

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Efeito residual de herbicidas auxínicos em associação ao glyphosate
no manejo de dessecação em pré-semeadura e a influência na produção
e qualidade das sementes de soja**

Paulo José Ferreira

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

**Piracicaba
2022**

Paulo José Ferreira
Engenheiro Agrônomo

**Efeito residual de herbicidas auxínicos em associação ao glyphosate no
manejo de dessecação em pré-semeadura e a influência na produção e
qualidade das sementes de soja**

versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **RICARDO VICTORIA FILHO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Ferreira, Paulo José

Efeito residual de herbicidas auxínicos em associação ao glifosato no manejo de dessecação em pré-semeadura e a influência na produção e qualidade das sementes de soja / Paulo José Ferreira. - - versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2022.

49 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

1. Efeito residual de herbicidas auxínicos 2. Produtividade 3. Soja 4. Qualidade de semente I. Título

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, irmã, avós e familiares que estiveram junto nesta conquista, dedico.

AGRADECIMENTOS

À minha família, meus pais Paulo Sérgio Ferreira, Rosangela Monteiro de Oliveira Ferreira, minha irmã Ana Tatiane Ferreira e meu cunhado Matheus Xavier Provin pelo apoio incondicional ao longo da graduação e pós-graduação, me incentivando na busca pelo crescimento pessoal, intelectual e profissional.

À minha namorada Carolina Mondini Campos, por sempre se fazer presente tornando essa caminhada mais leve.

A todos os funcionários do Departamento de Produção Vegetal, Maria Célia Rodrigues, Naliel Duarte, Aristides Lamatriz, Clayton Coratito e Horst Bremer Neto.

Aos membros do grupo de pesquisa e extensão PRO-HORT pelo apoio para execução destes projetos e pela amizade criada neste período.

Ao Prof. Titular e orientador Dr. Ricardo Victoria Filho, pelas orientações e ensinamentos passados durante a pós-graduação.

Ao Professor Dr. Alfredo Junior Paiola Albrecht pelas orientações, conversas e principalmente pela amizade.

Também a Empresa Junior Supra Pesquisa da UFPR – Setor Palotina, em especial a Eng. Agro. Andressa Sayuri Yokoyama, pela ajuda com os testes em laboratório.

Ao Eng. Agr. MS. Fernando Poltronieri, Eng. Agro. MS. Luis Rodolfo Rodrigues, Eng. Agro. MS. Beatriz Ribeiro da Cunha, Eng. Agro. MS. Luisa Baccin, Eng. Agro. MS. Ana C. D. C. Schiavuzzo, Eng. Agro. MS. Leonardo Lombardi Perez pela colaboração com o projeto e amizade. Ao amigo Giovani Apolari Ghirardello pela concessão da área experimental.

À CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão da bolsa.

EPÍGRAFE

“A educação é a arma mais poderosa que você pode usar para mudar o mundo”

Nelson Mandela

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1. INTRODUÇÃO GERAL	9
Referências.....	10
2. POTENCIAL FITOTÓXICO DE HERBICIDAS AUXÍNICOS ASSOCIADOS AO GLYPHOSATE NO MANEJO DE DESSECAÇÃO PRÉ-SEMEADURA DA CULTURA DA SOJA.....	13
Resumo	13
Abstract.....	13
2.1 Introdução	14
2.2 Material e Métodos.....	16
2.4 Conclusão.....	32
Referências.....	33
3 EFEITO DE SOLO DE HERBICIDAS AUXÍNICOS ASSOCIADOS AO GLYPHOSATE NA QUALIDADE BIOQUÍMICA E FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE SOJA	39
Resumo.....	39
Abstract.....	39
3.1 Introdução.....	40
3.2 Material e Métodos.....	42
3.3 Resultados e Discussão.....	43
3.4 Conclusão.....	48
Referências.....	48

RESUMO

Efeito residual de herbicidas auxínicos em associação ao glyphosate no manejo de dessecação em pré-semeadura e a influência na produção e qualidade das sementes de soja

A safra brasileira 2020/2021 fez do Brasil o maior produtor e exportador de soja do mundo. Na safra 2021/2022 a oleaginosa ocupou mais de 40 milhões de hectares, com queda na produtividade de 14,4% em comparação a safra anterior. Inúmeros são os fatores que fazem com que a produção brasileira seja referência mundial, dentre elas o sistema produtivo. Nesse sentido o uso de pesticida para manejar plantas daninhas é fundamental. Uma estratégia muito adotada pelos produtores é a dessecação em pré-semeadura da cultura, com a combinação de herbicidas auxínicos e glyphosate, proporcionando que a cultura se desenvolva livre das interferências ocasionada pelas plantas daninhas. Dessa forma, verifica-se a necessidade de se estudar o efeito residual desses herbicidas na produtividade e qualidade bioquímica e fisiológica das sementes da cultura em diferentes sistemas de produção. Nessa ótica, foram conduzidos dois ensaios à campo e um em laboratório. Os ensaios a campos foram instalados em diferentes localidades e sistema de produção, sendo um alocado em Piracicaba - SP e outro em Araras - SP. Ambos os ensaios foram instalados em delineamento blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial triplo (5 x 5 x 2), onde se avaliou 4 herbicidas e 1 testemunha sem aplicação, 5 períodos de aplicação em pré-semeadura da soja e 2 localidades. O efeito residual foi avaliado com base na escala de dano proposta pela SBPCPD, componentes agronômicos e rendimento da cultura. O segundo experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes do Departamento de Ciências Agronômicas da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, em Palotina – PR, com objetivo de verificar se os tratamentos herbicidas quando aplicados em diferentes períodos pré-semeadura afetam a qualidade bioquímica e fisiológica das sementes de soja. Para isso realizou-se teste de germinação em rolo de papel em germinadora tipo Mangelsdorf, bem como o teste de condutividade elétrica. Dos ensaios a campo se concluiu que, o dicamba apresentou uma acentuada injúria a cultura para aplicação a zero dias. No entanto, o fluroxypyr foi o único tratamento herbicida que não expressou fitointoxicação superior a 10% em nenhuma dos intervalos de aplicação. Já o ensaio em laboratório revelou que a aplicação dos herbicidas auxínicos estudados não afetaram a qualidade das sementes de soja.

Palavras-chave: Tolerância, *Glycine max* (L.) Merrill., Mimetizadores de auxinas

ABSTRACT

Residual herbicide effect of auxinic herbicide in tank mix with glyphosate in pre-planting burndown management and its influence on production and quality of soybean seeds

The Brazilian 2020/2021 harvest put Brazil on the top of the biggest producer and exporter of soybean in the world. In the harvest 2021/2022 the oilseeds occupy more than 40 millions of hectares, with drop in productivity in 14.4% compared to the previous crop. There are countless factors that make Brazilians productions a world reference, among them the production system. On this way, the used of pesticide to weed control is essential. A very adopted strategy by farmes is the pre-planting burndown with auxinic hebricide in tank mix with glyphosate, providing that crop growing free of interference by weeds. That way, its necessary to study the residual effect to this herbicides to produtivity na seeds quality of these biochemistry na physiology of soybean in differents production systems. Thus, was carried out two field experiment and one performed in seeds laboratory. Te fields experiment was carried out in diferentes cityes and production system, locate in Piracicaba – SP and Araras – SP. Both test were installed in randomized block design in triple factorial scheme (5 x 5x 2), where it was avaluated four auxin herbicide plus a untreated check, five application times were avaluated in the soybean pre-planting ande 2 locale. The residual effect was avaluated by visual assessments proposed by SBCPD, components and yeld. The second experimente was performed at the Seeds Laboratory of the Agronomic Science Department of the Federal University of Paraná – Sector Palotina, in Palotina – PR, with aim to verifying if the herbicide treatments when applied in diferents pre-planting periods affect the biochemical and physiological quality of soybean seeds. For this, a germination test was carried out on a paper roll in a Mangelsdorf type germinator, as well as the electrical conductivity test. From the field trials it was concluded that the dicamba presented a high injury to culture at zero time application. But the fluroxypyr was the unique herbicide treatment that don't show more than 10% of injury independent of time application. The laboratory test show that the herbicide auxinic managment didn't affect the quality of the soybean seeds.

Keywords: Tolerance, *Glycine max* (L.) Merrill., Auxin mimics

1. INTRODUÇÃO GERAL

A safra brasileira 2020/21 foi marcada por atingir recordes na produção de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], tornando o Brasil o maior produtor e exportador mundial do grão (Companhia Nacional de Abastecimento [CONAB], 2021). À safra 2021/22 a oleaginosa ocupou mais de 40 milhões de hectares, e atingiu produtividade média de 3.016 kg ha⁻¹, apresentando uma queda de 14,4% em relação à safra 2020/21 (Companhia Nacional de Abastecimento [CONAB], 2021).

O avanço tecnológico da cultura nos últimos anos tem sido o grande propulsor do aumento de produtividade. A utilização da biotecnologia com o melhoramento genético dos cultivares, aumento do potencial produtivo da cultura, indução a tolerância a seca, resistência a insetos e doenças, e tolerância a herbicidas são exemplos dos avanços tecnológicos da cultura da soja (MISSIO & GRANGE, 2013). Além disso o sistema produtivo brasileiro é muito favorável para a produção da oleaginosa, pois apresenta boas condições edafoclimáticas.

Com a adoção do sistema de plantio direto, a intensificação do uso de defensivos agrícolas para o controle de plantas daninhas foi inevitável, pois o sistema implica na exclusão das intervenções mecânicas no solo. A intensificação da produção agrícola no sistema induz a utilização dos herbicidas, que são amplamente utilizados nas dessecações pré-semeadura e colheita, para encurtar o ciclo da cultura, possibilitando em algumas regiões o cultivo de cinco safras em dois anos agrícolas. Em função das grandes áreas cultivada com soja e suas fronteiras agrícola, o manejo químico confere maiores rendimentos operacional, menor demanda de mão-de-obra e flexibilidade operacional (OLIVEIRA JUNIOR, 2011).

Com a aprovação do evento genético em 1998 que confere tolerância ao herbicida glyphosate às cultivares de soja, sua adoção foi generalizada, tanto no Brasil quanto no mundo (CIB, 2018). Com o uso contínuo da molécula, a seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes, bem como a de espécies tolerantes ocorreu de forma crescente. No mundo, até a presente data, são relatadas 53 espécies de plantas daninhas com biótipos que apresentam resistência ao glyphosate, das quais vinte e seis são eudicotiledôneas (HEAP, 2021).

A fim de solucionar a problemática de plantas daninhas de folha larga, tolerantes e resistentes ao glyphosate, o uso de moléculas com mecanismo de ação mimetizadores de auxinas (Grupo 4) Weed Science Society of America [WSSA] e Comitê de Ação a

Resistência a Herbicidas [HRAC] (HRAC, 2020; HEAP, 2021), tem apresentado um excelente potencial de controle dessas espécies.

Os herbicidas mimetizadores de auxina detêm grande importância na produção agrícola, pois são amplamente utilizados nas culturas de cereais, cana-de-açúcar e pastagem. O principal herbicida deste mecanismo de ação é o ácido 2,4-diclorofenoxiacético, o 2,4-D, primeiro composto orgânico sintetizado em laboratório com potencial herbicida e seletividade às gramíneas na década de 1940 (FOLONI, 2016). Nos últimos anos, o uso do herbicida dicamba tem sido questionado, em função de sua problemática quanto à deriva após a aplicação, em culturas sensíveis como hortaliças, frutíferas e soja não tolerante.

Ao se realizar o manejo de plantas daninhas, principalmente no manejo de dessecação pré-semeadura, a persistência dos ingredientes ativos no ambiente deve ser levada em consideração, mesmo se tratando de herbicidas pós-emergentes, pois podem manifestar na cultura diferentes níveis de injúrias. Esses danos podem ocorrer em função do uso de doses inadequadas de herbicidas, época de aplicação, baixa precipitação e características físico-químicas dos produtos e do solo no tocante a sorção e dessorção do ingrediente ativo (OLIVEIRA JUNIOR, 2011).

Desse modo o presente estudo teve como objetivo avaliar o potencial fitotóxico da aplicação de herbicidas auxínicos associados ao glyphosate, quando aplicados em diferentes períodos do manejo de dessecação pré-semeadura da soja. Assim como também avaliar o impacto desse manejo à qualidade bioquímica e fisiológica das sementes de soja.

Referências

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE AABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira – grãos:** décimo segundo levantamento, setembro 2021 – safra 20/21. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2021. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso e: 21 Nov. 2021.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE AABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira – grãos:** sexto levantamento, março de 2022 – safra 21/22. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2021. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso e: 15 Mar, 2022

CONSELHO DE INFORMAÇÃO SOBRE BIOTECNOLOGIA [CIB]. **20 anos de transgênicos:** benefícios ambientais, econômicos e sociais no Brasil. 2018. Disponível em: <<https://croplife.storage.googleapis.com/1/2019/10/Vinte-anos-transgenicos.pdf>> Acesso em: 21 Nov. 2021.

FOLONI, L. L. **O herbicida 2,4-D:** uma visão geral. Ribeirão Preto: LabCom Comunicação Total, 2016.

HEAP, I. **The International Herbicide-Resistant Weed Database.** Disponível em: <http://www.weedscience.org/Home.aspx>>. Acessado em: 9 Nov. 2021.

Heap, I. **The International Herbicide-Resistant Weed.** Disponível em: <<https://wssa.net/wssa/weed/herbicides/>>. Acessado em: 9 Nov. 2021.

HRAC. **Mode of Action Classification.** 2020. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/Pages/HRACHerbicidePoster2020.pdf> >. Acesso em: 18 Ago. 2021

MISSIO, R.F., GRANGE, L. Melhoramento genético e transgenia. In: **Manejo de cultivos transgênicos.** Albrecht, L., Missio, R. L. – Palotina, 2013.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S. Introdução ao controle químico. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas.** Curitiba: Omnipax, 2011.

