

UniRV- UNIVERSIDADE DE RIO VERDE
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

EFICÁCIA E SELETIVIDADE DE LATIFOLICIDAS APLICADOS EM
PÓS-EMERGÊNCIA EM CULTIVARES DE SOJA

JHONATAN CORADIN
Magister Scientiae

RIO VERDE
GOIÁS – BRASIL
2021

JHONATAN CORADIN

**EFICÁCIA E SELETIVIDADE DE LATIFOLICIDAS APLICADOS EM PÓS-
EMERGÊNCIA EM CULTIVARES DE SOJA**

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para à obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**RIO VERDE
GOIÁS - BRASIL**

2021

Universidade de Rio Verde
Biblioteca Luiza Carlinda de Oliveira
Bibliotecário: Juatan Tiago da Silva – CRB 1/3158
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – (CIP)

C794e Coradin, Jhonatan

Eficácia e seletividade de latifolicidas aplicados em pós-emergência em cultivares de soja. / Jhonatan Coradin. — 2021.
58 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Braga Pereira Braz.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Rio Verde – UniRV, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, 2021.

1. Controle químico. 2. Dicotiledôneas. 3. Fitointoxicação. 4. *Glycine max*. I. Braz, Guilherme Braga Pereira. II. Título.

CDD: 633.34

JHONATAN CORADIN

**EFICÁCIA E SELETIVIDADE DE LATIFOLICIDAS APLICADOS EM PÓS-
EMERGÊNCIA EM CULTIVARES DE SOJA**

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de
Rio Verde, como parte das exigências do Programa
de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para
obtenção do título de *Magister Scientiae*

APROVAÇÃO: 02 de setembro de 2021

Guilherme Braga P. Braz

Prof. Dr. Guilherme Braga Pereira Braz
Presidente da Banca Examinadora
Membro – FA/UniRV

Alessandro Guerra da Silva
Prof. Dr. Alessandro Guerra da Silva
Membro – FA/UniRV

Carlos César Evangelista de Menezes
Prof. Dr. Carlos César Evangelista de Menezes
Membro – FA/UniRV

Sérgio de O. Procópio
Dr. Sérgio de Oliveira Procópio
Membro - Embrapa Tabuleiros Costeiros

EPÍGRAFE

*“Pessoas bem-sucedidas têm **dúvidas** e **preocupações**. Elas só não deixam esses sentimentos dominarem suas vidas.” (T. Harv Eker)*

BIOGRAFIA

JHONATAN CORADIN, filho de Geraldo Coradin e Elione Scramin Coradin, nasceu no município de Abelardo Luz, Estado de Santa Catarina, aos 09 dias do mês de dezembro do ano de 1997. Em fevereiro de 2015, iniciou o curso de Engenharia Agrônômica na Universidade de Rio Verde (UniRV), no município de Rio Verde, Estado de Goiás. Durante a graduação entre os anos de 2016 e 2018, realizou estágios supervisionados pelos Engenheiros Agrônomos André Koiti Nagaoka (Sumitomo Chemical e Syngenta) e Airton Berger Neto (UPL) na área de Pesquisa e Proteção de Plantas. No segundo semestre de 2018, iniciou estágio no Centro de Inovação e Tecnologia GAPES, na área de Pesquisa e Proteção de Plantas do Grupo Associado de Pesquisa do Sudoeste Goiano (GAPES). Graduou-se em Engenharia Agrônômica, em fevereiro de 2019. No mesmo período, ingressou como aluno regular no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PPGPV) da UniRV, com trabalho direcionado para a seletividade de herbicidas para cultivares de soja e controle químico de plantas daninhas dicotiledôneas, em pós-emergência desta cultura, sob a orientação do Professor Dr. Guilherme Braga Pereira Braz. Após o ingresso no PPGPV, começou a trabalhar no GAPES, ocupando o cargo de Assistente de Pesquisa, sendo responsável pela condução de pesquisas na área de Ciência das Plantas Daninhas. Em agosto de 2020, começou a trabalhar como Assistente Externo de Vendas no Grupo Vittia na Região Sudoeste de Goiás, atuando com as culturas: soja, milho, feijão, cana-de-açúcar e pastagens. Defendeu a dissertação para a obtenção do título de Mestre, em 02 de setembro de 2021.

DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente a Deus, que esteve ao meu lado, mesmo nos momentos mais difíceis, sempre me direcionando ao caminho correto a percorrer ao longo desta trajetória. Agradeço por ter me fornecido: saúde, força de vontade e fé para vencer todas as etapas deste projeto.

Aos meus pais: Geraldo Coradin e Elione Scramin Coradin, pelos quais tive e tenho vontade e força para lutar, pois são minha inspiração de vida. Muito obrigado por acreditarem em mim!

Aos meus avós maternos: Adir José Scramin e Melania Dambros Scramin (*in memoriam*), e avós paternos José Coradin (*in memoriam*) e Redentorina Friebel Coradin, a quem tenho gratidão, por terem concedido o dom da vida aos meus pais. Sinto orgulho e muita saudade do convívio com vocês!

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus e minha à família, que me forneceram o alicerce e apoio necessários, durante esta etapa de minha vida.

À Universidade de Rio Verde (UniRV) e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PPGPV), pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado.

Ao meu amigo e orientador Prof. Dr. Guilherme Braga Pereira Braz, que me transmitiu segurança e conhecimento necessário, para a realização deste trabalho. Palavras não são suficientes para expressar a gratidão, que sinto pela oportunidade a mim concedida e por tê-lo como amigo.

Ao Prof. Dr. Alessandro Guerra da Silva, Prof. Dr. Carlos César Evangelista de Menezes e ao Pesq. Dr. Sergio de Oliveira Procópio, por se disporem a participarem da banca examinadora deste trabalho e contribuírem para a melhoria significativa da presente dissertação.

Ao Grupo Associado de Pesquisa do Sudoeste Goiano (GAPES), pelo auxílio financeiro e por ceder o local para a realização dos experimentos, em especial ao gerente de pesquisa Eng. Agr. Me. Túlio Porto Gonçalo e aos pesquisadores Eng. Agr. Me. Aline Guimarães Cruvinel e ao Eng. Agr. Me. Danillo Neiva de Andrade, por todo o suporte necessário.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro, para à condução das pesquisas mediante recursos destinados pela Chamada Universal nº 28/2018.

Aos acadêmicos da Faculdade de Agronomia da UniRV, Guilherme Sales Vian, Marco Antônio Goulart e Paulo Victor Chavaglia que auxiliaram em toda a condução dos experimentos realizados a campo.

Ao Grupo Vittia, por confiar em mim como profissional e me conceder todo o apoio necessário, para a realização desta obra, em especial ao meu gestor Eng. Agr. Waldech Caetano Teles Júnior.

Aos professores com os quais tive o prazer de compartilhar conhecimentos no PPGPV da UniRV, entre estes: Dr. Alessandro Guerra da Silva, Dr. Antônio Joaquim Braga Pereira Braz, Dr. Carlos César Evangelista de Menezes, Dr. Gilmar Oliveira Santos, Dr. Gustavo André Simon, Dr. Alberto Leão de Lemos Barroso, Dr. Paulo Fernandes Boldrin, Dra. Rose Luiza Moraes Tavares e Dra. Veridiana Cardozo Gonçalves Cantão.

À secretária do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Rizzia Arantes, pelo atendimento profissional e competente, durante este período de convivência.

Aos meus amigos, impossível citar todos os nomes aqui, pois Deus me deu a graça de estar sempre ao lado de pessoas maravilhosas, as quais expresso minha gratidão e amor.

A todos, que participaram direta e indiretamente deste sonho, fica registrado o meu muito obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vi
RESUMO GERAL.....	viii
GENERAL ABSTRACT.....	ix
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CAPÍTULO 1 - HERBICIDAS EM PÓS-EMERGÊNCIA NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS DE FOLHAS LARGAS.....	4
RESUMO.....	4
ABSTRACT.....	5
1 INTRODUÇÃO.....	6
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	9
4 CONCLUSÕES.....	20
REFERÊNCIAS.....	20
CAPÍTULO 2 - SELETIVIDADE DE ASSOCIAÇÕES HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA DE CULTIVARES DE SOJA	23
RESUMO.....	23
ABSTRACT.....	24
1 INTRODUÇÃO.....	25
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4 CONCLUSÕES.....	39
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
REFERÊNCIAS.....	41

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Relação dos tratamentos herbicidas aplicados em pós-emergência visando ao controle de plantas daninhas dicotiledôneas. Rio Verde (GO), 2019.....	7
TABELA 2	Controle de vassourinha-de-botão (<i>Spermacoce verticillata</i>) após a aplicação de herbicidas em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2019.....	10
TABELA 3	Altura e massa seca de parte aérea de plantas de vassourinha-de-botão (<i>Spermacoce verticillata</i>) 28 dias após a aplicação de herbicidas em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2019.....	12
TABELA 4	Controle de trapoeraba (<i>Commelina benghalensis</i>) após a aplicação de herbicidas em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2019.....	13
TABELA 5	Altura e massa seca de parte aérea de plantas de trapoeraba (<i>Commelina benghalensis</i>) 28 dias após à aplicação de herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2019.....	14
TABELA 6	Porcentagem de controle de picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) após à aplicação de herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2019.....	15
TABELA 7	Altura e massa seca de parte aérea de plantas de picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) 28 dias após à aplicação de herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2019.....	16
TABELA 8	Controle de caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) após à aplicação de herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2019.....	17
TABELA 9	Altura e massa seca de parte aérea de plantas de caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) 28 dias após à aplicação de herbicidas, em pós-	18

	emergência. Rio Verde (GO), 2019.....	
TABELA 10	Compilação de resultados das avaliações de controle final (CF), altura de plantas (AP) e massa seca de parte aérea (MS) de quatro plantas daninhas aos 28 dias após à aplicação de herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2019.....	19
TABELA 11	Relação de associações herbicidas avaliadas em aplicações, em pós-emergência das diferentes cultivares de soja. Rio Verde (GO), 2020/2021.....	28
	...	
TABELA 12	Fitointoxicação da soja (Cultivar: M7110 IPRO [®]) após a aplicação de associações herbicidas em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2020/2021	30
TABELA 13	Altura e estande de plantas de soja (Cultivar: M7110 IPRO [®]) após à aplicação de associações herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2020/2021.....	31
TABELA 14	Número de vagens por planta (NVP), massa de 100 grãos (M100G), produtividade e produção relativa à testemunha da soja (Cultivar: M7110 IPRO [®]) após à aplicação de associações herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2020/2021.....	32
TABELA 15	Fitointoxicação da soja (Cultivar: Foco IPRO [®]) após à aplicação de associações herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2020/2021.....	33
	...	
TABELA 16	Altura e estande de plantas de soja (Cultivar: Foco IPRO [®]) após à aplicação de associações de herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2020/2021.....	34
TABELA 17	Número de vagens por planta (NVP), massa de 100 grãos (M100G), produtividade e produção relativa à testemunha da soja (Cultivar: Foco	35

	IPRO [®]) após à aplicação de associações herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2020/2021.....	
TABELA 18	Fitointoxicação da soja (Cultivar: Bônus IPRO [®]) após à aplicação de associações herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2020/2021.....	35
	...	
TABELA 19	Altura e estande de plantas de soja (Cultivar: Bônus IPRO [®]) após à aplicação de associações herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2020/2021.....	36
TABELA 20	Número de vagens por planta (NVP), massa de 100 grãos (M100G), produtividade e produção relativa à testemunha da soja (Cultivar: Bônus IPRO [®]) após à aplicação de associações de herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2020/2021.....	37
TABELA 21	Compilação de resultados das avaliações de: fitointoxicação, altura de plantas, estande, número de vagens por planta (NVP), massa de 100 grãos (M100G) e produtividade (PROD) da soja após à aplicação de herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2020/2021.....	38

RESUMO

CORADIN, J. UniRV - Universidade de Rio Verde, setembro de 2021. **Eficácia e seletividade de latifolicidas aplicados em pós-emergência em cultivares de soja.** Orientador: Prof. Dr. Guilherme Braga Pereira Braz.

A ocorrência de plantas daninhas resistentes ao glyphosate no sistema de plantio direto na Região Centro-Oeste do Brasil está entre as principais problemáticas, para o cultivo de diversas culturas de importância econômica, destacando-se a soja, cultura de maior relevância do país. As plantas daninhas de folha larga encontram-se resistentes e/ou tolerantes ao herbicida, no entanto, herbicidas estão sendo utilizados em pós-emergência associados ao glyphosate, para aumentar o espectro de controle das espécies infestantes e minimizar a pressão de seleção sobre os biótipos. Deve-se considerar o estágio de crescimento das espécies, no momento das pulverizações, visto que, o controle efetivo é dificultado em estágios de desenvolvimento avançados. Produtores tendem a optarem por cultivares de soja com grupos de maturação e tipos de crescimento diversificados, em um mesmo ano agrícola, e isso influencia diretamente na seletividade dos herbicidas utilizados em pós-emergência, para o controle das espécies, o que pode afetar de maneira negativa os componentes de rendimento final. Diante do exposto, objetivou-se estudar a eficácia de herbicidas aplicados em pós-emergência para o controle de plantas daninhas de folha larga. Em casa-de-vegetação foram instalados quatro experimentos, em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições. Cada experimento foi composto por uma planta daninha e um estágio de desenvolvimento, sendo: vassourinha-de-botão e trapoeraba com 2-4 folhas verdadeiras, e picão-preto e caruru-de-mancha com 4-6 folhas verdadeiras. Outros experimentos foram realizados com o objetivo de estudar a seletividade de herbicidas com ação sobre dicotiledôneas, em associação com glyphosate aplicados, em pós-emergência de três cultivares de soja. Os experimentos foram instalados no delineamento de blocos casualizados, com 4 repetições. As cultivares de soja avaliadas e os grupos de maturação foram: M7110 IPRO® (6.8), Foco IPRO® (7.2) Bônus IPRO® (7.9). Os herbicidas utilizados foram: fomesafen, bentazon, lactofen, imazethapyr, chlorimuron, cloransulam, todos associados a glyphosate, glyphosate isolado e testemunha (sem aplicação). Com base nos resultados dos experimentos é possível concluir que para vassourinha-de-botão e trapoeraba, o herbicida lactofen apresentou o melhor desempenho. Em relação ao controle de picão-preto e caruru-de-mancha, com 4-6 folhas verdadeiras mais de uma opção se destacou, sendo elas: glyphosate, bentazon, cloransulam e glufosinate; e fomesafen, lactofen, 2,4-D amina e dicamba, respectivamente para cada espécie. As cultivares M7110 IPRO® e Foco IPRO® apresentaram fitotoxicidade e redução no porte de plantas devido à aplicação dos herbicidas em pós-emergência, mas sem efeitos para a produtividade. Em relação a cultivar Bônus IPRO®, notou-se maiores diferenças, entre os tratamentos utilizados, para as variáveis: fitointoxicação, altura de plantas e produtividade de grãos.

Palavras-chave: Controle químico; dicotiledôneas; fitointoxicação; *Glycine max*.

ABSTRACT

CORADIN, J. UniRV - Universidade de Rio Verde, September 2021. **Efficacy and selectivity of latifollicides applied post-emergence on soybean cultivars.** Advisor: Prof. Dr. Guilherme Braga Pereira Braz.

