.P.; CASSOL, G.M.; ORDOÑES, G.A.P.; SIMON, G.A.; PROCÓPIO, S.O.; OLIVEIRA NETO, A.M.; FERREIRA FILHO, W.C.; DAN, H.A. Componentes de produção e rendimento de soja em função da época de dessecação de manejo em pós-emergência. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.9, n.2, p.63-72, 2010.
- BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C.; OLIVEIRA JR., R.S.; SCAPIM, C.A.; VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, v.22, n.2, p.251-257, 2004.
- BOARD, J.E.; WIER, A.T.; BOETHEL, D.J. Source strength influence on soybean formation during early and late reproductive development. **Crop Science**, v.35, n.4, p.1104-1110, 1995.
- CARVALHO, F.T.; VELINI, E.D. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da soja: I - cultivar IAC-11. **Planta daninha**, v.19, n.3, p.317-322, 2001.

CONSTANTIN, J. **Efeitos de diferentes períodos de controle e convivência da *Brachiaria decumbens* Staf. com a cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.).** 1993. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1993.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R.S.; CAVALIERI, S.D.; ARANTES, J.G.Z.; ALONSO, D.G.; ROSO, A.C. Estimativa do período que antecede a interferência de plantas daninhas na cultura da soja, var. Coopedetec 202, por meio de testemunhas duplas. **Planta Daninha**, v.25, n.2, p.231-237, 2007.

DUKE, S.O.; RIMANDO, A.M.; PACE, P.F.; REDDY, K.N.; SMEDA, R.J. Isoflavone, glyphosate, and aminomethylphosphonic acid levels in seeds of glyphosate-12 treated, glyphosate-resistant soybean. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, n.1, p.340-344, 2003.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja** - Região Central do Brasil 2009 e 2010. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2009 (Documentos- Sistemas de Produção 13).

EVANS, S.P.; KNEZEVIC, S.C.; LINDQUIST, J.L.; SHAPIRO, C.A.; BLAKENSHIP, E.E. Nitrogen application influences the critical period for weed control in corn. **Weed Science**, v.51, n.3, p. 408-417, 2003.

GORDON, B. Manganese nutrition of glyphosate-resistant and conventional soybeans. **Better Crops**, v.91, n.4, p.12-13, 2007.

HEWSON, R.T.; ROBERTS, H.A. Effects of weed competition for different periods of growth on yield of red beet. **Journal of Horticultural Science**, v.48, n.1, p. 281-292, 1973.

JOHAL, G.S.; HUBER, D.M. Glyphosate effects on diseases of plants. **European Journal of Agronomy**, v.31, n.3, p.144-152, 2009.

JUAN, V.F.; SAINT-ANDRE, H.; FERNANDEZ, R.R. Competencia de lecheron (*Euphorbia dentata*) en soja. **Planta Daninha**, v.21, n.2, p.175-180, 2003.

KUVA, M.A.; PITELLI, R.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; ALVES, P.L.C.A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. I - Tiririca. **Planta Daninha**, v.18, n.2, p.241-251, 2000.

LAMEGO, F.P.; FLECK, N.G.; BIANCHI, M.A.; SCHAEGLER, C.E. Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por genótipos de soja: II. Resposta de variáveis de produtividade. **Planta Daninha**, v.22, n.4, p.491-498, 2004.

MESCHEDE, D.K.; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; SCAPIM, C.A. Período crítico de interferência de *Euphorbia heterophylla* na cultura da soja sob baixa densidade de semeadura. **Planta Daninha**, v.20, n.3, p.381-387, 2002.

MESCHEDE, D.K.; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; SCAPIM, C.A. Período anterior a interferência de plantas daninhas em soja: estudo de caso com baixo estande e testemunhas duplas. **Planta Daninha**, v.22, n.2, p.239-246, 2004.

NEPOMUCENO, M.; ALVES, P.L.C.A.; DIAS, T.C.S.; PAVANI, M.C.M.D. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional. **Planta Daninha**, v.25, n. 1, p. 43-50, 2007.

PITELLI, R. A. Ervas daninhas x culturas anuais. **A Granja**, v.36, n.387, p.56-61, 1980

PITELLI, R.A. Interferência das plantas daninhas nas culturas agrícolas. **Informe agropecuário**, v.11, n.29, p.16-27, 1985.

PITELLI, R.A.; DURIGAN, J.C. Terminologia para períodos de controle e convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15, 1984. Belo Horizonte. **Resumos**, Belo Horizonte: SBHED, 1984. p.37.

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**, v. 25, n. 2, p. 365-373, 2007.

RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology**: Implications for management. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1997. 589p.

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**, v.52, n.16, p.5139-5143, 2004.

REIS, T.C.; NEVES, A.F.; ANDRADE, A.P.; SANTOS, T.S. Efeitos de fitotoxicidade na soja RR tratada com formulações e dosagens de Glifosato. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.10, n.1, p.34-43, 2010.

RIZZARDI, M.A.; FLECK, N.G.; MUNDSTOCK, C.M.; BIANCHI, M.A. Perdas de rendimento de grãos de soja causadas por interferência de picão-preto e guanxuma. **Ciência Rural**, v.33, n.4, p. 621-627, 2003.

SHURTLEFF, J.L.; COBLE, H.D. Interference of certain broadleaf weed species in soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, v.33, n.5, p.654-657, 1985.

SILVA, A.A.; SILVA, J.F. **Tópicos em manejo integrado de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 367 p.

SILVA, A.F.; CONCENÇO, G.; ASPIAZÚ, I.; FERREIRA, E.A.; GALON, L.; FREITAS, M.A.M.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A. Período anterior à interferência na cultura da soja-RR em condições de baixa, média e alta infestação. **Planta Daninha**, v.27, n.1, p. 57-66, 2009.