2. POTENCIAL FITOTÓXICO DE HERBICIDAS AUXÍNICOS ASSOCIADOS AO GLYPHOSATE NO MANEJO DE DESSECAÇÃO PRÉ-SEMEADURA DA CULTURA DA SOJA

Resumo

No mundo 49% das espécies de plantas daninhas resistentes são eudicotiledôneas. Estudos tem evidenciados que as misturas em tanque de produtos sistêmicos e com ação tanto na parte aérea quanto radicular têm apresentado melhores resultados no manejo de plantas de difícil controle. A aplicação da mistura de glyphosate e herbicidas mimetizadores de auxinas tem sido muito usual entre produtores de soja em pré-semeadura da cultura. Com a mudança no padrão de produção nas lavouras de grãos, maior intensificação dos sistemas produtivos terra, volume de palhada, não se encontram na literatura trabalhos que objetivaram avaliar o período mínimo entre aplicação de herbicidas auxínicos e a semeadura da soja. O presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito residual da mistura de glyphosate com herbicidas auxínicos em manejo de dessecação em pré-semeadura da cultura em função do período de aplicação. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, arranjos em esquema fatorial triplo (5 x 5 x 2), sendo 4 combinações de glyphosate (1250 g ea ha⁻¹) com os herbicidas 2,4-D (1005 g ea ha⁻¹), dicamba (288 g ea ha⁻¹), triclopyr (720 g ea ha⁻¹) e fluroxypyr (200 g ea ha⁻¹) e uma testemunha sem aplicação, 5 períodos de aplicação (30, 20, 10, 5 e 0 “aplique e plante”) e 2 localidades. Todas as aplicações foram feitas no solo, sem presença de vegetação viva. A cultivar de soja utilizada foi Monsoy 5917 IPRO, a emergência ocorreu 7 dias após a semeadura. Para a fitointoxicação da cultura avaliada aos 7, 14 e 21 dias após semeadura, se observou comportamento linear de redução das injúrias à medida que se prolongou a aplicação e o período de semeadura, com exceção do herbicida fluroxypyr que não apresentou diferença estatística entre os períodos de aplicação. Para a altura, não houve diferença estatística entre as médias. Para massa de 1000 grãos, apenas houve diferença estatística nas médias dos intervalos de aplicação. O rendimento final não se diferiu estatisticamente entre os tratamentos herbicidas, com exceção do tratamento dicamba aplicados em “aplique-plante”, bem como, houve redução da média dos tratamentos aplicado no intervalo de zero dias. Com exceção do tratamento dicamba, os demais herbicidas, nas doses e condições ambientais estudadas, não reduziram as médias produtivas independentemente do intervalo de aplicação. O tratamento herbicida fluroxypyr que para todos os parâmetros avaliados não apresentou efeito negativo a cultura, indiferente dos intervalos de aplicação, sugerindo que sua aplicação na dose de estudo pode ser realizada na modalidade aplique-plante, sem comprometer o desenvolvimento da cultura.

Palavras-chave: Controle químico, tolerância, *Glycine max* (L.) Merrill, persistência, intervalo de segurança.

Abstract

In the world around 49% of resistant biotypes of weeds are eudicotyledoneae monocots. Researches has evidenced that mix of systemic herbicides whose the mode of action affect aerial part as well as roots system are better performance to control hard weeds species. The mix application to glyphosate and auxin herbicide has been very usual between Brazilians farmers especially in pré-planting burndown. Changes at productions model of

cropping makes the land more productive, high straw volume and can't found actual researches that objectify to identify the minimum safe period at auxin application to soybean sowing. This study aims to evaluate the safe interval between tank mix of auxin herbicide and glyphosate spray and soybean sowing to avoid carryover occur. The experimental design was randomized blocks, arranged in a factorial design (5 x 5), with 4 combinations to glyphosate (1250 g ea ha⁻¹) mixed to: 2,4-D (1005 g ea ha⁻¹), dicamba (288 g ea ha⁻¹), triclopyr (720 g ea ha⁻¹) and fluroxypyr (180 g ea ha⁻¹) and an untreated check, five application time (30, 20, 10, 5 e 0 "at plant") days before sowing and 2 locales. All application hit the soil without the presence of live plants. The soybean cultivar used was Monsoy 5917 IPRO, and crop emergence occurred seven days after sowing. The injury was evaluated at 7, 14 and 21 days before planting, and verified a linear decrease at injury as long as the herbicide spray to planting, except the fluroxypyr that don't differ statistically the time application. For height, no variation was observed between the means. To weight of 1000 grains, there was only a statistical difference in the averages of the application. The crop yield didn't differ statistically between the herbicide treatments, except to herbicide dicamba applied at zero days before sowing, nonetheless there was a reduction in the averages of treatments applied in the zero-day interval. Except for dicamba treatment, the other herbicides, at the dose and environmental conditions studied, didn't reduce the productive averages regardless of the application interval. The fluroxypyr herbicide treatment who's for all parameter evaluated don't induce to negative effects, indifferent to time application, suggesting that your spray can be fulfilled at zero-day to soybeans sowing.

Keywords: Chemical control, tolerance, *Glycine max* (L.) Merrill, persistence, safety interval.

2.1 Introdução

A adoção dos sistemas conservacionistas de produção agrícola trouxe aos ambientes de produção inúmeros benefícios, como a integração de manejos, ganhos de produtividades, e otimização do uso da terra. Uma prática essencial neste sistema é a dessecação com herbicidas em pré-semeadura da cultura (PROCÓPIO et al., 2006).

Inúmeros são os benefícios que o manejo proporciona ao ambiente de produção, dessecação homogênea das plantas, o que contribui para um bom desempenho mecânico da semeadora, elimina plantas perenes ou em estágio de desenvolvimento avançado, reduz ou elimina as plantas daninhas durante a emergência e desenvolvimento inicial da cultura e facilita o manejo em pós-emergência (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2006). A presença de plantas daninhas em cultivo de soja resulta em drásticas reduções da produtividade (FLECK & CANDEMIL 1995; DANILUSSI et al., 2019; LORENZETTI et al., 2019).

No manejo de dessecação pré-semeadura, produtores utilizam herbicidas não seletivos e sistêmicos, como glyphosate associado a um herbicida do grupo químico dos mimetizadores de auxina (TAKANO et al., 2013; PLACIDO et al., 2015). Na presença de plantas perenes e/ou em estádios de desenvolvimento avançado, a aplicação de herbicidas que apresentam

boas sistematicidade e que atuam sobre o sistema subterrâneo do vegetal, conferem um melhor controle (PROCÓPIO et al., 2006).

Os herbicidas mimetizadores de auxina apresentam grande importância no manejo de plantas daninhas, pois sua eficácia de controle de plantas eudicotiledôneas é grande. A associação dos herbicidas glyphosate e 2,4-D, é determinante para acelerar e melhorar o controle de plantas daninhas consideradas de difícil controle (TAKANO, et al., 2013).

O herbicida 2,4-D, principal representante deste grupo químico, foi o primeiro composto orgânico sintetizado em laboratório, ainda na década de 1940, sendo um herbicida seletivo as gramíneas (FOLONI, 2016). Essa seletividade se deve ao fato de que plantas monocotiledôneas apresentam uma menor translocação, rápida metabolização e compartimentalização do herbicida, não permanecendo em níveis tóxicos nas gramíneas (PETERSON, et al., 2016).

Com a adoção dos sistemas de semeadura direta, os padrões das lavouras agrícolas de grão foram alterados, devido aos maiores volumes de palhada, aumento na atividade microbiana do solo e alteração das condições edáficas das lavouras. Em função destas características, a dinâmica dos herbicidas no ambiente também é influenciada, pois uma expressiva porcentagem do destino final dos defensivos agrícolas, mesmo quando aplicados em pós-emergência, é o solo (KAH, 2007; OLIVEIRA JUNIOR, 2011).

O início das atividades de dessecação em alguns anos agrícolas é atrasado em função das condições climática, resultando em uma janela de tempo muito curta entre o manejo e a semeadura da cultura (THOMPSON et al, 2007). Dessa maneira os herbicidas podem afetar negativamente o desenvolvimento da cultura a ser instalada, devido a persistência do ingrediente ativo no solo em concentrações que podem causar fitotoxicidade à cultura, podendo até comprometer a seletividade do mesmo (OLIVEIRA JUNIOR, 2011). A definição de persistência de herbicidas no ambiente é a capacidade de um composto manter a integridade física, química e funcional do seu ingrediente ativo no ambiente de forma a causar dano a cultura (OLIVEIRA JUNIOR, 2011).

Em função das alterações dos padrões de produção, o presente estudo objetivou avaliar o potencial de injúria das aplicações de herbicidas auxínicos em associação ao glyphosate em diferentes períodos do manejo de dessecação pré-semeadura às variáveis agrônomicas do cultivar de soja M5917 IPRO.

2.2 Material e Métodos

Os ensaios foram instalados em duas localidades no estado de São Paulo, Brasil, entre os meses de outubro de 2020 e março de 2021. O ensaio 1 foi instalado no município de Araras – SP, localizado na latitude 22°21'2.49"S e longitude 47°21'22.88"O, com altitude de 646 metros. O segundo ensaio foi instalado em área experimental do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ - USP, localizado na latitude 22°42'49.91"S e longitude 47°37'16.07"O, com altitude de 546 metros, no município de Piracicaba – SP.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger é do tipo Cwa, relativamente seco no inverno e com chuvas no verão. Os dados referentes às condições climáticas de ambas as localidades durante a condução do experimento são apresentados nas Figuras 1 e 2.

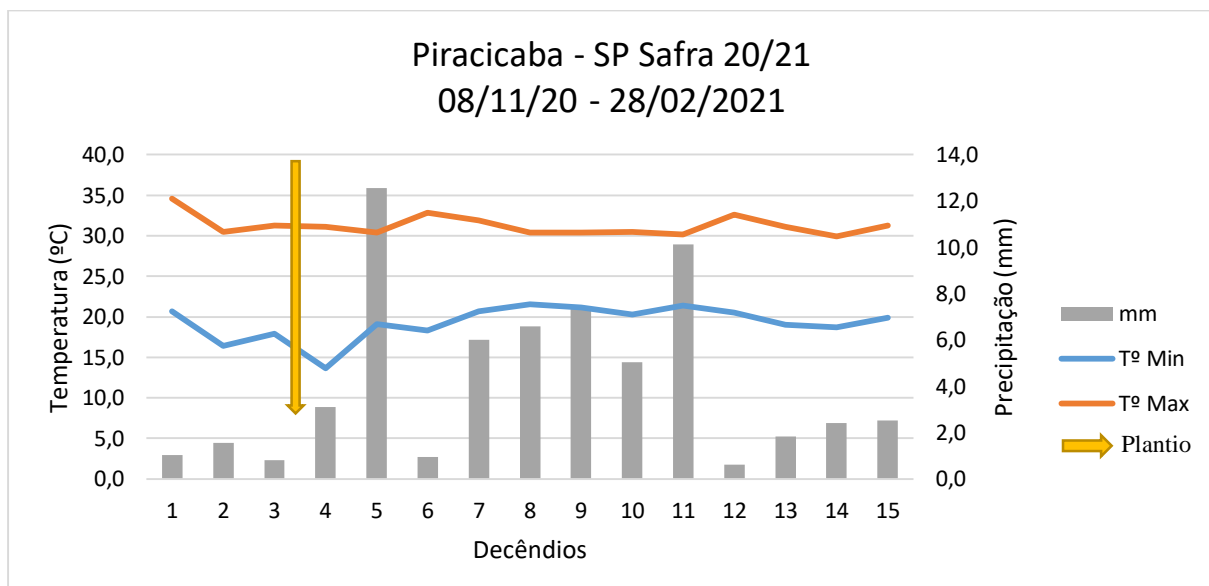


Figura 1. Dados meteorológicos de temperatura e precipitação ao longo da execução do ensaio em Piracicaba - SP. Fonte: Somar meteorologia.

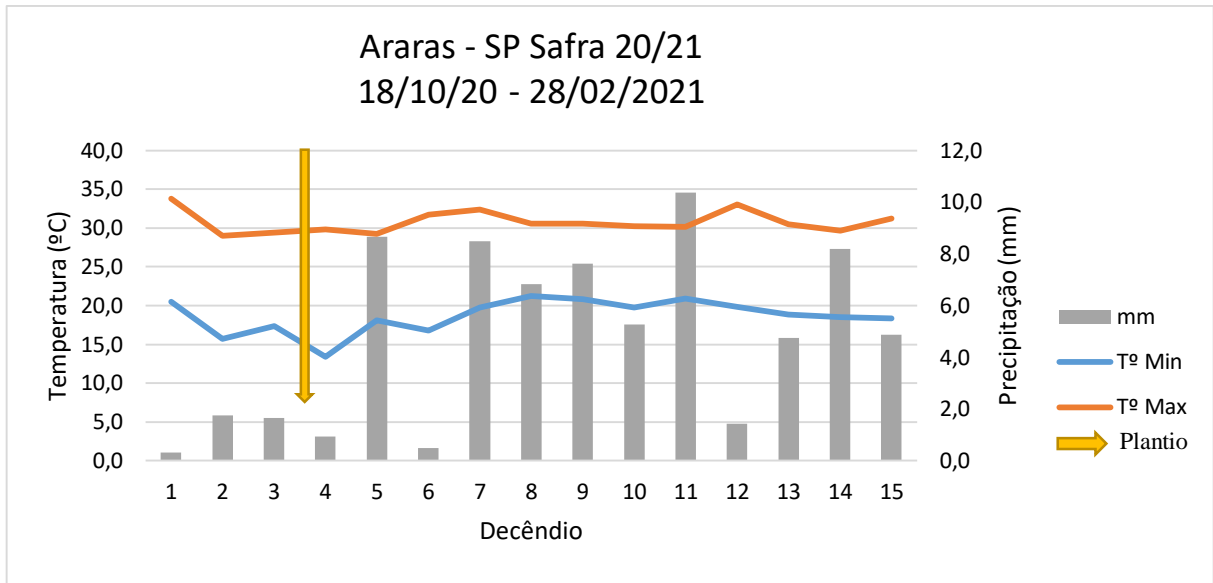


Figura 2. Dados meteorológicos de temperatura e precipitação ao longo da execução do ensaio em Araras - SP. Fonte: Somar meteorologia.

