

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS CURITIBANOS  
CENTRO DE CIENCIAS RURAIS  
CURSO AGRONOMIA

ANTONIO AMERICO PRATES

**Seletividade de herbicidas de pré-emergência para cultivares de soja**

Curitibanos

2021

Antonio Americo Prates

**Seletividade de herbicidas de pré-emergência para cultivares de soja**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Rurais, da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.  
Orientadora: Profa. Dra. Naiara Guerra

Curitibanos

2021

### Ficha de identificação da obra

Prates, Antonio Americo Seletividade de herbicidas de pré-emergência para cultivares de soja / Antonio Americo Prates ; orientadora, Naiara Guerra , 2021. 37 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos,  
Graduação em Agronomia, Curitibanos, 2021.

Inclui referências.

1. Agronomia. 2. Sulfentrazone. 3. Diclosulam. 4. Flumioxazin.
5. Pyroxasulfone. I. , Naiara Guerra. II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Agronomia.

III. Título.

ANTONIO AMERICO PRATES

**Seletividade de herbicidas de pré-emergência para cultivares de soja**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Engenheiro Agrônomo” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Agronomia

Curitibanos, SC, 14 de setembro de 2021.



Documento assinado digitalmente  
Samuel Luiz Fioreze  
Data: 15/09/2021 13:31:54-0300  
CPF: 052.258.059-90  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Samuel Luiz Fioreze, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**



Documento assinado digitalmente  
Naiara Guerra  
Data: 15/09/2021 11:52:58-0300  
CPF: 348.641.708-86  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Profa Naiara Guerra, Dra  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Samuel Luiz Fioreze, Dr.  
Avaliador  
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente  
Djalma Eugenio Schmitt  
Data: 15/09/2021 12:00:31-0300  
CPF: 050.180.539-76  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Djalma Eugênio Schmitt, Dr.(a)  
Avaliador  
Universidade Federal de Santa Catarina

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida e por me permitir chegar até aqui.

Aos meus pais Antonio e Clarice e toda minha família que me apoiou e me incentivou nessa fase da minha vida.

A meus grandes amigos que me deram apoio ao longo dessa trajetória Adrielly Saori, Mayra Weiers, Luiz Felipe Andrade, Renan Andrade.

Aos amigos que foram minha segunda família me ajudando e apoiando sempre Evelyn França, Jessica Alixandre, Denize Carniel, Cristina Lindner, Gian wendler, Gulilherme Alves, Roger Konkel, Rafael Valderrama, Yuri Pscheidt.

Aos colegas de universidade os quais foram fundamentais para chegar até aqui: Gabriela Izidoro, Leonardo Ely, Igor Bequer, Luiz Padilha, Luiz Carlos Ribeiro, Gustavo Iwasaki, Talia Marafon, Amanda Guzzi, Renata Neves Willian Macana, Mariele Ebertz, Matheus Buba, Beatriz Nogtz, Angela Radzinski e outros.

A minha orientadora professora Naiara Guerra por todo seu apoio, paciência e considerações as quais foram fundamentais na elaboração desse trabalho. Agradeço também ao grupo de pesquisa GEPD e todos os integrantes que colaboraram na implantação e avaliação do experimento.

A Universidade Federal de Santa Catarina e seus professores pelo ensino de qualidade e preocupação em nos preparar para as diversas áreas de atuação

Por fim agradeço a todos que de uma forma ou de outra me ajudaram a chegar até aqui e tornar esse sonho possível.

## RESUMO

A cultura da soja é a uma das principais commodity agrícolas do mundo. O Brasil é responsável por 37% da produção mundial desta oleaginosa. A produtividade média anual nacional é de aproximadamente 3500kg ha<sup>-1</sup>, porém, como ocorre com a maioria das culturas, essa produtividade pode ser afetada por diversos fatores bióticos e abióticos, como a presença de plantas daninhas. O presente estudo teve por objetivo avaliar a seletividade de herbicidas de pré-emergência em cultivares de soja com diferentes grupos de maturidade relativa. O experimento foi conduzido na safra 2020/2021 na fazenda experimental agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), campus Curitibanos. O solo da área onde foi instalado o experimento é classificado como Cambissolo Háplico de textura argilosa. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados (DBC), com 16 tratamentos e 4 repetições. Dispostos em esquema fatorial 4 x 4, onde o fator 1 foram três herbicidas (diclosulam, sulfentrazone + diuron e pyroxasulfone + flumioxazin) mais uma testemunha (sem aplicação de herbicidas). E o fator 2 foi representado por quatro cultivares de soja (BMX Raio 50i52 (5.0), BMX Zeus (5.5), M5947 IPRO (5.9) e Fibra 64i61 (6.3)). Os herbicidas foram aplicados logo após a semeadura da soja, na modalidade de pré-emergência. O experimento foi mantido livre da presença de plantas daninhas. Avaliou-se a fitointoxicação, componentes de rendimento e produtividade da soja. Os sintomas de fitointoxicação nas cultivares de soja foram leves aos sete dias após a aplicação, e não foram mais observados nas avaliações subsequentes. A cultivar mais precoce, BMX Raio com grupo de maturidade 5.0, foi a mais afetada pelos herbicidas diclosulam e pyroxasulfone + flumioxazin, havendo redução no fechamento da entrelinha, estande, na massa de mil grãos e na produtividade de grãos. Os herbicidas diclosulam, sulfentrazone + diuron e pyroxasulfone + flumioxazin foram seletivos para as cultivares BMX Zeus, Monsoy 5947 e BMX Fibra, quando aplicados em pré-emergência. Os herbicidas diclosulam e pyroxasulfone + flumioxazin reduziram a produtividade da cultivar BMX Raio, não sendo seletivos para esta cultivar. Já o sulfentrazone + diuron foi seletivo a cultivar de soja BMX Raio.

**Palavras-chave:** Sulfentrazone. Diclosulam. Diuron. Flumioxazin. Pyroxasulfone.

## ABSTRACT

Soybean culture is one of the main agricultural commodity in the world. Brazil is responsible for 37% of the world production of this oilseed. The national average annual productivity is approximately 3500kg ha<sup>-1</sup>, however, as with most crops, this productivity can be affected by several biotic and abiotic factors, such as presence of weeds. This study aimed to evaluate the selectivity of pre-emergence herbicides in soybean cultivars with different relative maturity groups. The experiment was carried out in the 2020/2021 season at the agricultural experimental farm of the Federal University of Santa Catarina (UFSC), campus Curitibanos. The soil in the area where the experiment was installed is classified as a clayey Haplic Cambisol. The experimental design used was randomized blocks (DBC), with 16 treatments and 4 replications. Arranged in a 4 x 4 factorial scheme, where factor 1 was three herbicides (diclosulam, sulfentrazone + diuron and pyroxasulfone + flumioxazin) plus a control (without herbicide application). Factor 2 was represented by four soybean cultivars (BMX Raio 50i52 (5.0), BMX Zeus (5.5), M5947 IPRO (5.9) and Fiber 64i61 (6.3)). The herbicides were applied right after sowing soybean, in the pre-emergence modality. The experiment was kept free from weeds. Phytotoxicity, yield components and soybean yield were evaluated. Phytotoxicity symptoms in soybean cultivars were mild seven days after application, and were no longer observed in subsequent evaluations. The earliest cultivar, BMX Raio with maturity group 5.0, was the most affected by the herbicides diclosulam and pyroxasulfone + flumioxazin, with a reduction in the closing of the row, stand, mass of a thousand grains and grain yield. The herbicides diclosulam, sulfentrazone + diuron and pyroxasulfone + flumioxazin were selective for the cultivars BMX Zeus, Monsoy 5947 and BMX Fibra, when applied in pre-emergence. The herbicides diclosulam and pyroxasulfone + flumioxazin reduced the productivity of cultivar BMX Raio, not being selective for this cultivar. Sulfentrazone + diuron was selective for the BMX Raio soybean cultivar.