The occurrence of glyphosate-resistant weeds in the no-till farming system in the Mid-West Region of Brazil is among the main problems for the cultivation of several crops of economic importance, especially soybean, the most important crop in the country. Broadleaf weeds are resistant and/or tolerant to herbicides, however, herbicides are being used in post-emergence associated with glyphosate, to increase the spectrum of weed species control and minimize selection pressure on biotypes. The growth stage of the species should be considered at the time of pulverization, since effective control is difficult at advanced stages of development. Producers tend to opt for soybean cultivars with diverse maturity groups and growth types, in the same agricultural year, and this directly influences the selectivity of herbicides used in post-emergence to control the species, which can negatively affect the final yield components. In response to the above, the objective was to study the efficiency of herbicides applied in post-emergence for the control of broad-leafed weeds. Four experiments were conducted in a completely randomized design, with four repetitions. Each experiment was composed of one weed and one development stage, as follows: false buttonweed and bengal dayflower with 2-4 true leaves, and beggarticks and amaranth green with 4-6 true leaves. Other experiments were performed with the objective of studying the selectivity of herbicides with action on dicots, in association with glyphosate applied in post-emergence of three soybean cultivars. The experiments were conducted in a randomized block design, with four repetitions. The soybean cultivars evaluated and the maturity groups were: M7110 IPRO® (6.8), Foco IPRO® (7.2) and Bonus IPRO® (7.9). The herbicides used were: fomesafen, bentazon, lactofen, imazethapyr, chlorimuron, chloransulam, all associated with glyphosate, glyphosate alone and witness (no application). Based on the results of the experiments, it is possible to conclude that for false buttonweed and bengal dayflower the herbicide lactofen presented the best performance. Regarding the control of beggarticks and amaranth green, with 4-6 true leaves more than one option stood out, and they were: glyphosate, bentazon, chloransulam and glufosinate; and fomesafen, lactofen, 2,4-D amine and dicamba, respectively for each species. The cultivars M7110 IPRO® and Foco IPRO® showed phytotoxicity and reduction in plant size due to the application of the herbicides in post-emergence, but without effects on productivity. Regarding the cultivar Bonus IPRO®, there were greater differences between the treatments used for the following variables: phytotoxicity, plant height and grain yield.

Keywords: Chemical control; dicots; phytotoxication; *Glycine max*.

INTRODUÇÃO GERAL

A cultura da soja apresenta grande relevância econômica, para o agronegócio brasileiro, sendo explorada em todas as regiões geográficas do país. O Centro-Oeste destaca-se como a principal região produtora desta oleaginosa, apresentando elevados patamares produtivos e maior área cultivada com soja a nível nacional. No cenário atual, a continuidade do sistema de cultivo de soja na safra principal, seguido de milho em segunda safra (“safrinha”) ao longo das safras agrícolas tem proporcionado maior rentabilidade e lucratividade financeira aos produtores, fato que traz uma grande aceitação por este sistema de sucessão de culturas. Apesar disso, a ocorrência de problemas de ordem fitossanitária que afetam negativamente a produtividade das culturas é inevitável e entre estes, nas últimas safras tem se destacado a interferência imposta pelas plantas daninhas.

A interferência ocasionada pela presença da comunidade infestante em convivência com a cultura da soja afeta negativamente vários processos de crescimento e desenvolvimento das plantas, o que promove efeitos negativos sobre os componentes de rendimento, refletindo então na produtividade final desta cultura. Entre os principais danos provocados pelas plantas daninhas, destacam-se, como de efeito direto, a competição por recursos vitais às plantas, a liberação de compostos alelopáticos (alelopatia) e a ocorrência de dificuldades no processo de colheita mecanizada e dos efeitos indiretos, que se relacionam a hospedabilidade de pragas, doenças e nematoides pelas plantas daninhas, além da imposição de restrições na execução de práticas de manejo da cultura.

Neste contexto, para amenizar os prejuízos ocasionados pela interferência das plantas daninhas, diversas são as formas de manejo que podem ser empregadas, sendo o controle químico, por meio da aplicação de herbicidas e o método de controle majoritariamente adotado nas lavouras de soja cultivadas no Brasil. Entre as diferentes modalidades de aplicação de herbicidas, a que apresenta maior aceitação entre os produtores, especialmente pela boa eficácia no controle químico de plantas daninhas, consiste no uso destes produtos, em pós-emergência, seja da cultura ou da planta daninha. Prova disso, refere-se a grande aceitação, por parte dos produtores das cultivares de soja, com biotecnologia Roundup Ready® (RR®), a qual confere tolerância à aplicação do herbicida glyphosate em pós-emergência da soja, uma vez que na atualidade, mais de 95% das lavouras de soja cultivadas no Brasil, são exploradas com materiais que contém esta tecnologia.

Apesar dos benefícios gerados pela introdução da soja com tecnologia RR[®], em função do manejo de plantas daninhas em cultivos utilizando estes materiais transgênicos, problemáticas passaram a ser observadas devido à utilização indiscriminada do glyphosate, visto que o referido ingrediente ativo apresenta amplo espectro de controle sobre diferentes espécies de plantas daninhas. Neste contexto, com a grande pressão de seleção que as plantas daninhas passaram a sofrer, a qual fora proporcionada por aplicações consecutivas de glyphosate, houve seleção de biótipos com resistência a este mecanismo de ação. Nas áreas cultivadas com soja houve grande seleção de espécies tolerantes ao glyphosate, as quais passaram a apresentar maior frequência e abundância, na composição florística das lavouras exploradas com esta cultura.

Dentre as espécies de plantas daninhas, que apresentam tolerância ao glyphosate, estão as dicotiledôneas, as quais além de oferecerem restrições ao controle imposto pela aplicação do referido herbicida, apresentam biótipos com resistência a outros mecanismos de ação. Neste contexto, nas últimas safras tem se constatado a necessidade de retomar o uso de herbicidas com espectro de controle sobre folhas largas (latifolicidas). Estes herbicidas contribuem para o manejo de plantas daninhas que apresentam tolerância e/ou resistência, além de trazerem como benefício o auxílio na redução da seleção de novas espécies de difícil controle, ou mesmo de biótipos de espécies de plantas daninhas com resistência ao glyphosate.

Para que estes herbicidas possam ser melhor explorados nos sistemas de manejo, o estágio de desenvolvimento da planta daninha alvo de controle na ocasião da aplicação é um importante parâmetro, visto que o controle tende a ser dificultado em estádios avançados de desenvolvimento. Além do aspecto relacionado ao controle das plantas daninhas, é oportuno destacar que determinadas associações de herbicidas aplicadas em pós-emergência da soja podem acarretar em baixa seletividade para esta cultura, mesmo trazendo o benefício da elevada eficácia no controle da comunidade infestante.

A baixa seletividade de herbicidas para as cultivares de soja pode ocasionar elevados níveis de intoxicação às plantas, trazendo prejuízos para o desenvolvimento vegetativo, impactando os componentes de rendimento, refletindo então em uma menor produtividade de grãos. De forma geral, os principais sintomas de intoxicação das plantas referem-se à ocorrência de injúrias nos trifólios, que em geral iniciam-se com a clorose do tecido foliar, podendo evoluir para necrose (morte), redução de porte, diminuição da área foliar e abortamento de flores e/ou vagens.

A seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência da soja depende de uma série de fatores, os quais se relacionam às características do ingrediente ativo (dose, aplicação isolada

ou em associação), fatores climáticos (temperatura, umidade relativa do ar, pluviometria) e aspectos morfofisiológicos da cultivar semeada (tipo de crescimento, ciclo, porte, genética). Verifica-se que, produtores e técnicos tendem a optar pelo cultivo de materiais que apresentam grande diversidade de características morfofisiológicas, dentro do mesmo ano agrícola em uma propriedade, a escolha de cultivares é um importante critério, para atenuar os sintomas de injúrias causados por herbicidas, para que o desenvolvimento da soja não seja impactado de forma negativa.

Com base na necessidade de informações sobre a eficácia dos latifolícolas no controle de plantas daninhas de folhas largas, bem como, de resultados que mensurem a seletividade destes produtos para a soja, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a eficácia de herbicidas aplicados, em pós-emergência inicial no controle de plantas daninhas de folhas largas, bem como, avaliar a seletividade destes herbicidas em associação com glyphosate para três cultivares de soja.

CAPÍTULO 1

HERBICIDAS EM PÓS-EMERGÊNCIA NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS DE FOLHAS LARGAS

RESUMO

As plantas daninhas de folhas estão listadas entre os principais gargalos de produção de soja no Cerrado. Sendo assim, é imprescindível a adoção de práticas de manejo para mitigar os prejuízos diretos e indiretos provocados pelas mesmas no sistema de produção. No entanto, deve-se observar o estágio das plantas daninhas e da cultura no período da pulverização, onde os mesmos influenciarão diretamente no controle. Objetivou-se com o presente estudo avaliar a eficácia de herbicidas aplicados em pós-emergência para o controle de plantas daninhas de folhas largas. Em casa-de-vegetação foram instalados quatro experimentos, em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições. Cada experimento foi composto por uma planta daninha, onde o critério de escolha das espécies foi a importância em relação à infestação e importância econômica na cultura da soja. As espécies selecionadas foram: vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*), picão-preto (*Bidens pilosa*) e caruru-de-mancha (*Amaranthus viridis*). As variáveis-respostas avaliadas foram: porcentagem de controle aos 7, 14 e 28 dias após a aplicação, altura de plantas e massa seca de parte aérea 28 DAA. Para vassourinha-de-botão com 2-4 folhas verdadeiras, o tratamento composto pelo herbicida lactofen apresentou o melhor desempenho de controle, com percentual médio de 92%. Em relação a trapoeraba com 2-4 folhas verdadeiras, os herbicidas: fomesafen, lactofen, 2,4-D amina e imazethapyr proporcionaram o maior controle para a espécie, com valores superiores a 95%. Tratando-se de picão-preto, com 4-6 folhas verdadeiras, os tratamentos glyphosate, bentazon, 2,4 D amina, cloransulam, glufosinate foram as melhores opções em pós-emergência (>91%). Já para o controle de caruru-de-mancha com 4-6 folhas verdadeiras, as melhores performances de controle observadas (>98%) foram proporcionadas por: fomesafen, 2,4-D amina, lactofen e dicamba.

Palavras-chave: folhas largas; *Spermacoce verticillata*; *Commelina benghalensis*; *Bidens pilosa*; *Amaranthus viridis*.

CHAPTER 1

POST-EMERGENCE HERBICIDES IN THE CONTROL OF BROADLEAF WEEDS

ABSTRACT

Broadleaf weeds are listed among the main bottlenecks of soybean production in Cerrado. Thus, it is essential to adopt management practices to minimize the direct and indirect damage caused by them in the production system. Therefore, the stage of the weeds and the crop must be observed at the time of the pulverization, where they will directly influence the control. The purpose of this study was to evaluate the efficiency of herbicides applied at post-emergence for the control of broad-leaved weeds. Four experiments were conducted in a completely randomized design, with four repetitions. Each experiment consisted of one weed, where the criteria for choosing the species was the importance in relation to infestation and economic importance in soybean cultivation. The selected species were: false buttonweed (*Spermacoce verticillata*), bengal dayflower (*Commelina benghalensis*), beggarticks (*Bidens pilosa*) and amaranth green (*Amaranthus viridis*). The response variables evaluated were: percentage of control at 7, 14 and 28 days after application, plant height and stem dry mass 28 DAA. For false buttonweed with 2-4 true leaves, the treatment composed of the herbicide Lactofen presented the best control performance, with an average percentage of 92%. As for bengal dayflower with 2-4 true leaves, the herbicides: fomesafen, lactofen, 2,4-D amine and imazethapyr provided the best control for the species, with values higher than 95%. In the case of beggarticks, with 4-6 true leaves, the treatments glyphosate, bentazon, 2,4-D amine, chloransulam, glufosinate were the best options in post-emergence (>91%). On the other hand, for the control of amaranth green with 4-6 true leaves, the best control performances observed (>98%) were provided by: fomesafen, 2,4-D amine, lactofen and dicamba.

Keywords: broadleaves; *Spermacoce verticillata*; *Commelina benghalensis*; *Bidens pilosa*; *Amaranthus viridis*.

1 INTRODUÇÃO

Dentre os cultivos explorados nos sistemas de produção agrícola brasileiro, destaca-se a sucessão entre soja, semeada em condições de verão, e o milho segunda safra ou safrinha, semeado logo após a colheita da soja. Este sistema de cultivo é adotado no Centro-Oeste, com destaque para a soja, que representa 17,2 milhões de hectares plantados nesta região geográfica (CONAB, 2021). No entanto, a ocorrência de adversidades durante o período do cultivo é inevitável, principalmente advindas da interferência causada por plantas daninhas à cultura.

A região Centro-Oeste do Brasil possui ampla gama de espécies de plantas daninhas infestantes na cultura da soja, principalmente as folhas largas. Dentre estas, são citadas: a vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*), a trapoeraba (*Commelina benghalensis*), o picão-preto (*Bidens pilosa*) e o caruru-de-mancha (*Amaranthus viridis*), além de várias outras espécies de plantas daninhas, que compõem a flora infestante nesta região (SANTOS et al., 2018). No cenário atual da agricultura, o controle químico por meio do uso de herbicidas para o manejo da comunidade infestante é preponderante. Contudo, o uso de cultivares de soja com tolerância ao glyphosate (Roundup Ready - RR[®]) em larga escala possibilitou que algumas espécies se tornassem tolerantes ao herbicida (GALON et al., 2013; HEAP, 2021).

Devido à baixa eficácia do glyphosate para o controle de espécies infestantes, produtores rurais têm optado pela utilização de diferentes herbicidas em lavouras RR[®] (TAKANO et al., 2013). Outro aspecto a ser considerado, é que a tolerância a herbicidas pode estar relacionada também, ao estágio de crescimento das espécies infestantes (CORREIA et al., 2008). Takano et al. (2013), notaram que o controle em pós-emergência de trapoeraba é dificultado, a medida em que o estágio de crescimento avança. Algumas espécies como a vassourinha-de-botão apresentam dificuldade de serem controladas, mesmo em estádios de desenvolvimento iniciais, como observado no trabalho de Fadin (2017), em que à aplicação de 2,4-D (670 g e.a. ha⁻¹) e chlorimuron (40 g i.a. ha⁻¹) apresentaram baixa eficácia em plantas dessa espécie, que se encontravam no estágio de 2 a 4 folhas.

Por outro lado, a utilização de herbicidas de forma incorreta e excessiva favorece o aumento gradativo de áreas infestadas, com biótipos resistentes (SHANER, 2014). Dentre as espécies infestantes citadas anteriormente, no Brasil, casos de resistência para os inibidores da ALS e do FSII foram relatados para as dicotiledôneas picão-preto e caruru-de-mancha (HEAP, 2021).