As áreas estavam em pousio, e foi realizado a calagem com calcário dolomítico. Em Araras - SP, lavoura comercial, o produtor realizou a gradagem para incorporação do corretivo. Já em Piracicaba - SP, o sistema de produção foi o de semeadura direta, onde havia a presença de plantas daninhas *Alternanthera tenella* (apaga-fogo) e *Digitaria insularis* (capim amargoso), aportando ao sistema uma matéria seca $3.664,3 \text{ kg ha}^{-1}$. A área II, onde o sistema de produção é de semeadura direta, foi dessecada com glyphosate (Zapp QI®) na dose de 3 L ha^{-1} , 20 dias antes do início das aplicações dos tratamentos, e as parcelas foram mantidas livres de plantas daninhas. Os resultados das análises físico-química dos solos, onde foram instalados os experimentos encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos físicos e químicos do solo das áreas experimentais. Safra 2020/2021.

Análise granulométrica											
Local	Areia	Silte	Argila	Classe Textural							
	g/Kg										
Araras	688	86	226	Médio Arenoso							
Piracicaba	692	185	123	Franco Arenoso							
Análise química											
Local	pH	*****cmolcdm ⁻³ *****						mg dm ⁻³		g dm ⁻³	
	CaCl ₂	Al ³⁺	H ⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	CTC	P	MO
Araras	5,83	0	2,08	2,61	1,4	0,2	4,19	63	18	17,2	
Piracicaba	5,6	0	1,5	1,4	1	0,3	2,74	42	23	14	

Fonte: Ribersolo - laboratório de análises agrícolas.

As aplicações foram realizadas com auxílio de um pulverizador costal pressurizado com CO₂ e barra equipada com quatro pontas de pulverização com indução de ar (ADIA – 02, Magnojet[®]), a uma pressão constante de 2 bar. A altura de trabalho da barra foi a 0,5 m do solo, a uma velocidade de 1 m s⁻¹, sendo cada ponta atingindo uma área de aplicação de 0,5 m de largura, com volume de calda de 200 L ha⁻¹. Os tratamentos foram compostos por quatro herbicidas auxínicos, estão descritos na Tabela 2, em mistura com glyphosate Zapp Qi[®] (1250 g e.a ha⁻¹). As condições climáticas das aplicações então descritas na Tabela 3.

Tabela 2. Produtos e doses aplicados em dessecação pré-plantio da cultura da soja. Safra 2020/21, Araras – SP e Piracicaba-SP.

Tratamento	Produto Comercial	Dose	
		pc* ha ⁻¹	g de e.a** ha ⁻¹
2,4-D	Aminol [®]	1,5	1005
Dicamba	Atectra [®]	0,6	288
Triclopyr	Triclon [®]	1,5	720
Fluroxypyr	Starane 200 [®]	1,0	200

*produto comercial; ** equivalente ácido

Tabela 3. Condições climáticas durante as aplicações dos tratamentos em Araras – SP e Piracicaba - SP. Safra 2020/21.

Araras -SP					Piracicaba -SP				
Data	Horário	T °C	% UR	Km/h	Data	Horário	T °C	% UR	Km/h
18/10/2020	07:00	25	66	2	08/11/2020	07:09	28,3	56,3	5,4
28/10/2020	07:01	24	60	4,3	18/11/2020	08:00	27	65	1
07/11/2020	06:45	17	69	8,2	28/11/2020	07:30	27	60	6
12/11/2020	06:50	24	68	1	03/12/2020	06:45	26	70	2
20/11/2020	08:00	26	69	4	09/12/2020	08:30	29,5	44	4,6

A semeadura do experimento em Araras – SP ocorreu no dia 20/11/2020 e em Piracicaba - SP ocorreu dia 10/12/2020, em ambas as áreas a semeadura foi realizada com semeadora provida de nove linhas, espaçadas de 0,5 m. A densidade de semeadura, em ambas as áreas foi de 15 plantas por metro linear a uma profundidade de 0,02 m, visando uma população final de 300 mil plantas ha⁻¹, o cultivar utilizada em ambas as áreas foi a Monsoy 5917 IPRO.

A adubação do ensaio em Araras - SP, foi de 270 Kg ha⁻¹ do formulado 05-21-05 e de 100 Kg ha⁻¹ de KCl em cobertura, a lanço. As sementes utilizadas contavam com tratamento industrial (Standak Top[®] + CoMo) (piraclostrobina 2,5% m/v; tiofanato metílico 22,5% m/v;

fipronil 71,3% m/v), foram adicionados 100 ml ha⁻¹ de Bioma *Bradyrhizobium*, 120g ha⁻¹ de Bioma *Bradyrhizobium* turfoso e 100 ml h⁻¹ de Bioma Azospirillum. Já em Piracicaba - SP, a adubação foi de 270 Kg ha⁻¹ do formulado 06-24-12, as sementes foram tratadas com Standak Top® 0,2 L/100Kg de semente. A inoculação das sementes foi realizada via jato dirigido no sulco de semeadura. O manejo das plantas daninhas foi realizado com aplicações de glyphosate e inibidor da ACCase, afim de manter as parcelas livre da infestação de plantas daninhas. Para controle de pragas e doenças, foram efetuadas aplicações de inseticidas e fungicidas, segundo recomendações da EMBRAPA (2009).

Em ambos os ensaios as parcelas amostrais contaram com 7 linhas de semeadura apresentaram dimensões de 4 x 5 metros totalizando 20 m² sendo a área útil, o centro da parcela, com uma área amostral de 6 m². O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, em esquema fatorial triplo (5 x 5 x 2), sendo 4 herbicidas e uma testemunha sem aplicação em 5 diferentes períodos de aplicação (30, 20, 10, 5 e 0 “aplique-plante”) dias antes da semeadura e 2 localidades, contendo quatro repetições por tratamento.

As avaliações de fitointoxicação foram realizadas por meio de notas visuais, utilizando a escala proposta pela SBPCPD (Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas – SBPCPD, 1995), descrita na Tabela 4, em que se utiliza uma escala gradual numérica com base no nível de injúrias variando de 0% a 100%, onde 0% representa ausência de injúrias e 100% a morte da planta. As avaliações das injúrias com base na fitointoxicação dos herbicidas foram realizadas aos 7, 14 e 21 dias após semeadura (DAS) o estande inicial foi avaliado 21 DAS e o estande final na pré-colheita.

Tabela 4. Escala de nota utilizada para avaliação visual das injúrias com base na fitotoxicidade dos herbicidas mimetizadores de auxina aplicados em pré-semeadura da cultura da soja. Adaptada de SBCPD (1995).

Conceito	Nota (%)	Observação
Muito leve	0 - 5	Sintomas fracos ou pouco evidentes. Nota zero quando não se observam quaisquer alterações na cultura.
Leve	6 - 10	Sintomas nítidos de baixa intensidade.
Moderada	11 - 20	Sintomas nítidos mais intensos que na classe anterior.
Aceitável	21 - 35	Sintomas pronunciados, porém, totalmente tolerados pela cultura.
Preocupante	36 - 45	Sintomas mais drásticos que na categoria anterior, mas ainda passíveis de recuperação, e sem expectativas de redução no rendimento econômico.
Alta	46 - 60	Danos irreversíveis com previsão de redução no rendimento econômico.
Muito alta	61 - 100	Danos irreversíveis muito severos com previsão de redução drástica no rendimento econômico. Nota 100 para morte de toda a planta.

Também, em pré-colheita foi avaliada a altura de 10 plantas de soja por parcela e, posteriormente, foram colhidas as plantas da área útil da parcela para quantificação da produtividade e massa de 1000 grãos. A produtividade da cultura foi determinada após ajuste e correção da umidade dos grãos para 13%.

Primeiramente os resultados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F ($p < 0,05$) tendo como base um fatorial triplo ($5 \times 5 \times 2$), o qual não se verificou interação tripla das médias bem como entre as localidades avaliadas. Desse modo se fixou como fatores os tratamentos herbicidas e intervalos de aplicação e analisou-se os ensaios em conjunto, tendo oito repetições por tratamento herbicida. Quando os fatores foram significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (1949) ($p < 0,05$) com auxílio do programa estatístico SAS/STAT v. 9.1 ($p < 0,05$).

2.3 Resultados e Discussão

Nas primeiras avaliações em estágio inicial de desenvolvimento, fase emergencial e cotiledonar, em ambos os ensaios foi possível visualizar a fitotoxicidade dos herbicidas nas poucas plântulas emergidas. O estande inicial, avaliado aos 14 dias após semeadura (DAS), apresentou redução da média populacional para o intervalo de aplicação de zero dias,

reduzindo a média para 12,86 plantas m^{-1} (Tabela 5). Sendo esse valor abaixo da faixa de recomendação de semeadura para região de Piracicaba – SP, que é de 280 mil plantas ha^{-1} (MONSOY, 2020).

Tabela 5. Avaliação do estande inicial aos 14 dias após a semeadura cv. Monsoy 5917 IPRO. Safra 2020/2021.

Intervalo (DAS)	Herbicida					Média
	Testemunha	2,4 D	Dicamba	Triclopyr	Fluroxypyr	
0	15,18	11,96	11,06	12,56	13,56	12,86 A
5	15,18	15,18	15,25	14,18	14,31	14,82 B
10	13,57	14,50	15,50	15,81	15,12	14,90 B
20	15,18	16,43	14,18	14,43	15,56	15,16 B
30	15,18	16,00	14,43	15,12	15,06	15,16 B
Média	14,86	14,81	14,08	14,42	14,72	14,58
F _{bloco}	0,00**	F _{intervalo}		0,00**		
F _{herbicida}	0,53 ^{ns}	F _{herbicida x intervalo}		0,09 ^{ns}		
CV	15,86					

INTER: intervalo (DAS: dias antes da semeadura); MED: média; CV: coeficiente de variação; T: testemunha; DIC: dicamba; TRI: triclopyr; FLU: fluroxipyr; ^{ns} não significativo pelo teste F ($p > 0,05$). ** significativo pelo teste F ($p < 0,01$); Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, entre locais¹ e maiúscula, na coluna, entre intervalos² não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Herbicidas do grupo químico das auxinas sintéticas – Grupo 04 (HRAC, 2020; HEAP, 2021), apresentam sua estrutura molecular muito semelhante ao hormônio vegetal Acido Indol Acético [AIA], e em baixas concentrações, os herbicidas 2,4-D, dicamba e picloram, podem ser utilizados como reguladores de crescimento celular em cultura de tecidos (JIMÉNEZ, 2005).

Os herbicidas mimetizadores de auxina quando se acoplam aos receptores de membrana, desencadeiam uma série de eventos que marcam seu modo de ação, como a metabolização de ácidos nucleicos e a alteração do padrão da plasticidade nas paredes celulares. Acredita-se que após adentrar a célula vegetal o herbicida estimula as bombas de prótons ATPase, que estão acopladas a membrana celular, bombeando íons H^+ para parede celular ocasionando redução do pH do protoplasma da célula, fazendo com que ocorra afrouxamento das microfibrilas das paredes celulares, aliado a pressão de turgor das células, ocasionam na alongação das células. No campo os sintomas deste grupo químico são observados como epinastia de planta, encarquilhamento de folhas e ramos assim como

crescimento desuniforme do vegetal e em alguns casos a formação de “cupping” nas folhas, e rachadura de cotilédones (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018; UC IPM, 2020).

Em estudo realizado em casa de vegetação com aplicação de 2,4-D (1005 g e.a ha⁻¹) em um solo de textura média (20% de argila), pH em CaCl₂ 4,3 e 1,9% de M.O., com uma lâmina de irrigação de 10mm após semeadura da cultura Silva et al., (2011), verificaram que a germinação da soja V-Max® foi afetada quando o herbicida foi aplicado momentos antes da semeadura. Já nas aplicações com intervalos de 5, 7 e 10 dias antes da semeadura, houve redução da emergência das plantas, porém, não se diferiram estatisticamente da testemunha.

Estudos de Peres-Oliveira et al., (2016), em casa de vegetação com solo de textura média (27,7% de argila) pH em CaCl₂ 5,5 e 2,8 % de M.O., também observaram que a germinação do cultivar TMG 4182, foi afetada quando se realizou as duas operações no mesmo dia, independente da dose testada. Placido et al., (2015), em estudo a nível de campo experimental, observaram que a aplicação de glyphosate + 2,4-D (670 g e.a. ha⁻¹) um dia após a semeadura, não afetou o estande inicial da cultura de soja V-Max®.

Silva et al. (2020) em ensaio conduzido em casa de vegetação com solo de textura argilosa (58% de argila), pH 5,5 e 1,4% de M.O., observaram que o tratamento 2,4-D, aplicados sete dias antes da semeadura, não afetou a germinação do cultivar BMX Delta IPRO, independente do volume de chuva simulado (0, 10, 30, 60, 90mm). Já para o herbicida dicamba (120 e 240 g e.a ha⁻¹), foi observado que a germinação da soja foi afetada mesmo quando simulado precipitações de até 30mm.

Os herbicidas fluroxypyr e triclopyr apresentam uma grande lacuna de informação nos periódicos científicos quanto ao seu potencial de injúrias aos cultivos quando utilizados em dessecação pré-semeadura, muito provavelmente em função de serem utilizados frequentemente apenas em pastagem. Entretanto, com a seleção de novos biótipos de buva (*Conyza sumatrensis* (Retz.) E. H. Walker) cujo mecanismo de resistência é a rápida necrose ao herbicida 2,4-D, a busca por herbicidas alternativas eficazes no controle e seletivos a soja é de suma importância (QUEIROZ, et al., 2020 HEAP, 2021).

O mecanismo de ação dos herbicidas mimetizadores de auxinas é dividido em três grupos químicos registrados para uso no Brasil para dessecação em pré-semeadura da cultura da soja, sendo o ácido benzoico, ácidos fenoxicarboxílicos e ácidos piridincarboxílicos (HRAC, 2020; AGROFIT, 2021). Apesar deste mecanismo de ação apresentar fitointoxicação muito semelhantes entre as moléculas, o nível de injúria e intensidade de intoxicação podem

ser diferenciadas, pois variam de acordo com a dose utilizada, intervalo de tempo da aplicação e de exposição ao herbicida, absorção, translocação, espécie de estudo e estágio fenológico de aplicação (UC IPM, 2020).