**Keywords:** Sulfentrazone. Diclosulan. Diuron. Flumioxazin. Pyroxasulfone.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Temperatura máxima, mínima e média, e precipitação durante a condução do experimento, Curitibanos, SC, 2020/21. .... | 21 |
|---|----|



## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1-Análise de atributos químicos do solo amostrado na Área Experimental Agropecuária na camada de 0 20 cm, Curitibaanos – 2018.....                         | 20 |
| Tabela 2-Fitointoxicação (%) aos 7 dias após a emergência (DAE) das plantas de soja após a aplicação de herbicidas em pré-emergência. Curitibaanos, SC, 2021..... | 25 |
| Tabela 3- Fechamento das entrelinhas 56 DAA (%) das plantas de soja após a aplicação de herbicidas em pré-emergência. Curitibaanos, SC, 2021. ....                | 27 |
| Tabela 4- Estande de plantas na pré-colheita (plantas m <sup>-1</sup> ) após a aplicação de herbicidas em pré-emergência. Curitibaanos, SC, 2021.....             | 27 |
| Tabela 5-Altura de plantas de soja na pré-colheita (cm) após a aplicação de herbicidas em pré-emergência. Curitibaanos, SC, 2021 .....                            | 28 |
| Tabela 5- Número de vagens por planta de soja após a aplicação de herbicidas em pré-emergência. Curitibaanos, SC, 2021 .....                                      | 29 |
| Tabela 6- Massa de mil grãos (g) de soja após a aplicação de herbicidas em pré-emergência. Curitibaanos, SC, 2021.....  | 29 |
| Tabela 7- Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> ) de soja após a aplicação de herbicidas em pré-emergência. Curitibaanos, SC, 2021 .....                    | 30 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

BMX - Brasmax

DAA - Dias após a aplicação

DAE - Dias após a emergência

GMR - Grupo de maturidade relativa

## LISTA DE SÍMBOLOS

% - Porcentagem

° C – Graus celsius

i.a. – Ingrediente Ativo

p.c. – Produto Comercial

cm – Centímetro

g – Grama

g ha<sup>-1</sup> – Grama por hectare

ha – Hectare

kg – Quilograma

kg ha<sup>-1</sup> - Quilograma por hectare

L - Litro

L ha<sup>-1</sup> – Litro por hectare

m - Metro

m<sup>2</sup> – Metro quadrado

m s<sup>-1</sup> – Metro por segundo

mm – Milímetro

psi – Libra por polegada quadrada

## SUMÁRIO

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                    | <b>13</b> |
| <b>2</b>     | <b>OBJETIVOS .....</b>                                     | <b>14</b> |
| 2.1          | OBJETIVO GERAL .....                                       | 14        |
| 2.2          | OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                | 14        |
| <b>3</b>     | <b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>                           | <b>15</b> |
| 3.1          | A CULTURA DA SOJA .....                                    | 15        |
| <b>3.1.1</b> | <b>Grupos de maturidade da soja .....</b>                  | <b>15</b> |
| 3.2          | INTERFERENCIA DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA.....  | 16        |
| <b>3.2.1</b> | <b>Manejo de plantas daninhas na cultura da soja .....</b> | <b>16</b> |
| 3.3          | HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES .....                            | 17        |
| <b>3.3.1</b> | <b>Diclosulam .....</b>                                    | <b>17</b> |
| <b>3.3.2</b> | <b>Sulfentrazone.....</b>                                  | <b>18</b> |
| <b>3.3.3</b> | <b>Diuron .....</b>  | <b>18</b> |
| <b>3.3.4</b> | <b>Pyroxasulfone.....</b>                                  | <b>19</b> |
| <b>3.3.5</b> | <b>Flumioxazina .....</b>                                  | <b>19</b> |
| <b>4</b>     | <b>MATERIAL E METODOS .....</b>                            | <b>20</b> |
| 4.1          | ÁREA EXPERIMENTAL.....                                     | 20        |
| 4.2          | DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....                            | 21        |
| 4.3          | IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....                | 22        |
| 4.4          | PARAMETROS AVALIADOS .....                                 | 23        |
| <b>4.4.1</b> | <b>Fitointoxicação .....</b>                               | <b>23</b> |
| <b>4.4.2</b> | <b>Fechamento da entrelinha.....</b>                       | <b>23</b> |
| <b>4.4.3</b> | <b>Avaliações pré-colheita.....</b>                        | <b>23</b> |
| <b>4.4.4</b> | <b>Avaliações pós-colheita.....</b>                        | <b>24</b> |
| 4.5          | ANÁLISE ESTATÍSTICA .....                                  | 24        |
| <b>5</b>     | <b>RESULTADO E DISCUSSÃO .....</b>                         | <b>25</b> |
| <b>6</b>     | <b>CONCLUSÕES.....</b>                                     | <b>32</b> |

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| <b>REFERÊNCIA.....</b> | <b>34</b> |
|------------------------|-----------|



## 1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max L. Merriell*) é considerada a principal commodity agrícola no Brasil e no mundo. Sua produção na safra 2020/2021 foi de 362,947 milhões de toneladas, o Brasil representa 37% desta produção mundial, logo após vem os Estados Unidos com 31% (USDA, 2021). A produtividade média anual nacional é de aproximadamente 3500kg ha<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2021). Porém, como ocorre com a maioria das culturas, essa produtividade pode ser afetada por diversos fatores bióticos e abióticos, como a interferência imposta pela presença de plantas daninhas.

Observa-se a importância de um manejo adequado das plantas daninhas, sendo sua presença um importante fator para a perda de produtividade das culturas agrícolas, em função da competição por luz, nutrientes, água, além dificultar a colheita, e em casos extremos até inviabilizar a mesma (RADOSEVICH *et al.*, 2007 apud PATEL, 2018).

A principal ferramenta utilizada no manejo de plantas daninhas na cultura da soja é o controle químico por meio de herbicidas, pois, oferece uma maior flexibilização de época de aplicação, um maior rendimento operacional, menor tráfego de máquinas e redução significativa na mão de obra quando comparados a outros métodos. Todavia o emprego contínuo de um mesmo ingrediente ativo ou mesmo mecanismo de ação tende a aumentar a pressão de seleção dos indivíduos resistentes, onde com o aumento na frequência de tais biótipos tende a torna-los dominantes na população (SILVA *et al.*, 2017). Isso é mais notável para os herbicidas aplicados em pós-emergência, uma vez que são os mais utilizados pelos agricultores. Como alternativa têm-se os herbicidas de pré-emergência.

Os herbicidas pré-emergentes em sua maioria apresentam residual prolongado no solo, sendo uma alternativa para reduzir a infestação de plantas daninhas ao longo do ciclo da cultura de interesse (CARVALHO *et al.*, 2000 apud PATEL, 2018). Porém para obtenção de bons resultados é necessário conhecer o herbicida utilizado e sua seletividade a cultura de interesse, há uma gama enorme de herbicidas registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) (GAZOLA *et al.*, 2016).

Entretanto dependendo das condições edafoclimáticas e da susceptibilidade da cultura, mesmo os produtos que possuem registro para a cultura podem causar injúrias ou redução no desenvolvimento da planta (GALON *et al.*, 2011). Sabe-se que existe diferença na seletividade da cultura a determinado herbicida dentro de uma mesma espécie, cultivar e ciclo, em razão principalmente de suas diferenças genotípicas (GAZOLA *et al.*, 2016).

Compreende-se assim importância de estudos com relação a seletividade dos herbicidas pré-emergentes para diferentes cultivares de soja, auxiliando na tomada de decisão e escolha do melhor produto a ser utilizado.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Estudar a seletividade dos herbicidas pré-emergentes diclosulam, sulfentrazone + diuron e pyroxasulfone + flumioxazina para cultivares de soja (*Glycine max*) com diferentes grupos de maturidade relativa.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar a fitointoxicação dos herbicidas sobre as diferentes cultivares;
- Verificar o efeito dos herbicidas sobre os componentes de rendimento de diferentes cultivares de soja;
- Estudar o efeito dos herbicidas de pré-emergência sobre a produtividade de diferentes cultivares de soja;
- Compreender se a seletividade do herbicida muda em função do grupo de maturidade da cultivar de soja.



### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 A CULTURA DA SOJA

A soja pertence à família Fabaceae e está entre as oleaginosas mais utilizadas no mundo, seus grãos podem ser utilizados na produção de óleo vegetal, ração animal, indústria química e de produtos alimentícios (COSTA NETO; ROSSI, 2000).

A exportação de soja e seus subprodutos em 2020 renderam ao país 35,232 bilhões de dólares (CNA, 2020). É cultivada em quase todo o território nacional, sendo Mato Grosso o maior produtor brasileiro com 35,947 milhões de toneladas seguido por Rio Grande do Sul e Paraná com 20,164 e 19,872 milhões de toneladas, respectivamente (EMBRAPA, 2021).