Diante disso, com o passar dos anos, constata-se o incremento de áreas agrícolas infestadas, com plantas daninhas tolerantes e/ou com biótipos resistentes a herbicidas, devido a utilização irracional desta ferramenta de controle, sendo que os impactos financeiros na agricultura mundial, pela interferência de plantas daninhas, são estimados em mais de US\$ 100 bilhões por ano (APPLEBY et al., 2000). Em relação ao custo médio empregado no controle de plantas daninhas, estudos apontam que no Brasil esse valor esteja entre R\$ 120 e 236 por hectare (OERKE, 2006; SILVA e SILVA, 2007; SOLTANI et al., 2016; ADEGAS et al., 2017).

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a eficácia de herbicidas isolados, registrados para o uso na cultura da soja, em aplicações de pós-emergência, no controle de plantas daninhas de folhas largas, em estádios iniciais de desenvolvimento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação situada no município de Rio Verde – Goiás (17°52'05''S e 50°55'36''W em altitude de 741 m). Os experimentos compreenderam na avaliação de herbicidas aplicados, em pós-emergência, para o controle de quatro espécies de plantas daninhas infestantes, no cultivo de soja, sendo estas: vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*), picão-preto (*Bidens pilosa*) e caruru-de-mancha (*Amaranthus viridis*).

A semeadura das espécies foi realizada no dia 20/06/2019 para vassourinha-de-botão, 25/07/2019 para picão-preto, 26/07/2019 para trapoeraba e 03/09/2019 para caruru-de-mancha. Para composição das unidades experimentais, foram utilizados vasos com volume equivalente a 1 dm³, preenchidos com substrato e esterco na proporção 2:1. As sementes foram posicionadas de 1-2 cm de profundidade da superfície do solo, distribuindo aproximadamente 20 sementes por vaso. Efetuou-se o desbaste das plântulas após a emergência, mantendo as duas plantas mais representativas por unidade experimental. Após a semeadura, os vasos foram irrigados diariamente com lâminas de água variando entre 5 e 10 mm. Além disso, todas as unidades experimentais foram mantidas livres de outras espécies de plantas daninhas, que não fosse a avaliada no experimento.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), avaliando-se onze tratamentos com quatro repetições. Os tratamentos consistiram na avaliação de dez herbicidas aplicados, em pós-emergência das plantas daninhas, acresscidos de uma testemunha sem

aplicação (Tabela 1). Para a escolha dos tratamentos herbicidas, foi considerado o fato destes ingredientes ativos apresentarem registro, para a cultura da soja, tanto para cultivares convencionais, como transgênicas. Além disso, como critério para a definição das doses avaliadas, foi elencada a dose mais usual registrada, para o uso de cada herbicida na cultura da soja, em pós-emergência (AGROFIT, 2021).

Tabela 1. Relação dos tratamentos herbicidas aplicados em pós-emergência visando ao controle de plantas daninhas dicotiledôneas. Rio Verde (GO), 2019

Tratamentos	Doses (g i.a. ou e.a. ha ⁻¹)	Produto comercial	Mecanismo de ação
Testemunha sem herbicida	-	-	-
Glyphosate ^{1/}	1000	Zapp QI [®]	Inibidor da EPSPs
Bentazon ^{2/}	600	Basagran [®]	Inibidor do FSII
Fomesafen ^{1/}	175	Flex [®]	Inibidor da PROTOX
Lactofen ^{3/}	120	Cobra [®]	
Dicamba ^{2/}	720	Atectra [®]	Mimetizador de auxina
2,4-D amina ^{4/}	670	Aminol [®]	
Imazethapyr ^{2/}	100	Pivot [®]	Inibidor da ALS
Chlorimuron ^{2/}	10	Classic [®]	
Cloransulam ^{4/}	39,5	Pacto [®]	Inibidor da GS
Glufosinate ^{1/}	400	Finale [®]	

^{1/} Adicionado Ochima[®] na dose de 0,25 L p.c. ha⁻¹; ^{2/} Adicionado Assist[®] na dose de 0,1% p.c. V/V; ^{3/} Adicionado Aureo[®] na dose de 0,1% p.c. V/V; ^{4/} Adicionado Rumba[®] na dose de 0,5% p.c. V/V.

Às aplicações foram realizadas, em pós-emergência das plantas daninhas, no dia 15/07/2019 para a vassourinha-de-botão, 13/08/2019 para picão-preto, 13/08/2019 para trapoeraba e 17/09/2019 para caruru-de-mancha. Os estádios de aplicação foram definidos em 2 a 4 folhas verdadeiras para vassourinha-de-botão e trapoeraba e 4-6 folhas verdadeiras para picão-preto e caruru-de-mancha. Para todas às aplicações utilizou-se um pulverizador costal à base de CO₂, equipado com barra munida de 6 pontas de pulverização do tipo jato leque XR-110.015, espaçadas em 50 cm entre si, sob pressão de 35 lb pol⁻². As condições de aplicação proporcionaram uma taxa de aplicação equivalente a 150 L ha⁻¹.

As avaliações realizadas foram porcentagem de controle aos: 7, 14 e 28 dias, após à aplicação (DAA), usando escala percentual em que 0% representa ausência de sintomas provocados pelos herbicidas sobre as plantas e 100% indica morte total das plantas (SBCPD, 1995). Além disso, aos 28 DAA determinou-se a altura e a massa seca da parte aérea das plantas daninhas. A avaliação de altura foi realizada, por meio da medição da distância entre a superfície do solo e o ápice das plantas, com auxílio de régua graduada. A massa seca de parte aérea foi obtida após a secagem das plantas em estufa de circulação forçada de ar, na qual as amostras vegetais permaneceram durante o período de 72 horas em temperatura média de 65°C.

Após este procedimento, foi realizada a pesagem das amostras em balança de precisão.

As análises estatísticas foram realizadas com o programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011). Os dados de todos os experimentos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$) e quando houve efeito significativo, aplicou-se o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Eficácia de herbicidas aplicados em pós-emergência no controle de plantas de vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*)

Para o controle de vassourinha-de-botão aos 7 DAA, observa-se o rápido efeito dos herbicidas inibidores da PROTOX (fomesafen e lactofen), os quais apresentaram maiores níveis de eficácia no controle desta planta daninha, apresentando valores de 56 e 68%, respectivamente (Tabela 2). O bom desempenho inicial destes herbicidas está relacionado ao fato de serem produtos com ação de contato, os quais são rapidamente absorvidos e atingem o sítio de ação, promovendo elevados sintomas de injúrias de forma precoce no tecido foliar das plantas tratadas (GALLON et al., 2019). Ademais, ressalta-se que, para otimizar o desempenho dos herbicidas inibidores da PROTOX, é interessante a aplicação destes produtos em horários do dia com alta luminosidade, havendo maior intoxicação das plantas tratadas, sob estas condições climáticas (HAO et al., 2011).

Tabela 2. Controle de vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*) após a aplicação de herbicidas em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2019

Tratamentos	Doses (g i.a. ou e.a. ha ⁻¹)	Controle de vassourinha-de-botão (%)		
		7 DAA	14 DAA	28 DAA
Testemunha herbicida	sem	0,0 g	0,0 f	0,0 e
Glyphosate	1000	27,5 e	52,5 c	76,3 b
Bentazon	600	11,3 f	23,8 e	21,3 d
Fomesafen	175	56,3 b	61,3 b	38,8 c
Lactofen	120	68,3 a	86,8 a	92,5 a
Dicamba	720	48,8 c	55,0 c	43,8 c
2,4-D amina	670	37,5 d	46,3 c	42,5 c
Imazethapyr	100	15,0 f	23,8 e	25,0 d
Chlorimuron	10	17,5 f	35,0 d	38,8 c
Cloransulam	39,5	12,5 f	26,3 e	31,3 c
Glufosinate	400	31,7 e	61,3 b	70,0 b
F _{Calculado}		75,78*	61,71*	66,07*
CV (%)		16,44	14,25	15,03

* Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

É oportuno destacar que, aos 7 DAA, lactofen se diferiu dos demais latifolicidas utilizados, proporcionando o melhor controle inicial de vassourinha-de-botão, seguido de fomesafen e dicamba. Os efeitos visualizados na espécie, após à aplicação dos inibidores da PROTOX foram de clorose no limbo foliar e intensa necrose, nos bordos das folhas, sendo a necrose do tecido observada de forma mais significativa, no tratamento com aplicação de lactofen. Nos tratamentos com aplicação de dicamba e 2,4-D amina, foram visualizados sintomas de epinastia e encarquilhamento nas plantas de vassourinha-de-botão. Por fim, os resultados da avaliação realizada aos 7 DAA indicaram um baixo desempenho inicial no controle de vassourinha-de-botão, com a aplicação dos herbicidas: bentazon, cloransulam, imazethapyr e chlorimuron, uma vez que os mesmos não diferiram entre si e apresentaram níveis de controle variando entre 11 a 17% (Tabela 2).

Os resultados da avaliação realizada aos 14 DAA mostram, novamente, o herbicida lactofen se constituindo como a melhor alternativa para o controle em pós-emergência de vassourinha-de-botão, com níveis acima do patamar considerado satisfatório ($\geq 80,0\%$) para registro de herbicidas. Como segundo agrupamento de herbicidas em relação à performance no controle desta planta daninha, destacam-se fomesafen e glufosinate, que apresentaram similaridade de desempenho, sem, contudo, proporcionar níveis de controle eficazes sobre vassourinha-de-botão. Ainda nesta avaliação, foi verificado melhoria considerável no controle apresentado pelo glyphosate em relação aos níveis observados aos 7 DAA, devido a ação sistema do herbicida, sendo o desempenho deste herbicida similar aos obtidos com a aplicação

dos auxínicos dicamba e 2,4-D amina. Bentazon, imazethapyr e cloransulam promoveram apenas injúrias leves às plantas de vassourinha-de-botão, com médias de controle variando entre 24 e 26%, não se constituindo em opções viáveis para serem implementadas no manejo desta planta daninha na cultura da soja.

Entre todas as opções avaliadas para o controle de vassourinha-de-botão, aos 28 DAA a única a apresentar eficácia foi na aplicação de lactofen, sendo os níveis de controle verificados com uso deste herbicida equivalentes a 92% (Tabela 2). Na sequência, glyphosate e glufosinate, apesar de não proporcionarem valores acima do patamar considerado satisfatório, proporcionaram injúrias acentuadas, sobre as plantas de vassourinha-de-botão. Dada a grande restrição de controle que a vassourinha-de-botão oferece em relação à eficácia de herbicidas aplicados em pós-emergência (ANDRADE JÚNIOR, 2020), mesmo que os herbicidas glyphosate e glufosinate não tenham apresentado eficácia em seu controle, estes não devem ser descartados, pois podem ser opções interessantes para sistemas de manejo, que contemplem o uso de herbicidas de forma associada e/ou aplicações sequenciais destas moléculas.

Os resultados médios obtidos apontam: fomesafen, chlorimuron, cloransulam, dicamba e 2,4-D semelhantes entre si, com níveis de controle variando de 31 a 39%, assim, considerados insatisfatórios para a espécie. Em sequência, bentazon e imazethapyr revelaram percentuais de controle insignificantes, 21 e 25%, respectivamente. Dito isso, baixos percentuais de controle para a planta daninha afetam negativamente o desenvolvimento da soja até o fechamento das linhas, devido ao período ser o mais crítico de interferência.

Os resultados de altura de plantas e massa seca de parte aérea são oriundos dos níveis de controle obtidos até o período final da avaliação (Tabela 3). Apesar dos níveis de controle apresentarem variação, os resultados de controle obtidos por bentazon apresentam correlação direta com altura de plantas, onde o baixo nível de controle para a espécie não reduziu a altura de plantas sendo equivalente à testemunha sem aplicação. Quando se analisa as outras opções utilizadas para o manejo de vassourinha-de-botão, os valores apresentados são próximos e não se diferenciam entre si para esta variável. Não foi observada diferença significativa entre os herbicidas utilizados, para o controle da espécie na variável massa seca, somente quando equiparados à testemunha sem aplicação.

Tabela 3. Altura e massa seca de parte aérea de plantas de vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*) 28 dias após a aplicação de herbicidas em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2019

Tratamentos	Doses (g i.a. ou e.a. ha ⁻¹)	Altura (cm)	Massa seca (g)
Testemunha sem herbicida	-	9,1 b	0,49 b
Glyphosate	1000	2,2 a	0,12 a
Bentazon	600	7,2 b	0,29 a
Fomesafen	175	3,4 a	0,14 a
Lactofen	120	0,4 a	0,03 a
Dicamba	720	4,1 a	0,20 a
2,4-D amina	670	3,2 a	0,15 a
Imazethapyr	100	3,7 a	0,25 a
Chlorimuron	10	3,1 a	0,21 a
Cloransulam	39,5	3,1 a	0,18 a
Glufosinate	400	3,4 a	0,07 a
F _{Calculado}		5,46*	3,95*
CV (%)		51,25	63,98

* Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Tais fatos apresentados podem ser em função de a espécie recuperar-se quando submetida a estresses proporcionados por herbicidas em pós-emergência. No entanto, essa condição apresentada dependerá diretamente de fatores como: incidência luminosa, variação térmica, disponibilidade hídrica e fertilidade do solo, que em condições adequadas favorecerão a rebrota da espécie. Outra característica importante de ser observada é que apesar da intensidade visual do controle obtido pelos herbicidas variar significativamente, não influenciam diretamente, nas variáveis altura de plantas e massa seca de parte aérea.

Eficácia de herbicidas aplicados em pós-emergência no controle de plantas de trapoeraba (*Commelina benghalensis*)

Os resultados médios obtidos para o controle de trapoeraba (Tabela 4) aos 7 DAA mostram novamente os inibidores da PROTOX (fomesafen e lactofen) como as melhores alternativas, com níveis de 97 e 100%, respectivamente. Apesar da espécie encontrar-se em estágio inicial de crescimento, glyphosate apresentou baixa eficácia de controle sendo equivalente à testemunha. Não são relatados casos de resistência para esta espécie a herbicidas (HEAP, 2021).

Tabela 4. Controle de trapoeraba (*Commelina benghalensis*) após a aplicação de herbicidas em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2019

Tratamentos	Doses (g i.a. ou e.a. ha ⁻¹)	Controle de trapoeraba (%)		
		7 DAA	14 DAA	28 DAA
Testemunha sem herbicida	-	0,0 d	0,0 f	0,0 f
Glyphosate	1000	11,8 d	35,0 d	36,3 d
Bentazon	600	55,0 b	33,8 d	37,5 d
Fomesafen	175	97,5 a	99,3 a	100,0 a
Lactofen	120	100,0 a	100,0 a	100,0 a
Dicamba	720	51,3 b	45,0 c	48,8 c
2,4-D amina	670	63,8 b	98,0 a	100,0 a
Imazethapyr	100	58,8 b	77,5 b	95,5 a
Chlorimuron	10	55,0 b	73,8 b	76,3 b
Cloransulam	39,5	38,8 c	53,8 c	52,5 c
Glufosinate	400	46,3 c	18,8 e	25,0 e
F _{Calculado}		37,70*	74,11*	106,30*
CV (%)		18,71	13,89	11,18

* Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Aos 14 DAA houve um aumento significativo, no percentual médio de controle de 2,4-D amina (98%), tendo em vista que o herbicida apresenta elevada eficácia para a espécie, sendo utilizado em manejo de dessecação pré-semeadura antes do advento do uso de cultivares tolerantes. Fomesafen e lactofen se assemelham a 2,4-D amina, em níveis de controle, 99 e 100%, respectivamente. A eficácia de controle também aumentou consideravelmente, para os inibidores da ALS, imazethapyr e chlorimuron, com níveis médios de controle acima de 70,0%. Verificou-se redução de 13% no controle apresentado por bentazon, se igualando a glyphosate. Ainda que tenha proporcionado injúrias próximas a 50% para a espécie, o inibidor da GS, glufosinate, teve os sintomas de injúria foliar reduzidos em 27%, sendo uma opção de baixa relevância na avaliação.