VELINI, E.D. **Avaliação dos efeitos de comunidades infestantes naturais, controladas por diferentes períodos, sobre o crescimento e produtividade da cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]**. Jaboticabal: UNESP-FCAV, 1989. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, 1989, 153f.

WRIGHT, K.J.; SEAVERS, G.P.; WILSON, B.J. Competitive effects of multiple weed species on weed biomass and wheat yield. In: THE 1997 BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE - WEEDS. Brighton, British Crop Protection Council, 1997. p. 497-501.

ZABLOTOWICZ, R.M.; REDDY, K.N. Nitrogenase activity, nitrogen content, and yield responses to glyphosate in glyphosate-resistant soybean. **Crop Protection**, v.26, n.3, p.370-376, 2007

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

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

ZOBIOLE, L.H.S.; OLIVEIRA JR, R.S.; HUBER, D.M.; CONSTANTIN, J.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F.A.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Glyphosate reduces shoot concentrations of mineral nutrients in glyphosate-resistant soybeans. **Plant and Soil**, v.328, n.1-2, p. 57-69, 2010c.

CAPÍTULO 2

SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS EM PRÉ-EMERGÊNCIA COMBINADOS OU NÃO COM GLYPHOSATE EM PÓS-EMERGÊNCIA PARA A SOJA RR

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. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a seletividade de herbicidas (chlorimuron-ethyl, diclosulam, flumetsulam e sulfentrazone) aplicados em pré-emergência da cultura da soja, associados ou não com glyphosate em pós-emergência, em um solo de textura argilosa. O delineamento adotado foi blocos ao acaso, com oito repetições, arranjado em um esquema fatorial 10 x 2, sendo dez tratamentos herbicidas, com ou sem a aplicação do glyphosate em pós-emergência. Os dez tratamentos herbicidas 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; flumetsulam a 60, 78 e 140 g ha⁻¹, além de uma testemunha mantida livre de plantas daninhas. A aplicação dos herbicidas em pré-emergência ocorreu um dia após a semeadura da soja V-MAX RR (NK-7059), e a aplicação do glyphosate a 1200 g ha⁻¹ se deu 21 dias após a emergência da soja, quando esta estava em estágio V3. Os resultados mostraram que os herbicidas aplicados em pré-emergência afetaram o desenvolvimento inicial da soja, ocorrendo redução na altura das plantas e sintomas de fitointoxicação. Porém, de modo geral, isso não se refletiu nos valores de produtividade. Os únicos tratamentos herbicidas considerados não seletivos para a soja foram aqueles em que se aplicou flumetsulam (78 e 140) em pré-emergência, seguidos da aplicação de glyphosate em pós, observando-se, nestes casos, redução na produtividade de grãos.

Palavras-chave: *Glycine max*, controle químico, produtividade

*SELECTIVITY OF HERBICIDES APPLIED PRE-EMERGENCE, COMBINED
OR NOT WITH GLYPHOSATE POST-EMERGENCE TO SOYBEAN RR*

ABSTRACT - In systems of weed management, applying 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 (chlorimuron-ethyl, diclosulam, sulfentrazone and flumetsulam) applied pre-emergence soybean, associated or not with glyphosate post-emergence in a clay soil. The study design was randomized blocks with eight replications, arranged in a factorial scheme 10 x 2, ten herbicide treatments, with or without the application of glyphosate post-emergence. The ten 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 300g ha⁻¹; flumetsulam 60,78 and 140 g ha⁻¹, and a herbicide free check 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, when it was in stage V3. The results showed that herbicides applied pre-emergence affected the early development of soybeans, with reduction in plant height and symptoms of phytotoxicity. But overall, this was not reflected in the values of crop yield. The only herbicides considered non-selective for soybeans were those in which flumetsulam (78 and 140) was applied in pre-emergence, followed by application of glyphosate post-emergence, observing in these cases, reduction in grain yield.

Key-words: *Glycine max*, chemical control, crop yield

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 aos herbicidas (LÓPEZ-OVEJERO et al., 2006). Este assunto ganhou ainda mais destaque com o desenvolvimento de plantas transgênicas com resistência ao glyphosate, conhecida como tecnologia Roundup Ready[®], no qual existe a possibilidade de aplicação deste herbicida em pós-emergência nas culturas.

A tecnologia RR[®] é uma excelente ferramenta para o controle de plantas daninhas, porém o uso contínuo de um mesmo herbicida provoca sérios problemas no manejo da comunidade infestante. Na cultura da soja, por exemplo, realizam-se de duas a três aplicações de glyphosate por ciclo (VARGAS et al., 2007), que possibilita a seleção de espécies de plantas daninhas tolerantes ou resistentes (CHRISTOFFOLETI & LÓPEZ-OVEJERO, 2003).

Atualmente, são relatados 21 casos de espécies de plantas daninhas que apresentam biótipos resistentes ao herbicida glyphosate no mundo. No Brasil, as espécies já registradas com biótipos resistentes são *Lolium multiflorum* (azevém), *Conyza bonariensis* e *C. canadensis* (buva) e *Digitaria insularis* (capim-amargoso) (WEED SCIENCE, 2011).

O fator mais importante no manejo e prevenção da resistência de plantas daninhas é a recomendação de práticas agrícolas e sistemas de produção onde a pressão de seleção de biótipos resistentes ao determinado herbicida seja reduzida (BOERBOOM, 1999). Uma das formas de diminuir a pressão de seleção é a rotação de mecanismos de ação. Os herbicidas aplicados em pré-emergência, que outrora foram bastante utilizados, tendem a ressurgir como importante ferramenta no controle de plantas daninhas resistentes.

A utilização de herbicidas aplicados em pré-emergência, complementados com a aplicação do glyphosate em pós-emergência, pode ser considerada uma importante ferramenta no manejo de plantas daninhas na cultura da soja RR[®], principalmente em áreas com elevada pressão de invasoras (SOARES et al., 2010). Neste tipo de área, em função das altas infestações de plantas daninhas, os períodos de PAI (Período Anterior à Interferência) são curtos, e o controle destas deve ser realizado em uma fase bastante precoce da cultura, que remete à utilização de herbicidas com atividade residual na dessecação de manejo ou em pré-emergência da cultura (CARVALHO et al., 2003).