##### 3.1.1 Grupos de maturidade da soja

Segundo Kantolic (2008) a duração das fases e do ciclo de desenvolvimento da soja é regulada pelo fotoperíodo e temperatura, e varia de acordo com o genótipo da cultura. Há vários estudos realizados no Brasil, de grupo de maturidade relativa da soja, estes são baseados em modelos dos Estados Unidos, anteriormente a denominação das cultivares era baseada em dias para a maturidade recebendo termos como: precoce, média e tardio, entretanto essa nomenclatura não é eficaz quando se muda o genótipo de ambiente (GOMES, 2016).

No Brasil assim como nos Estados Unidos, as cultivares de soja são classificadas a partir de seu grupo de maturidade relativa (GMR), o qual é baseado no seu ciclo; esta classificação varia de acordo com a região, para a macrorregião sul são consideradas precoces as cultivares com GMR <6.3 que apresentam ciclo médio de 110 a 125 dias (RPSRS, 2017).

A cultura da soja se caracteriza por sua sensibilidade a pragas, doenças e intempéries climáticas, como alternativa para minimizar esses tipos de problema os produtores vêm cada vez mais aumentando o uso de cultivares com ciclo mais curto denominadas de precoce. Todavia, na literatura há informações que a utilização de cultivares com essas características preocupa em relação a seletividade de herbicidas. Estudos indicam que estas cultivares são mais suscetíveis a aplicação de herbicidas se comparadas a cultivares de ciclo mais longo (ZOBOLI *et al.*, 2010; FORNAZZA *et al.*, 2018).

## 3.2 INTERFERENCIA DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA

A relação entre a interferência das plantas daninhas e a cultura agrícola de interesse, pode ser medida diretamente ou indiretamente, no qual depende de fatores relacionados ao ambiente, as espécies infestantes, o período de ocorrência, espaçamento entre linhas e a susceptibilidade da cultura infestada (BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011).

São vários os estudos desenvolvidos para identificar os períodos críticos de prevenção a interferência, para assim, definir o melhor momento para efetuar o controle. O período crítico de prevenção da interferência (PCPI) na soja ocorre entre 10 e 50 dias após a emergência (DAE), é quando a cultura apresenta maior sensibilidade, exigindo as medidas de controle das plantas daninhas (SALVADORI *et al.*, 2016). Silva *et al.* (2015) estudando o efeito da interferência de plantas daninhas na soja (cultivar INT6100 RR, grupo de maturidade 6.1 e hábito de crescimento indeterminado), no Paraná observaram que a presença de plantas daninhas durante todo o ciclo de desenvolvimento de soja ocasionou perdas de até 82% na produtividade de grãos. Segundo estes autores para as condições do experimento o período em que são necessárias medidas de controle de plantas daninhas vai dos 24 a 38 DAE da soja.

### 3.2.1 Manejo de plantas daninhas na cultura da soja

O manejo de plantas daninhas compreende a utilização de métodos que eliminem ou reduzam o número de plantas daninhas, afim de impedir a interferência negativa sobre a cultura de interesse (DUARTE, 2009).

O controle pode ser mecânico, biológico, cultural, físico ou químico, dentre os métodos citados acima o com maior destaque é o controle químico, por meio de aplicações de herbicidas em pós-emergência. Porém, na atualidade vem aumentando exponencialmente a incidência de plantas daninhas resistentes a estes herbicidas. Fatores como a superdosagem ou a subdosagem, a utilização de um mesmo mecanismo de ação em aplicações sucessivas são os principais responsáveis pelo aumento da pressão de seleção dos indivíduos resistentes (BELTRÃO, 2017 apud MATTE, 2017). Os casos de resistência são mais frequentes para herbicidas que são aplicados em pós-emergência, em função da ampla adoção desta modalidade de aplicação pelos produtores. Contudo, há uma outra modalidade de aplicação, a de pré-emergência, que pode adiar ou impedir a evolução destes casos de resistência, caso seja inserida

no programa de manejo de plantas daninhas entretanto para que estes produtos sejam utilizados é necessário que estes sejam seletivos a cultura.

Segundo Oliveira Jr. *et al.* (2011) um herbicida seletivo é aquele que manifesta maior toxicidade para algumas plantas que para outras, quando aplicados respeitando os limites de dose, período de aplicação e condição edafoclimáticas durante aplicação. Sendo que quanto maior for a diferença na sensibilidade entre a planta daninha e a planta de interesse maior será a seletividade ao herbicida.

### 3.3 HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES

Os herbicidas pré-emergentes são aqueles que possuem atividade residual no solo, e podem ser utilizados em pré ou pós-semeadura, porém antes da emergência da cultura ou plantas daninhas. Sua eficácia é altamente dependente da umidade do solo, precipitação, temperatura, tipo de solo, entre outros diversos fatores (MATTE, 2017).

O uso herbicida pré-emergentes vem ganhando força e espaço entre os produtores devido a perda de eficiência dos herbicidas pós emergentes principalmente pela evolução nos casos de resistência (BECKIE *et al.*, 2019). Esses produtos são uma excelente ferramenta, pois, além de controlar as plântulas já emergidas, através de sua atividade residual controlam novos fluxos de plantas daninhas.

Alguns herbicidas que possuem registro para aplicação em pré-emergência da soja são o diclosulam, diuron+sulfentrazone e pyroxasulfone+flumioxazim.

#### 3.3.1 Diclosulam

O herbicida diclosulam [N-(2,6-diclorofenil)-5-etoxi-7-fluor- (1,2,4)triazolo(1,5-c)pirimidina-2-sulfonamida] é pertencente ao grupo químico das sulfonilamidas triazolopirimidina, que atua na planta como um inibidor da enzima acetato lactato sintase (ALS) impedindo a síntese de aminoácidos essenciais de valina, leucina e isoleucina (RIBEIRO *et al.*, 2019). Sendo recomendado na cultura da soja para o controle de eudicotiledônias (folhas largas) em pré-plantio ou pré-emergência, podendo também suprimir o crescimento de algumas gramíneas (MARTINS, 2005). O mesmo é indicado para o controle de plantas daninhas no plantio direto pois apresenta boa mobilidade mesmo quando aplicado sobre palhada (COBUCCI *et al.*, 2004).

Segundo Rodrigues e Almeida (2011) a dose recomendada de diclosulam é considerada baixa, em comparação a outros herbicidas de pré-emergência, e varia de 25 a 35 g ha<sup>-1</sup>. O tempo de meia-vida deste herbicida no solo é de 60 a 90 dias, a solubilidade em água é dependente do pH, podendo variar de 117 mg L<sup>-1</sup> em pH 5,0 até 4.290 mg L<sup>-1</sup> em pH 9,0 (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). O pKa da molécula é de 4,09 a 20 °C, indicando sua predominância na forma aniônica em valores de pH característicos de solos agricultáveis (LAVORENTI *et al.*, 2003).

### 3.3.2 Sulfentrazone

O sulfentrazone (2',4'-dichloro-5'-(4-difluoromethyl-4,5-dihydro-3-methyl-5-oxo-1H-1,2,4-triazol-1-yl) methanesulfonilide) é um herbicida pré-emergente inibidor da enzima protoporfirinogenio oxidase (PROTOX), ocorrendo assim o acúmulo de protoporfirina IX, ocasionando formação de espécies reativas de oxigênio (EROs) que causam a peroxidação de lipídios e conseqüentemente a destruição das membranas celulares levando a planta a morte (CARVALHO, 2013). Possui registro no MAPA para as culturas da soja, cana-de-açúcar, café e citros, para o controle de espécies monocotiledôneas (folha estreita) e eudicotiledoneas.

Possui solubilidade de 780 mg L<sup>-1</sup> em pH 7, uma pressão de vapor 1x10<sup>-9</sup> mm Hg a 25 °C, constante de dissociação (pK) de 6,56 e coeficiente de partição octanol água em pH 7 de 9,8 (DAN HESS, 1993 *et al.*, 1994 apud FORNAZZA, 2016). O tempo de meia vida no solo é de 110 a 280 dias, variando a partir das condições edafoclimáticas (VIVIAN, 2006).