Para o manejo de trapoeraba as opções fomesafen, lactofen e 2,4-D amina atingiram 100% no nível de controle aos 28 DAA, proporcionando morte total de todas as plantas. O crescente aumento no controle apresentado por imazethapyr atingiu 95% com sintomas visuais de necrose foliar e se equipareu estatisticamente aos herbicidas apresentados anteriormente. O herbicida chlorimuron mostrou níveis relevantes de controle, com o percentual de 76%. Dicamba e cloransulam causaram injúrias intermediárias para a espécie, 49 e 52% de maneira respectiva. Não houve alteração significativa e os níveis se mantiveram lineares para glyphosate e bentazon, em relação à avaliação anterior sendo iguais entre si e diferenciando estatisticamente do glufosinate, com o menor percentual de controle obtido para a espécie.

A redução na altura de plantas de trapoeraba relaciona-se diretamente aos percentuais de controle apresentados. Sendo assim, os sintomas de injúrias proporcionados por: fomesafen,

lactofen, 2,4-D amina, imazethapyr e chlorimuron reduziram significativamente a altura de plantas (Tabela 5). Apesar do glyphosate apresentar sintomas leves de clorose foliar, o herbicida interrompeu o crescimento da espécie se igualando a cloransulam, Dicamba e glufosinate proporcionando injúrias foliares baixas, portanto, houve correlação direta com a variável altura de plantas.

Tabela 5. Altura e massa seca de parte aérea de plantas de trapoeraba (*Commelina benghalensis*) 28 dias após à aplicação de herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2019

Tratamentos	Doses (g i.a. ou e.a. ha ⁻¹)	Altura (cm)	Massa seca (g)
Testemunha sem herbicida	-	11,6 d	1,55 c
Glyphosate	1000	4,9 b	0,58 a
Bentazon	600	7,5 c	0,52 a
Fomesafen	175	0,0 a	0,02 a
Lactofen	120	0,0 a	0,01 a
Dicamba	720	8,0 c	1,00 b
2,4-D amina	670	0,0 a	0,06 a
Imazethapyr	100	1,0 a	0,11 a
Chlorimuron	10	2,0 a	0,18 a
Cloransulam	39,5	4,4 b	0,44 a
Glufosinate	400	8,2 c	0,81 b
F _{Calculado}		19,54*	5,96*
CV (%)		42,15	83,42

* Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Observou-se que, para dicamba e glufosinate a baixa redução no porte de plantas implica diretamente nos altos valores de massa seca de parte aérea. Para as demais alternativas herbicidas utilizadas em pós-emergência, para o controle de trapoeraba, os resultados encontrados foram equivalentes não se diferenciando estatisticamente. Nota-se então, que apesar das diferenças nos sintomas de injúria e na altura final da espécie, alguns herbicidas não foram capazes de reduzir a massa seca de parte aérea e se diferir dos demais, ou seja, as variáveis não estão totalmente correlacionadas.

Eficácia de herbicidas aplicados em pós-emergência no controle de plantas de picão-preto (*Bidens pilosa*)

Com relação aos resultados apresentados para o controle de picão-preto em pós-emergência aos 7 DAA (Tabela 6), bentazon e glufosinate proporcionaram as melhores performances, com valores próximos de 100%, indicando a elevada eficácia destes herbicidas para o controle da espécie com 4-6 folhas verdadeiras nesta avaliação inicial. Glyphosate,

fomesafen e lactofen promoveram controles variando entre 67 e 75%, não diferindo entre si. Para os herbicidas mimetizadores de auxina (dicamba e 2,4-D amina) e inibidores da ALS (chlorimuron e cloransulam) os valores de controle observados são considerados intermediários, com percentual de mínimo de 41% e máximo de 51%. Foi observado desempenho inferior expressivo no controle apresentado por imazethapyr quando comparado as outras alternativas herbicidas.

Tabela 6. Porcentagem de controle de picão-preto (*Bidens pilosa*) após à aplicação de herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2019

Tratamentos	Doses (g i.a. ou e.a. ha ⁻¹)	Controle de picão-preto (%)		
		7 DAA	14 DAA	28 DAA
Testemunha sem herbicida	-	0,0 e	0,0 e	0,0 f
Glyphosate	1000	72,5 b	97,8 a	98,8 a
Bentazon	600	99,3 a	100,0 a	100,0 a
Fomesafen	175	67,5 b	47,5 d	43,8 d
Lactofen	120	75,0 b	75,0 b	63,8 c
Dicamba	720	42,5 c	56,3 d	82,5 b
2,4-D amina	670	45,0 c	77,5 b	97,5 a
Imazethapyr	100	13,8 d	13,8 e	31,3 e
Chlorimuron	10	51,3 c	67,5 c	73,8 b
Cloransulam	39,5	41,3 c	81,3 b	91,3 a
Glufosinate	400	93,8 a	97,0 a	96,8 a
F _{Calculado}		57,26*	45,13*	88,69*
CV (%)		14,90	15,28	9,92

* Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Houve um incremento nos níveis de controle apresentados por glyphosate, 2,4-D amina e cloransulam a partir dos 7 DAA (Tabela 6). O herbicida glyphosate juntamente com bentazon e glufosinate obtiveram as melhores performances, na avaliação de 14 DAA, com danos significativos de fitointoxicação para picão-preto ($\geq 97\%$). Os percentuais de controle insatisfatórios apresentados por imazethapyr estão relacionados diretamente a existência de biótipos com resistência aos herbicidas inibidores da ALS no Brasil (TAKANO et al., 2016).

Na última avaliação realizada aos 28 DAA (Tabela 6), com exceção dos herbicidas: fomesafen, lactofen e imazethapyr, todas as demais alternativas herbicidas proporcionaram níveis de controle superiores a 70,0% para picão-preto. Contudo, os tratamentos que apresentaram eficácias elevadas de controle, em pós-emergência das plantas de picão-preto, constituíram-se das aplicações de: glyphosate, bentazon, 2,4-D amina, cloransulam e glufosinate com percentuais $\geq 91\%$. Apesar do ligeiro aumento em sua performance, o herbicida imazethapyr atingiu o menor índice percentual de controle, visto que, além da dificuldade no

manejo químico devido ao estágio de desenvolvimento (4-6 folhas), outra objeção é a resistência da espécie ao ingrediente ativo.

Os herbicidas com maiores percentuais médios de controle, em pós-emergência, aos 28 DAA foram capazes de interromperem o crescimento da parte aérea de picão-preto (Tabela 7), com exceção para cloransulam, que apesar do alto nível de controle observado na avaliação (Tabela 6), se deferiu das opções de melhor eficácia, para a variável altura de plantas. Junto ao cloransulam, as opções de utilização em pós-emergência: lactofen, dicamba, imazethapyr, chlorimuron proporcionaram controles intermediários (à exceção de imazethapyr) e reduziram o porte de plantas ($\geq 72\%$ e $\leq 88\%$) quando comparados à testemunha. O herbicida fomesafen apresentou baixa performance de controle e foi capaz de reduzir a altura de plantas de picão-preto $\approx 45\%$ em comparação à testemunha.

Tabela 7. Altura e massa seca de parte aérea de plantas de picão-preto (*Bidens pilosa*) 28 dias após à aplicação de herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2019

Tratamentos	Doses (g i.a. ou e.a. ha ⁻¹)	Altura (cm)	Massa seca (g)
Testemunha sem herbicida	-	32,5 d	2,61 d
Glyphosate	1000	0,0 a	0,14 a
Bentazon	600	0,0 a	0,10 a
Fomesafen	175	18,0 c	1,21 c
Lactofen	120	9,1 b	0,66 b
Dicamba	720	4,6 b	0,36 a
2,4-D amina	670	0,9 a	0,23 a
Imazethapyr	100	6,2 b	1,44 c
Chlorimuron	10	4,6 b	0,30 a
Cloransulam	39,5	4,0 b	0,24 a
Glufosinate	400	1,4 a	0,15 a
F _{Calculado}		57,72*	85,48*
CV (%)		35,87	25,00

* Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

A redução de massa seca de parte aérea é um aspecto que correlacionada de forma direta com altura plantas após às aplicações dos herbicidas de maiores eficácias para o controle de picão-preto em pós-emergência. Sendo assim, percentuais $> 90\%$ são capazes de reduzir a altura das plantas e por consequência a massa seca de parte aérea. No entanto, de forma contrária a isso, o herbicida Imazethapyr ainda que tenha demonstrado baixo percentual de controle, limitou o crescimento de plantas da espécie, mas não interferiu de forma significativa na massa seca, uma vez que a capacidade de rebrota da espécie devido à resistência adquirida justifica o comportamento. O tratamento com fomesafen não se diferiu do imazethapyr para esta variável, além da baixa eficácia de controle, apresentou a maior altura de plantas.

Eficácia de herbicidas aplicados em pós-emergência no controle de plantas de caruru-de-mancha (*Amaranthus viridis*)

Os resultados obtidos para o controle de caruru-de-mancha com 4-6 folhas verdadeiras em pós-emergência aos 7 DAA apontam: fomesafen, lactofen e dicamba com os maiores níveis de controle (Tabela 8). Nesses tratamentos, os percentuais foram $\geq 92\%$, indicando a elevada eficácia destes herbicidas para o controle da espécie nestas condições. Seguidamente, os tratamentos compostos por: glyphosate, 2,4-D amina e glufosinate atingiram níveis intermediários de controle. No entanto, são considerados insatisfatórios ($< 80\%$) na avaliação. Para os inibidores da ALS (imazethapyr e chlorimuron) são iguais, no entanto, diferem de cloransulam, que obteve nível inferior de controle entre os herbicidas do mecanismo de ação citados anteriormente ($< 40\%$). O menor percentual de intoxicação nesta avaliação foi proporcionado por bentazon, favorecendo diretamente a interferência imposta pela espécie.

Tabela 8. Controle de caruru-de-mancha (*Amaranthus viridis*) após à aplicação de herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2019

Tratamentos	Doses (g i.a. ou e.a. ha ⁻¹)	Controle de caruru-de-mancha (%)		
		7 DAA	14 DAA	28 DAA
Testemunha sem herbicida	-	0,0 f	0,0 e	0,0 f
Glyphosate	1000	63,8 b	77,5 b	72,5 b
Bentazon	600	23,8 e	13,8 d	13,8 e
Fomesafen	175	95,0 a	97,3 a	98,3 a
Lactofen	120	97,8 a	100,0 a	100,0 a
Dicamba	720	92,3 a	99,3 a	100,0 a
2,4-D amina	670	58,8 b	83,0 b	100,0 a
Imazethapyr	100	47,5 c	50,0 c	65,0 b
Chlorimuron	10	51,3 c	53,8 c	53,8 c
Cloransulam	39,5	37,5 d	41,3 c	31,3 d
Glufosinate	400	65,0 b	68,8 b	53,8 c
F _{Calculado}		66,15*	68,88*	72,93*
CV (%)		13,05	13,20	13,50

* Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Considerando os níveis percentuais observados na avaliação de 14 DAA, novamente os herbicidas com melhor desempenho no controle sobre as plantas de caruru-de-mancha foram; fomesafen, lactofen e dicamba, com índices próximos ou iguais 100%. Verificou-se acréscimo de 24% no nível de controle apresentado por 2,4-D amina ($> 80\%$), contudo, demonstrando ainda similaridade aos herbicidas glyphosate e glufosinate. Os tratamentos compostos por imazethapyr, chlorimuron e cloransulam foram equivalentes entre si e promoveram baixo

controle para a espécie. Houve a redução de 10% no controle proporcionado por bentazon em relação à avaliação anterior, visto que a baixa eficácia após à aplicação do herbicida favorece a rebrota das plantas de caruru-de-mancha.

Aos 28 DAA, com exceção de: bentazon, imazethapyr, chlorimuron, cloransulam e glufosinate, todas as outras opções herbicidas proporcionaram percentuais de controle para caruru-de-mancha superiores a 70% (Tabela 8). Os tratamentos que apresentaram o maior desempenho no controle das plantas desta espécie, em pós-emergência ($\geq 98\%$), constituíram-se de: fomesafen, lactofen, dicamba e 2,4-D amina, com destaque para o aumento significativo nos níveis apresentados por 2,4-D amina ao longo das avaliações. Devido à alta capacidade de disseminação e interferência de caruru-de-mancha, deve-se preconizar o uso de herbicidas com percentuais de controle $\geq 90\%$ em pós-emergência.

As variáveis-respostas, altura de plantas e massa seca de parte aérea de caruru-de-mancha após à utilização de herbicidas em pós-emergência estão presentes na Tabela 9.

Tabela 9. Altura e massa seca de parte aérea de plantas de caruru-de-mancha (*Amaranthus viridis*) 28 dias após à aplicação de herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2019

Tratamentos	Doses (g i.a. ou e.a. ha ⁻¹)	Altura (cm)	Massa seca (g)
Testemunha sem herbicida	-	35,6 d	3,48 c
Glyphosate	1000	7,1 b	0,42 a
Bentazon	600	30,3 d	2,08 b
Fomesafen	175	0,5 a	0,49 a
Lactofen	120	0,0 a	0,21 a
Dicamba	720	0,0 a	0,10 a
2,4-D amina	670	0,0 a	0,26 a
Imazethapyr	100	5,8 b	0,63 a
Chlorimuron	10	9,9 b	0,91 a
Cloransulam	39,5	22,1 c	1,66 b
Glufosinate	400	13,3 b	0,60 a
F _{Calculado}		39,84*	22,63*
CV (%)		35,58	44,09

* Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

De forma análoga ao comportamento observado para as demais espécies avaliadas em pós-emergência, constatou-se que, os tratamentos com maior eficácia no controle de caruru-de-mancha foram capazes de promover limitações no crescimento de plantas e reduzir a massa seca de parte aérea. Os tratamentos de melhor desempenho no controle da espécie (fomesafen, lactofen, dicamba e 2,4-D amina) apontam reduções médias de $\approx 100\%$ em comparação com à testemunha para altura de plantas. Para massa seca de parte aérea, houve redução de cerca de 87%

em comparação à testemunha, proporcionada pelos herbicidas: glyphosate, fomesafen, lactofen, dicamba, 2,4-D amina, imazethapyr, chlorimuron e glufosinate.

Compilação dos resultados de eficácia dos herbicidas sobre as diferentes espécies de plantas daninhas

Na tabela 10 compila os resultados das avaliações de: controle, altura de plantas e massa seca de parte aérea aos 28 DAA proporcionados pelos herbicidas nas espécies de plantas daninhas, visando analisar de forma conjunta qual(is) ingrediente(s) ativo(s) possui(em) maior espectro de controle sobre algumas espécies avaliadas que compõem a flora infestante da cultura da soja. Verifica-se que lactofen e 2,4-D amina, ambos aplicados de forma isolada, constituíram-se nos herbicidas com melhor desempenho no controle das referidas plantas daninhas. Apesar do maior espectro de ação dos herbicidas citados anteriormente, ambos necessitam da complementação de um outro herbicida, para o controle da comunidade infestante.