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).

Culpepper (2006) elaborou um trabalho de percepção de opiniões, por meio de perguntas a vários cientistas da área de Ciência das Plantas Daninhas, sobre as mudanças na composição das infestações, em virtude do aumento expressivo de áreas com culturas RR. Entre as recomendações sugeridas para auxiliar o manejo das plantas daninhas nessas áreas, a maior utilização de herbicidas aplicados ao solo foi mencionada.

Na cultura da soja, vários são os herbicidas com atividade residual que possuem registro para o controle de plantas daninhas na modalidade de pré-emergência, entre os quais se destacam chlorimuron-ethyl, sulfentrazone, diclosulam e flumetsulam.

O chlorimuron-ethyl é um herbicida do grupo químico das sulfoniluréais, inibidor da acetolactato (ALS) - enzima chave na rota de biossíntese dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina. Após a absorção, o herbicida é rapidamente translocado para áreas de crescimento ativo (meristemas e ápices), onde o crescimento é inibido nas plantas suscetíveis. A morte da planta ocorre devido à incapacidade de produzir os aminoácidos essenciais de que necessitam. Os herbicidas deste grupo químico podem ser absorvidos pelas folhas e também

pelo sistema radicular das plantas, que pode tornar a capacidade de adsorção do herbicida no solo um fator importante para a tolerância da cultura ao herbicida (TREZZI & VIDAL, 2001).

O sulfentrazone faz parte do grupo das ariltriazolinonas, e seu mecanismo de ação nas plantas invasoras está relacionado à inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (Protox) (NANDIHALLI & DUKE, 1993). Sua translocação é baixa pelo floema, pelo fato de ocorrer rápida dessecação foliar, impossibilitando a movimentação do herbicida. O sulfentrazone apresenta ação em pré-emergência, sendo recomendado para as culturas de soja e cana-de-açúcar (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011).

O diclosulam e o flumetsulam são herbicidas do grupo químico das triazolopirimidinas, e possuem como mecanismo de ação a inibição à ação da enzima ALS. Eles são indicados para o controle de plantas daninhas de folhas largas na cultura da soja, podendo ser aplicados nas modalidades de pré-plantio incorporado e de pré-emergência. Uma vez disponíveis na solução do solo, os herbicidas são absorvidos pelo caulículo e radícula das plântulas em germinação/emergência. Após a absorção, os herbicidas são translocados para os pontos de crescimento ou meristemas apicais (KLESCHICK et al., 1992; RODRIGUES & ALMEIDA, 2011).

A seletividade dos herbicidas chlorimuron-ethyl, diclosulam e sulfentrazone para a cultura da soja foi avaliada por Biffe et al. (Dados não publicados) em solo de textura argilosa, e reduções no rendimento de grãos foram observadas quando utilizados em doses máximas recomendadas, sendo mais evidentes em solos compactados.

Em experimento conduzido em casa de vegetação, para avaliar o efeito do sulfentrazone aplicado em pré-emergência sobre a nodulação e fixação de nitrogênio de plantas de soja, nas doses de 0, 360, 720, 1080 e 1440 g ha⁻¹, verificou-se que tanto o número de nódulos como a massa seca das plantas foram influenciados negativamente em todas as doses do herbicida no estágio R5. Nas amostragens efetuadas quando as plantas de soja estavam em R3, os parâmetros

avaliados foram inferiores à testemunha apenas nas duas maiores doses do herbicida (ARRUDA et al., 2001).

Em experimento no município de Londrina-PR, para verificar a resposta de 12 cultivares de soja à aplicação dos herbicidas diclosulam e flumetsulam, aplicados em pré-plantio incorporado, verificou-se que, nas doses recomendadas, os dois herbicidas foram seguros para as 12 cultivares de soja estudadas. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Roxo distrófico, com 80,84% de argila, 5,4 de pH e 3,07% de matéria orgânica (LEITE et al., 2000).

A aplicação em pré-emergência na cultura da soja dos herbicidas sulfentrazone e diclosulam nas doses de 400 g ha⁻¹ e 25 g ha⁻¹, respectivamente, não ocasionou queda no rendimento de grãos da cultura, além de controlar com eficiência a maioria das plantas daninhas presentes na área (SOARES et al., 2010).

Os resultados apresentados mostram que, em alguns casos, há relatos de problemas com relação à seletividade destes herbicidas à cultura da soja. Dessa forma, com a possível retomada da utilização dos herbicidas pré-emergentes, os estudos de seletividade devem continuar. No entanto, no cenário atual, é necessário incorporar aos estudos de seletividade a eventual aplicação de glyphosate em pós-emergência nas variedades RR e a possível interação entre as duas aplicações. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a seletividade de alguns herbicidas aplicados em pré-emergência sobre a cultura da soja, associados ou não com a 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 período de condução do experimento foi entre os meses de outubro de 2010 e fevereiro de 2011.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico, de textura muito argilosa, e após a coleta e análise, suas características químicas e granulométricas foram determinadas, estando apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