Quanto às avaliações de injúrias, foi observado que durante a primeira avaliação, aos 7 DAS, em ambas as áreas, as notas atribuídas aos tratamentos foram bastante desconexas, pois em muitas parcelas as sementes de soja ainda estavam em diferentes processos germinativos. Desse modo não se considerou esta primeira avaliação.

Na avaliação de injúrias aos 14 DAS (Tabela 6), para todos os tratamentos herbicidas avaliados, a redução dos níveis de injúrias foi linear a medida que se aumentou o intervalo de dias entre a aplicação e semeadura da cultura. Entre os tratamentos herbicidas avaliados, as menores injúrias observadas foram ao fluroxypyr, triclopyr, 2,4-D e dicamba. Quanto ao intervalo de aplicação, para os tratamentos 2,4-D e triclopyr, as injúrias abaixo dos 10% somente foram observadas com pelo menos 10 dias de intervalo até a semeadura, enquanto que para o dicamba o mesmo somente foi observado para o intervalo de 30 dias. O tratamento fluroxypyr apresentou níveis de injúrias abaixo dos 10% independentemente do intervalo de aplicação.

Tabela 6. Avaliação de injúria aos 14 dias após a semeadura cv. Monsoy 5917 IPRO. Safra 2020/2021.

Intervalo (DAS)	Herbicida				Média
	24 D	Dicamba	Triclopyr	Fluroxypyr	
0	20,50 bD	21,00 bC	13,75 aC	9,12 aB	16,09 C
5	10,87 abC	13,37 bAB	12,50 bBC	7,25 aAB	11,00 B
10	9,25 aBC	15,75 bBC	9,00 aBC	6,87 aAB	10,22 B
20	5,50 aAB	15,75 bAB	8,25 abAB	4,75 aA	8,56 A
30	4,25 aA	8,50 bA	4,00 aA	4,25 aA	5,25 A
Média	10,07 b	14,87 c	9,50 b	6,45 a	10,22
F _{bloco}	0,02*	F _{local}	0,00 ^{ns}		
F _{herbicida}	0,00 ^{ns}	F _{herbicida x intervalo}		0,03*	
CV	17,98				

DAS: dias antes da semeadura; CV: coeficiente de variação; ^{ns} não significativo pelo teste F ($p > 0,05$). * significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade ($p < 0,01$); médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, e maiúscula, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Em relação ao nível de injúria aos 21 DAS (Tabela 7), de maneira geral as médias não ultrapassaram o conceito aceitável de injúrias (SBCPD, 1995). Para todos os herbicidas estudados, se manteve o padrão de comportamento linear de redução das injúrias à medida que se aumentou o intervalo de dias entre a aplicação e a semeadura. Entre as médias dos tratamentos herbicidas que apresentaram menores injúrias a cultura, está o fluroxypyr, triclopyr, 2,4-D e dicamba, respectivamente.

Entre os tratamentos herbicidas, o fluroxypyr foi o único tratamento que se observou injúria muito leve e leve, independentemente dos intervalos de aplicação. Já para o 2,4-D o conceito de injúria leve, até 10% de fitointoxicação, somente foi observado quando aplicado com intervalo de pelo menos 20 dias da operação de semeadura, 30 dias para o dicamba e 10 dias para o triclopyr. Para as médias dos intervalos de aplicação, houve redução linear dos níveis de injúria a medida que se teve maior intervalo entre as operações.

Tabela 7. Avaliação de injúria aos 21 dias após a semeadura cv. Monsoy 5917 IPRO. Safra 2020/2021.

Intervalo (DAS)	Herbicida				Média
	24 D	Dicamba	Triclopyr	Fluroxypyr	
0	17,71 bD	28,50 cD	10,75 aB	8,37 aB	16,33 D
5	13,62 cdCD	15,87 dBC	10,50 abAB	7,25 aAB	11,81 C
10	11,75 abC	17,37 cC	9,87 abAB	7,37 aAB	11,59 C
20	7,25 abB	10,37 cAB	8,37 abAB	6,87 aAB	8,22 B
30	3,12 aA	8,50 cA	6,62 bcA	4,50 abA	5,69 A
Média	10,69 b	16,12 c	9,22 b	6,87 a	10,73
F _{bloco}	0,00**	F _{local}	0,00**		
F _{herbicida}	0,00**	F _{herbicida x intervalo}	0,00**		
CV	14,90				

DAS: dias antes da semeadura; CV: coeficiente de variação; ^{ns} não significativo pelo teste F ($p > 0,05$). ** significativo pelo teste F a 1 % de probabilidade ($p < 0,01$); médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, e maiúscula, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Francischini et al. (2020) em estudo em casa de vegetação em solo de textura argilosa (47% de argila), pH em CaCl₂ 5,4 e 2,7% de M.O., afim de identificar o melhor manejo químico para soqueira de algodão e o menor efeito *carryover* dos herbicidas a cultura da soja, observaram que para aplicação a zero dias da semeadura, o único tratamento a apresentar menor nota de fitointoxicação aos 14 DAS, consistiu na associação de glyphosate +

saflufenacil + fluroxypyr ($720 \text{ g e.a. ha}^{-1} + 105 \text{ g i.a ha}^{-1} + 400 \text{ g e.a. ha}^{-1}$). Este tratamento demanda um intervalo de segurança desde a aplicação até a semeadura da cultura de 10 dias. Thompson et al., (2007), em ensaio conduzido à campo em 2006 afim de observar a tolerância da soja às aplicações de 2,4-D e dicamba em pré-plantio da cultura, verificaram que as médias de fitointoxicação entre os herbicidas apresentaram variação entre 4 e 17% para os tratamentos aplicados até 14 dias antes da semeadura do cultivar Asgrow 5301 RR. Os autores também observaram que, à medida que a aplicação se aproximou da semeadura, as intoxicações não foram mais severas que os demais períodos. Os mesmos autores observaram, em ensaio conduzido em 2005, que a fitointoxicação causada pelo dicamba foi mais severa, 13%, 38% e 73% para os intervalos de 14, 7 e 0 dias antes da semeadura, respectivamente. Os autores atribuíram essa maior fitointoxicação no ano de 2005 em função do menor volume hídrico durante a condução do experimento.

Coffman et al., (1993), afim de obter informações relacionadas a persistência do fluroxypyr no ambiente e determinação do período de segurança, quando aplicado em pré-semeadura do trigo, milho, quiabo e batata, realizaram estudo a campo onde aplicaram 1.632, 3.216 e 4.848 g e.a ha⁻¹ em um solo de pH 6,3 e 2% de M.O. Observaram que para a menor dose estudada o herbicida apresentou seletividade para o trigo, milho e quiabo depois de oito dias após aplicação e para a cultura da batata 47 dias após aplicação. Um ano após a aplicação, todas as doses do herbicida foram seletivas para todas as culturas.

Também em ensaio a campo com objetivo de aferir a seletividade de herbicidas em diferentes híbridos de sorgo, Takano et al., (2016), observaram que em pós-emergência da cultura e das plantas daninhas o fluroxypyr ($100 \text{ g e.a. ha}^{-1}$) apresentou um bom desempenho no controle das plantas daninhas e resultou em baixa intoxicação dos híbridos, tanto em aplicação isolada quanto em mistura.

Apesar do baixo nível de injúria constatado na fase inicial da cultura os tratamentos expressaram interferência quanto ao estande final (Tabela 8), onde se observou redução na média dos herbicidas para aplicação a zero dias. Dentre os herbicidas estudado, o fluroxypyr foi o único que não teve variação das médias independente do intervalo de aplicação. O dicamba quando aplicado a zero dias da semeadura, foi o único tratamento que a média se diferiu estatisticamente da testemunha. A partir do intervalo de 5 dias, as médias dos tratamentos não apresentaram mais variação estatística entre sim bem como entre os demais intervalos.

Tabela 8. Avaliação do estande final do cv. Monsoy 5917 IPRO em pré-colheita. Safra 2020/2021.

Intervalo (DAS)	Herbicida					Média
	Testemunha	2,4 D	Dicamba	Triclopyr	Fluroxypyr	
0	13,37 bA	9,06 abA	7,50 aA	9,43 abA	11,81 bcA	10,23 A
5	14,18 aA	13,93 aB	14,06 aB	11,75 aAB	12,62 aA	13,31 B
10	12,37 aA	13,81 aB	13,12 aB	13,93 aB	12,75 aA	13,20 B
20	13,43 aA	11,31 aAB	13,43 aB	12,37 aAB	13,31 aA	12,77 B
30	13,68 aA	13,25 aB	12,31 aB	12,75 aB	13,31 aA	13,06 B
Média	13,41	12,27	12,08	12,05	12,76	12,51
F _{bloco}	0,00**	F _{intervalo}		0,00**		
F _{herbicida}	0,06 ^{ns}	F _{herbicida x intervalo}		0,00**		
CV	18,09					

DAS: dias antes da semeadura; CV: coeficiente de variação; ^{ns} não significativo pelo teste F ($p > 0,05$). ** significativo pelo teste F a 1 % de probabilidade ($p < 0,01$); médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, e maiúscula, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Quanto à altura das plantas, também avaliada em pré-colheita, não se observou diferença estatística entre os tratamentos herbicidas bem como entre os intervalos de aplicação (Tabela 9).

Tabela 9. Altura final do cv. Monsoy 5917 IPRO em pré-colheita. Safra 2020/2021.

Intervalo (DAS)	Herbicida					Média
	Testemunha	2,4 D	Dicamba	Triclopyr	Fluroxypyr	
0	90,51	83,47	87,02	85,77	90,01	87,36
5	89,08	89,67	91,18	86,36	88,68	88,99
10	86,98	88,15	87,31	100,15	84,91	89,5
20	82,95	87,96	88,86	86,12	86,91	86,56
30	98,31	89,97	98,96	88,68	88,51	92,89
Média	89,57	87,84	90,67	89,42	87,8	89,06
F _{bloco}	0,00**	F _{local}		0,20 ^{ns}		
F _{herbicida}	0,82 ^{ns}	F _{herbicida x intervalo}		0,54 ^{ns}		
CV	14,24					

DAS: dias antes da semeadura; CV: coeficiente de variação; ^{ns} não significativo pelo teste F ($p > 0,05$). ** significativo pelo teste F a 1 % de probabilidade ($p < 0,01$).

Para variável massa de 1000 grãos (g) (M 1000), apenas se observou variação das médias quanto ao intervalo de aplicação, onde a média de M 1000 para o intervalo zero dias foi superior as demais. Essa variação na média pode estar relacionada a ocorrência de grãos

verdes no momento da colheita, pois mesmo não havendo diferença estatística entre os intervalos para os tratamentos herbicidas, é perceptível uma redução na massa de todos os tratamentos a medida que se estendeu o período de aplicação e semeadura.

Tabela 10. Massa de 1000 grãos (M1000) do cv. Monsoy 5917 IPRO em pré-colheita. Safra 2020/2021.

Intervalo (DAS)	Herbicida					Média
	Testemunha	24 D	Dicamba	Triclopyr	Fluroxypyr	
0	147,33	153,84	161,61	153,82	150,4	153,4 B
5	147,33	150,32	149,04	153,06	148,06	149,562 AB
10	147,33	149,76	148,44	152,28	146,64	148,89 A
20	147,33	147,31	146,37	148,98	146,7	147,338 A
30	147,33	148,01	147,32	148,86	149,31	148,166 A
Média	147,33	149,848	150,556	151,40	148,222	149,4712
F _{bloco}	000**	F _{local}		0,00**		
F _{herbicida}	0,06 ^{ns}	F _{herbicida x intervalo}		0,34 ^{ns}		
CV	4,60					

DAS: dias antes da semeadura; CV: coeficiente de variação; ^{ns} não significativo pelo teste F ($p > 0,05$). ** significativo pelo teste F a 1 % de probabilidade ($p < 0,01$); médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Para variável produtividade final (Tabela 11) foi observado que para aplicação de dicamba, com intervalo de zero dias da semeadura, houve redução da produtividade de soja de maneira bastante expressiva em relação a testemunha do intervalo bem como entre os demais tratamentos herbicidas. Entre as médias produtiva dos intervalos de aplicação, o intervalo de aplicação zero dias, apresentou menores produtividades de soja.

Tabela 11. Produtividade final (Kg ha^{-1}) do cv. Monsoy 5917 IPRO exposto aos tratamentos herbicidas em diferentes épocas de aplicação em pré-semeadura. Safra 2020/2021.

Intervalo (DAS)	Herbicida					Média
	Testemunha	24 D	Dicamba	Triclopyr	Fluroxypyr	
0	3999,49 aA	3756,63 aA	2874,36 bB	4049,77 aA	3974,57 aA	3130,96 B
5	3999,49 aA	4114,67 aA	4309,82 aA	4288,92 aA	3857,71 aA	4114,12 AB
10	3999,49 aA	4244,80 aA	4200,59 aA	4406,55 aA	4068,90 aA	4184,07 A
20	3999,49 aA	3836,72 aA	4657,72 aA	4327,59 aA	3845,69 aA	4133,44 A
30	3999,49 aA	4033,82 aA	3949,45 aA	4097,11 aA	3863,17 aA	3988,61 AB
Média	3399,49	3997,33	3998,39	4233,99	3922,01	4030,24
F _{bloco}	000**	F _{intervalo}		0,01**		
F _{herbicida}	0,23 ^{ns}	F _{herbicida x intervalo}		0,03*		
CV	15,76					

DAS: dias antes da semeadura; CV: coeficiente de variação; ^{ns} não significativo pelo teste F ($p > 0,05$). ** significativo pelo teste F a 1 % de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade ($p < 0,01$); médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, e maiúscula, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Thompson et al., (2007), não constataram redução na produtividade final em ambos os anos de condução do ensaio para os períodos de aplicação de 7, 14 e 21 dias antes da semeadura. Entretanto, o tratamento dicamba aplicado a zero dia da semeadura, apresentou uma expressiva redução em comparação à testemunha. Wilson e Worsham (1988), observaram que o controle das plantas daninhas eudicotiledôneas foi mais efetivo quando tratadas com 2,4-D isolado ou em mistura ao glyphosate e paraquat. Quando aplicados zero dia da semeadura da cultura, os tratamentos contendo o herbicidas 2,4-D reduziram as produtividades final da lavoura, porém ainda assim se mantiveram acima das médias dos tratamentos onde não se realizou o manejo das espécies infestantes.