### 3.3.3 Diuron

O diuron (3-(3,4-dichlorophenyl)-1,1-dimethylurea) pertence ao grupo químico das ureias, atua no fotossistema II. É usado para o controle de mono e eudicotiledôneas em pré e pós-emergência possuindo registro no MAPA para as culturas da soja, algodão, alfafa, abacaxi, banana, cacau, cana-de-açúcar, citros, seringueira e videira. Apresenta uma baixa solubilidade em água 42 mg L<sup>-1</sup> a 25°C, pKa igual a 0 e Kow de 589 (CABRERA *et al.*, 2010). Em experimentos desenvolvidos por Rocha *et al.* (2013), em 3 tipos de Latossolo apresentou tempo de meia-vida variando de 40 a 91 dias.

### 3.3.4 Pyroxasulfone

O herbicida pyroxasulfone 3-[5-(difluoromethoxy)-1-methyl-3-(trifluoromethyl)pyrazol-4-ylmethylsulfonyl]-4,5-dihydro-5,5-dimethyl-1,2-oxazole, atua na biossíntese de ácidos graxos de cadeia muito longa (VLCFA) e pertence ao grupo químico das isoxazolinas. Controla principalmente gramíneas, mas também tem atividade em algumas espécies de folhas largas, principalmente às que possuem sementes pequenas, como o caruru e buva. Apresenta eficácia de controle das plantas daninhas em doses mais baixas que os outros herbicidas do mesmo grupo. Além disso, sua persistência no solo permite um ótimo controle residual (YAMAJI *et al.*, 2014).

Apresenta baixa solubilidade em água ( $3,49 \text{ mg L}^{-1}$  a  $20^\circ\text{C}$ ), pressão de vapor ( $2,4 \times 10^{-3} \text{ mPa}$ ), coeficiente de partição octanol-água ( $k_{ow}$ ) em pH 7  $\log P$  2,39 e coeficiente de sorção ( $k_{oc}$ ) de 223. Possui um tempo de meia vida médio de 16 a 26 dias (IUPAC, 2017).

### 3.3.5 Flumioxazina

A flumioxazina N-(7-fluoro-3,4-dihydro-3-oxo-4-prop-2-ynyl-2H-1,4-benzoxazin-6-yl)cyclohex-1-ene-1,2-dicarboxamide, é um herbicida de uso em pré-emergência para o controle de plantas daninhas monocotiledoneas e eudicotiledoneas, em diversas culturas entre elas a soja (FAO, 2015). O mecanismo de ação é inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX).

Segundo Ferrell *et al.* (2005), é uma molécula de baixa solubilidade em água  $1,79 \text{ mg L}^{-1}$ , baixa pressão de vapor:  $2,4 \times 10^{-6} \text{ mm Hg}$ , e adsorção a matéria orgânica do solo de  $k_{oc}=889$ . Possui um tempo de meia vida médio de 11,8 a 34,7 dias (PPDB, 2021).

## 4 MATERIAL E METODOS

### 4.1 ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido em condições de campo na safra 2020/2021 na fazenda experimental agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), campus Curitibanos. O solo da área onde foi instalado o experimento é classificado como Cambissolo Háplico de textura argilosa (EMBRAPA, 2013), com teores de 52,5% de argila, 23,75% de silte e 23,72% areia, os dados obtidos através da análise podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1-Análise de atributos químicos do solo amostrado na Área Experimental Agropecuária na camada de 0 20 cm, Curitibanos – 2018.

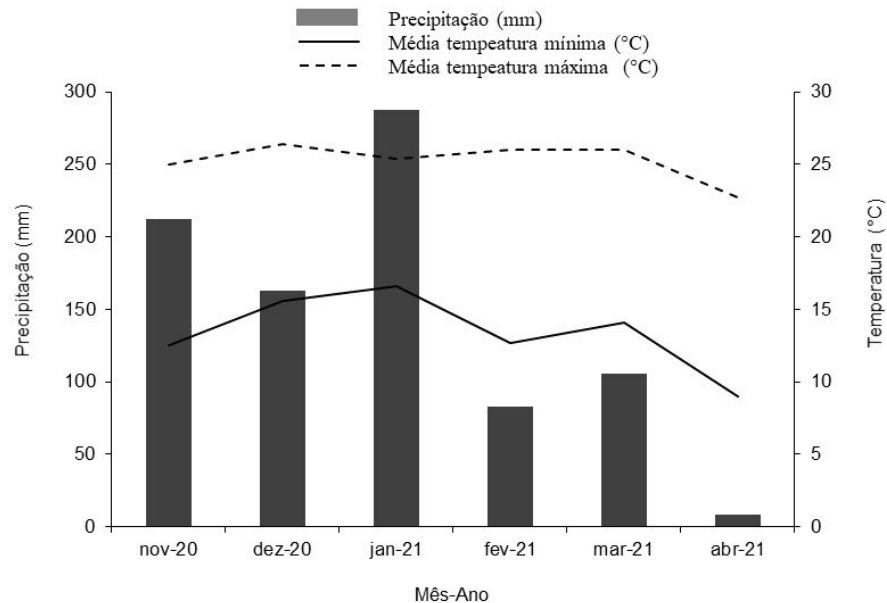
| MO                                   | P     | K     | Cu   | Fe                  | Zn         | Mn             | pH <sub>Agua</sub>    | pH <sub>SMP</sub> |
|--------------------------------------|-------|-------|------|---------------------|------------|----------------|-----------------------|-------------------|
| %                                    |       |       |      | mg dm <sup>-3</sup> |            |                |                       |                   |
| 52,5                                 | 17,25 | 78,00 | 3,90 | 21,80               | 3,50       | 21,50          | 6,00                  | 6,00              |
| Ca                                   | Mg    | Al    | H+Al | Soma<br>de<br>bases | CTC<br>pH7 | CTC<br>efetiva | Saturação<br>de bases |                   |
| Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> % |       |       |      |                     |            |                |                       |                   |
| 10,72                                | 5,44  | 0,0   | 4,96 | 16,36               | 21,32      | 16,36          | 76,74                 |                   |

Legenda: MO- matéria orgânica; P- fósforo; K- potássio; Cu- cobre; Fe- ferro; Zn- zinco; Mn- manganês; Cálcio; Mg- magnésio; Al- alumínio; H- hidrogênio. Fonte: Solanalise, 2018.

A classificação climática da região de acordo com Köppen é do tipo Cfb, subtropical úmido com verões amenos, temperatura média de 16,0°C, apresenta chuvas bem distribuídas durante o ano todo, sendo a precipitação média anual em torno de 1.480 mm e altitude de 1010 metros (SDR, 2003). Os dados de precipitação, temperatura média, mínima e máxima ao longo do período de condução do experimento são apresentadas na Figura 1.

A safra 2020/2021 proporcionou condições de precipitação e temperaturas adequadas para o desenvolvimento da soja. Ao longo do ciclo da cultura ocorreu acumulado de precipitação de 745 mm, bem distribuídos ao longo deste período (Figura 1).

Figura 1 - Temperatura máxima e mínima (°C) e precipitação (mm) durante o período de condução do experimento com a cultura da soja, Curitibanos, SC, 2020/21.



Dados obtidos da estação meteorológica da UFSC Curitibanos/Epagri Ciram. Curitibanos, SC, 2020/2021.

#### 4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados (DBC), com 16 tratamentos e 4 repetições. Dispostos em esquema fatorial 4 x 4, onde o fator 1 foram três herbicidas (diclosulam, sulfentrazone + diuron e pyroxasulfone + flumioxazin) mais uma testemunha (sem aplicação de herbicidas). E o fator 2 foi representado por quatro cultivares de soja (Raio 50i52 (5.0), BMX Zeus (5.5), M5947 IPRO (5.9) e Fibra 64i61 (6.3)). Os detalhes dos tratamentos são apresentados na Tabela 2.

As unidades experimentais (parcelas) foram compostas por cinco linhas de semeadura da soja, com 3 metros de comprimento (2,3m x 3,0 m) totalizando uma área de 6,75 m<sup>2</sup>. Como área útil para as avaliações e colheita considerou-se as três linhas centrais, desprezando 0,5m da extremidade de cada parcela, perfazendo uma área útil de 2,70 m<sup>2</sup>.

O produto comercial utilizados com ingrediente ativo diclosulam foi o Spider<sup>®</sup> (840 g kg<sup>-1</sup>, WG, da empresa Dow Agrosience, na dose de 40 g ha<sup>-1</sup> de produto comercial), o produto a base de sulfentrazone + diuron foi o Stone<sup>®</sup> (sulfentrazone 175 g L<sup>-1</sup>+ diuron 350 g L<sup>-1</sup>, SC, da empresa FMC, na dose de 1,40 L ha<sup>-1</sup> de produto comercial) e o produto a base de pyroxasulfone + flumioxazin foi Kyojin<sup>®</sup> (pyroxasulfone 300 g L<sup>-1</sup>+ flumioxazin 200 g L<sup>-1</sup>, SC, da empresa Ihara, na dose de 0,4 L ha<sup>-1</sup> de produto comercial).