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

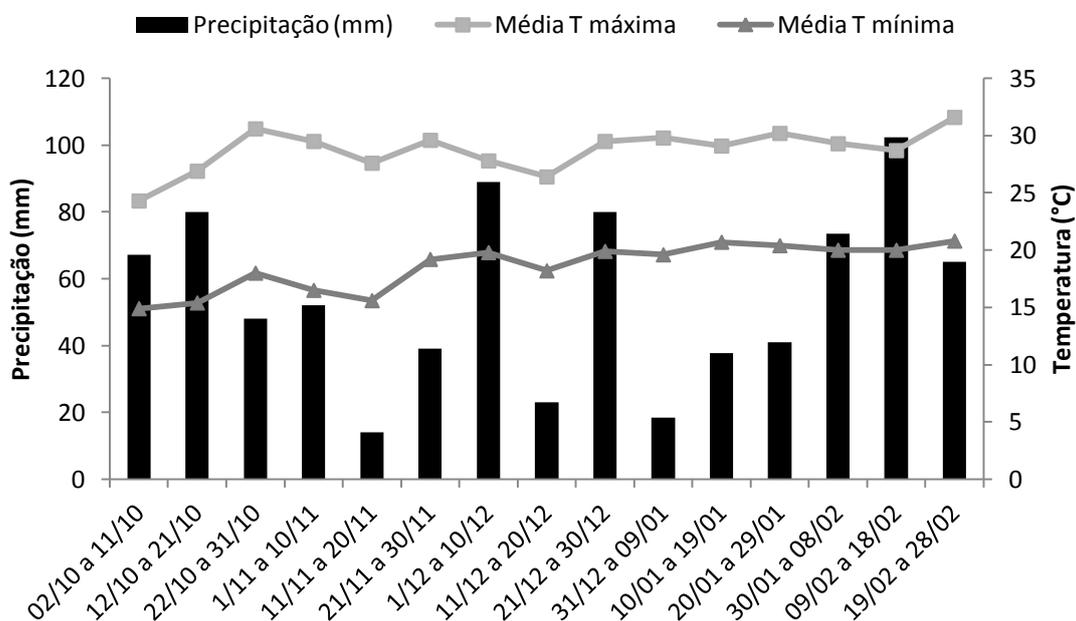
Tabela 2. Resultados da análise granulométrica do solo da área experimental. São Jorge do Ivaí, PR, 2010/2011

Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila
%			
11	7	17	65

Fonte: Laboratório de Solos da Universidade Estadual de Maringá.

O clima da região é do tipo subtropical com chuvas de verão e invernos secos, Cfa, segundo a classificação de Wilhem Köppen. As informações sobre

as condições climáticas durante a condução do experimento encontram-se na Figura 1.



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

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

A área experimental havia sido cultivada com milho no outono anterior à instalação da soja, sendo dessecada doze dias antes da semeadura, com 1260 g e.a. ha⁻¹ de glyphosate. As sementes foram tratadas com o fungicida Maxim XL[®] (35 g kg⁻¹ de fludioxonil + 10 g kg⁻¹ de metalaxyl) na dose de 0,0012 L kg⁻¹ de sementes, com o inseticida Standak[®] (250 g L⁻¹ de Fipronil) na dose de 0,001 L Kg⁻¹ de sementes, e também com inoculante turfoso na dose de 2 g kg⁻¹ de sementes. Na operação de semeadura da soja, a adubação utilizada foi 300 kg ha⁻¹ da fórmula 0.18.0, e quarenta e cinco dias após a emergência foram aplicados 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio.

A semeadura da soja foi realizada no dia 10 de outubro de 2010, utilizando semeadora mecanizada provida de nove linhas, sendo estas espaçadas 0,45 m entre elas. A densidade de semeadura foi 18 sementes por metro linear

em profundidade de 2 cm. A variedade utilizada foi V-MAX RR[®] (NK-7059), que se caracteriza por apresentar ciclo precoce e crescimento indeterminado.

O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, arranjados em esquema fatorial 10 x 2, sendo o primeiro fator constituído por dez tratamentos herbicidas aplicados em pré-emergência, e o segundo pela utilização de glyphosate em pós-emergência (com e sem aplicação de glyphosate), com oito repetições. Os tratamentos 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. Ressalta-se que estas doses são usualmente utilizadas em aplicações de manejo ou de 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 de cada lateral, 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, mantido à pressão de 3,0 kgf cm⁻², resultando em volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹. No momento da aplicação, o solo se encontrava úmido, sendo a temperatura ambiente de 25°C, umidade relativa do ar de 75% e ventos de 1,3 km h⁻¹.

Aos 21 dias após a emergência (DAE), quando as plantas de soja se encontravam em estágio V3, foi realizada a aplicação de glyphosate (1200 g e.a. ha⁻¹) nos tratamentos nos quais estavam previstos esta operação. O equipamento utilizado para esta aplicação foi o mesmo da realizada em pré-emergência. As condições climáticas no momento da aplicação em pós-emergência eram temperatura ambiente de 23°C, umidade relativa do ar de 67%, e ventos 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 (2009). Todas as parcelas foram mantidas livres de 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 fitointoxicação de plantas de soja por meio da escala EWCR (1964), descrita na Tabela 3, sendo 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 das plantas de soja, tomando a mesma escala como referência. Avaliou-se também a porcentagem de redução de porte das plantas de soja aos 7 e 14 DAE, em função da utilização dos herbicidas aplicados em pré-emergência, visualmente, comparando-se com as plantas da testemunha, sendo 0%, nenhum sinal de redução, e 100%, morte total das plantas.

Tabela 3. Escala de fitointoxicação, segundo EWCR (1964)

Fitointoxicação	Sintomas visuais
1	Nenhum dano
2	Pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em algumas plantas
3	Pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em muitas plantas
4	Forte descoloração (amarelecimento) ou razoável deformação, sem, contudo ocorrer necrose
5	Necrosamento (queima) de algumas folhas, em especial nas margens, acompanhado de deformação em folhas e brotos
6	Mais de 50% das folhas e brotos apresentando necrose/deformação
7	Mais de 80% das folhas e brotos destruídos
8	Danos extremamente graves, sobrando pequenas áreas verdes nas plantas
9	Danos totais (morte das plantas)

Quando as plantas atingiram o estágio V3 (21 DAE), antes da aplicação do glyphosate, foram realizadas avaliações de índice SPAD, utilizando o

equipamento Minolta (SPAD-502 meter), e de altura (nível do solo até a inserção do último trifólio completamente expandido), em dez plantas por parcela.