Price et al., (2020) não observaram perdas de produtividades no algodoeiro quando semeados em intervalo de três semanas após aplicação dos herbicidas 2,4-D e dicamba, tanto em 2016 quanto em 2017. Quando a semeadura ocorreu no mesmo dia da aplicação dos herbicidas, os autores observaram que o herbicida dicamba causou maior redução do estande inicial e redução no peso das plantas da cultura.

Sperry et al., (2017) ao estudarem a seletividade da cultura do gergelim a dessecação com herbicidas mimetizadores de auxina em pré-semeadura, observaram que a cultura apresenta maior tolerância ao herbicida 2,4-D do que ao dicamba. No entanto, indiferente das doses dos herbicidas testados, quando aplicados cinco e zero dias da semeadura, houve redução do estande inicial, e a produtividade final foi afetada em todos tratamentos, aplicados

no dia da semeadura, na dose 1,12 kg e.a. ha⁻¹ e dicamba aplicado a cinco dias antes da semeadura. Dessa maneira, os autores concluíram que o gergelim é mais tolerante que a cultura da soja e algodão aos herbicidas 2,4-D e dicamba, e que a cultura demanda um menor intervalo de segurança entre o manejo de dessecação e semeadura.

Os resultados obtidos no presente estudo mostram que para alguns componentes agronômicos o período de carência entre a aplicação de herbicidas do grupo químico das auxinas sintéticas e semeadura da cultura da soja, são variáveis de acordo com o ingrediente ativo utilizado no manejo de dessecação em pré-semeadura da cultura.

Quanto ao rendimento final da lavoura, o estudo mostrou que para dose utilizado nesta pesquisa, com a exceção do dicamba, todos os demais herbicidas, mesmo quando aplicado no mesmo dia da semeadura, não afetaram a produtividade final da soja cultivar M5917 IPRO, devido as inúmeras reações físico-químicas que ocorre com o herbicida em contato com a palhada ou solo, como a volatilização ou a degradação microbiológica do ingrediente ativo a concentrações não fitotóxico a cultura (KAH, et al., 2007; OLIVEIRA & BRIGHENTI, 2011).

O herbicida 2,4-D (Aminol[®]), é pertencente ao grupo químico dos ácidos fenoxicarboxílicos, possui registro para cultura da soja convencional e RR apenas para dessecação pré-plantio, na dose de 1 a 1,5 L do pc ha⁻¹ (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018; ADAPAR, 2020; AGROFIT, 2020).

A dinâmica de herbicidas no ambiente se dá em função das suas características físico-químicas, propriedades do solo e pelas condições climáticas (Mancuso et al., 2011). A degradação do ingrediente ativo à sua forma ácida se dá principalmente pelos microrganismos do solo (Kah, et al., 2007), sendo influenciado pela temperatura e umidade do solo, por apresentar um pKa = 2,8 (ácido fraco) sua sorção e dessorção é influenciada pelo teor de matéria orgânica e pH da solução do solo (Gervais et al., 2008; OZBAY, 2017).

A persistência do 2,4-D no solo é baixa, tempo de meia vida (T_{1/2}) é de 10 dias, entretanto, sua retenção é mais expressiva em solos com alto teor de carbono (Ozby, et al., 2018). As perdas por volatilização (pressão de vapor de 1,9 x 10⁻⁵ Pa à 25°C) são baixas quando respeitadas as condições ideais de aplicação e a fotodegradação corresponde a pequena fração de perda do ingrediente ativo. A absorção pelos vegetais se dá tanto via foliar quanto radicular, sendo sua translocação apossimplástica, atingindo as regiões meristemáticas do caule e raiz (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018).

Com base nas características físico-químicas, a molécula 2,4-D apresenta potencial de lixiviação e baixa adsorção pela palhada, pois apresenta uma solubilidade em água moderada (900 ppm) e baixa bioacumulação no ambiente em função da sua baixa lipofilicidade (Log Kow = -0,82 a 20°C e pH 7,0) (Mancuso et al., 2011; Lewis et al.; 2016).

O grupo químico do ácido benzoico tem como representante o herbicida dicamba (Atectra®), registrado para dessecação em pós-emergência das plantas daninhas em pré-semeadura da cultura da soja não tolerante, na dose de 0,6 a 1 litro do p.c ha⁻¹ (ADAPAR, 2018). Este herbicida apresenta um valor de pKa = 1,87 (ácido forte) fazendo com que o mesmo permaneça, neste pH de solo, na sua forma aniônica, e somado a sua alta solubilidade em água (4500mg L⁻¹ à 25°C), seu baixo potencial de bioacumulação (Log Kow = -0,55 em pH = 5) e seu baixa adsorção a argila e matéria orgânica do solo (Koc = 2 mg g⁻¹) podem favorecer a disponibilidade do herbicida à solução do solo, apresentando atividade residual e efeito *carryover*, além de favorecer a lixiviação do ingrediente ativo no perfil do solo, principalmente em solos com baixo teor de carbono (GROOVER, 1977; RODRIGUES & ALMEIDA, 2018; FRANCISCHINI, ET AL., 2020).

Quando depositado ao solo sua persistência no ambiente é baixa tendo como tempo de meia vida (T_{1/2}) de 14 dias. Sua degradação se dá principalmente via microrganismos em processos de demetilação, hidroxilação e de cloração da molécula (Rodrigues e Almeida, 2018; Lewis et al., 2016). Smith (1974), observou que a degradação de ¹⁴C-dicamba em solo esterilizado foi superior a 9 semanas, sugerindo que a maior porcentagem de degradação do herbicida ocorre devido à ação dos microrganismos presente no solo. A perda por volatilização pode ser bastante expressiva se não respeitado as condições ideais de aplicação recomendado pelo fabricante, pois se trata de um herbicida medianamente volátil (pressão de vapor de 4,5 x 10⁻³ Pa à 25°C) (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018).

Em estudo de lixiviação em solos com diferentes teores de matéria orgânica com os herbicidas ¹⁴C-2,4-D e ¹⁴C-dicamba, o volume de precipitação necessário para lixiviação do herbicida a 10cm de profundidade, variou de 95 a 46 mm para o dicamba e 557 a 71 mm para o 2,4-D, sendo que para solos mais pesados, há necessidade de maiores volumes de água em ambos os herbicidas (GROOVER, 1977).

Dessa maneira a precipitação acumulada antes e após a semeadura (Tabela 12) pode ter causado a lixiviação dos ingredientes ativos, para regiões abaixo da zona radicular de absorção, além da diluição dos herbicidas à níveis não tóxicos para a cultura.

Tabela 12. Precipitação acumulada entre aplicação dos tratamentos e a semeadura, bem como do desenvolvimento inicial da cultura da soja.

	DIAS ANTES DA SEMEADURA					DIAS APÓS SEMEADURA
	30	20	10	5	0	10
Precipitação (mm) Araras	119,8	101,4	94,7	82,6	5,6	10,5
Precipitação (mm) Piracicaba	204,2	121,2	69,9	37,9	0,3	36,6

Já o grupo químico dos ácidos piridiniloxialcanoicos, neste estudo possui dois representantes, fluroxypyr (Starane 200®) e o triclopyr (Triclon®). O primeiro herbicida, está em registro para uso em pastagem nas doses de 0,25 a 2 L do p.c ha⁻¹ (Rodrigues e Almeida, 2018; ADAPAR, 2019), no entanto, com a expansão das áreas cultivada com soja sob as pastagens degradadas, torna-se importante o conhecimento sobre a tolerância da soja ao herbicida (Balbinot Junior, 2020). Suas características físico-químicas, pKa = 3,04 (ácido fraco) faz com que o herbicida se encontre na forma aniônica no solo, junto a sua alta solubilidade em água (4000mg L⁻¹) e sua baixa lipoficidade (Log Kow = -1,5 em pH = 7), mas que apresenta uma moderada afinidade a matéria orgânica (Koc = 39 a 71 mg L⁻¹) sugerem que o herbicida apresente mobilidade no perfil do solo, no entanto, sua mobilidade é inversamente proporcional aos teores de carbono e argila no solo. Suas perdas por volatilização (pressão de vapor de 5 x 10⁻⁵ Pa à 25°C), hidrólise e fotodegradação são insignificantes, tendo como principal rota de degradação a microbiana. Sua persistência no campo sofre grande variação (T_{1/2} = 11 a 38 dias) em solo dos Estados Unidos (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018; AGROFIT, 2020).

Halima et al., (2016) em estudos sobre a persistência e lixiviação do herbicida fluroxypyr, fizeram uso de um solo oriundo de uma lavoura de dendê da Malásia, de textura argilosa (52,2% de argila), pH 4,5 e 1,89% de M.O. O herbicida foi detectado apenas nos tratamentos avaliados a zero, um e cinco dias após a aplicação. Muhamad et al., (2010), em estudo com solo de mesma localidade e característica físico-química, objetivaram quantificar a persistência e lixiviação do herbicida fluroxypyr no solo em época úmida e seca. Na estação úmida os autores não identificaram o ingrediente ativo no solo, cinco dias após a aplicação, mesmo quando aplicado o dobro da dose recomendado, em nenhuma dos perfis estudado. Já para época de seca na dose de trabalho recomendada, os autores identificaram apenas resíduo

do produto no tratamento aplicado 1 dias antes da avaliação, e para o dobro da dose a presença do ativo foi identificado mesmo quando aplicado cinco dias antes da avaliação de maneira homogênea nos cinco perfis de solo avaliado, enquanto aos sete dias após a aplicação, em nenhuma das doses e perfil estudado, foi identificado resíduo do produto.

Já a molécula triclopyr, no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), está registrado para o uso em pastagem na dose de 1,5 a 2 L do p.c ha⁻¹ e para dessecação em pré-plantio da soja objetivando a destruição de soqueira de algodão em aplicação sequencial na dose de 1,25 a 2 L do p.c ha⁻¹, bem como para o manejo da buva em aplicação única na dose de 1,5 a 5L do p.c ha⁻¹ (Rodrigues e Almeida, 2018; ADAPAR, 2019). A formulação éster butoxietílico, testado neste estudo, apresenta uma solubilidade de moderada à alta em água (430 mg L⁻¹ à 25°C), pKa = 2,68 (ácido fraco), o qual predomina no solo sua forma aniônica, sua lipoficidade é alta (Kow = 2,64 em pH 5) junto a sua afinidade por matéria orgânica Koc = 780 mg g⁻¹, indicam que há um moderado bioacúmulo do ingrediente ativo no solo, apresentado baixa mobilidade no solo, estando diretamente relacionado aos teores de carbono e argila no solo. Sua perda nos sistemas por fotodegradação é bastante rápida quando em água à 25°C apresentando uma meia vida T_{1/2} = 10 horas, sua volatilização é desprezível (pressão de vapor de 1,6 x 10⁻⁴ Pa à 25°C), sua degradação se dá principalmente por microrganismos. Já sua persistência no solo é dependente das características físico-químicas do solo (T_{1/2} = 10 a 46 dias) (Rodrigues e Almeida, 2018; AGROFIT, 2020).

Diante do exposto, acredita-se que o volume de precipitação acumulado em ambas as áreas, antes e após a semeadura da soja (Tabela 12), aliada a textura dos solos, foram satisfatórios para reduzir a concentração inicial das moléculas herbicidas a níveis que causassem injúrias de conceito aceitável (abaixo de 30%) no período inicial de desenvolvimento da cultura, não afetando a produtividade do cultivar Monsoy 5917 IPRO.

2.4 Conclusão

A aplicação dos herbicidas 2,4-D (1050g e.a. ha⁻¹), triclopyr (720 g e.a. ha⁻¹) e fluroxypyr (180g e.a. ha⁻¹) nos intervalos 30, 20, 10, 5 e 0 dias antes da semeadura da cultura da soja, levaram a níveis de injúrias menores a 20%, durante a fase inicial de desenvolvimento da cultura, não afetando a produtividade final. Com exceção do tratamento dicamba na dose

de 288 g e.a. ha⁻¹, que apresentou injúrias próximo aos 30% e reduziu a produtividade consideravelmente para o intervalo de aplicação de zero dias, “aplique-plante”.

O herbicida fluroxypyr foi o único a não apresentar injúrias superiores a 10% em nenhum dos intervalos de aplicação estudados, bem como não causou a redução do estande inicial e final da cultura, sendo seguro mesmo em aplique plante. Enquanto que os demais tratamentos herbicidas apresentaram maiores injúrias a cultura, mesmo que alguns tratamentos não reduziram a produtividade, devem ser posicionados com maiores precauções, principalmente o herbicida dicamba.

Referências

AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO PARANÁ (Adapar). AMINOL 806. 2020. Disponível em: <https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2020-10/aminol806_191020.pdf>. Acesso em: 10 Ago. 2021.

AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO PARANÁ (Adapar). ATECTRA. 2018. Disponível em: <https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2020-10/atectra.pdf>. Acesso em: 10 Ago. 2021.

AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO PARANÁ (Adapar). FLUROXYPYR. 2019. Disponível em: <https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2020-10/starane2000620.pdf>. Acesso em: 10 Ago. 2021.

AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO PARANÁ (Adapar). FLUROXYPYR. 2019. Disponível em: <https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2020-10/triclon3010.pdf>. Acesso em: 10 Ago. 2021.

AGROFIT - SISTEMAS DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 10 Ago. 2021.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Soja em sistema Integração Lavoura-Pecuária. In: SEIXAS, C. D. S.; NEUMAIER, N.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. de C. (Ed.). **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 17)

Coffman, C. B., Frank, J. R., & Potts, W. E. Crop Responses to Hexazinone, Imazapyr, Tebuthiuron, and Triclopyr. **Weed Technology**. V. 7e(01). P. 140 – 145. 1993.

Comfort, S. D., Inskip, W. P., & Macur, R. E. Degradation and Transport of Dicamba in a Clay Soil. **Journal of Environment Quality**, v. 21(4), p. 653, 1992.