Tabela 10. Compilação de resultados das avaliações de controle final (CF), altura de plantas (AP) e massa seca de parte aérea (MS) de quatro plantas daninhas aos 28 dias após à aplicação de herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2019

Tratamentos (g i.a. ou e.a. ha ⁻¹)	Vassourinha-de-botão			Trapoeiraba			Picão-preto			Caruru-de-mancha		
	CF	AP	MS	CF	AP	MS	CF	AP	MS	CF	AP	MS
Glyphosate (1000)	Amarelo	Verde	Verde	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Bentazon (600)	Vermelho	Vermelho	Verde	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Vermelho	Vermelho	Verde
Fomesafen (175)	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Lactofen (120)	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Dicamba (720)	Vermelho	Verde	Verde	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
2,4-D amina (670)	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarelo	Verde	Verde
Imazethapyr (100)	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Vermelho	Verde	Verde	Amarelo	Verde	Verde
Chlorimuron (10)	Vermelho	Verde	Verde	Amarelo	Verde	Verde	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Cloransulam (39,5)	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Vermelho	Verde	Verde
Glufosinate (400)	Amarelo	Verde	Verde	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarelo	Verde	Verde

Verde = níveis de controle \geq a 80,0%; Amarelo = níveis de controle $<$ que 80,0% e \geq a 50,0%; Vermelho = níveis de controle \leq a 50,0%. Para altura de plantas e massa seca de parte aérea, coloração verde e vermelha indicam, respectivamente, que se diferenciou e não se diferenciou estatisticamente da testemunha sem herbicida pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Além dos herbicidas anteriormente citados, destacam-se como boas alternativas para o controle em pós-emergência das plantas daninhas: glyphosate, fomesafen e dicamba, contudo, cada um apresenta limitação para pelo menos uma das espécies de plantas daninhas avaliadas. Existe também, a situação em que determinados ingredientes ativos se destacaram, para o controle pontual de uma espécie específica de planta daninha, como no caso de: bentazon, cloransulam e glufosinate para picão-preto, bem como, do imazethapyr para trapoeiraba.

4 CONCLUSÕES

Para vassourinha-de-botão com 2-4 folhas verdadeiras, o tratamento composto pelo herbicida lactofen apresentou o melhor desempenho de controle, com percentual médio de 92%.

Em relação a trapoeraba com 2-4 folhas verdadeiras, os herbicidas: fomesafen, lactofen, 2,4-D amina e imazethapyr proporcionaram o maior controle para a espécie, com valores superiores a 95%.

Tratando-se do picão-preto com 4-6 folhas verdadeiras, os tratamentos: glyphosate, bentazon, 2,4 D amina, cloransulam, glufosinate foram as melhores opções, em pós-emergência (>91%).

Já para o controle de caruru-de-mancha, com 4-6 folhas verdadeiras, as melhores performances de controle observadas (>98%) foram proporcionadas por: fomesafen, 2,4-D amina, lactofen e dicamba.

REFERÊNCIAS

ADEGAS, F. S.; VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P.; KARAM, D. **Impacto econômico da resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil**. Circular Técnica, EMBRAPA, v. 132, 2017.

ANDRADE JUNIOR, E. J. **Controle químico de *Spermacoce verticillata* em pré-semeadura de soja**. Dissertação (Mestrado). Mestrado Profissional em Bioenergia e Grãos. Instituto Federal Goiano, Rio Verde: 2020, 29 p.

APPLEBY, A. P.; MULLER, F.; CARPY, S. Weed control. In: MULLER, F. **Agrochemicals**. Wiley: New York, 2000; p.687-707.

BRAZ, L. B. P.; BRAZ, G. B. P.; PROCÓPIO, S. O.; FERREIRA, C. J. B.; SILVA, A. G.; BRAZ, A. J. B. P. Interference of volunteer corn on soybean grown under *Cerrado* conditions. **Planta Daninha**, v. 37, p. e019186093, 2019.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, safra 2020/21, décimo levantamento, julho 2021**. Brasília:

Companhia nacional de abastecimento, v. 8, n. 10, 110 p., 2021. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 09 de julho de 2021.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Seletividade de soja transgênica tolerante ao glyphosate e eficácia no controle de *Commelina benghalensis* com herbicidas aplicados isoladamente e em misturas. **Bragantia**, v. 63, n. 3, p. 663-671, 2008.

FADIN, D. A. **Aspectos da biologia e do controle químico de *Spermacoce verticillata***. Dissertação (Mestrado). Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente. Universidade Federal de São Carlos, Araras: 2017, 62 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GALLON, M.; TREZZI, M. M.; PAGNONCELLI JR., F. B.; PASINI, R.; VIECELLI, M.; CAVALHEIRO, B. M. Chemical management of broadleaf buttonweed and Brazilian pusley in different application methods. **Planta Daninha**, v. 37, p. e019185625, 2019.

GALON, L.; FERREIRA, E. A.; ASPIAZÚ, I.; CONCENÇO, G.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; VARGAS, L. Glyphosate translocation in herbicide tolerant plants. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 193-201, 2013.

HAO, G. F.; ZUO, Y.; YANG, S. G.; YANG, G. F. Protoporphyrinogen oxidase inhibitor: an ideal target for herbicide discovery. **Chimia**, v. 65, n. 12, p. 961-969, 2011.

HEAP, I. M. **International survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em: <<http://www.weedscience.org>>. Acesso em: 09/07/2021.

OERKE, E. C. Crop losses to pests. **Journal of Agricultural Sciences**, v. 144, p. 31-41, 2006.

SANTOS, W. F.; PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. G.; FERNANDES, M. F.; SANTOS, E. R. Phytosociology of weed in the southwestern Goiás region. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 40, p. e33049, 2018.

SHANER, D. L. Lessons learned from the history of herbicide resistance. **Weed Science**, v. 62, p. 427-431, 2014.

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

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. 42p.

SOLTANI, N.; DILLE, J. A.; BURKE, I. C.; EVERMAN, W. J.; VANGESSEL, M. J.; DAVIS, V. M.; SIKKEMA, P. H. Potential corn yield losses from weeds in North America. **Weed Technology**, v. 30, p. 979-984, 2016.

TAKANO H. K.; OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; FRANCHINI, L. H. M.; BRAZ, G. B. P.; RIOS F. A.; GHENO, E. A.; GEMELLI, A. Efeito da adição do 2,4-D ao glifosato para o controle de espécies de plantas daninhas de controle rápido. **Revista Brasileira Herbicidas**, v. 12, n. 1, p. 1-13, 2013.

TAKANO, H. K.; OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; BRAZ, G. B. P.; FRANCHINI, L. H. M. BURGO, N. R. Multiple resistance to atrazine and imazethapyr in hairy beggarticks (*Bidens pilosa*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n. 5, p. 547-554, 2016.

CAPÍTULO 2

SELETIVIDADE DE ASSOCIAÇÕES HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA DE CULTIVARES DE SOJA

RESUMO

Dentre as principais alternativas para o controle de plantas daninhas de folhas largas, que são tolerantes ou resistentes ao glyphosate, associações do herbicida com latifolicidas, em pós-emergência aumentam o espectro de controle em áreas com a presença de cultivares de soja com a biotecnologia Roundup Ready® (RR®). Outro aspecto a ser considerado é a seletividade dos herbicidas, em mistura para cultivares de diferentes grupos de maturação, podendo ser um critério no momento da escolha dos herbicidas, visto que: injúrias foliares, redução no porte de plantas, alterações nos componentes de rendimento e diminuição do rendimento final podem ocorrer. Objetivou-se avaliar a seletividade de herbicidas, em associação com glyphosate aplicados, em pós-emergência em três cultivares de soja. Os experimentos foram conduzidos no município de Rio Verde (GO) na safra 2020/2021, sendo divididos por cultivar. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. As cultivares de soja avaliadas e os grupos de maturação foram: M7110 IPRO® (6.8), Foco IPRO® (7.2) Bônus IPRO® (7.9). Os herbicidas e as respectivas doses (g ha^{-1}) utilizados foram: glyphosate (960); glyphosate + fomesafen (960 + 175); glyphosate + bentazon (960 + 600); glyphosate + lactofen (960 + 120); glyphosate + imazethapyr (960 + 100); glyphosate + chlorimuron (960 + 10); glyphosate + cloransulam (960 + 39,5); além de testemunha sem aplicação de herbicidas. As aplicações foram realizadas 30 dias após a semeadura das cultivares. No momento das aplicações a cultivar Bônus IPRO® encontrava-se em estádios: V4 e M7110 IPRO® Foco IPRO® em V5. Foram avaliadas as variáveis-respostas: fitointoxicação, altura de plantas, estande, número de vagens por planta, massa de 100 grãos e produtividade de grãos. As cultivares M7110 IPRO® e Foco IPRO® apresentaram fitotoxicidade e redução no porte de plantas devido a aplicação dos herbicidas em pós-emergência, mas sem efeitos para a produtividade, sendo lactofen e chlorimuron em associação ao glyphosate responsáveis por tais fatos. Em relação a cultivar Bônus IPRO®, notou-se maiores diferenças entre os tratamentos utilizados para as variáveis: fitointoxicação, altura de plantas e produtividade de grãos. À aplicação de glyphosate isolado e em associação a lactofen e imazethapyr proporcionou redução na produtividade de grãos.

Palavras-chave: Controle químico; *Glycine max*; latifolicidas; plantas daninhas.

CHAPTER 2

SELECTIVITY OF HERBICIDE ASSOCIATIONS APPLIED IN POST-EMERGENCE OF SOYBEAN CULTIVARS

ABSTRACT

Among the main alternatives for the control of broad-leaved weeds that are tolerant or resistant to glyphosate, post-emergence associations of the herbicide with latifolicosides increase the spectrum of control in areas with the presence of soybean varieties with Roundup Ready® (RR®) biotechnology. Another aspect to be considered is the selectivity of herbicides, in mixture for varieties of different maturity groups, which may be a criterion when choosing herbicides, since: leaf injury, reduction in plant size, changes in yield components and decrease in final yield may occur. The objective was to evaluate the selectivity of herbicides, in association with glyphosate applied in post-emergence on three soybean cultivars. The experiments were conducted in the city of Rio Verde (GO) in the 2020/2021 crop season, divided by variety. The experimental design used was randomized block design with four repetitions. The soybean varieties evaluated and maturity groups were: M7110 IPRO® (6.8), Foco IPRO® (7.2) and Bonus IPRO® (7.9). The herbicides and their respective doses (g ha⁻¹) used were: glyphosate (960); glyphosate + fomesafen (960 + 175); glyphosate + bentazon (960 + 600); glyphosate + lactofen (960 + 120); glyphosate + imazethapyr (960 + 100); glyphosate + chlorimuron (960 + 10); glyphosate + chloransulam (960 + 39.5); as well as a witness without herbicide application. The applications were made 30 days after sowing of the cultivars. At the time of the applications, the cultivar Bonus IPRO® was in the V4 and M7110 IPRO® Foco IPRO® in V5 stages. The following response variables were evaluated: phytotoxication, plant height, stand, number of pods per plant, 100 grain mass and grain productivity. The cultivars M7110 IPRO® and Foco IPRO® showed phytotoxicity and reduced plant stand due to the application of herbicides in post-emergence, but without effects on productivity, being lactofen and chlorimuron in association with glyphosate responsible for such facts. Regarding the cultivar Bonus IPRO®, greater differences were noticed among the treatments used for the following variables: phyto-toxicity, plant height and grain yield. The application of glyphosate isolated and in association with lactofen and imazethapyr provided a reduction in grain yield.

Keywords: Chemical control; *Glycine max*; latifolicosides; weeds.

1 INTRODUÇÃO

O surgimento de biotipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas está entre as principais pautas citadas, quando o assunto é o manejo de plantas daninhas na agricultura, em âmbitos nacional e mundial (LÓPEZ-OVEJERO et al., 2006; BECKIE, 2011). Com o advento de plantas com biotecnologia Roundup Ready[®] que confere tolerância ao glyphosate, aplicações em pós-emergência do herbicida se tornaram bastante comuns (OSIPE et al., 2014). Tal fato, contribuiu para o surgimento de novas espécies de plantas daninhas tolerantes ou resistentes nos sistemas de cultivo.

Aplicações em pós-emergência, na cultura da soja apresentam maior eficácia, para o controle de plantas daninhas em relação aos estádios iniciais de desenvolvimento, tendo em vista que, o auxílio proporcionado pelo manejo em pré-emergência é de total importância para tal fato. No entanto, algumas combinações entre herbicidas nestas modalidades de aplicação podem afetar o rendimento final de grãos devido à baixa seletividade para algumas cultivares (FORNAZZA et al., 2018).

Os inibidores da ALS, PROTOX e EPSPs são os herbicidas de maior uso em pós-emergência na soja. Apesar de apresentarem controle satisfatório para espécies de plantas daninhas, inibidores da ALS e PROTOX promovem injúrias para algumas cultivares, sendo necrose e clorose os principais sintomas visuais, afetando negativamente o rendimento da cultura (ALONSO et al., 2010). Os sintomas provocados pelos inibidores da EPSPs são semelhantes aos citados anteriormente, no entanto, outros efeitos negativos foram observados em estudos, como a redução na absorção de nutrientes e no crescimento de plantas (BOTT et al., 2008; ZOBIOLE et al., 2010).

A associação entre mecanismo de ação de herbicidas tem se tornado uma ferramenta importante, para o controle de um espectro maior de espécies de plantas daninhas (VIEIRA JÚNIOR et al., 2015) com o intuito de minimizar a ocorrência de resistência de plantas daninhas a herbicidas (OWEN e ZELAYA, 2005). Em estudo realizado por Alonso et al. (2011), foi observado que o uso de glyphosate isolado e em mistura com herbicidas em pós-emergência proporciona sintomas visuais de injúrias em plantas de soja RR[®], além de redução nos componentes de rendimento da cultura. No entanto, a seletividade de cultivares de soja para as misturas de tanque entre herbicidas é um aspecto a ser observado, com muito critério, principalmente devido ao uso de diferentes bancos genéticos, variando em aspectos como grupos de maturação e hábitos de crescimento. Portanto, a tolerância de cultivares de soja a

injúrias foliares e alterações nos componentes de rendimento proporcionadas por herbicidas em pós-emergência está ligada diretamente aos materiais utilizados nas propriedades agrícolas.

Diante deste contexto, objetivou-se estudar a seletividade de latifolicidas em associação com glyphosate aplicados, em pós-emergência, em três cultivares de soja.