A cultivar BMX Raio IPRO, é um material desenvolvido pela empresa Brasmax Genética qual apresenta: GMR de 5.0, considerada superprecoce/precoce para a região com ciclo médio de 116 dias (BRASMAX GENÉTICA, 2021). A cultivar BMX Zeus IPRO, é um material desenvolvido pela empresa Brasmax Genética qual apresenta: grupo de maturidade relativa (GMR) 5.5, considerada de ciclo precoce para a região com ciclo médio de 124 dias (BRASMAX GENÉTICA, 2021). A cultivar Monsoy 5947 IPRO, foi desenvolvida pela empresa Monsoy qual apresenta: GMR de 5.9, considerado ciclo médio/tardio para a região com ciclo médio de 140 dias (AGRO BAYER BRASIL, 2021). A cultivar BMX Fibra IPRO, é um material desenvolvido pela empresa Brasmax Genética qual apresenta: GMR de 6.3, considerada media/tardio para a região com ciclo médio de 136 dias (BRASMAX GENÉTICA, 2021). Sendo todas de ciclo indeterminado e arquitetura de planta semelhante.

#### 4.3 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A semeadura das cultivares de soja foi realizada no dia 19 de novembro de 2020, de forma mecanizada com o auxílio de uma semeadora adubadora de precisão, em espaçamento de 0,45 m. A densidade de semeadura utilizada foi de aproximadamente 11,6 sementes por metro linear (para todas as cultivares), o que proporcionou densidade de 257.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

A área experimental continha aveia preta semeada para obtenção de cobertura do solo, e foi dessecada com o herbicida glifosato 20 dias antes da semeadura da soja. A adubação de base foi realizada com 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 00-18-18, de acordo com a recomendação do Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, para estimativa de produtividade de 5000kg/há<sup>-1</sup> (SBCS, 2016).

As aplicações dos tratamentos herbicidas foram realizadas no dia 19 de novembro de 2020, através de um pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, com barra de 2,0 metros de comprimento, contendo quatro pontas de pulverização de jato plano modelo XR 110015,



espaçadas em 0,5 m, com pressão de trabalho de 2,0 BAR e velocidade de deslocamento de 1,0 m s<sup>-1</sup>, proporcionando a taxa de aplicação de 150 L ha<sup>-1</sup>.

Ao longo do ciclo da cultura o manejo de pragas e doenças seguindo a recomendação indicada nas Técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e Santa Catarina (RPSRS, 2017).

Como o objetivo do experimento foi avaliar somente a seletividade dos herbicidas para as cultivares de soja, e não o controle das plantas daninhas, foi realizado o controle químico das plantas daninhas em todo o experimento, através de duas aplicações do herbicida glifosato na dose de 1080 g ha<sup>-1</sup> em pós-emergência da soja. Desta forma foi possível isolar o efeito seletividade, sem o efeito negativo das plantas daninhas nos componentes de rendimento e produtividade da cultura.

#### 4.4 PARAMETROS AVALIADOS

##### 4.4.1 Fitointoxicação

Para determinar a seletividade das plantas de soja realizou-se avaliações visuais de fitointoxicação aos 7, 14 e 28 DAE, através de uma escala visual de 0 a 100% onde 0 (zero) representa a ausência de injúrias e 100 (cem) a morte das plantas (KUVA *et al.*, 2016).

##### 4.4.2 Fechamento da Entrelinha

Para determinar a interferência dos tratamentos no fechamento da entrelinha realizou-se avaliações visuais aos 56 DAE onde se mensurou o fechamento da entrelinha através de uma escala visual de 0 a 100% sendo que 0 é a entrelinha aberta totalmente e 100% refere-se a linha totalmente fechada.

##### 4.4.3 Avaliações Pré-colheita

Antes da realização da colheita da área útil da parcela foram contabilizados: o número de plantas em um metro, o número de vagens e a altura de plantas aferidos em 5 plantas aleatoriamente na área útil da parcela.

#### **4.4.4 Avaliações pós-colheita**

A colheita do experimento foi realizada em duas etapas, no dia 08 de abril de 2021 foram colhidas as cultivares BMX Raio e BMX Zeus, que são mais precoces, e no dia 21 de abril de 2021 foram colhidas as cultivares M5947 IPRO e BMX Fibra, que são mais tardias.

Para a avaliação da produtividade colheu-se a área útil da parcela, essas plantas foram trilhadas e posteriormente realizou-se a pesagem do total de grãos colhido. Após a colheita também se determinou o peso de mil grãos, realizando a contagem em 5 subamostras em cada parcela e posterior pesagem em balança de precisão. Foi realizada a medição da umidade dos grãos colhidos em cada parcela. Os dados de peso total da parcela e peso de mil grãos foram corrigidos para a umidade de 13%. Sendo que a produtividade foi posteriormente convertida para  $\text{kg ha}^{-1}$ .

#### **4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Os dados de todas as avaliações foram submetidos aos testes de normalidade (Shapiro-wilk) dos dados. Posteriormente foram submetidos a análise de variância, e quando esta foi significativa, realizou-se o teste de Tukey. Para todos os testes utilizou-se 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ). Para análise estatística utilizou-se o programa Sisvar.

## 5 RESULTADO E DISCUSSÃO

A análise de variância realizada mostrou interação significativa entre os fatores herbicidas de pré-emergência e cultivares para todas as variáveis.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados de porcentagem de fitointoxicação das plantas de soja, aos 7 dias após a emergência (DAE). Pode se observar que houve presença de fitointoxicação para todos os herbicidas, indiferentemente da cultivar de soja. Contudo estes foram considerados baixos, uma vez que em nenhuma das situações estudadas estes ultrapassaram os 10%.

Tabela 2- Fitointoxicação (%) aos 7 dias após a emergência (DAE) das plantas de soja após a aplicação de herbicidas em pré-emergência. Curitiba, SC, 2021

| Ingrediente ativo | Fitointoxicação aos 7 DAA (%) |          |         |           |
|-------------------|-------------------------------|----------|---------|-----------|
|                   | BMX Raio                      | BMX Zeus | M5947   | BMX Fibra |
| Testemunha        | 0 Ab                          | 0 Ab     | 0 Ab    | 0 Ab      |
| Dicl              | 3,3 Ab                        | 3,5 Aa   | 3,0 Aa  | 5,0 Aab   |
| Sulf + Diur       | 6,5 Aa                        | 3,5 Ba   | 4,5 ABa | 3,5 Bb    |
| Pyro + Flum       | 6,5 Aa                        | 3,5 Ba   | 4,0 Ba  | 7,3 Aa    |
| CV (%)            | 36,7                          |          |         |           |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). Testemunha sem tratamento, Dicl = diclosulam a  $33,6 \text{ g ha}^{-1}$  de i.a., Sulf + Diur = sulfentrazone + diuron a  $245 + 490 \text{ g ha}^{-1}$  de i.a. e Pyro + Flum = pyroxasulfone + flumioxazin a  $120 + 80 \text{ g ha}^{-1}$  de i.a. Raio = BMX Raio IPRO, Zeus = BMX Zeus IPRO, 5947 = MonSoy 5947 IPRO e Fibra = BMX Fibra IPRO.

Como observado na Tabela 2 para a cultivar BMX Raio, os herbicidas pyroxasulfone + flumioxazin e sulfentrazone + diuron, foram os quais apresentaram os maiores níveis de fitointoxicação (6,5%). Já para a cultivar BMX Zeus, os três herbicidas apresentaram o mesmo nível de injúria (3,5%) diferenciando-se apenas da testemunha sem herbicida.

A cultivar MonSoy 5947, apresentou maior nível de injúria 4,5% para o sulfentrazone + diuron, porém não se diferenciou estatisticamente dos herbicidas pyroxasulfone + flumioxazin e diclosulam, os quais apresentaram níveis de 4,0 e 3,5% respectivamente.

Na cultivar BMX Fibra o maior nível de fitointoxicação (7,3%), foi observado para o herbicida pyroxasulfone + flumioxazin, seguido pelo diclosulam qual apresentou 5,0% e sulfentrazone + diuron com 3,0%.

