

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DO RIO GRANDE DO SUL  
CAMPUS IBIRUBÁ**

**VINÍCIUS NEITZKE PAGLIARINI**

**EFEITO DO METSULFUROM-METÍLICO NA GERMINAÇÃO,  
CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA SOJA (*Glycine max* L.)**

**Ibirubá, RS, Brasil**

**2023**

**VINÍCIUS NEITZKE PAGLIARINI**

**EFEITO DO METSULFUROM-METÁLICO NA GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO E  
PRODUTIVIDADE DA SOJA (*Glycine max* L.)**

Trabalho apresentado ao curso de Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, no campus de Ibirubá RS, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Dr. Rodrigo Luiz Ludwig.

**Ibirubá, RS, Brasil**

**2023**

## **AGRADECIMENTOS**

Á minha família, meus pais Luiz Carlos Pagliarini e Clarice Neitzke Pagliarini e minha irmã Vanessa Neitzke Pagliarini que sempre me apoiaram e incentivaram em todos os momentos da minha graduação.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Ibirubá, pelo suporte com laboratórios, área experimental e demais equipamentos para realização deste estudo.

Ao professor Dr. Rodrigo Luiz Ludwig por todos os ensinamentos, oportunidades e orientação durante a graduação e este trabalho.

Á todos os colegas que ajudaram de alguma forma na condução deste experimento, muito obrigado.

## RESUMO

Trabalho de Conclusão de Curso  
Curso de Agronomia  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá

### **EFEITO DO METSULFUROM-METÍLICO NA GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA SOJA (*Glycine max* L.)**

AUTOR: VINÍCIUS NEITZKE PAGLIARINI

ORIENTADOR: RODRIGO LUIZ LUDWIG

Ibirubá/RS, 05 de julho de 2023

A soja (*Glycine max*) é a uma importante cultura que possui a maior área semeada no Brasil. É de grande importância a pesquisa em diferentes contextos visando aumentar a produtividade da soja, e reduzir a ocorrência de erros humanos, mecânicos e tecnológicos que possam prejudicar a produção da cultura. Um dos principais fatores que prejudicam a produção de grãos são as plantas daninhas, as quais devem ser manejadas prioritariamente em pré semeadura da soja, a fim de ter uma condição de mínima competição com a cultura para evitar perdas de rendimento. Sabe-se que o manejo das plantas daninhas no período do inverno é uma estratégia eficaz, e dentre algumas possibilidades, se destaca o herbicida metsulfurom metílico, pertencente ao grupo químico das sulfoniluréias, seletivo e ação sistêmica. O produto deixa um residual no solo que inibe a germinação de plantas daninhas e também da cultura da soja, sendo este um dos motivos que leva o produtor a tomar cuidado e ter um planejamento sobre a aplicação do metsulfurom-metílico. O objetivo dessa pesquisa foi identificar qual o período mínimo de intervalo entre a aplicação de metsulfurom-metílico e a semeadura da soja sem que haja danos para a cultura. O trabalho foi realizado na Área Didática Experimental do IFRS – Campus Ibirubá/RS, utilizando delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. O fator avaliado foi intervalo entre a semeadura e aplicação do herbicida (1- Sem herbicida (testemunha), 2 – Aplicação 60 dias antes da semeadura, 3- Aplicação 45 dias antes da semeadura, 4- Aplicação 30 dias antes da semeadura, 5- Aplicação 15 dias antes da semeadura, 6- Aplicação 7 dias antes da semeadura, 7- Aplicação no dia da semeadura). Totalizando 28 unidades experimentais, a cultivar utilizada foi DM57i52 com uma população de 30,9 planta por m<sup>2</sup>. As variáveis avaliadas foram: índice de velocidade de emergência, estatura de planta, número de legumes por planta, número de grãos por legume, peso de mil sementes e produtividade. Os resultados foram submetidos à análise da variância (Anova) e ao teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), através do software Sisvar. A estatura de plantas foi afetada no início do desenvolvimento (35 DAE), tendo uma redução de até 75,7% quando comparada a testemunha sem aplicação e a aplicação no dia da semeadura, o número de legumes por planta teve maiores valores reduzindo o intervalo entre a aplicação e a semeadura, e a produtividade foram afetadas gradativamente reduzindo os intervalos, ocorreu uma redução de 9,6% na produtividade quando a aplicação ocorre fora da recomendação da bula, ou seja aplicado em intervalo menor do que 60 dias, já o número de grãos por legume e o peso de mil sementes não tiveram resultados significativos.