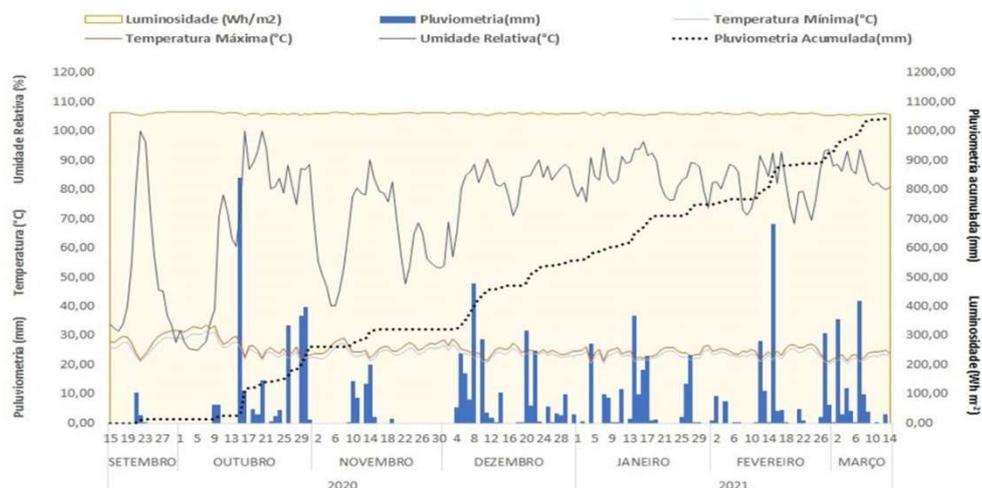
2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados em estação experimental localizada no município de Rio Verde (GO), no período de 18/11/2020 até 18/03/2021. Os experimentos foram especificamente instalados nas coordenadas de latitude 17°52'05"S e longitude 50°55'36"O, à 741 metros de altitude. Foram conduzidos três experimentos a campo, sendo avaliado em cada um, uma cultivar de soja de grupo de maturação distinto. As cultivares de soja avaliadas foram: M7110 IPRO[®], Foco IPRO[®] e Bônus IPRO[®].

A cultivar M7110 IPRO[®] pertence ao portfólio da Bayer, possui tipo de crescimento indeterminado e apresenta maturidade relativa (GMR) 6.8 (BAYER, 2021). A cultivar Foco IPRO[®] pertence ao portfólio da Brasmax, possui tipo de crescimento indeterminado e apresenta GMR 7.2 (BRASMAX, 2021). A cultivar Bônus IPRO[®] pertence ao portfólio da Brasmax, possui tipo de crescimento indeterminado e apresenta GMR 7.9 (BRASMAX, 2021).

Antes da instalação dos experimentos foi realizada a análise de amostras do solo coletadas na profundidade de 0 a 20 cm, com as seguintes propriedades físico-químicas: pH em CaCl₂ de 4,8; 5,0 cmolc dm⁻³ de H⁺ + Al⁺³; 2,78 cmolc dm⁻³ de Ca⁺²; 1,09 cmolc dm⁻³ de Mg⁺²; 0,11 cmolc dm⁻³ de K⁺; 4,3 mg dm⁻³ de P; 17,5 g dm⁻³ de C; 42% de areia; 7% de silte e 51% de argila (textura argilo-arenosa).

Segundo a classificação de Köppen, o clima do município em que os experimentos foram conduzidos é do tipo Aw, que recebe o nome de “tropical com estação seca”, caracterizado por apresentar chuvas mais intensas no verão em comparação ao inverno. Na Figura 1 encontram-se os dados climatológicos relacionados: a temperatura e umidade relativa do ar, luminosidade e pluviometria durante o período de condução dos experimentos.



Fonte: INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Estação de coleta: Rio Verde (GO).

Figura 1. Dados de temperatura e umidade relativa do ar, luminosidade e precipitação pluvial durante o período de condução dos experimentos. Rio Verde (GO), 2020/2021.

Antes da semeadura, as plantas daninhas presentes na área experimental receberam duas aplicações de herbicidas, sendo a primeira realizada dez dias antes da semeadura (08/11/2020) com a aplicação de glyphosate (720 g e.a.), e a segunda realizada no dia da semeadura (18/11/2020), com a aplicação da associação entre glyphosate + flumioxazin (720 g e.a. + 20 g i.a.), com adição a calda de Joint Oil® 0,5% p.c. V/V.

A semeadura foi realizada no dia 18/11/2020, adotando-se espaçamento entrelinhas de 0,5 m. Foram distribuídas 22, 18 e 12 sementes por metro linear das cultivares de soja M7110 IPRO®, Foco IPRO® e Bônus IPRO®, respectivamente. As sementes utilizadas nos experimentos receberam tratamento industrial com fungicidas e inseticidas. A adubação da cultura foi realizada no momento da semeadura com aplicação no sulco de dose equivalente à 400 kg ha⁻¹ de 02-20-28 (N-P₂O₅-K₂O). A emergência das plântulas de soja ocorreu no dia 25/11/2020, com 20, 16 e 10 sementes por metro linear das cultivares M7110 IPRO®, Foco IPRO® e Bônus IPRO®, respectivamente.

Em todos os experimentos, o delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), avaliando-se oito tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos se constituíram na avaliação de associações herbicidas aplicadas, em pós-emergência da soja, estando as mesmas listadas na Tabela 11. É oportuno destacar que não foram adicionados adjuvantes à calda de aplicação de nenhum dos tratamentos, sendo adotado este critério pelo fato de todas as associações conterem em sua composição produto à base de glyphosate. As unidades experimentais foram compostas por seis linhas de semeadura, em espaçamento de 0,5 m, com comprimento de 5 m (15 m²).

Considerou-se como área útil para às avaliações, apenas as quatro linhas centrais de unidade experimental, excluindo-se 0,5 m de cada extremidade.

Tabela 11. Relação de associações herbicidas avaliadas em aplicações, em pós-emergência das diferentes cultivares de soja. Rio Verde (GO), 2020/2021

Tratamentos	Doses (g ha ⁻¹)	Produto comercial	Mecanismo de ação
Testemunha sem herbicida	-	-	-
Glyphosate	960	Roundup Transorb R [®]	EPSPs
Glyphosate + bentazon	960 + 600	Roundup Transorb R [®] + Basagran 600 [®]	EPSPs + FSII
Glyphosate + fomesafen	960 + 175	Roundup Transorb R [®] + Flex [®]	EPSPs + PROTOX
Glyphosate + lactofen	960 + 120	Roundup Transorb R [®] + Dribble [®]	
Glyphosate + imazethapyr	960 + 100	Roundup Transorb R [®] + Zaphir [®]	
Glyphosate + chlorimuron	960 + 10	Roundup Transorb R [®] + Clorim [®]	EPSPs + ALS
Glyphosate + cloransulam	960 + 39,5	Roundup Transorb R [®] + Pacto [®]	

À aplicação dos tratamentos foi realizada no dia 18/12/2020 (23 dias após a emergência). Nesta ocasião, as plantas de soja estavam no estágio V5 (M7110 IPRO[®] e Foco IPRO[®]) e V4 (Bônus IPRO[®]), apresentando altura variando entre 15 e 18 cm. No momento da aplicação o solo encontrava-se úmido, a temperatura e a umidade relativa do ar eram de 25,1°C e 64%, respectivamente, o céu estava com a presença de poucas nuvens e a velocidade do vento em valores próximos de 1,2 km h⁻¹. Para todas as aplicações foi utilizado um pulverizador costal à base de CO₂, equipado com barra munida de 6 pontas de pulverização do tipo jato leque XR-110.015, espaçadas em 50 cm entre si, sob pressão de 35 lb pol⁻². Estas condições de aplicação proporcionaram uma taxa de aplicação equivalente a 150 L ha⁻¹.

Para assegurar que as plantas de soja fossem expostas apenas ao efeito dos tratamentos herbicidas, em todos os experimentos, foi realizada a capina das espécies que compunham a comunidade infestante das unidades experimentais, sendo esta prática realizada durante o ciclo da cultura. Além disso, durante o desenvolvimento da soja foram realizados tratamentos culturais de acordo com a recomendação da Embrapa (2013), procedendo ao controle de pragas e doenças sem deixar que estes influenciassem negativamente no desenvolvimento da cultura. Todas as aplicações de manutenção foram realizadas por meio de pulverizador de arrasto, adotando-se volume de calda aplicada equivalente a 150 L ha⁻¹.

Foram realizadas avaliações de fitointoxicação das cultivares aos 7 e 28 dias após à aplicação dos herbicidas (DAA), utilizando escala proposta pela SBPCPD (1995), que apresenta notas variando de 0 a 100%, em que 0% significa ausência de sintomas e 100% morte total das plantas. Foram realizadas avaliações de altura de plantas aos 50 dias após a emergência (DAE) e na ocasião da colheita, com auxílio de régua graduada, procedendo a medição da distância da

superfície do solo até o ápice das plantas, sendo realizada a amostragem em 5 plantas por unidade experimental. Além disso, na ocasião da colheita foi realizada avaliação do estande, procedendo a contagem do número de plantas presentes em 3 m, sendo os dados desta variável apresentados em densidade por metro linear.

Ainda na ocasião da colheita da soja, foi realizada avaliação de número de vagens por planta e massa de 100 grãos. Para a avaliação do número de vagens por planta, foi realizada a contagem de vagens presentes em 5 plantas por unidade experimental. Na avaliação de massa de 100 grãos, procedeu-se a contagem de 100 grãos, os quais foram posteriormente pesados em balança de precisão, realizando a correção de umidade para 13%. Para determinação da produtividade, nos dias 13/03/2021 (M7110 IPRO[®] e Foco IPRO[®]) e 18/03/2021 (Bônus IPRO[®]) foi realizada a colheita manual de todas as plantas presentes na área útil de cada unidade experimental (8 m²). Posteriormente este material foi submetido aos processos de trilha, embalagem, identificação e pesagem, e a umidade dos grãos foi corrigida para 13% em todos os tratamentos.

As análises estatísticas foram realizadas com o programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011). Os dados de todos os experimentos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$) e quando houve efeito significativo, aplicou-se o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento I: Seletividade de associações herbicidas aplicadas em pós-emergência da cultivar M7110 IPRO[®]

Observando os resultados de fitointoxicação para a cultivar M7110 IPRO[®] aos 7 DAA, verificou-se que, os níveis de injúrias proporcionados pelos herbicidas variaram entre 11,25 e 14,50%, não havendo diferença estatística entre os mesmos, mas todos diferiram da testemunha sem aplicação (Tabela 12). Ademais, é oportuno ressaltar que os latifolicidas associados a glyphosate em pós-emergência não apresentaram injúrias visuais significativas as plantas de soja da cultivar quando comparados à aplicação isolada do herbicida.

Na avaliação realizada aos 28 DAA, os maiores percentuais de intoxicação foram visualizados nas plantas de soja que receberam aplicação em pós-emergência das associações

entre: glyphosate + chlorimuron e glyphosate + lactofen, que apresentaram valores de 8,25 e 7,50%, respectivamente, sendo os únicos tratamentos diferentes dos demais e impactando de maneira negativa. Em estudo realizado por Alonso et al. (2010), a associação glyphosate + lactofen não apresentou seletividade para a cultivar de soja CD 214 RR[®]. Nesta avaliação final, exceto para os tratamentos supracitados, não foram observadas diferenças entre os demais tratamentos e a testemunha sem aplicação no que diz respeito aos níveis de injúrias, demonstrando a capacidade da cultura em se recuperar dos efeitos negativos proporcionadas pelos herbicidas.

Tabela 12. Fitointoxicação da soja (Cultivar: M7110 IPRO[®]) após a aplicação de associações herbicidas em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2020/2021

Tratamentos	Doses (g ha ⁻¹)	Fitointoxicação (%)	
		7 DAA	28 DAA
Testemunha sem herbicida	-	0,00 b	0,00 b
Glyphosate	960	11,25 a	2,50 b
Glyphosate + bentazon	960 + 600	11,25 a	3,75 b
Glyphosate + fomesafen	960 + 175	12,50 a	5,00 b
Glyphosate + lactofen	960 + 120	14,50 a	7,50 a
Glyphosate + imazethapyr	960 + 100	11,25 a	3,75 b
Glyphosate + chlorimuron	960 + 10	13,25 a	8,25 a
Glyphosate + cloransulam	960 + 39,5	11,25 a	2,50 b
F _{Calculado}		14,80*	3,85*
CV (%)		21,81	66,60

* Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

A avaliação de altura de plantas apresentou relação direta, com os resultados de fitointoxicação, uma vez que os tratamentos que proporcionaram maiores percentuais de injúrias, promoveram redução no porte da soja aos 50 DAE (Tabela 13). Nesta ocasião, as associações entre: glyphosate + chlorimuron e glyphosate + lactofen foram capazes de afetar diretamente o porte das plantas desta cultivar, proporcionando redução de 9,66 e 6,02%, respectivamente, em relação aos valores de altura mensurados na testemunha sem herbicida. Os baixos níveis de injúrias foliares constatados na última avaliação de fitointoxicação nos demais tratamentos indicam que não houve efeito acentuado na paralisação do crescimento das plantas de soja, uma vez que os valores de altura foram semelhantes ao da testemunha sem aplicação de herbicidas.

Tabela 13. Altura e estande de plantas de soja (Cultivar: M7110 IPRO®) após à aplicação de associações herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2020/2021

Tratamentos	Doses (g ha ⁻¹)	Altura de plantas (cm)			Estande
		50 DAE	Colheita		
Testemunha sem herbicida	-	79,70 a	103,95 a	19,24 a	
Glyphosate	960	79,85 a	103,50 a	19,33 a	
Glyphosate + bentazon	960 + 600	78,70 a	103,05 a	19,16 a	
Glyphosate + fomesafen	960 + 175	78,75 a	100,00 b	19,24 a	
Glyphosate + lactofen	960 + 120	72,00 b	98,50 b	20,58 a	
Glyphosate + imazethapyr	960 + 100	76,55 a	103,20 a	18,24 a	
Glyphosate + chlorimuron	960 + 10	69,10 b	98,35 b	20,41 a	
Glyphosate + cloransulam	960 + 39,5	74,90 a	102,75 a	19,41 a	
F _{Calculado}		6,02*	3,14*	0,73 ^{ns}	
CV (%)		4,19	2,58	8,88	

^{ns} Não significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$). * Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

No momento da colheita, os herbicidas inibidores da PROTOX fomesafen e lactofen, e o inibidor da ALS, chlorimuron, todos em associação ao glyphosate, promoveram reduções significativas na altura de plantas, em comparação com a testemunha sem herbicida. A redução média no valor de altura proporcionada por estes tratamentos chegou a valores de 4,81%, não havendo diferenças entre estes tratamentos herbicidas. É oportuno destacar que a altura de plantas apresenta influência em determinados parâmetros da lavoura de soja, tais como; o potencial de acamamento que as plantas podem apresentar ou as perdas de produção na operação de colheita, em função da presença de vagens em alturas inferiores que a plataforma de corte da colhedora (CONSTANTIN et al., 2020). Neste contexto, tratamentos herbicidas que influenciem de forma a reduzir a altura de plantas, podem ser benéficos no sentido de deixar estas menos suscetíveis ao acamamento, mas por outro lado podem promover a uma maior perda de produção, devido à altura de inserção da primeira vagem se tornar menor.