Na pré-colheita, foi determinado o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem, altura das plantas e de inserção da primeira vagem, em dez plantas amostradas na área útil, além do estande final da cultura da soja, avaliado em 6 metros lineares. A colheita da soja foi realizada manualmente, coletando-se todas as plantas presentes na área útil. Determinou-se o teor de umidade dos grãos de uma amostra de 100 g de cada parcela e a produtividade de grãos da cultura, sendo realizada, posteriormente, a correção do teor de umidade de grãos para 13%. O peso de 100 grãos foi obtido de amostra retirada do total de sementes colhidas na área útil de cada unidade experimental.

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. Além disso, realizou-se análise de correlação linear de Person a 5% entre as variáveis referentes aos componentes de produtividade da soja e os valores de produtividade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos valores de fitointoxicação obtidos antes da aplicação do glyphosate em pós-emergência são apresentadas na Tabela 4. 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 uma 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 4. 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.

Todos os tratamentos herbicidas aplicados em pré-emergência reduziram o porte das plantas de soja (Tabela 5), sendo as principais características consideradas nesta avaliação a área foliar, número de folhas e altura das plantas.

Tabela 5. Médias das porcentagens de redução das plantas de soja, antes da aplicação em pós-emergência. São Jorge do Ivaí, PR, 2010/2011

Herbicidas	Doses (g i.a. ha ⁻¹)	% REDUÇÃO	
		7 DAE	15 DAE
chlorimuron-ethyl	10	1,5 a	3,1 b
chlorimuron-ethyl	15	6,0 c	4,0 b
diclosulam	16,8	14,5 e	13,8 e
diclosulam	25,2	14,9 e	15,9 f
sulfentrazone	200	6,8 c	6,8 c
sulfentrazone	300	10,8 d	11,8 e
flumetsulam	60	0,6 a	5,0 c
flumetsulam	78	3,9 b	6,5 c
flumetsulam	140	7,1 c	8,8 d
Testemunha	-	0,0 a	0,0 a
C.V. (%)		31,65	31,00

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

Aos sete DAE, os únicos tratamentos que não afetavam o crescimento da soja eram o chlorimuron-ethyl a 10 g ha⁻¹ e o flumetsulam a 60 g ha⁻¹. Os tratamentos herbicidas que mais afetavam essa variável, nesta data, eram diclosulam a 16,8 e 25,2 g ha⁻¹, com reduções de 14,5 e 14,9%, respectivamente. A maior dose de sulfentrazone (300 g ha⁻¹) também reduziu consideravelmente o porte das plantas (10,8%).

Na avaliação realizada aos 15 DAE, poucas foram as mudanças em relação à avaliação anterior, ressaltando um incremento nos valores de porcentagem de redução nos tratamentos com chlorimuron-ethyl a 10 g ha⁻¹ e flumetsulam a 60 g ha⁻¹, agora diferindo da testemunha sem aplicação. Os maiores valores continuaram a ser apresentados pelos tratamentos nos quais foram aplicados diclosulam e sulfentrazone na dose mais elevada (300 g ha⁻¹).

Destaca-se também que o flumetsulam foi o herbicida que apresentou maior alteração nas porcentagens de redução da primeira para a segunda avaliação.

A aplicação de chlorimuron-ethyl, em pré-emergência da cultura, na dose de 80 g ha⁻¹, em solo com 60% de argila, não causou injúrias visíveis às plantas de soja, quando comparados à testemunha sem aplicação de herbicidas, nas avaliações efetuadas até 26 dias após a semeadura da cultura (BIANCHI et al., 2010).

Para o herbicida sulfentrazone, notou-se que a área foliar das plantas de soja foi diminuída com a aplicação na dose de 600 g ha⁻¹, em um solo com pH 6,1 e M.O. de 27,1% , 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 nas diversas variedades de soja está intimamente relacionada com a rapidez com que o herbicida é metabolizado. Os mesmos autores encontraram injúrias drásticas à variedade BR 16 quando submetida ao sulfentrazone, havendo redução do aparelho assimilatório, que acarretou distúrbios funcionais no crescimento e desenvolvimento das plantas de soja.

Com relação ao flumetsulam, Magalhães & Barros (1993) também registraram injúrias nas plantas de soja submetidas ao 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, favorecem pronta disponibilidade do herbicida na solução do solo, e assim altas quantidades do herbicida podem ser absorvidas rapidamente, provocando intoxicação às plantas de soja. Isso acontece porque o mecanismo de metabolização do herbicida fica sobrecarregado. A seletividade da cultura aos herbicidas do grupo das sulfonilidas é devido à detoxificação metabólica, em função da hidroxilação (reação de oxidação), seguida da conjugação da glicose (HODGES et al., 1990).

Deuber & Novo (2006) não verificaram sintomas de injúrias às plantas de soja quando diclosulam e 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, na aplicação de flumetsulam a 180 g ha⁻¹ foram constatadas clorose incipiente e redução de crescimento nas plantas de soja.

Os valores de altura de plantas de soja efetuados aos 21 DAE estão na Tabela 6. Percebe-se que a maioria dos tratamentos causou reduções nesta característica das plantas de soja, quando comparados com a testemunha sem aplicação de herbicidas. Apenas o tratamento com flumetsulam na dose mais baixa (60 g ha⁻¹) foi semelhante à testemunha, não tendo apresentando efeito negativo no crescimento das plantas. Estes resultados estão de acordo com os encontrados nas avaliações de redução de porte efetuada aos 7 e 15 DAE, mostrando que a altura de plantas foi uma das características afetadas pelos herbicidas aplicados em pré-emergência.

Tabela 6. 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 (cm)	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 em nível de 5% pelo teste de agrupamento Scott-Knott.

Os resultados do índice SPAD, que indica o teor de clorofila nas folhas, estão apresentados na Tabela 6, e nota-se que não existiram diferenças significativas entre os tratamentos testados, sendo que os valores permaneceram entre 31,8 e 33,6.