Companhia de Abastecimento Nacional [CONAB]. Acompanhamento da safra brasileira, safra 2020/2021 – sexto levantamento. Brasília, DF: CONAB, mar. 2021

Constantin, J.; Oliveira Jr., R.S. Dessecação antecedendo a semeadura direta pode afetar a produtividade. **Informações Agronômicas Potafós**, n. 109, p.14-15, 2005.

Danilussi, M. T. Y., Albrecht, A. J. P., Albrecht, L. P., Lorenzetti, J. B., Bauer, F. E., & Barroso, A. A. M. Redução da produtividade e nível de dano econômico de *Digitaria insularis* em soja. **In Anais do Congresso Brasileiro de Fitossanidade**, 2019, Curitiba, v. 5, n. 1.

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

Francischini AC, Constantin J, Matte WD, Oliveira Jr RS, Machado FG, Morota FK. Carryover herbicides used in cotton stalk control on the soybean in succession. **Planta Daninha**. v.38, 2020.

Foloni, L. L. **O herbicida 2,4-D: Uma visão geral**.1º edição. Ribeirão Preto, SP: LabCom Comunicação Total, 2016.

Fleck, N. G., & Candemil, C. R. G. Interferência de plantas daninhas na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Ciência Rural**, v. 25, pág. 27–32, 1995.

Friesen, H. The Movement and Persistence of Dicamba in Soil. **Weeds**, v. 13, p. 30-33, 1965.

Gervais, J.; Luukinen, B.; Buhl, K.; Stone, D. 2,4-D Technical Fact Sheet. **National Pesticide Information Center**. Oregon State University Extension Services, 2008. Disponível em <<http://npic.orst.edu/factsheets/archive/2,4-DTech.html#prop>>. Acessado em: 20 Ago. 2020.

Grover, R. Mobility of Dicamba, Picloram and 2,4-D in Soil Columns. **Weed Science**, v. 25, p. 159–162, 1977.

Halimah, M. et al. Dissipation of fluroxypyr in a Malaysian agricultural soil with simulation using the PERSIST and VARLEACH model. **Journal of Oil Palm Research**. v. 28, p. 26 – 33, 2016.

Heap, I. The International Herbicide-Resistant Weed Database. Disponível em: <http://www.weedscience.org/Home.aspx>>. Acessado em: 9 Nov. 2021.

HRAC. **Mode of Action Classification**. 2020. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/Pages/HRACHerbicidePoster2020.pdf>>. Acesso em: 18 Ago. 2021.

Jacoby, P. W., Meadors, C. H., & Clark, L. E. Effects of Triclopyr, Clopyralid, and Picloram on Growth and Production of Cotton. **Journal of Production Agriculture**. v. 3, p. 297–301, 1990.

Jiménez, V. M. Involvement of Plant Hormones and Plant Growth Regulators on in vitro Somatic Embryogenesis. **Plant Growth Regulation**. v. 47, p. 91–110, 2005.

Kah, M., Beulke, S., Brown, C. D. Factors Influencing Degradation of Pesticides in Soil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 55, p. 4487–4492, 2007.

Kesoju, S. R., Boydston, R. A., & Greene, S. L. Effect of Synthetic Auxin Herbicides on Seed Development and Viability in Genetically Engineered Glyphosate-Resistant Alfalfa. **Weed Technology**, v. 30, p. 860 – 868, (2016).

Lorenzetti, J. B., Albrecht, L. P., Albrecht, A. J. P., Danilussi, M. T. Y., Marchi, C. S., & Barroso, A. A. M. (2019, December). Interferência e nível de dano econômico de Conyza spp. em cultivar de soja Monsoy 6210 IPRO. **In Anais do Congresso Brasileiro de Fitossanidade**, 2019, Curitiba, v. 5, n, 1.

Lewis, K.A., Tzilivakis, J., Warner, D. and Green, A. An international database for pesticide risk assessments and management. **Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal**, v. 22, p. 1050-1064, 2016.

Muhamad, H., Mat, N., Sahid, I., & Ai, T. Y.. Determination of Fluroxypyr-MHE in Clay Soil during Dry and Wet Season. **Journal Of Agrobiotechnology**, v. 1, p. 59-68, 2011.

Mancuso, N. A., Negrisoni E., Perim, L. Efeito residual de herbicidas no solo (“*Carryover*”). **Revista Brasileira de Herbicidas**. v. 10, n. 2, p. 151 – 164, 2011.

Maria, A. P.-O., Edna, M. B.-S., Geovana, E. de S., Vinicius, M. da S., & Elizete, C. D. S. V. Residual effect of herbicides 2,4-D and Glyphosate on soybeans in a Brazilian Cerrado Ultisol. **African Journal of Agricultural Research**, 11(40), p. 4031–4038, 2016.

MONSOY. **Semeadura e população: época de semeadura e população de plantas**. 2020. Disponível em: <<https://www.monsoy.com.br/pt-br/variedades/epocadesemeaduraepopulacaodeplantas.html>>. Acesso em: 01 Ago. 2020.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S. Introdução ao controle químico. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011.

Oliveira Jr., R.S. et al. Interação entre sistemas de manejo e de controle de plantas daninhas em pós-emergência afetando o desenvolvimento e a produtividade da soja. **Planta Daninha**. v. 24, n. 4, pág. 721-732, 2006.

OLIVEIRA, M. F., BRIGHENTI, A. M. Comportamento de herbicidas no ambiente. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011.

Ozbay, B., Akyol, N. H., Akyol, G., & Ozbay, I. Sorption and desorption behaviours of 2,4-D and glyphosate in calcareous soil from Antalya, Turkey. **Water and Environment Journal**, v. 32, p. 141–148, 2017.

Placido, H. F., Albrecht, L. P., Krenchinski, F. H., Albrecht, A. J. P., Kober, A. H. C., Tessele, A., Lorenzetti, J. B. Disiccants application season in pre-emergence in conventional soybeans. **Revista Brasileira de Herbicidas**. V. 14, n. 2, p. 93-102, 2015.

Peres-Oliveira, M. A., Bonfim-Silva, E. M., Sousa, G. E., Silva, V. M., Vieira, E. C. S. Residual effect of herbicide 2,4-D and glyphosate on soybeans in Brazilian Cerrado Ultisol. **Academic Journals**. v. 11, n. 40, p. 4031-4038, 2016.

Peterson, M., McMaster, S., Riechers, D., Skelton, J., & Stahlman, P. 2,4-D Past, Present, and Future: A Review. **Weed Technology**. v.30, p. 303-345, 2016.

Price K, Li X, Leon RG, Price A. Cotton response to preplant applications of 2,4-D or dicamba. **Weed Technology**. v. 34, p. 96–100, 2020.

Procópio, S. O., Pires, F. R., Menezes, C. C. E., Barroso, A. L. L., Moraes, R. V., Silva, M. V. V., ... Carmo, M. L. Efeitos de dessecantes no controle de plantas daninhas na cultura da soja. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, . 193–197, 2006.

Price K, Li X, Leon RG, Price A. Cotton response to preplant applications of 2,4-D or dicamba. **Weed Technology**. v. 34, p. 96–100, 2020.

Queiroz, A., Delatorre, C., Lucio, F., Rossi, C., Zobiolo, L., & Merotto, A. Rapid necrosis: A novel plant resistance mechanism to 2,4-D. *Weed Science*, v. 68, p. 6-18, 2020.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S Guia de Herbicidas – 7ª edição, Londrina 2018.

Silva, D. R.O., Cuchi, M. L., Silva, A. A. A., Novelho, B. D’P., Basso, C. J. Simulated rainfall following the preplant application of 2,4-D and dicamba in soybean. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 50, 2020.

SILVA, F. M. L., CAVALIERI, S. D., JOSÉ, A. R. S., ULLOA, S. M., VELINI, E. D. Atividade residual de 2,4-D sobre a emergência de soja em solos com texturas distintas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 1, p. 29-36, 2011.

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

Smith, A. E. Breakdown of the herbicide dicamba and its degradation product 3,6-dichlorosalicylic acid in prairie soils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 22, n. 4, p. 601–605, 1974.

Sperry, B. P., Ferrel, J. A., Leon, R. G., Rowland, D. L., Mulvaney, M. J., Dias, J. L. C. S. Sesame tolerance to preplant applications of 2,4-D and dicamba. **Weed Technology**. v. 31, p. 590-598, 2017.

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. Effect of 2,4-D addition to glyphosate for difficult control weeds species. **Revista Brasileira de Herbicidas**. v. 12, n. 1, p. 1-13, 2013.

Takano, H. K., Rubin, R. D. S., Marques, L. H., Tronquini, S. M., Fadin, D. A., Kalsing, A., Neves, A., Pupim Junior, O. Potential use of herbicides in different sorghum hybrids. **African Journal of Agricultural Research**. v. 11, p. 2277–2285, 2016.

Thompson, M. A., Steckel, L. E., Ellis, A. T., Mueller, T. C. Soybean tolerance to early preplant applications of 2,4-D ester, 2,4-D amine and dicamba. **Weed technology**. v. 21, p. 882-885, 2007.

UC IPM - UNIVERSITY OF CALIFORNIA - INTEGRATED PEST MANAGEMENT PROGRAM. **Synthetic Auxins**. 2020. Disponível em: <http://herbicidesymptoms.ipm.ucanr.edu/MOA/Synthetic_Auxins/>. Acesso em: 01 Ago. 2021.

Wilson, J. S., & Worsham, A. D. Combinations of Nonselective Herbicides for Difficult to Control Weeds in No-Till Corn, Zea mays, and Soybeans, Glycine max. **Weed Science**. v. 36, p. 648–652, 1988.

3 EFEITO DE SOLO DE HERBICIDAS AUXÍNICOS ASSOCIADOS AO GLYPHOSATE NA QUALIDADE BIOQUÍMICA E FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE SOJA

Resumo

Na safra 2020/2021 o Brasil foi o maior produtor e exportador do grão de soja. Inúmeros são os fatores que corroboraram para que esse feito fosse alcançado. Dentre eles, a qualidade fisiológica e bioquímica das sementes é sem dúvida um dos fatores primordiais, pois é nela que está toda biotecnologia que se deseja em uma lavoura. A otimização dos recursos utilizados ao longo do cultivo, só é possível na presença de plântulas vigorosas e bem instaladas. Estudos que avaliam a qualidade fisiológica e bioquímicas de sementes de soja quando submetidos ao manejo de dessecação em pré-semeadura com herbicidas auxínicos são escassos na literatura. Desse modo o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica e bioquímica das sementes de soja submetidas a diferentes herbicidas auxínicos em diferentes períodos de aplicação em dessecação pré-plantio. O delineamento utilizado para avaliar a qualidade fisiológica das sementes, por meio da germinação, foi o inteiramente casualizados com quatro repetição de 50 sementes. Já para o teste bioquímico de condutividade elétrica utilizou-se duas amostras de 50 sementes cada. Para ambos os testes os valores foram submetidos a análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$), quando significativos as medias forma comparadas pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Os tratamentos herbicidas não afetaram a qualidade fisiológica e bioquímica das sementes de soja, independentemente do período de aplicação.

Palavras-chave: Vigor, plântulas normais, germinação, dessecação pré-plantio, *Glycine max* (L.) Merrill

Abstract

In the harvest 2020/2021 to Brazil was the most bigger producer and export do soybean grains. Many factors are cooperating for this happen. In especially the physiological and biochemistry seeds quality there is no doubts it is the mains facto for high production, because it's the seed who carries the biotechnology to expect in the tillage. The agricultural inputs optimization along the crop growth, its just occurs if the plants are vigorous and healthful. Research that to evaluate the physiological and biochemical seeds quality whose come from at pré-planting burndown with auxinic herbicide are not found in scientific journals. Thus this present study aims to evaluate the physiological and biochemical seeds quality that was exposed to burndown with auxinic herbicide at different spray time before sowing. The experimental design for germination test was entirely randomized containing four repetitions with fifty seeds per treatments. For the biochemical test, electric conductivity test, was used two sample with fifty seeds per treatments. For both test the value were compared by F test ($p < 0,05$), if average is significant was compared by Tukey test ($p < 0,05$). The herbicide treatment didn't affect the physiological and biochemistry seeds quality, indifferent the spray time application.

Keywords: Vigor, normal plants, germination, pré-planting burndown, *Glycine max* (L.) Merrill

3.1 Introdução

A safra 20/21 ficou registrada na história da produção agrícola brasileira de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], pois o Brasil liderou a produção e exportador do grão da oleaginosa no mundo. Na safra desse mesmo ano a cultura ocupou mais de 40 milhões hectares, e atingiu produtividade média de 3.016 kg ha⁻¹, apresentando uma queda de 14,4% em relação à safra 2020/21 (Companhia Nacional de Abastecimento [CONAB], 2021).

Inúmeros são os manejos e tecnologias envolvidas para que essa marca fosse atingida. Porém, para otimização desses recursos citados, a necessidade de uma plântula bem formada e vigorosa é fundamental (Krzyzanowski e França-Neto, 2001). Para isso a qualidade da semente é um dos fatores primordiais para uma lavoura produtiva e economicamente rentável. De acordo com a Abrasem (2021), na safra 19/20 foram produzidas 3.817.540 toneladas de sementes de soja numa área de 36.949 mil hectares, tendo como taxa de aproveitamento 67% da produção.

O grande avanço dos pacotes tecnológicos da cultura nos últimos anos tem sido o propulsor para que se atingisse essas médias. Como exemplo está a utilização da biotecnologia com o melhoramento genético dos cultivares, aumento do potencial produtivo da cultura, indução a tolerância a seca, resistência a insetos e doenças, e tolerância a herbicidas (Missio e Grange, 2013). Neste sentido, as qualidades fisiológicas e biológicas das sementes devem ser preservadas, para que melhor expressem essas características, entregando boa germinação, plântulas vigorosas e sadias.