As aplicações foram realizadas, em pós-emergência da cultura, momento em que o estande final de plantas já estava estabelecido, não houve diferença no número de plantas por metro entre os tratamentos (Tabela 3). De maneira geral, quando um herbicida utilizado em pós-emergência já se encontra registrado, para determinada cultura e o posicionamento do mesmo é seguido de forma correta, dificilmente serão visualizadas a morte das plantas, havendo poucas chances de redução na população final da lavoura. Em relação às avaliações dos componentes de rendimento, bem como, produtividade da soja, não houve diferenças significativas, entre os tratamentos avaliados (Tabela 14).

Tabela 14. Número de vagens por planta (NVP), massa de 100 grãos (M100G), produtividade e produção relativa à testemunha da soja (Cultivar: M7110 IPRO[®]) após à aplicação de associações herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2020/2021

Tratamentos	Doses (g ha ⁻¹)	NVP	M100G (g)	Produtividade de grãos	
				(kg ha ⁻¹)	(% da testemunha)
Testemunha sem herbicida	-	30,90 ^a	18,62 ^a	4177,3 ^a	100,00 ^a
Glyphosate	960	27,10 ^a	18,85 ^a	4390,3 ^a	105,09 ^a
Glyphosate + bentazon	960 + 600	27,50 ^a	18,51 ^a	3776,2 ^a	90,39 ^a
Glyphosate + fomesafen	960 + 175	28,67 ^a	18,71 ^a	4075,0 ^a	97,55 ^a
Glyphosate + lactofen	960 + 120	25,60 ^a	18,95 ^a	4314,4 ^a	103,28 ^a
Glyphosate + imazethapyr	960 + 100	32,50 ^a	18,78 ^a	4008,4 ^a	95,95 ^a
Glyphosate + chlorimuron	960 + 10	30,90 ^a	18,62 ^a	4238,0 ^a	101,45 ^a
Glyphosate + cloransulam	960 + 39,5	29,05 ^a	18,89 ^a	4135,3 ^a	98,99 ^a
F _{Calculado}		1,84 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,86 ^{ns}	0,86 ^{ns}
CV (%)		11,65	4,95	9,98	9,98

^{ns} Não significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$).

Observou-se que, mesmo causando injúrias foliares na soja, bem como, promovendo alteração do porte da cultura, quando esta foi submetida às aplicações de determinadas associações herbicidas, verifica-se que, as alterações morfológicas não foram suficientes para afetar a resposta produtiva da cultivar M7110 IPRO[®]. Tal fato é explicado pela regularidade pluvial nos meses após as pulverizações (Figura 1), o que possibilita a capacidade de recuperação da cultura após os estresses foliares leves proporcionados pelos herbicidas utilizados no experimento, principalmente nos componentes de rendimento (número de vagens por planta e massa de 100 grãos) e produtividade de grãos.

Além disso, outra possível explicação se relaciona ao fato de que muito destes herbicidas já tiveram sua seletividade atestada em trabalhos disponíveis na literatura (ALONSO et al., 2010; 2011; 2013). Apesar disto, estudos de seletividade sempre se fazem necessários, uma vez que a resposta da genética da cultivar é um dos fatores, que influenciam na maior ou menor tolerância da cultura à determinado ingrediente ativo (PRIESS et al., 2020).

Experimento II: Seletividade de associações herbicidas aplicadas em pós-emergência da cultivar Foco IPRO[®]

A cultivar Foco IPRO[®] apresentou maior suscetibilidade para a variável fitointoxicação, havendo diferença estatística entre os tratamentos e a testemunha sem utilização de herbicidas (Tabela 15). Na avaliação realizada aos 7 DAA, à aplicação de glyphosate em associação ao: lactofen, imazethapyr, chlorimuron e cloransulam, proporcionaram os maiores percentuais de injúrias nas plantas de soja, em níveis variando entre 8,75 a 12,50%. Para o glyphosate isolado e a associação deste com bentazon ou fomesafen, os níveis de intoxicação foram semelhantes, caracterizando-se por leve clorose no tecido foliar. Os efeitos da aplicação de glyphosate em soja com a biotecnologia RR[®] varia de acordo com o material e grupo de maturação, além do momento da aplicação e dose do herbicida (OLIVEIRA JR. et al., 2008).

Tabela 15. Fitointoxicação da soja (Cultivar: Foco IPRO[®]) após à aplicação de associações herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2020/2021

Tratamentos	Doses (g ha ⁻¹)	Fitointoxicação (%)	
		7 DAA	28 DAA
Testemunha sem herbicida	-	0,00 c	0,00 c
Glyphosate	960	3,75 b	1,25 c
Glyphosate + bentazon	960 + 600	5,00 b	0,00 c
Glyphosate + fomesafen	960 + 175	6,25 b	2,50 c
Glyphosate + lactofen	960 + 120	10,25 a	6,25 b
Glyphosate + imazethapyr	960 + 100	12,50 a	10,00 a
Glyphosate + chlorimuron	960 + 10	10,75 a	5,75 b
Glyphosate + cloransulam	960 + 39,5	8,75 a	5,75 b
F _{Calculado}		12,98*	14,75*
CV (%)		32,37	47,15

* Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Em relação aos resultados obtidos na avaliação realizada aos 28 DAA, o herbicida imazethapyr associado ao glyphosate proporcionou o maior nível de injúria para esta cultivar (10,00%), com sintomas visuais de clorose foliar (despigmentação). Na sequência dos tratamentos com maiores níveis de injúrias estão: lactofen, chlorimuron e cloransulam, todos aplicados de forma associada ao glyphosate. Ademais, nesta avaliação ficou evidente a capacidade da cultivar de recuperação das fitointoxicações ocasionadas por estes herbicidas inibidores da PROTOX (lactofen) e ALS (chlorimuron e cloransulam) citados anteriormente. Sintomas leves, como pontos cloróticos e necróticos leves foram observados para os herbicidas glyphosate (isolado) e em associação a fomesafen ou bentazon, não havendo diferenças estatísticas em relação à testemunha sem o uso de herbicidas.

Tabela 16. Altura e estande de plantas de soja (Cultivar: Foco IPRO[®]) após à aplicação de associações de herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2020/2021

Tratamentos	Doses (g ha ⁻¹)	Altura de plantas (cm)		Estande
		50 DAE	Colheita	
Testemunha sem herbicida	-	69,35 a	105,10 a	13,61 a
Glyphosate	960	67,20 a	104,45 a	13,38 a
Glyphosate + bentazon	960 + 600	66,35 a	104,20 a	13,88 a
Glyphosate + fomesafen	960 + 175	66,00 a	102,80 a	13,46 a
Glyphosate + lactofen	960 + 120	63,45 a	102,20 a	13,08 a
Glyphosate + imazethapyr	960 + 100	60,85 a	101,35 a	13,77 a
Glyphosate + chlorimuron	960 + 10	63,80 a	104,00 a	14,10 a
Glyphosate + cloransulam	960 + 39,5	66,75 a	104,35 a	13,16 a
F _{Calculado}		2,53*	0,64 ^{ns}	0,44 ^{ns}
CV (%)		5,07	3,11	7,79

^{ns} Não significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$). * Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Em relação à avaliação de altura de plantas, os sintomas visuais foliares observados nas avaliações de fitointoxicação aos 7 e 28 DAA apresentaram diferença estatística, contudo, tanto aos 50 DAE e no momento da colheita, não houve diferença significativa, entre os herbicidas utilizados e a testemunha sem aplicação. Com o exposto, verifica-se a rápida recuperação dos estresses promovidos pelos herbicidas em pós-emergência, possibilitando que o crescimento vegetativo das plantas não fosse afetado negativamente quando comparado a testemunha sem o uso de herbicidas. O estande final das plantas não apresentou diferenças estatísticas, assim, os sintomas de injúrias foliares não foram suficientes, para acarretar em reduções significativas.

Os herbicidas utilizados foram seletivos para as plantas, não comprometendo os componentes de: rendimento número de vagens por planta, massa de 100 grãos, produtividade e produção relativa à testemunha, não ocasionando diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 17). As pluviometrias regulares e expressivas observadas principalmente nos meses de janeiro e fevereiro (após as aplicações de pós-emergência) favoreceram a cultivar Foco IPRO[®] no aspecto de restabelecimento das intoxicações foliares promovidas pelos herbicidas. Assim, os tratamentos e a testemunha sem aplicação encontraram-se no mesmo parâmetro final, para os componentes avaliados.

Tabela 17. Número de vagens por planta (NVP), massa de 100 grãos (M100G), produtividade e produção relativa à testemunha da soja (Cultivar: Foco IPRO[®]) após à aplicação de associações herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2020/2021

Tratamentos	Doses (g ha ⁻¹)	NVP	M100G (g)	Produtividade de grãos		
				(kg ha ⁻¹)	(% da testemunha)	
Testemunha herbicida	sem	-	45,70 ^a	16,76 ^a	3879,25 ^a	100,00 ^a
Glyphosate	960	47,60 ^a	16,28 ^a	3935,08 ^a	101,44 ^a	
Glyphosate + bentazon	960 + 600	46,70 ^a	16,02 ^a	4066,87 ^a	104,83 ^a	
Glyphosate + fomesafen	960 + 175	47,05 ^a	16,06 ^a	3509,68 ^a	90,47 ^a	
Glyphosate + lactofen	960 + 120	50,00 ^a	16,05 ^a	3714,59 ^a	95,75 ^a	
Glyphosate + imazethapyr	960 + 100	45,60 ^a	15,92 ^a	3889,39 ^a	100,26 ^a	
Glyphosate + chlorimuron	960 + 10	48,40 ^a	16,36 ^a	3834,97 ^a	98,86 ^a	
Glyphosate + cloransulam	960 + 39,5	49,80 ^a	15,89 ^a	4016,90 ^a	103,54 ^a	
F _{Calculado}		0,57 ^{ns}	1,54 ^{ns}	1,02 ^{ns}	1,02 ^{ns}	
CV (%)		9,36	2,87	9,05	9,05	

^{ns} Não significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$).

Experimento III: Seletividade de associações herbicidas aplicadas em pós-emergência da cultivar Bônus IPRO[®]

Tabela 18. Fitointoxicação da soja (Cultivar: Bônus IPRO[®]) após à aplicação de associações herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2020/2021

Tratamentos	Doses (g ha ⁻¹)	Fitointoxicação (%)	
		7 DAA	28 DAA
Testemunha sem herbicida	-	0,00 ^d	0,00 ^b
Glyphosate	960	2,50 ^d	0,00 ^b
Glyphosate + bentazon	960 + 600	6,25 ^c	1,25 ^b
Glyphosate + fomesafen	960 + 175	12,50 ^b	3,75 ^b
Glyphosate + lactofen	960 + 120	13,75 ^a	5,00 ^a
Glyphosate + imazethapyr	960 + 100	11,25 ^b	2,50 ^b
Glyphosate + chlorimuron	960 + 10	16,25 ^a	10,00 ^a
Glyphosate + cloransulam	960 + 39,5	10,75 ^b	7,00 ^a
F _{Calculado}		22,97*	6,73*
CV (%)		25,93	73,71

* Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Na avaliação de 7 DAA, os herbicidas inibidores da PROTOX e da ALS, lactofen e chlorimuron, ambos associados ao glyphosate proporcionaram os maiores percentuais de fitointoxicação, com médias de 13,75 e 16,25%, respectivamente, sendo superiores aos demais tratamentos e da testemunha, sem aplicação de herbicidas. A associação entre os mecanismos de ação PROTOX e ALS (chlorimuron) ao glyphosate apresentam sintomas de fitointoxicação foliar superiores a outras misturas entre 7 e 15 dias após à aplicação (ALONSO et al., 2010). Os sintomas iniciais observados para estes herbicidas são característicos após aplicações em

pós-emergência da cultura, como: necrose nas folhas apicais para chlorimuron, descoloração, clorose foliar e encarquilhamento dos folíolos para lactofen (RODRIGUES e ALMEIDA, 2018), além de posterior necrose, que varia de acordo com a intensidade da injúria para este herbicida. Seguidamente, com níveis intermediários entre 10,75 e 12,50%, estão os herbicidas em mistura com: glyphosate, cloransulam, imazethapyr e fomesafen, não se diferindo entre si. O inibidor de FSII bentazon em associação ao glyphosate promoveu sintomas de injúria leves (6,25%), caracterizado por manchas cloróticas e necróticas nas folhas (RODRIGUES e ALMEIDA, 2018).

Os valores de fitointoxicação para a cultivar Bônus IPRO[®] aos 28 DAA, juntamente a lactofen e chlorimuron, cloransulam também apresentaram percentuais visuais mais acentuados nos tecidos foliares, em que os níveis de injúrias estiveram na faixa de 5,00 até 10,00% (Tabela 18). Os demais herbicidas utilizados, tanto glyphosate (isolado) e em mistura com latifolicidas, não apresentaram diferença significativa entre si, com percentual máximo de injúrias de 3,75% e equivalendo a testemunha sem aplicação (0,00%).

Aos 50 DAE, houve redução significativa no porte de plantas para glyphosate + chlorimuron, com diminuição média de 18,31% quando comparado a média dos tratamentos semelhantes à testemunha sem aplicação de herbicidas (Tabela 19). Os tratamentos glyphosate + imazethapyr e glyphosate + lactofen também proporcionaram menores alturas de plantas para a cultivar (redução média de 7,4%). Todos os outros tratamentos herbicidas não afetaram de forma significativa o porte de plantas da cultivar quando comparados a testemunha sem aplicação.

Tabela 19. Altura e estande de plantas de soja (Cultivar: Bônus IPRO[®]) após à aplicação de associações herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2020/2021

Tratamentos	Doses (g ha ⁻¹)	Altura de plantas (cm)		Estande
		50 DAE	Colheita	
Testemunha sem herbicida	-	62,15 a	122,05 a	7,69 a
Glyphosate	960	63,20 a	120,40 a	7,30 a
Glyphosate + bentazon	960 + 600	61,50 a	117,35 a	8,33 a
Glyphosate + fomesafen	960 + 175	61,25 a	122,05 a	7,72 a
Glyphosate + lactofen	960 + 120	56,70 b	116,70 a	7,47 a
Glyphosate + imazethapyr	960 + 100	57,65 b	115,85 a	6,80 a
Glyphosate + chlorimuron	960 + 10	50,45 c	107,75 b	8,14 a
Glyphosate + cloransulam	960 + 39,5	60,70 a	117,60 a	8,25 a
F _{Calculado}		9,66*	4,50*	1,43 ^{ns}
CV (%)		4,53	3,69	11,29

^{ns} Não significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$). * Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Na colheita, a cultivar Bônus IPRO[®] recuperou-se no aspecto de altura de plantas, sendo que as associações entre glyphosate + imazethapyr e glyphosate + lactofen se igualaram à testemunha sem aplicação e aos outros herbicidas. Somente a associação glyphosate + chlorimuron proporcionou menor altura final de plantas, com redução média de 9,56%. O estande final de plantas da cultivar se manteve igual para todos os tratamentos, não ocorrendo redução significativa entre os herbicidas e a testemunha (Tabela 19).

A cultivar Bônus IPRO[®] não apresentou alterações negativas após às aplicações herbicidas realizadas em pós-emergência nas variáveis número de vagens por planta e massa de 100 grãos, mesmo com sintomas de injúrias foliares e redução no porte de plantas (Tabela 20). Em estudo realizado por Alonso et al. (2011), a mistura entre os herbicidas glyphosate e lactofen promoveu redução considerável na massa de 100 grãos devido aos efeitos de fitointoxicação da mistura sobre as plantas de soja.