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

Tabela 7. Médias dos valores de fitotoxicidade 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.

Já no que diz respeito aos tratamentos com glyphosate em pós-emergência, aos 7 dias após a aplicação do glyphosate (7 DAAG), havia sintomas, caracterizados pelo amarelecimento dos trifólios. Tais sintomas foram mais evidentes quando se aplicou em pré-emergência o herbicida flumetsulam a 140 g ha⁻¹. Este tratamento recebeu nota de fitointoxicação 3,0, que caracteriza “pequenas alterações (descoloração ou deformação) visíveis em muitas plantas”. Aos 15 DAAG, apesar da diminuição dos sintomas, ainda era 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 Zobiole 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), 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, que pode reduzir a translocação desses nutrientes nas plantas (BOTT et al., 2008; ZOBIOLE et al., 2010a).

Na Tabela 8, estão os dados referentes à altura da inserção da primeira vagem das plantas de soja. Nota-se, de maneira geral, que a aplicação de glyphosate em pós-emergência apresentou pouco efeito sobre esta variável resposta. Apenas no tratamento com chlorimuron-ethyl a 10 g ha⁻¹, a presença do glyphosate reduziu a altura da inserção da primeira vagem. Já para os herbicidas aplicados em pré-emergência, nenhum dos tratamentos herbicidas utilizados afetou os valores em relação à testemunha, sendo que estes ficaram entre 28,5 e 30,4 cm.

Tabela 8. Médias dos valores de altura (cm) da inserção da primeira vagem 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	32,6 A a	28,9 B a
chlorimuron-ethyl	15	28,5 A a	29,3 A a
diclosulam	16,8	29,1 A a	28,8 A a
diclosulam	25,2	29,6 A a	29,0 A a
sulfentrazone	200	29,3 A a	29,5 A a
sulfentrazone	300	29,4 A a	30,6 A a
flumetsulam	60	31,3 A a	30,1 A a
flumetsulam	78	30,7 A a	30,4 A a
flumetsulam	140	30,5 A a	30,0 A a
Testemunha	-	29,1 A a	28,9 A a
C.V. (%)		10,90	

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

Segundo Yokomizo (1999) e Cartter & Hartwing (1962), a altura da inserção da primeira vagem entre 12 e 15 cm é a mais adequada, pois há diminuição nas perdas de colheita e menor risco de acamamento. No presente experimento, os valores de altura da inserção da primeira vagem foram elevados em virtude do alto índice pluviométrico durante a safra.

Para a altura de plantas na pré-colheita (Tabela 9), verifica-se que, onde não se aplicou o glyphosate, não há diferenças entre os tratamentos com os herbicidas aplicados em pré-emergência; já com a aplicação do glyphosate, o comportamento é um pouco distinto. Na associação do herbicida aplicado em pós-emergência ao diclosulam na dose mais elevada (25,2 g ha⁻¹), as plantas de soja apresentavam valores de altura inferiores (6%) quando comparadas às plantas da testemunha. Resultados de Barros et al. (2005) também mostraram menores valores 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 0,34 % de matéria orgânica, em comparação à testemunha sem aplicação.

Tabela 9. Média dos valores de altura (cm) 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 em nível de 5% pelo teste de agrupamento Scott-Knott; e as médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na linha não diferem entre si em 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 altura de plantas inferiores, quando comparados aos seus tratamentos respectivos sem a aplicação do glyphosate. Foloni 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, Zobiole et al. (2010b) verificaram diminuição na altura de plantas de soja (cv. BRS 242 RR), quando submetidas às aplicações de glyphosate nas doses de 600, 900, 1200, 1800 e 2400 g ha⁻¹.

Os dados de avaliação referentes às variáveis-resposta número de vagens por planta (NVP) e número de grãos por vagem (NGV) são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Média dos valores de número de vagens por planta e número de grãos por vagem na avaliação de pré-colheita. São Jorge do Ivaí, PR, 2010/2011

Herbicidas	Doses (g i.a. ha ⁻¹)	Vagens planta ⁻¹		Grãos vagem ⁻¹	
		Sem	Com	Sem	Com
chlorimuron-ethyl	10	36,9 A a	36,0 A a	2,38 A a	2,37 A a
chlorimuron-ethyl	15	35,1 A a	35,3 A a	2,34 A a	2,35 A a
diclosulam	16,8	36,4 A a	36,3 A a	2,34 A a	2,36 A a
diclosulam	25,2	36,0 A a	35,3 A a	2,29 A a	2,39 A a
sulfentrazone	200	36,3 A a	34,1 A a	2,37 A a	2,31 A a
sulfentrazone	300	34,9 A a	34,4 A a	2,33 A a	2,33 A a
flumetsulam	60	37,3 A a	36,1 A a	2,38 A a	2,36 A a
flumetsulam	78	35,8 A a	35,4 A a	2,37 A a	2,38 A a
flumetsulam	140	35,1 A a	33,8 A a	2,34 A a	2,26 A a
Testemunha	-	37,6 A a	37,0 A a	2,40 A a	2,41 A a
C.V. (%)		10,53		4,42	

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

Para a primeira variável (NVP), a testemunha sem aplicação de herbicidas apresentou em média 37,6 vagens em cada planta, enquanto que para o sulfentrazone com glyphosate nas duas doses testadas as plantas de soja apresentaram aproximadamente 34. Para o flumetsulam a 140 g ha⁻¹ com a aplicação de glyphosate, o número de vagens por planta foi 33,8. Apesar disso,

não existiram diferenças estatísticas para a variável resposta em nenhuma situação. O mesmo ocorreu para o número de grãos por vagem, não havendo diferenças entre os tratamentos. As testemunhas sem e com glyphosate em pós-emergência apresentaram, respectivamente, 2,40 e 2,41 grãos por vagem. Já com o flumetsulam na maior dose (140 g ha⁻¹), associado ao glyphosate em pós-emergência, as plantas de soja apresentaram em média 2,26 grãos por vagem.