Para o fator fitointoxicação aos 7 DAA, quando observamos o efeito do herbicida dentro de cada cultivar observa-se que somente pyroxasulfone + flumioxazin para as cultivares BMX Fibra e BMX Raio demonstraram diferença estatística.

De forma geral notou-se que todas as cultivares sofreram danos após a aplicação dos herbicidas, isso se deve provavelmente a não metabolização de toda a molécula do ativo absorvida pela planta. Dalazem *et al.* (2020) observaram resultados semelhantes na aplicação de sulfentrazone.

Nas avaliações de fitointoxicação subsequentes, realizadas aos 14 e 28 DAE não foram mais observados sintomas de fitointoxicação em nenhuma das cultivares e herbicidas estudados (dados não demonstrados, pois foram todos zero iguais a testemunha sem herbicida). Isso mostra que mesmo inicialmente sendo observadas injúrias na soja após a aplicação dos herbicidas de pré-emergência as plantas tiveram a capacidade de se recuperar destes sintomas, e continuar o seu desenvolvimento.

Porém, somente a avaliação relacionada aos sintomas de injúrias ocorrido nas plantas após a aplicação de herbicidas não deve ser o único parâmetro para se avaliar a seletividade. Pois, segundo Velini *et al.* (1992) alguns herbicidas podem reduzir componentes de rendimento e a produtividade da cultura, mesmo sem produzir efeitos visualmente detectáveis. Por isso, foram avaliados outros parâmetros para poder concluir com maior convicção a seletividade ou não dos herbicidas utilizados para as diferentes cultivares.

Na tabela 3 estão apresentados os resultados para porcentagem do fechamento da entrelinha da soja aos 56 DAA. Na cultivar BMX Raio, notou-se que todos os herbicidas reduziram a porcentagem de fechamento da entrelinha, sendo para o diclosulam o fechamento de 70%, seguido pelos herbicidas pyroxasulfone+ flumioxazin com 71% e sulfentrazone + diuron 75%, entretanto não houve diferença estatística entre os herbicidas e todos foram inferiores a testemunha, que apresentou 86% de fechamento.

Tabela 3- Fechamento das entrelinhas 56 DAA (%) das plantas de soja após a aplicação de herbicidas em pré-emergência. Curitibanos, SC, 2021.

| Ingrediente ativo | Fechamento das entrelinhas aos 56 DAA (%) |          |       |           |
|-------------------|---|----------|-------|-----------|
|                   | BMX Raio                                  | BMX Zeus | M5947 | BMX Fibra |
| Testemunha        | 86 Aa                                     | 70 Bab   | 80 Aa | 80 Aa     |
| Dicl              | 70 ABb                                    | 63 Bb    | 76 Aa | 75 Aa     |
| Sulf + Diur       | 75 Ab                                     | 74 Aa    | 78 Aa | 76 Aa     |
| Pyro + Flum       | 71 Ab                                     | 74 Aa    | 76 Aa | 79 Aa     |
| CV (%)            | 6,9                                       |          |       |           |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ). Testemunha sem tratamento, Dicl = diclosulam a 33,6 g ha<sup>-1</sup> de i.a., Sulf + Diur = sulfentrazone + diuron a 245 + 490 g ha<sup>-1</sup> de i.a. e Pyro + Flum = pyroxasulfone + flumioxazin a 120 + 80 g ha<sup>-1</sup> de i.a. Raio = BMX Raio IPRO, Zeus = BMX Zeus IPRO, 5947 = MonSoy 5947 IPRO e Fibra = BMX Fibra IPRO.

Na cultivar BMX Zeus, os melhores resultados foram observados nos tratamentos onde houve a aplicação dos herbicidas pyroxasulfone+ flumioxazin e sulfentrazone + diuron com percentual do fechamento da entrelinha de 74%, na testemunha e diclosulam apresentaram 70 e 63% respectivamente, sendo inferiores as misturas formuladas.

Os percentuais de fechamento da entrelinha observados na cultivar Monsoy 5947, não diferiram estatisticamente, o mesmo resultado ocorreu para a cultivar BMX Fibra. Para o fator fitointoxicação aos 7 DAA, quando observamos o efeito do herbicida dentro de cada cultivar a testemunha da cultivar BMX Zeus foi a única qual demonstrou diferença.

Na Tabela 4 é apresentado o número de plantas por metro<sup>-1</sup> (estande), variável está ligada diretamente aos componentes de produtividade da soja.

Tabela 4- Estande de plantas na pré-colheita (plantas m<sup>-1</sup>) após a aplicação de herbicidas em pré-emergência. Curitibanos, SC, 2021.

| Ingrediente ativo | Estande de plantas na pré-colheita (plantas m <sup>-1</sup> ) |          |         |           |
|-------------------|---|----------|---------|-----------|
|                   | BMX Raio  | BMX Zeus | M5947   | BMX Fibra |
| Testemunha        | 10,5 Aa   | 8,0 Ba   | 9,9 Aa  | 10,8 Aa   |
| Dicl              | 10,6 Aa   | 7,5 Ba   | 10,8 Aa | 10,0 Aa   |
| Sulf + Diur       | 9,5 Aab   | 7,6 Ba   | 10,3 Aa | 10,5 Aa   |
| Pyro + Flum       | 8,5 BCb   | 7,3 Ca   | 9,3 ABA | 11,0 Aa   |
| CV (%)            | 10,1  |          |         |           |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ). Testemunha sem tratamento, Dicl = diclosulam a 33,6 g ha<sup>-1</sup> de i.a., Sulf + Diur = sulfentrazone + diuron a 245 + 490 g ha<sup>-1</sup> de i.a. e Pyro + Flum = pyroxasulfone + flumioxazin a 120 + 80 g ha<sup>-1</sup> de i.a. Raio = BMX Raio IPRO, Zeus = BMX Zeus IPRO, 5947 = MonSoy 5947 IPRO e Fibra = BMX Fibra IPRO.

Para a cultivar BMX Raio o herbicida pyroxasulfone+ flumioxazin foi o que proporcionou o menor número de plantas com 8,5 plantas por metro linear, seguido por sulfentrazone + diuron com 9,6 plantas, a testemunha e a aplicação de diclosulam não apresentaram diferença estatística. As demais cultivares (BMX Zeus, Monsoy 5947 e BMX Fibra) não tiveram essa variável afetada pela aplicação dos herbicidas (Tabela 5).

Na Tabela 5 estão os resultados referentes à altura das plantas de soja, em centímetros, no pré-colheita, no qual somente a cultivar BMX Zeus apresentou diferença estatística entre a aplicação dos herbicidas, nota-se que a maior altura (85 cm) foi observada na aplicação de sulfentrazone + diuron.

Tabela 5- Altura de plantas de soja na pré-colheita (cm) após a aplicação de herbicidas em pré-emergência. Curitiba, SC, 2021 (média de 5 plantas).

| Ingrediente ativo | Altura de plantas na pré-colheita (cm) |          |        |           |
|-------------------|--|----------|--------|-----------|
|                   | BMX Raio                               | BMX Zeus | M5947  | BMX Fibra |
| Testemunha        | 79 Ba                                  | 82 Bab   | 119 Aa | 114 Aa    |
| Dicl              | 73 Ca                                  | 76 Cb    | 119 Aa | 108 Ba    |
| Sulf + Diur       | 80 Ca                                  | 85 Ca    | 122 Aa | 109 Ba    |
| Pyro + Flum       | 77 Ba                                  | 80 Bab   | 120 Aa | 109 Ba    |
| CV (%)            | 4,3                                    |          |        |           |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). Testemunha sem tratamento, Dicl = diclosulam a 33,6 g ha<sup>-1</sup> de i.a., Sulf + Diur = sulfentrazone + diuron a 245 + 490 g ha<sup>-1</sup> de i.a. e Pyro + Flum = pyroxasulfone + flumioxazin a 120 + 80 g ha<sup>-1</sup> de i.a. Raio = BMX Raio IPRO, Zeus = BMX Zeus IPRO, 5947 = MonSoy 5947 IPRO e Fibra = BMX Fibra IPRO.