Tabela 20. Número de vagens por planta (NVP), massa de 100 grãos (M100G), produtividade e produção relativa à testemunha da soja (Cultivar: Bônus IPRO[®]) após à aplicação de associações de herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2020/2021

Tratamentos	Doses (g ha ⁻¹)	NVP	M100G (g)	Produtividade de grãos	
				(kg ha ⁻¹)	(% da testemunha)
Testemunha sem herbicida	-	69,70 ^a	22,00 ^a	3693,9 ₂ ^a	100,00 ^a
Glyphosate	960	66,65 ^a	20,25 ^a	3287,8 ₉ ^b	89,01 ^b
Glyphosate + bentazon	960 + 600	60,90 ^a	22,50 ^a	3903,3 ₂ ^a	105,67 ^a
Glyphosate + fomesafen	960 + 175	60,50 ^a	20,25 ^a	3706,5 ₄ ^a	100,34 ^a
Glyphosate + lactofen	960 + 120	60,40 ^a	21,00 ^a	3449,3 ₉ ^b	93,38 ^b
Glyphosate + imazethapyr	960 + 100	64,80 ^a	21,25 ^a	3336,9 ₁ ^b	90,33 ^b
Glyphosate + chlorimuron	960 + 10	57,85 ^a	21,75 ^a	3606,5 ₅ ^a	97,63 ^a
Glyphosate + cloransulam	960 + 39,5	68,55 ^a	21,00 ^a	3746,3 ₀ ^a	101,41 ^a
F _{Calculado}		1,31 ^{ns}	0,79 ^{ns}	2,51*	2,51*
CV (%)		11,94	8,48	7,54	7,54

^{ns} Não significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$). * Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Em relação à produtividade de grãos, os tratamentos glyphosate + lactofen, glyphosate, glyphosate + imazethapyr proporcionaram reduções significativas. Estas foram de: 6,62, 8,99, 9,67% em relação à produtividade da testemunha, sem à utilização de herbicidas. A atenuação dos efeitos negativos, como injúrias foliares, proporcionados por glyphosate em cultivares de

soja geneticamente modificadas (RR[®]) são minimizados e mantém o potencial produtivo da cultura através do uso de bioestimulantes (CONSTANTIN et al., 2016). Não houve diferença estatística entre os demais tratamentos herbicidas utilizados no experimento com essa cultivar.

Compilação dos resultados dos experimentos de seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência em cultivares de soja

Na tabela 21 foi realizada compilação dos resultados dos três experimentos, visando observar o comportamento que os herbicidas apresentaram quanto à seletividade para as diferentes cultivares de soja avaliadas. A primeira constatação que pode ser visualizada, refere-se à tendência de níveis mais acentuados de intoxicação aos 7 DAA, com recuperação das plantas na avaliação posterior (28 DAA). Em geral, para herbicidas que apresentam baixa seletividade, a fitointoxicação não tende a ser transiente entre avaliações, ficando as plantas injuriadas mesmo com o passar do tempo após à aplicação.

Tabela 21. Compilação de resultados das avaliações de: fitointoxicação, altura de plantas, estande, número de vagens por planta (NVP), massa de 100 grãos (M100G) e produtividade (PROD) da soja após à aplicação de herbicidas, em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2020/2021

Tratamentos	Fitointoxicação		Altura de plantas		Estande	NVP	M100G	PROD
	7 DAA	28 DAA	50 DAE	Colheita				
M7110 IPRO[®]								
Glyphosate	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Glyphosate + bentazon	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Glyphosate + fomesafen	Amarelo	Verde	Verde	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde
Glyphosate + lactofen	Amarelo	Verde	Vermelho	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde
Glyphosate + imazethapyr	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Glyphosate + chlorimuron	Amarelo	Verde	Vermelho	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde
Glyphosate + cloransulam	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Foco IPRO[®]								
Glyphosate	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Glyphosate + bentazon	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Glyphosate + fomesafen	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Glyphosate + lactofen	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Glyphosate + imazethapyr	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Glyphosate + chlorimuron	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Glyphosate + cloransulam	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Bônus IPRO[®]								
Glyphosate	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Vermelho
Glyphosate + bentazon	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Glyphosate + fomesafen	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Glyphosate + lactofen	Amarelo	Verde	Vermelho	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Vermelho
Glyphosate + imazethapyr	Amarelo	Verde	Vermelho	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Vermelho
Glyphosate + chlorimuron	Amarelo	Verde	Vermelho	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde
Glyphosate + cloransulam	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde

Verde = níveis de fitointoxicação \leq a 10,0%; Amarelo = níveis de fitointoxicação $>$ que 10,0% e \leq a 20,0%; Vermelho = níveis de fitointoxicação \geq a 20,0%. Para altura de plantas, estande, número de vagens por planta, massa de 100 grãos e produtividade, coloração verde e vermelha indicam, respectivamente, que se diferenciou e não se diferenciou estatisticamente da testemunha sem herbicida pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Das variáveis morfológicas, aparentemente a altura de plantas qual foi mais afetada por herbicidas aplicados, em pós-emergência, sendo um parâmetro interessante para a mensuração em experimentos de seletividade. Em contraponto, o estande de plantas não se constituiu em uma boa variável-resposta para ser analisada em experimentos de seletividade. Apesar de o número de vagens por planta e a massa de 100 grãos não terem sido afetados em nenhum dos experimentos pelos herbicidas avaliados, estas são importantes para estudos de seletividade, uma vez que consistem nos principais componentes de rendimento da cultura da soja.

Acerca da seletividade, aparentemente, os herbicidas: lactofen, imazethapyr e chlorimuron, todos associados ao glyphosate, consistiram em tratamentos com maiores riscos em termos de seletividade, sendo necessária à análise da tolerância varietal da soja antes da recomendação em área comercial.

Além da escolha das cultivares, o manejo antecipado das plantas daninhas de folhas largas minimiza as chances da ocorrência de fitointoxicação da soja, tendo em vista que as misturas entre herbicidas podem ser utilizadas com doses reduzidas, sendo o controle eficaz para as espécies, proporcionando maior retorno econômico ao produtor rural.

4 CONCLUSÕES

As cultivares M7110 IPRO[®] e Foco IPRO[®] apresentaram fitotoxicidade e redução no porte de plantas devido à aplicação dos herbicidas em pós-emergência, mas sem efeitos para a produtividade, sendo lactofen e chlorimuron em associação ao glyphosate responsáveis por tais fatos.

Em relação a cultivar Bônus IPRO[®], notou-se maiores diferenças entre os tratamentos utilizados para as variáveis: fitointoxicação, altura de plantas e produtividade de grãos. À aplicação de glyphosate isolado e em associação a lactofen e imazethapyr proporcionou redução na produtividade de grãos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o período da condução dos experimentos em ambiente controlado (casa-de-vegetação), foi possível observar os diferentes níveis de controle das espécies de folhas largas de plantas daninhas em pós-emergência com o uso de latifolicidas. Ademais, os experimentos a campo indicam o potencial de danos que estes herbicidas podem proporcionar nas cultivares de soja com resistência ao glyphosate.

Os estádios de crescimento durante as aplicações e a tolerância a herbicidas das espécies influenciam diretamente no controle. À medida em que há avanço no estágio de desenvolvimento das espécies infestantes, o controle é dificultado. Outro aspecto a ser observado é a utilização de herbicidas com espectro sobre folhas largas isolados para o controle de plantas daninhas dicotiledôneas, visto que há sinergismo entre herbicidas, principalmente com o glyphosate, o que provavelmente aumentará os níveis de controle.

A escolha de cultivares é um parâmetro a ser considerado quando se trata da seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência quando associados entre si, visto que os materiais de soja se comportam de diferentes formas de acordo com o GMR. Pode se observar que cultivares com GMR distintos apresentam injúrias foliares e redução no porte de plantas de forma diferenciada para uso dos herbicidas em associação com glyphosate, no entanto, nem sempre os componentes de rendimento e a produtividade será afetada. Neste sentido, a produtividade sendo reduzida pela baixa seletividade de herbicidas influenciará diretamente na rentabilidade e lucratividade financeira após a comercialização do produto final.

Do ponto de vista prático, é de extrema importância ter o conhecimento das cultivares que serão utilizadas no ano agrícola, principalmente quando se trata do aspecto de sensibilidade a herbicidas aplicados em pós-emergência em associação ao glyphosate para o controle de plantas daninhas. Neste sentido, visualiza-se que os mecanismos de ação que proporcionaram injúrias mais severas, redução no porte de plantas e redução na produtividade final foram inibidores da PROTOX e ALS, sempre associados ao glyphosate (inibidor da EPSPs). Visualmente, as injúrias acarretadas por estes herbicidas são de clorose inicial e posterior necrose dos tecidos, além dos efeitos não visuais, os quais estão vinculados a produtividade de grãos.

Por fim, para conferir maior sustentabilidade no manejo de plantas daninhas, é importante destacar que há necessidade de se proceder a integração de diferentes métodos de controle que não só o químico, além de ampliar as práticas relacionadas ao uso de herbicidas,

tais como aplicação em diferentes modalidades (pré-emergência) e uso de aplicações sequenciais.

REFERÊNCIAS

AGRO BAYER BRASIL. **M7110 IPRO®**. Disponível em:

<<https://www.agro.bayer.com.br/essenciais-do-campo/sementes/monsoy/m-7110-ipro>>.

Acesso em: 12/08/2021.

ALONSO, D. G.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R. S.; SANTOS, G.; DAN, H. A.; OLIVEIRA NETO, A. M. Seletividade de glyphosate isolado ou em misturas para soja RR em aplicações sequenciais. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 203-212, 2013.

ALONSO, D. G.; CONSTANTIN, J., OLIVEIRA JR., R. S.; BIFFE, D. F.; RAIMONDI, M. A.; GEMELLI, A.; BLAINSKI, E.; CARNEIRO, J. C. Selectivity of glyphosate in tank mixtures for RR soybean in sequential applications with mixtures only in the first or second application. **Planta Daninha**, v. 28, p. 865-875, 2010.

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.

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

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

BRASMAX. **BRASMAX Bônus IPRO®**. Disponível em:

<<https://www.brasmaxgenetica.com.br/cultivar-regiao-cerrado/?produto=244>>. Acesso em: 12/08/2021.

BRASMAX. **BRASMAX Foco IPRO®**. Disponível em:

<<https://www.brasmaxgenetica.com.br/cultivar-regiao-cerrado/?produto=273>>. Acesso em: 12/08/2021.

CONSTANTIN, J.; BRAZ, G. B. P.; OLIVEIRA JR., R. S.; ANDRADE, C. L. L.; PEREIRA, B. C. S.; MACHADO, F. G. Performance of RR soybean submitted to postemergence application of glyphosate with a foliar elicitor product. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 87, p. e0492019, 2020.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R. S.; GHENO, E. A.; BIFFE, D. F.; BRAZ, G. B. P.; WEBER, F.; TAKANO, H. K. Prevention of yield losses caused by glyphosate in soybeans with biostimulant. **African Journal of Agricultural and Research**, v. 11, n. 18, p. 1601-1607, 2016.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2014**. 1. ed. Londrina, PR: Embrapa Soja. 2013; 265p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FORNAZZA, F. G. F.; CONSTANTIN, J.; MACHADO, F. G.; OLIVEIRA JR.; R. S.; DA SILVA, G. D.; RIOS, F. A. Selectivity of pre-and post-emergence herbicides to very-early maturing soybean cultivars. **Comunicata Scientiae**, v. 9, n. 4, p. 649-658, 2018.

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

OLIVEIRA JR., R. S.; BRAZ, G. B. P.; CONSTANTIN, J.; DAN, H. A. **Carryover de herbicidas em sistemas cultivados com algodoeiro**. In: COSTA, A. G. F.; SOFIATTI, V. Manejo de Plantas daninhas na cultura do algodoeiro. Brasília: EMBRAPA, 2015. p.85-136.

OLIVEIRA JR., R. S.; DVORANEN, E. C.; CONSTANTIN, J.; CAVALIERI, S. D.; FRANCHINI, L. H. M.; RIOS, F. A.; BLAINSKI, E. Influência do glyphosate sobre a nodulação e o crescimento de cultivares de soja resistente ao glyphosate. **Planta Daninha**, v. 26, n. 4, p. 831-843, 2008.

OLIVEIRA JR., R. S.; REGITANO, J. B. **Dinâmica de pesticidas no solo**. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. Química e mineralogia do solo. Viçosa: SBCS, 2009. p.187-248.

OSIPE, J. B.; OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; RIOS, F. A.; FRANCHINI, L. H. M.; GHENO, E. A.; RAIMONDI, M. A. Seletividade de aplicações combinadas de herbicidas em pré e pós-emergência para a soja tolerante ao glyphosate. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, p. 623-631, 2014.

OWEN, M. D. K.; ZELAYA, I. A. Herbicide-resistant crops and weed resistance to herbicides. **Pest Management Science**, v. 61, n. 3, p. 301-311, 2005.

PRIESS, G. L.; NORSWORTHY, J. K.; ROBERTS, T. L.; GBUR JR., E. E. Impact of postemergence herbicides on soybean injury and canopy formation. **Weed Technology**, v. 34, n. 5, p. 727-734, 2020.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 7. ed. Londrina: Ed. dos autores, 2018. 764 p.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. Londrina: Ed. dos autores, 2011. 697 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. 42p.

VENCILL, W. K. **Herbicide Handbook**. 8th ed. Lawrence, KS: Weed Science Society of America: 2002, p.235-237.

VIEIRA JÚNIOR, N. S.; JAKELAITIS, A.; CARDOSO, I. S.; REZENDE, P. N.; MORAES, N. C.; TAVARES, C. J. Associação de herbicidas aplicados em pós emergência na cultura do milho. **Global Science and Technology**, v. 8, n. 1, p. 1-8, 2015.

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

ANEXO

Quadro 1. Principais características químicas dos herbicidas utilizados nos experimentos. Rio Verde (GO), 2021. Adaptado de Oliveira Jr. et al. (2015)

Herbicida	Mecanismo de ação	$t_{1/2}$ (dias) ^{1/}	K_{oc} (mL g ⁻¹) ^{2/}	pK _a ^{3/}	Solubilidade em água (mg L ⁻¹) ^{4/}
chlorimuron-ethyl		40	110	4,2	450
cloransulam-methyl	Inibidores da ALS	13 a 28	485	4,81	184
imazethapyr		75	22	2,1 e 3,9	1.400
bentazon	Inibidores do FSII	20	34	3,3	500
fomesafen	Inibidores da PROTOX	100-150	60	2,7	50
lactofen		3	10000	nd ^{5/}	0,1
glyphosate	Inibidores da EPSPs	47	24000	2,6; 5,6 e 10,3	15.700
amonio-glufosinate	Inibidores da GS	7	100	2	1.370.000
2,4-D amina	Mimetizadores da auxina	10	60	2,8	900
dicamba		269	2	1,87	4.500

^{1/}, ^{2/}, ^{3/}, ^{4/} Fonte dos dados: Vencill (2002); Oliveira Jr. e Regitano (2009); Rodrigues e Almeida (2011). ^{5/}nd = Não dissociável.