O estande das plantas de soja avaliado na pré-colheita não apresentou diferenças entre os tratamentos avaliados. Os valores médios ficaram entre 15,3 e 17 plantas por metro linear (Tabela 11).

Tabela 11. Média dos valores de estande e massa de cem grãos das plantas de soja. São Jorge do Ivaí, PR, 2010/2011.

Herbicidas	Doses (g i.a. ha ⁻¹)	Estande (plantas m ⁻¹)		Massa de 100 grãos (gramas)	
		Sem	Com	Sem	Com
chlorimuron-ethyl	10	16,5 A a	16,5 A a	16,8 A a	16,6 A a
chlorimuron-ethyl	15	16,3 A a	15,4 A a	16,9 A a	17,0 A a
diclosulam	16,8	15,9 A a	15,4 A a	16,8 A a	16,7 A a
diclosulam	25,2	15,9 A a	15,4 A a	16,6 A a	16,8 A a
sulfentrazone	200	15,4 A a	16,8 A a	16,5 A a	17,0 A a
sulfentrazone	300	15,9 A a	16,1 A a	16,6 A a	16,3 A a
flumetsulam	60	16,3 A a	16,3 A a	16,7 A a	16,9 A a
flumetsulam	78	15,9 A a	15,5 A a	16,5 A a	16,8 A a
flumetsulam	140	15,3 A a	16,5 A a	16,4 A a	16,4 A a
Testemunha	-	17,0 A a	16,9 A a	17,1 A a	16,8 A a
C.V. (%)		8,59		2,60	

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

Para massa de 100 grãos (Tabela 11), o valor da testemunha sem aplicação de herbicidas foi 17,1 gramas, não havendo diferença dos demais tratamentos herbicidas. A aplicação do glyphosate também não influenciou a massa de grãos das plantas.

Os componentes de produtividade da soja não apresentaram diferenças estatísticas nesse experimento, porém alguns deles se correlacionaram

significativamente com os valores de produtividade. Para o número de vagens por planta, a correlação foi positiva e o coeficiente de correlação de Pearson encontrado foi 0,64; enquanto que para a massa de grãos esse valor foi 0,52. As demais características (número de vagens por planta e estande) não apresentaram correlação significativa com os dados de produtividade.

Na Tabela 12, estão apresentados os dados de produtividade obtidos no presente experimento. Quando se observa os valores nos quais não se aplicou glyphosate em pós-emergência, verifica-se que todos os tratamentos apresentaram produtividade semelhante. A testemunha sem aplicação de herbicidas apresentou produtividade de 3742,6 kg ha⁻¹. Percebe-se que o efeito de redução de porte causado pelos herbicidas aplicados em pré-emergência no início do desenvolvimento da soja não resultou em queda no rendimento de grãos, sendo que as plantas de soja tiveram tempo hábil para se recuperar das injúrias.

Tabela 12. 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 em nível de 5% pelo teste de agrupamento Scott-Knott; e as médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na linha não diferem entre si em nível de 5% pelo teste F.

Ao analisar os tratamentos nos quais houve a aplicação do glyphosate em pós-emergência, percebe-se que o herbicida flumetsulam nas doses de 78 e 140

g ha⁻¹ ocasionou valores de produtividade menores, quando comparados com a testemunha com glyphosate. Em porcentagens, essas reduções seriam 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 estressadas 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 seu potencial produtivo.

Com relação ao efeito do glyphosate em pós-emergência, percebe-se que sua aplicação não causou redução no rendimento de grãos para a maioria dos tratamentos, quando comparados aos respectivos tratamentos sem a aplicação do herbicida. O único tratamento herbicida que apresentou diferença com a aplicação do glyphosate foi flumetsulam a 140 g ha⁻¹, com produtividade relativa de 96,21%, em relação ao tratamento sem o herbicida em pós-emergência. Isso revela que a associação entre os herbicidas pode ser prejudicial para cultura da soja. Alonso et al. (2008) 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, assim como a aplicação sequencial de glyphosate/glyphosate+bentazon (720/480+480) nos estádios de V1 a V2/V3 a V4.

A aplicação dos herbicidas chlorimuron-ethyl, diclosulam e sulfentrazone em doses máximas de recomendação, em solos de textura argilosa, associada à aplicação de glyphosate em pós-emergência, pode afetar o desenvolvimento da cultura da soja, reduzindo a produtividade, principalmente

em áreas de alta compactação, que são comuns no sistema de plantio direto (BIFFE, dados não publicados).

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 devem ser feitas de maneira criteriosa, a fim de evitar problemas de injúrias à cultura e/ou quedas no rendimento de grãos.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos mostraram que os herbicidas aplicados em pré-emergência influenciaram o desenvolvimento inicial da soja, causando reduções no porte das plantas. Porém, na maior parte dos casos, as plantas conseguiram recuperar o crescimento e desenvolvimento ao longo do ciclo.

Os herbicidas diclosulam (16,8 e 25,2 g ha⁻¹), sulfentrazone (200 e 300 g ha⁻¹), chlorimuron-ethyl (10 e 15 g ha⁻¹) e flumetsulam (60 g ha⁻¹), aplicados em pré-emergência, não reduziram a produtividade da soja variedade V-MAX RR[®] (NK 7059), independente do uso de glyphosate em pós-emergência.

A interação entre os dois fatores (herbicidas aplicados em pré-emergência e glyphosate em pós-emergência) não foi significativa.

A aplicação do glyphosate em pós-emergência causou injúrias às plantas de soja, nos quais se observou amarelecimento nas folhas mais novas. Porém, 15 dias após a aplicação, estes danos diminuíram consideravelmente.