A deterioração da semente resulta em plântulas anormais, e são causadas por alterações físicas, fisiológicas e bioquímicas ao longo do seu ciclo de vida como: armazenamento inadequado, ataque de pragas e patógenos durante o armazenamento, danos mecânicos tanto na colheita quanto no transporte e beneficiamento, tratamento da semente e até mesmo durante o plantio (Krzyzanowski e França-Neto, 2001). Também ainda em condição a campo quando estas ainda encontram-se nas plantas “mãe”, e são expostas a estresses por umidade, pragas e patógenos e até mesmo pelo manejo com defensivos químicos.

Nesse contexto, o manejo desde a dessecação pré-semeadura da lavoura com finalidade de semente até sua colheita o manejo pode afetar a qualidade do produto final. Silva et al. (2018), ao estudarem o efeito de deriva de 2,4-D e dicamba em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura da soja, na simulação de deriva com dose de 41,5g e.a h⁻¹ de 2,4-D a redução no vigor das sementes foi de 8%, enquanto que com o dicamba a 29,8 g e.a

ha⁻¹ a redução foi de 19% quando aplicado em R2. Já em dessecação em pré-colheita Daltron et al. (2010), observaram que a dessecação via glyphosate afetou a qualidade das sementes causando fitointoxicação e má formação do sistema radicular dos cultivares Conquista, Tucunaré e Pintado. Guimarães et al. (2012), verificaram que a dessecação tanto em R6 quanto em R7.2 com glufosinato de amônio reduziu o percentual de germinação da soja. Botelho et al. (2016) também observaram que a dessecação com glufosinato de amônia apresenta maior efeito negativo à qualidade das sementes de soja.

Os testes de análise da qualidade fisiológica e bioquímica das sementes são bastantes variáveis. Usualmente, são realizados testes de germinação em ambiente controlado e de vigor por meio do envelhecimento acelerado, tetrazólio e condutividade elétrica.

O teste de germinação tem como principal função estimar a porcentagem máxima de germinação de um lote de semente, sendo conduzido em ambiente controlado, afim de observar a germinação e presença das partes essenciais do embrião. Para avaliação com sementes de soja usualmente o teste se dá com substrato de papel afim de se confeccionar rolos germinativos (BRASIL, 2009).

O teste de vigor tem como objetivo distinguir os níveis de qualidade fisiológica das sementes, onde o vigor compreende ao somatório de atributos que conferem à semente o potencial para germinar, emergir e resultar em uma plântula normal rapidamente, sob ampla diversidade de condições ambientais. Nesse sentido a análise do vigor de um lote de semente nos dá o parâmetro de como as sementes irão se comportar em condições ambientais onde há inúmeros agentes estressantes e se as mesmas vão expressar uma boa germinação afim de obter o estande final desejado. Comumente são utilizados o teste de tetrazólio, a primeira contagem do teste de germinação, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado ou teste a frio para classificar o vigor do lote de semente (Krzyzanowski e França-Neto, 2001).

Neste sentido o presente trabalho teve como objetivo avaliar se o efeito de solo dos herbicidas auxínicos, quando aplicados em diferentes períodos em pré-semeadura da cultura, afetam a qualidade bioquímica e fisiológica das sementes de soja.

3.2 Material e Métodos

As amostras de sementes foram oriundas do experimento conduzido na área experimental do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ-USP na safra 2020/2021.

Os experimentos para avaliação das qualidades bioquímicas e fisiológicas foram conduzidos em parceria com o Laboratório de Sementes do Departamento de Ciências Agronômicas da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, sediado no extremo oeste do estado do Paraná, Brasil, situado na latitude 24°17'39.48"S e longitude 53°50'28.74"O.

Após colheita do material a campo as sementes foram acondicionadas em câmara fria, sob ambiente controlado, com baixa umidade relativa do ar e temperatura, a fim de garantir a qualidade das sementes.

Para condução do experimento de germinação, o delineamento experimental foi inteiramente casualizados. Fez-se uso de papel-toalha Germitest, umedecidos 2,5 vezes seu peso seco com água destilada, para confecção dos rolos de germinação. O teste foi realizado com quatro repetições de 50 sementes, totalizando 200 sementes por cada parcela testada a campo. A quantificação das sementes germinadas se deu ao quinto e oitavo dia após a instalação do teste de germinação, conforme estabelecido pela Regra de Análise de Sementes [RAS] (BRASIL, 2009). As amostras foram mantidas em germinador tipo Mangelsdorf, sob temperatura constante de 25°C e umidade saturada.

Já para o teste de condutividade elétrica, realizou-se duas repetições com 50 sementes cada, totalizando assim 100 sementes por parcela de campo. As sementes foram mantidas embebidas em água destilada por 24 h e acondicionadas em estufa BOD, a 25°C. A condutividade das amostras foi aferida com auxílio de um condutivímetro de bancada. Após leitura das amostras, os valores obtidos foram divididos pelo peso inicial da amostra de trabalho, determinando assim o vigor das sementes. Essa análise é baseada na integridade da membrana celular, onde regulam a lixiviação de aminoácidos e açúcares na solução de embebição. Quanto menor a integridade das membranas, mais lixiviados, por conseguinte menor o vigor (Krzyzanowski et al. 2018).

Os valores obtidos em ambos os testes foram submetidos à análise de variância, pelo teste F ($p < 0,05$). Quando os fatores foram significativos, as médias foram comparadas pelo teste Tukey (1949) ($p < 0,05$) com auxílio do programa estatístico SAS/STAT v. 9.1 ($p < 0,05$).

3.3 Resultados e Discussão

Os dados obtidos durante a primeira contagem avaliativa, cinco dias após a instalação do teste de germinação, apresentaram variação das médias dos tratamentos com herbicidas em relação à testemunha quanto ao número de plântulas normais, onde os herbicidas dicamba, triclopyr e fluroxypyr se igualaram estatisticamente à testemunha. Entretanto os herbicidas triclopyr e fluroxypyr expressaram médias superiores a testemunha (Figura 1). Para as demais variáveis, plântulas anormais e sementes mortas avaliadas na primeira contagem, não houve diferença significativa das médias dos tratamentos herbicidas em comparação à testemunha, bem como entre os intervalos de aplicação dos herbicidas.

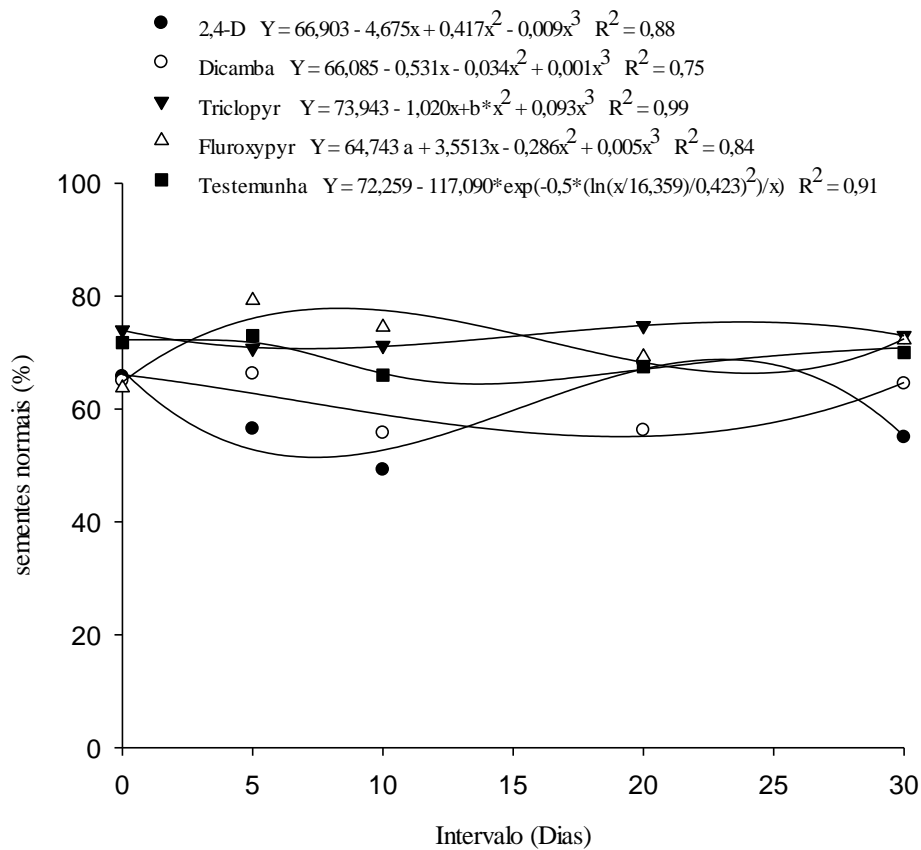


Figura 1: Quantificação de sementes normais durante a primeira contagem do teste de germinação de soja, 5 dias após a instalação.

Quanto a variável vigor de sementes, a primeira contagem do teste de germinação pode ser interpretada como indicativo de vigor. Neste sentido, as médias dos tratamentos herbicidas triclopyr, fluroxypyr e dicamba se igualaram estatisticamente a testemunha. Os

valores de vigor para os tratamentos em questão foram de 72,75%, 71,80%, 61,55%, respectivamente.

Já para segunda avaliação do teste de germinação, três dias após a primeira contagem, os valores médios de plântulas normais não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos com herbicidas e a testemunha, bem como entre os intervalos de aplicação. Ao final do ensaio, as médias para plântulas normais foram superiores a 83% entre os tratamentos com herbicidas assim como para variável intervalo de aplicação as médias foram superiores a 80% (Figura 2).

Quanto a contagem de plântulas anormais, as médias não se diferiram entre os tratamentos com herbicidas nem quanto ao intervalo de aplicação dos mesmos. No entanto se observou que as médias para os tratamentos fluroxypyr, triclopyr e dicamba, foram inferiores ao da testemunha e do tratamento com herbicida 2,4-D (Figura 3).

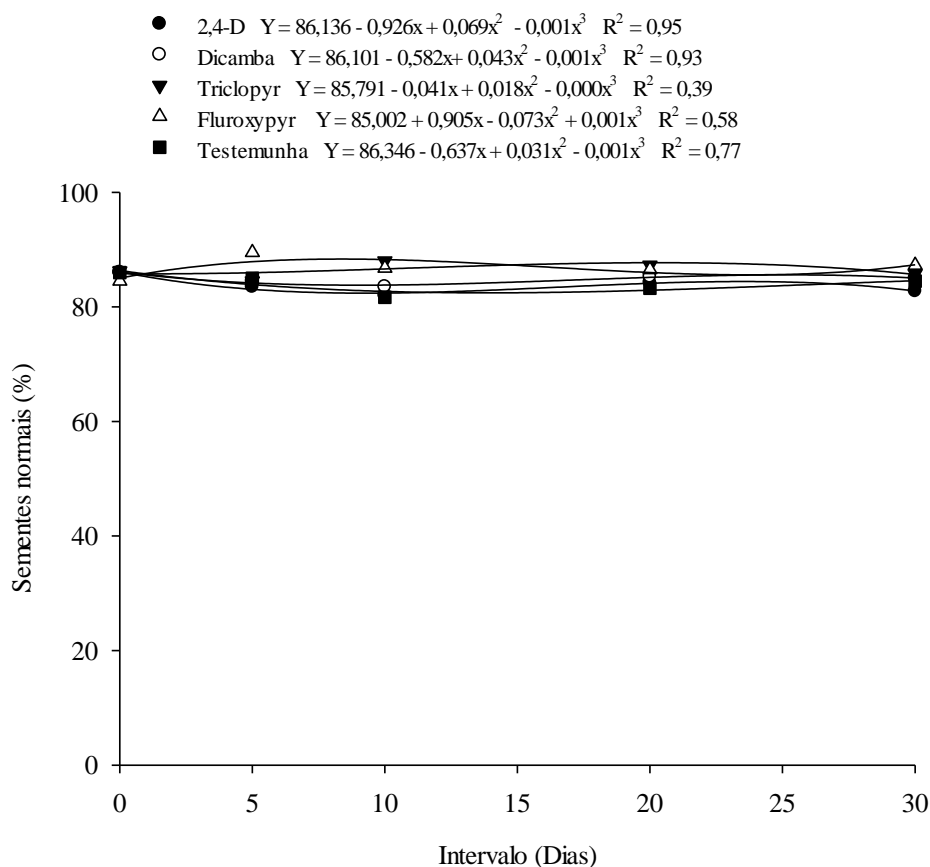


Figura 2: Quantificação final das sementes normais oito dias após a instalação do teste de germinação.

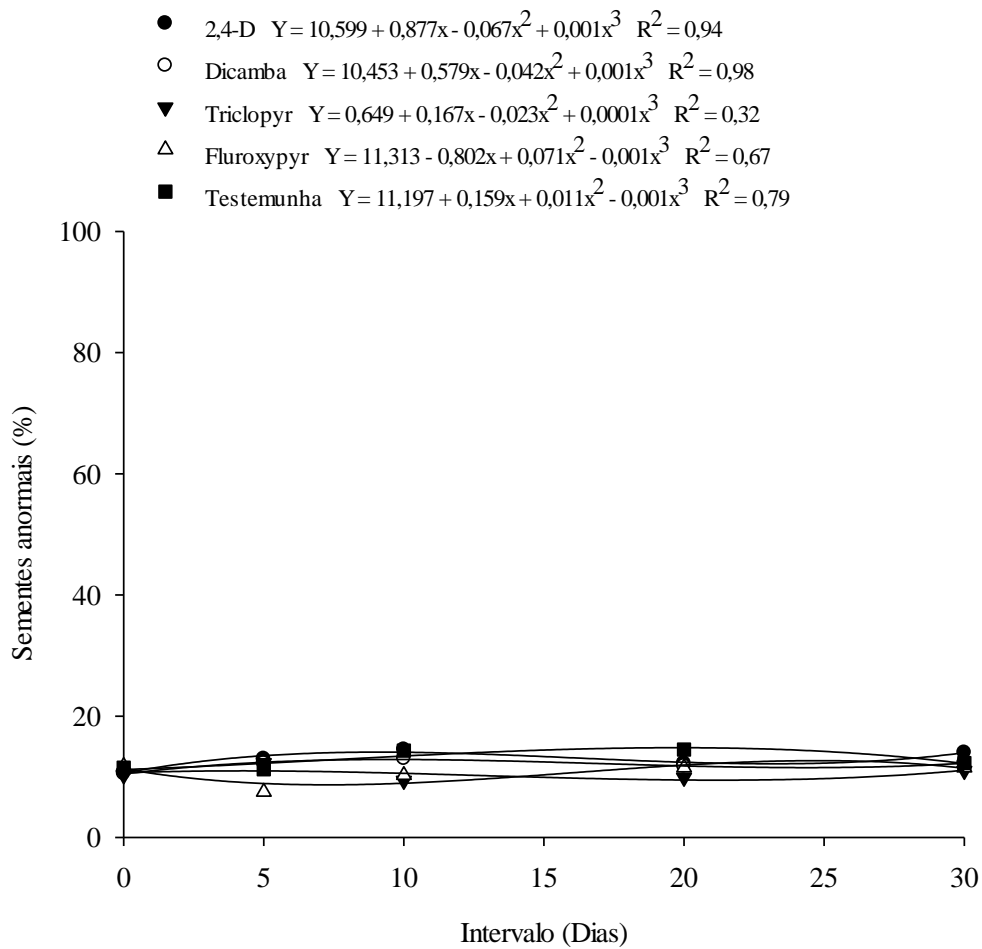


Tabela 3: Quantificação final das sementes anormais oito dias após a instalação do teste. Os dados foram transformados pela função $\sqrt{x + 1}$.