Através da tabela 6 podemos observar que para o fator número de vagens não houve diferença significativa entre os herbicidas estudados dentro de cada cultivar assim como para as cultivares dentro de cada herbicida

Tabela 6- Número de vagens por planta de soja após a aplicação de herbicidas em pré-emergência. Curitiba, SC, 2021

| Ingrediente ativo | Número de vagens por planta |          |       |           |
|-------------------|-----------------------------|----------|-------|-----------|
|                   | BMX Raio                    | BMX Zeus | M5947 | BMX Fibra |
| Testemunha        | 67 Aa                       | 67 Aa    | 71 Aa | 68 Aa     |
| Dicl              | 53 Aa                       | 66 Aa    | 64 Aa | 67 Aa     |
| Sulf + Diur       | 58 Ba                       | 63 ABa   | 59 Ba | 76 Aa     |
| Pyro + Flum       | 63 Aa                       | 67 Aa    | 68 Aa | 78 Aa     |
| CV (%)            | 12,9                        |          |       |           |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). Testemunha sem tratamento, Dicl = diclosulam a 33,6 g ha<sup>-1</sup> de i.a., Sulf + Diur = sulfentrazone + diuron a 245 + 490 g ha<sup>-1</sup> de i.a. e Pyro + Flum = pyroxasulfone + flumioxazin a 120 + 80 g ha<sup>-1</sup> de i.a. Raio = BMX Raio IPRO, Zeus = BMX Zeus IPRO, 5947 = MonSoy 5947 IPRO e Fibra = BMX Fibra IPRO.

A massa de mil grãos da cultivar BMX Raio apresentou redução quando foram aplicados os herbicidas diclosulam e pyroxasulfone + flumioxazin apresentando 156 e 162 gramas, respectivamente. A maior massa de mil grãos foi observada na aplicação do herbicida sulfentrazone + diuron com 208 gramas, contudo semelhante a testemunha sem herbicida 198 g) (Tabela 7).

Tabela 7- Massa de mil grãos (g) de soja após a aplicação de herbicidas em pré-emergência. Curitiba, SC, 2021

| Ingrediente ativo | Peso de mil sementes (g) |          |        |           |
|-------------------|--------------------------|----------|--------|-----------|
|                   | BMX Raio                 | BMX Zeus | M5947  | BMX Fibra |
| Testemunha        | 198 Ba                   | 250 Aa   | 200 Ba | 176 Cab   |
| Dicl              | 156 Cb                   | 263 Aa   | 186 Ba | 178 Ba    |
| Sulf + Diur       | 208 Ba                   | 259 Aa   | 201 Ba | 166 Cab   |
| Pyro + Flum       | 162 Cb                   | 257 Aa   | 194 Ba | 158 Cb    |
| CV (%)            | 5,1                      |          |        |           |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). Testemunha sem tratamento, Dicl = diclosulam a 33,6 g ha<sup>-1</sup> de i.a., Sulf + Diur = sulfentrazone + diuron a 245 + 490 g ha<sup>-1</sup> de i.a. e Pyro + Flum = pyroxasulfone + flumioxazin a 120 + 80 g ha<sup>-1</sup> de i.a. Raio = BMX Raio IPRO, Zeus = BMX Zeus IPRO, 5947 = MonSoy 5947 IPRO e Fibra = BMX Fibra IPRO.

Na cultivar BMX Fibra a menor massa de mil grãos foi observado onde ocorreu a aplicação do herbicida pyroxasulfone+ flumioxazin (158g), entretanto foi semelhante com o resultado dos demais tratamentos sulfentrazone + diuron (166g), testemunha (176g). Diferindo apenas do diclosulam com 178g. As cultivares BMX Zeus e Monsoy 5947 não apresentaram

diferença entre a testemunha e a aplicação dos herbicidas para este componente de rendimento (Tabela 7).

A Tabela 8 apresenta os resultados de produtividade de grãos de soja ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Na cultivar BMX Raio pode-se observar que todos os herbicidas afetaram negativamente a produtividade, quando comparada a testemunha. Destaca-se a molécula diclosulam, a qual apresentou uma produtividade de  $3456 \text{ kg ha}^{-1}$ , redução de 33,62% quando comparada com a testemunha ( $5206 \text{ kg ha}^{-1}$ ). O uso de pyroxasulfone+ flumioxazin também reduziu significativamente a produtividade, com percentual de 28,80%. O herbicida sulfentrazone + diuron reduziu em 4,11%, não apresentando diferença significativa.

Tabela 8- Produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de soja após a aplicação de herbicidas em pré-emergência. Curitiba, SC, 2021

| Ingrediente ativo | Produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) |          |          |           |
|-------------------|--|----------|----------|-----------|
|                   | BMX Raio                                       | BMX Zeus | M5947    | BMX Fibra |
| Testemunha        | 5206 Ba  | 6403 Aa  | 5325 Ba  | 5271 Ba   |
| Dicl              | 3456 Bb  | 6187 Aa  | 5639 Aa  | 5215 Aa   |
| Sulf + Diur       | 4992 Ba  | 6093 Aa  | 5334 ABA | 4971 Ba   |
| Pyro + Flum       | 3707 Cb  | 6054 Aa  | 5285 ABA | 4515 BCa  |
| CV (%)            | 9,9  |          |          |           |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ). Testemunha sem tratamento, Dicl = diclosulam a  $33,6 \text{ g ha}^{-1}$  de i.a., Sulf + Diur = sulfentrazone + diuron a  $245 + 490 \text{ g ha}^{-1}$  de i.a. e Pyro + Flum = pyroxasulfone + flumioxazin a  $120 + 80 \text{ g ha}^{-1}$  de i.a. Raio = BMX Raio IPRO, Zeus = BMX Zeus IPRO, 5947 = MonSoy 5947 IPRO e Fibra = BMX Fibra IPRO.

A cultivar BMX Zeus foi a cultivar que alcançou a maior produtividade em relação as demais. E para esta cultivar não foi observado efeito negativo da aplicação dos herbicidas de pré-emergência sobre a produtividade, uma vez que a produtividade destes tratamentos foi semelhante a testemunha sem herbicida.

Os resultados não demonstram diferença estatística entre os diferentes tratamentos para a cultivar Monsoy 5947, porém observou-se para o herbicida diclosulam um ganho de produtividade de 5,8%, este ganho em produtividade pode estar ligado ao maior estande observado na Tabela 5. A cultivar BMX Fibra também não apresentou diferença estatística significativa entre os diferentes tratamentos. A testemunha e o tratamento com a aplicação da de diclosulam apresentaram resultados semelhantes  $5271 \text{ kg ha}^{-1}$  (testemunha) e  $5215 \text{ kg ha}^{-1}$  (diclosulam), os herbicidas pyroxasulfone + flumioxazin e sulfentrazone + diuron reduziram



respectivamente 14,34% e 5,69% a produtividade ao comparar com a testemunha. Porém, como já citado, não foi considerado como diferença significativa.

Estudos com a aplicação e diclosulam (35,3 g ha<sup>-1</sup>) e sulfentrazone (400 g ha<sup>-1</sup>) em pré-emergência na cultivar de soja SYN 1059 (grupo de maturidade 5.9), na safra 2014/15 em Eldorado do Sul-RS, obtiveram redução na produtividade de grãos em 9,0 e 6,5%, respectivamente (DALAZEN *et al.*, 2020).

Fornazza *et al.* (2018) desenvolveram ensaios com herbicidas de pré-emergência na cultura da soja de ciclo precoce FPS Iguaçu RR (super precoce grupo de maturidade 5.0) em Mandaguaçu-PR na safra 2014/15. Os autores observaram redução de 13,9 e 15% na produtividade de grãos após a aplicação de diclosulam (25,2 g ha<sup>-1</sup>) e sulfentrazone (300 g ha<sup>-1</sup>) em solo de textura argilosa.

Analisando os resultados deste experimento pode-se observar que a cultivar mais precoce, BMX Raio com grupo de maturidade 5.0, foi a mais afetada pela aplicação dos herbicidas em pré-emergência, havendo redução no fechamento da entrelinha, estande, na massa de mil grãos e na produtividade de grãos. Isso pode ter ocorrido, pois como o ciclo desta cultivar é mais curto qualquer injúria, por menor que seja, já pode afetar de forma significativa a produtividade, uma vez que o tempo para a recuperação destes sintomas é mais curto.