A associação do flumetsulam a 78 e 140 g ha⁻¹ em pré-emergência e glyphosate em pós-emergência causou redução no rendimento de grãos da soja variedade V-MAX RR[®] (NK 7059).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**, v.29, n.4, p.929-937, 2011.

ARRUDA, J.D.; LOPES, N.F.; BACARIN, M.A. Nodulação e fixação de dinitrogênio em soja tratada com sulfentrazone. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.2, p.325-330, 2001.

ARRUDA, J.S.; LOPES, N.F.; BACARIN, M.A. Crescimento de plantas de soja em função de doses de sulfentrazone. **Planta Daninha**, 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**, v.4, n.1, p.1-8, 2005.

BIANCHI, M.A.; ROCKEMBACH, D.; SCHNEIDER, T. Seletividade de herbicidas a base de clorimuron etílico aplicados em pré e em pós-emergência da soja. In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8, Cruz Alta, 2010. **Resumos**. Cruz Alta: UNICRUZ, 2010.

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

CARTER, J.L.; HARTWIG, E.E. The management of soybeans. In: NORMAN, A.G. (Coord.) **The Soybean**. New York: Academic Press, 1963. p.162-221.

CARVALHO, F.T.; PEREIRA, F.A.R.; PERUCHI, M.; PALAZZO, R.R.B. Manejo químico das plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* e *Bidens pilosa* em sistema de plantio direto da cultura de soja. **Planta Daninha**, v.21, n.1, p.145-150, 2003.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; LOPEZ-OVEJERO, R. Principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, 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**, v.14, n.3, p.569-577, 2000.

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

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**, v.5, n.2, p.57-63, 2006.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL – EWEC. Report of 3rd and 4rd meetings of EWCR. Cities of methods in weed research. **Weed Research**, 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**, 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**, v.29, n.3, p.365-378, 1990.

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

KLESCHICK, W.A.; GERWICK, B.C.; CARSON, C.M.; MONTE, W.T.; SNIDER, S.W. DE-498, a new acetolactate synthase inhibiting herbicide with multicrop selectivity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.40, n.6, p.1083-1085, 1992.

LEITE, C.R.F.; ALMEIDA, J.C.V.; PRETE, C.E.C. Sensibilidade de cultivares de soja (*Glycine max*) aos herbicidas diclosulam e flumetsulam. **Planta Daninha**, v.18, n.1, p.103-122, 2000.

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**, 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.

NANDIHALLI, U.B.; DUKE, S.O. The porphyrin pathway as a herbicide target site. In: DUKE, S.O.; MENN, J.J.; PLIMMER, J.R. (Ed.). **Pest control with enhanced environmental safety**. Washington: American Chemical Society, 1993. p.62-72.

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**, 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**, v.52, n.16, p.5139-5143, 2004.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 6. ed. Londrina: IAPAR, 2011. 697p.

SOARES, D.J.; VERTUAN, H.V.; MOTOMIYA, W.R.; MACEDO, F.B.; DOURADO, P.M.; OLIVEIRA, W.S.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. Avaliação de programas alternativos de manejo de plantas daninhas utilizando herbicidas pré-emergentes na soja Tg. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27, Ribeirão Preto, 2010. **Resumos**. Ribeirão Preto: FUNEP, 2010. p.1508-1512.

TREZZI, M.M.; VIDAL, R.A. Herbicidas inibidores da ALS. In: VIDAL, R.A.; MEROTTO JR., A. (Ed) **Herbicidologia**. Porto Alegre: Edição dos Autores, 2001. 152 p.

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**, 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-SP, v.10, n.4, p.13-16, 1992.

WANG, L.; SHOWALTER, A.M.; UNGAR, I.A. Effects of intraspecific competition on growth and photosynthesis of *Atriplex prostrata*. **Aquatic Botany**, v.83, n.3, p.187-192, 2005.

WEED SCIENCE - INTERNATIONAL SURVEY OF HERBICIDE RESISTANT WEEDS. Disponível em: <<http://www.weedscience.org>>. Acesso em: 30 out. 2011.

YOKOMIZO, G.K. **Interação genótipos x ambientes em topocruzamentos de soja tipo alimento com tipo grão.** 1999. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz , Piracicaba, 1999. 170 f.

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**, 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**, 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 Physiology**, v.97, n.3, p.182-193, 2010b.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A convivência de plantas daninhas com a cultura da soja prejudicou consideravelmente o desenvolvimento e produção de grãos da oleaginosa. O valor de PAI nas condições do presente experimento foi 16 DAE considerando 10% de perdas aceitáveis, e 12 DAE aceitando perdas no valor do desvio padrão do tratamento sem plantas daninhas, que revela a importância de um controle precoce da comunidade infestante.

Uma alternativa para isso é a utilização de herbicidas aplicados em pré-emergência da cultura, pois seu efeito residual pode aumentar o período de PAI, diminuindo a necessidade de práticas precoces de controle em pós-emergência.

Na escolha dos herbicidas em pré-emergência, deve-se atentar à dose e ao herbicida utilizado. Todos os herbicidas testados nesta modalidade afetaram o desenvolvimento e crescimento das plantas de soja. Porém, apenas flumetsulam a 78 e 140 g ha⁻¹, associado à aplicação de glyphosate em pós-emergência, afetou a produtividade da cultura.

A aplicação do herbicida glyphosate em pós-emergência na soja RR é uma excelente alternativa para o manejo de plantas daninhas. No entanto, em um dos experimentos, houve redução no rendimento de grãos da cultura, independente do momento de aplicação.

A competição da soja com plantas daninhas não potencializou o efeito negativo do glyphosate na cultura, sendo seus efeitos praticamente somatórios até 18 DAE. Após esse período, quando as plantas de soja e plantas daninhas estavam competindo ainda mais intensamente, os valores de produtividade referentes à combinação dos dois fatores foram muito próximos àqueles em que ocorreu apenas a convivência entre cultura e comunidade infestante.