A variável sementes mortas também não apresentou variação estatística quanto aos tratamentos com herbicidas e intervalo de aplicação (Figura 4). No entanto, observou-se uma tendência na redução do número de sementes mortas a medida que se aumentou o intervalo de aplicação e semeadura da soja para os tratamentos dicamba, triclopyr e fluroxypyr.

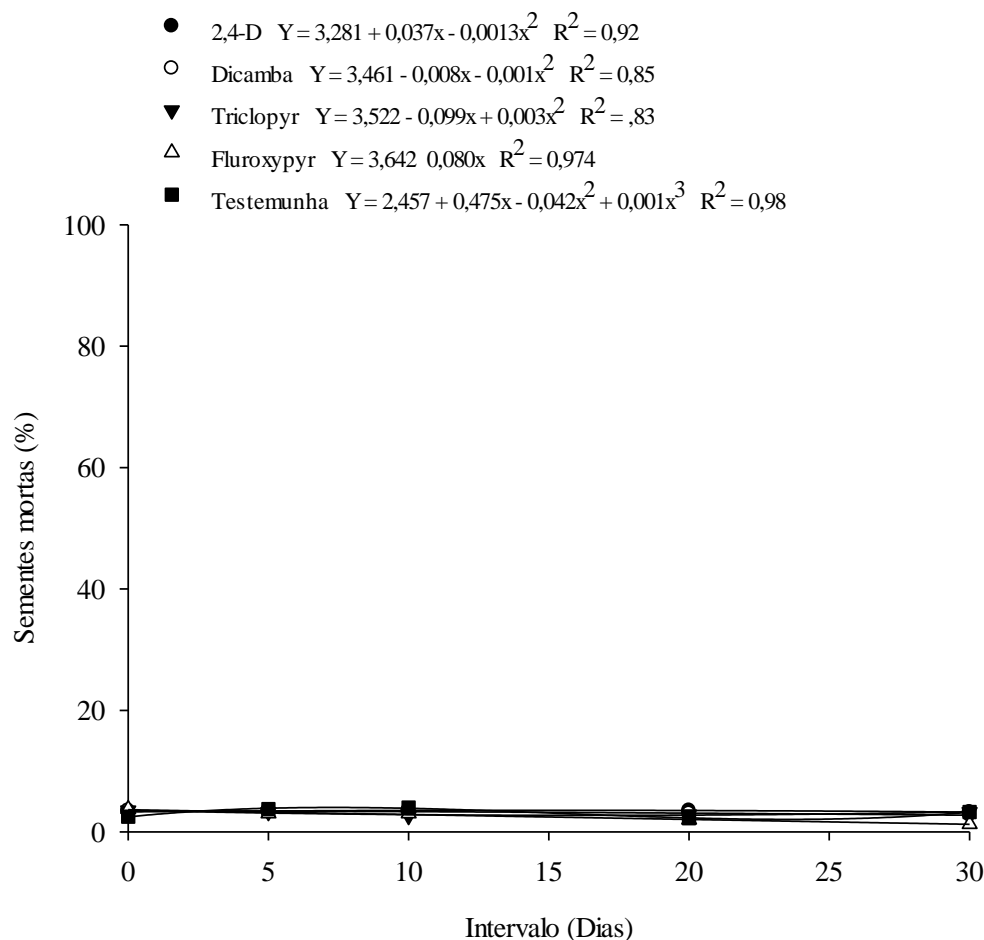


Figura 4: Quantificação das sementes de soja morta ao fim do teste de germinação. Os dados foram transformados pela função $\sqrt{x + 1}$.

Para a avaliação bioquímica das sementes, condutividade elétrica (KRZYZANOWKY e FRANÇA-NETO, 2001) (Figura 5), não se observou diferença estatística entre as médias dos tratamentos herbicida assim como para os intervalos de aplicação. No entanto o tratamento 2,4-D foi o que conferiu menor condutividade elétrica, menor lixiviação de cátions das sementes, divergindo das informações obtidas na primeira contagem do teste de germinação. Dessa maneira, conclui-se que o vigor das sementes de soja não foi afetado em função dos tratamentos com herbicidas assim como em função dos intervalos de aplicação dos herbicidas auxínicos em dessecação pré-semeadura da cultura.

As informações na literatura científica quanto as qualidades fisiológicas e bioquímicas das sementes expostas a herbicidas em pré-semeadura e até mesmo nos períodos iniciais de desenvolvimentos são bastante escassas.

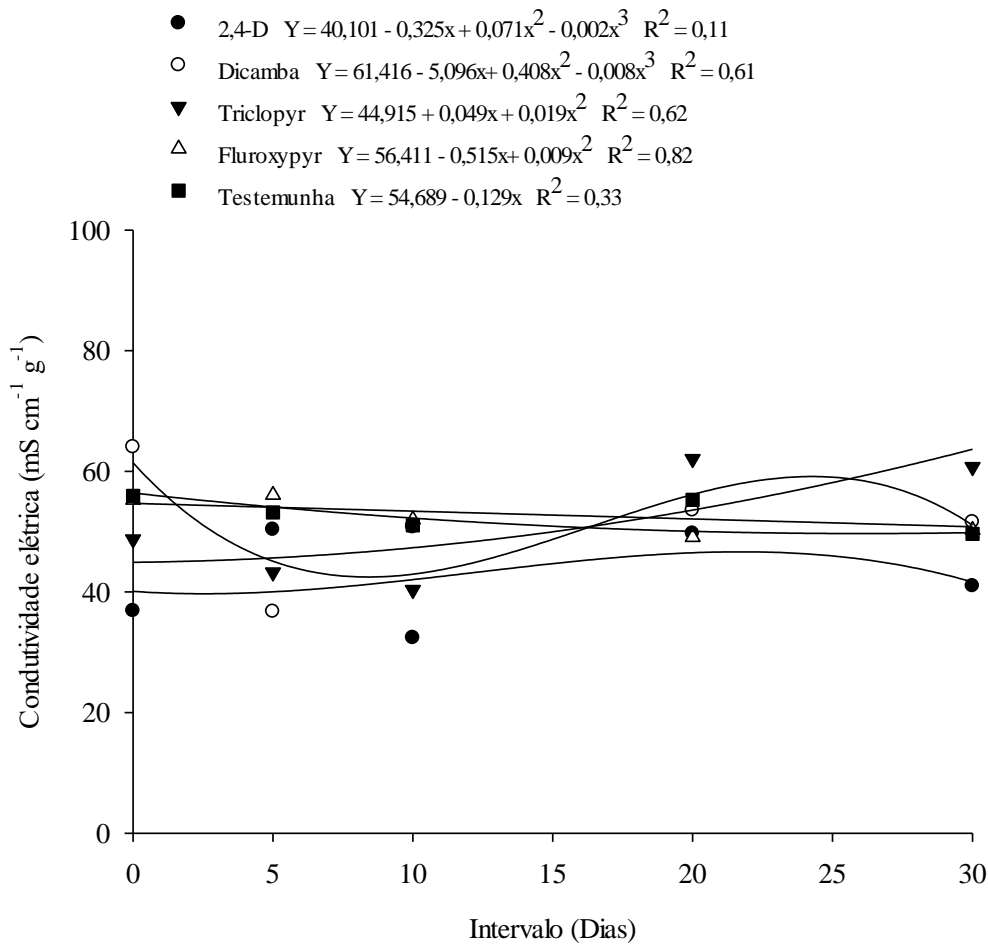


Figura 5: Condutividade elétrica das sementes de soja expostas à herbicidas auxínicos em dessecação pré-semeadura. Os dados foram transformados pela função $\sqrt{x + 1}$.

Marchi et. al. (2021), ao estudarem o efeito de pré-emergentes a qualidade das sementes de soja, observaram que os tratamentos não afetaram a qualidade bioquímica e fisiológica das sementes do cultivar TMG 7062 IPRO. No entanto, o tratamento herbicida flumioxazin causou uma pequena redução no vigor do cultivar M 6210 IPRO, onde os valores da condutividade elétrica foram superiores aos tratamentos sulfentrazone e chlorimuron. No entanto não afetou o potencial de germinação.

Entretanto mesmo quando utilizados herbicidas seletivos ao cultivo, os mesmos podem afetar a qualidade do material de propagação. Albrecht et al. (2011) observaram que o manejo sequencial com herbicida glyphosate em altas doses, em pós-emergência da soja CD 214 RR[®] ainda em estágio vegetativo, pode influenciar negativamente a qualidade fisiológica das sementes. De acordo com os autores, essa potencial redução na qualidade das sementes de

soja se dá em função de um provável efeito deletério ou fitotóxico das altas doses de glyphosate, mesmo em cultivares resistentes.

Botelho et al (2016), constataram que o uso de dessecante em pré-colheita das cultivares de soja estudadas, bem como a umidade do grão no momento da aplicação dos herbicidas pode influir na qualidade de sementes. Os autores ressaltam ainda que o herbicida glufosinato de amônio (3 L p.c ha⁻¹) exibe maior efeito negativo à qualidade das sementes do que os herbicidas diquat (2 L p.c. ha⁻¹) e paraquat (2,5 L p.c. ha⁻¹).

Em função das características físico-químicas junto as condições edafoclimáticas ao longo da condução do experimento à campo (Capítulo 1), houve redução na concentração dos ingredientes ativos estudados a nível não fitotóxicos a cultura. Logo, as médias produtivas não foram afetadas, bem como a qualidade das sementes não foi afetada, uma vez que não houve diferença estatística na última avaliação.

3.4 Conclusão

O manejo de dessecação em pré semeadura com herbicidas auxínicos estudados, visando o plantio no limpo da soja não afetaram a qualidade bioquímico e fisiológica das sementes de soja do cultivar M 5917.

As qualidades das sementes com relação a testemunha não foram alteradas independente do intervalo de aplicação 0, 5, 10 e 20 dias antes da semeadura da cultura. Sendo este um tema que exige maiores estudos devido aos riscos que alguns herbicidas auxínicos apresentam em causar injurias nas plantas de soja quando posicionados muito próximos a semeadura desta cultura.

Referências

ABRASEM. Associação Brasileira dos Produtores de Sementes. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/estatisticas/>> Acesso em: 5 Jan 2022.

ALBRECHT, L. P.; ALONSO, D. G.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R. S. DE; BRACCINI, A. DE L. E; ALBRECHT, A. J. P. Qualidade fisiológica das sementes de soja rr em resposta ao uso de diferentes tratamentos contendo glyphosate em aplicação sequencial. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, p. 24, 2011.

BOTELHO, F. J. E., OLIVEIRA, J. A., VON PINHO, E. V. D. R., CARVALHO, E. R., FIGUEIREDO, Í. B. D.; ANDRADE, V. Quality of seeds of soybean obtained from different cultivars subjected to desiccation with different herbicides and application times (abstract in English, text in Portuguese). **Revista Agro Ambiente On-line**, v.10, p. 137-144, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ ACS, 2009. p. 395.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE AABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira – grãos: sexto levantamento, março de 2022 – safra 21/22**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2021. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso e: 15 Mar, 2022.

DALTRON, E. M F.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; NETO, J. B. F.; GUIMARAES, S. C.; GAZZIERO, D. L. P.; HENNING, A. A. Aplicação de dessecantes em pré-colheita: efeito na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 32, n. 1, p. 111-122, 2010.

GUIMARÃES, V.F.; HOLLMANN, M. J.; FIOREZE, S. L.; ECHER, M. M.; RODRIGUES-COSTA, A. C. P.; ANDREOTTI, M. Produtividade e qualidade de sementes de soja em função de estádios de dessecação e herbicidas. **Planta Daninha**. v. 30, n. 3, p. 567-573, 2012.

MARCHI, C.S.; ALBRECHT, A.J.P.; ALBRECHT, L.P.; NOVAKOSKI, F.P.; SILVA, A.F.M.; MUNDT, T.T. Quality of soybean seeds under application of herbicides or growth regulators. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 16, p. 1-6, 2021.

MISSIO, R.F., GRANGE, L. Melhoramento genético e transgenia. In: Manejo de cultivos transgênicos. Albrecht, L., Missio, R. L. – Palotina, 2013.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 24 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 136).

KRZYZANOVSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. Vigor de sementes. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 11, n. 3, p. 81-84, sept. 2001.

SILVA, D. R. O. S., AGUIAR, E. D. N., VOVELLO, B. D., SILVA, A. A. A., BASSO, C. J. Drift od 2,4-D and dicamba applied to soybean at vegetative and reproductive growth stage. **Ciencia Rural**. v. 48, n. 8, 2018.

SILVA, D. R. O. DA, SILVA, E. D. N. DA, AGUIAR, A. C. M. DE, NOVELLO, B. D., SILVA, Á. A. A. DA, & BASSO, C. J. Drift of 2,4-D and dicamba applied to soybean at vegetative and reproductive growth stage. **Ciência Rural**, v. 48, n. 8, 2018.