O cultivo de materiais de soja com ciclo precoce traz benefícios ao sistema agrícola, como menor exposição ao ataque de pragas e patógenos, menor gasto com defensivos, e possibilidade de realizar um número maior de cultivos dentro de uma safra agrícola (HAMAEAKI *et al.*, 2002; BARROSO *et al.*, 2008). Porém, por estas cultivares apresentarem período juvenil mais curto a recuperação após serem submetidas a condições de estresses é mais lenta (BARROSO *et al.*, 2008) e isso pode impactar diretamente em sua produtividade, como observado na presente pesquisa.

Os resultados deste ensaio somado aos já disponíveis na literatura (FORNAZZA *et al.*, 2018; DALAZEN *et al.*, 2020), mostram a necessidade de avaliação da tolerância dos genótipos de soja aos herbicidas de pré-emergência, sendo uma característica a ser considerada em programas de melhoramento genético desta cultura. Uma vez que mesmo sendo registrados para a cultura o efeito do herbicida não é o mesmo para todas as cultivares.

## 6 CONCLUSÕES

Os herbicidas diclosulam, sulfentrazone + diuron e pyroxasulfone + flumioxazin foram seletivos para as cultivares BMX Zeus, Monsoy 5947 e BMX Fíbra, quando aplicados em pré-emergência.

Os herbicidas diclosulan e pyroxasulfone + flumioxazin reduziram a produtividade da cultivar BMX Raio, não sendo seletivos para esta cultivar nas condições de edafoclimáticas deste experimento. Já o sulfentrazone + diuron foi seletivo a cultivar de soja BMX Raio.

## REFERÊNCIAS

- AGRO BAYER BRASIL. **Catálogo de cultivares**. Disponível em: <https://www.agro.bayer.com.br/essenciais-do-campo/sementes/monsoy/m-5947-ipro>. Acesso em: 30 ago. 2021.
- BARROSO, A.L.L. *et al.* Seletividade de associações de herbicidas pós-emergentes em variedades de soja precoce. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.7, n.2, p.36-46, 2008.
- BECKIE, H. J. *at all.* Herbicide Resistance Management: Recent Developments and Trends. **Plants**, v. 8, p. 2-13, 2019.
- BRASMAX GENÉTICA. **Catálogo de cultivares**. Disponível em: <https://www.brasmaxgenetica.com.br/>. Acesso em: 30 ago. 2021.
- BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. Biologia de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. Cap. 12. p. 1-362.
- CABRERA, L. C.; *et al.* Degradation of herbicide diuron in water employing the Fe<sup>0</sup>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> system. **Journal Of The Brazilian Chemical Society**, [s.l.], v. 21, n. 12, p.2347-2352, dez. 2010.
- CARVALHO, L. B. **Herbicidas**. Lages: Editado Pelo Autor, 2013. 72 p. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA).
- COBUCCI, T. *et al.* Efeito residual de herbicidas em pré-plantio do feijoeiro, em dois sistemas de aplicação em plantio direto e sua viabilidade econômica. **Planta Daninha**, v.22, n.4, p.583-590, 2004.
- COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura. **Química Nova**, v.23, p. 4, 2000.
- DALAZEN, G. *et al.* Soybean tolerance to sulfentrazone and diclosulam in sandy soil. **Planta Daninha**, [S.L.], v. 38, n. 1, p. 1-10, dez. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582020380100081>.
- DUARTE, D. L. J. **Interferência da comunidade infestante na cultura da soja tolerante ao glyphosate**. 2009. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Unesp, Jaboticabal, 2009.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. (org.). **Soja em números (safra 2020/21)**. 2021.
- FAO - Food and Agriculture Organization – Pesticides – Flumioxazin.
- FERRELL, J. A *et al.* Sorption and desorption of flumioxazin to soil, clay minerals and ion-exchange resin. **Pest Management Science**, v. 61, n. 1, p. 40-46. 2005.

FORNAZZA, F. G. F. **Seletividade de combinações de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência em soja super-precoce**. 2016. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pósgraduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2016.

FORNAZZA, F.G.F. *et al.* Selectivity of pre-and post-emergence herbicides to very-early maturing soybean cultivars. **Comunicata Scientiae**, v.9, n.4, p.649-658, 2018.

GAZOLA, T. *et al.* Diclosulam effects on soybean grown in soils of different textural classes. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 483, p. 353–361, 2016.

GALON, L *et al.* Seletividade de herbicidas às culturas pelo uso de protetores químicos. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Umuarama, v. 10, n. 3, p. 291-304, 2011.

GOMES, J. V.S. *et al.* **Classificação do ciclo da soja baseado no grupo de maturidade relativa**. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2016.

HAMAWAKI, O.T. *et al.* Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de genótipos de soja do ciclo precoce/médio em Uberlândia, Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, n.1, p.201-205, 2002.

IUPAC – International Union of Pure and Applied Chemistry. Global Availability of Information on Agrochemicals. **THE PPDB Pesticide Properties Database**. 2017.

KANTOLIC, A. G. **Control ambiental y genético de la fenología del cultivo de soja: impactos sobre elrendimiento y laadaptación de genótipos**. Revista da Facultad de Agronomía UBA, 2008

KUVA, M.A. *et al.* Experimentos de eficiência e praticabilidade agrônômica com herbicidas. In: MONQUERO, P.A. Org. **Experimentação com herbicidas**. São Carlos: RiMa; 2016.

LAVORENTI, A. *et al.* Comportamento do diclosulam em amostras de um latossolo vermelho distroférico sob plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 1, p. 183–190, 2003.

MARTINS, D. Seletividade do herbicida diclosulam, aplicado em pré e pós-emergência em diversas cultivares de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 4, n. 2, 2005.

MATTE, W. D. **Atividade residual de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da soja sobre o algodoeiro cultivado em sucessão**. 2017. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso Câmpus Universitário de Sinop, Sinop, 2017.

MELHORANCA, A. L. Seletividade dos herbicidas diclosulam, flumetsulam e cloransulam em diversas cultivares de soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 1, n. 2, p. 119, 2000.

OLIVEIRA, Jr *et al.* Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In: OLIVEIRA, Jr.; SILVÉRIO, R. **Biologia e manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba: Ompix, 2011. Cap. 10. p. 243-262.

PATEL, F. **Eficiência agrônômica e persistência de herbicidas pré-emergentes na cultura da soja**. 2018. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018.

PPDB: Pesticide Properties Database, Hertfordshire, 2021.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Crop Acreage and Yields**. ESTADOS UNIDOS. 2021.

RPSRS - REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 41., 2016, Passo Fundo. **Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2017/2018**. Passo Fundo: Upf, 2017. 128 p.

RIBEIRO, S. R. S. *et al.* Watermelon sensitivity to residual of pre-emergent herbicide applied in soybean crop. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 18, n.2. 2019.

ROCHA, P. R. R. *et al.* Meia-Vida do diuron em solos com diferentes atributos físicos e químicos. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 43, n. 11, p.1961-1966, nov. 2013.

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

SALVADORI, J. R. *et al.* **Indicações Técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e Santa Catarina**, safras 2016/2017 e 2017/2018. [s.l: s.n.]

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3º ed. Brasília, 2013.

SDR - SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Caracterização Regional**. Curitiba. 34 p, maio 2003.

SILVA, A. F. *et al.* Percepção da Ocorrência de Plantas Daninhas Resistentes a Herbicidas por Produtores de Soja - **Milho Safrinha no Estado de Mato Grosso**. 2017.

SILVA, A.A.P. *et al.* Interference among weeds and soybean RR crops in the western center area of the brazilian state of Paraná. **Planta Daninha**, v. 33, p. 707-716, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/6k78YFNt5qJ5PxDpPkRd4vF/abstract/?lang=en>. Acesso em 18 maio 2021.

SBCS - SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de Calagem e Adubação para os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do sul**. 11. ed. Núcleo Regional Sul: Editor, 2016. 376 p.

VELINI, E.D. *et al.* Avaliação dos efeitos do herbicida clomazone, aplicado em pós-emergência inicial, sobre o crescimento e produtividade de soqueira de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* cv. SP 71-1406). **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.10, n.3, p.13-16, 1992.

VIVIAN, R. *et al.* Persistência de sulfentrazone em Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 741–750, 2006.

YAMAJI, Y. *et al.* Weed control efficacy of a novel herbicide, pyroxasulfone. **Journal of Pesticide Science**, v.39, n.3, p.165-169, 2014.

ZOBIOLI, L.H.S. *et al.*, Glyphosate reduces shoot concentrations of mineral nutrients in glyphosate-resistance soybeans. **Plant and Soil**, v.328, p.57-59, 2010.