**Palavras-chave:** Plantas daninhas. Herbicida. Produtividade.

## ABSTRACT

Completion of course work

Agronomy Course

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá

### **Effect of metsulfuron-methyl on germination, growth and productivity of soybean (*Glycine max* L.)**

AUTHOR: VINÍCIUS NEITZKE PAGLIARINI

ADVISOR: RODRIGO LUIZ LUDWIG

Ibirubá/RS, July 05, 2023

Soybean (*Glycine max*) is an important crop that has the largest sown area in Brazil. Research in different contexts is of great importance in order to increase soybean productivity and reduce the occurrence of human, mechanical and technological errors that could harm the production of the crop. One of the main factors that harm grain production are weeds, which must be managed primarily in pre-sowing soybeans, in order to have a condition of minimal competition with the crop to avoid yield losses. It is known that the management of weeds in the winter period is an effective strategy, and among some possibilities, the methyl metsulfuron herbicide, belonging to the chemical group of silfunylureas, stands out, selective and systemic action. The product leaves a residue in the soil that inhibits the germination of weeds and also of the soybean crop, which is one of the reasons that lead the producer to be careful and plan the application of metsulfuron-methyl. The objective of this research was to identify the minimum period of interval between the application of metsulfuron-methyl and soybean sowing without causing damage to the crop. The work was carried out in the experimental didactic area of the IFRS – campus Ibirubá/RS, using a Randomized Block Design, with four replications. The evaluated factor was the interval between sowing and herbicide application (1- No herbicide (control), 2 - Application 60 days before sowing, 3- Application 45 days before sowing, 4- Application 30 days before sowing, 5- Application 15 days before sowing, 6- Application 7 days before sowing, 7- Application on the day of sowing). Totaling 28 experimental units, the cultivar used was DM57i52 with a population of 30.9 plants per m<sup>2</sup>. The variables evaluated were: emergence speed index, plant height, number of pods per plant, number of grains per pod, weight of one thousand seeds and productivity. The results were submitted to analysis of variance (Anova) and Tukey's test ( $p < 0.05$ ), using the Sisvar software. Plant height was affected at the beginning of development (35 DAE), with a reduction of up to 75.7% when compared to the control without application and application on the sowing day, the number of pods per plant had higher values, reducing the interval between application and sowing, and productivity were gradually affected by reducing the intervals, there was a reduction of 9.6% in productivity when the application occurs outside the package insert recommendation, that is, applied in an interval of less than 60 days, whereas the number of grains per legume and the weight of a thousand seeds had no significant results.

**Keywords:** Weeds. Herbicide. Productivity.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	9
2.1 CULTURA DA SOJA .....	9
2.2 COMPETIÇÃO DE PLANTAS DANINHAS COM A SOJA .....	10
2.3 CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS DANINHAS.....	11
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	14
3.1 VARIÁVEIS AVALIADAS .....	16
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	19
4.1 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA .....	21
4.2 ESTATURA DE PLANTAS.....	22
4.3 NÚMERO DE LEGUMES POR PLANTA E GRÃOS POR LEGUME .....	24
4.4 PESO DE MIL SEMENTES E PRODUTIVIDADE .....	25
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	28
<b>6 REFERÊNCIAS</b> .....	29

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é a cultura que possui a maior área semeada em todo o Brasil, sendo cultivados 43.561,9 milhões de hectares 2022/2023, concentrando a maior produção nas regiões centro oeste e sul, respectivamente (CONAB, 2023). Já a produção brasileira de soja na safra 2022/2023 foi de 155 milhões de toneladas (CONAB, 2023), o que torna o Brasil o maior produtor mundial desta cultura. A safra de 2022/2023, no Rio Grande do Sul, foi frustrada devido à estiagem que atingiu boa parte do estado, ocasionando baixas produtividades e grãos com qualidade baixa (CONAB, 2023).

As plantas daninhas sempre foram um empecilho na agricultura, envolvendo todas as culturas, em 1974 foi lançado o glifosato, considerado por muitos um produto revolucionário. No Brasil, em 1998 a Embrapa Soja recebeu sementes de uma linhagem geneticamente modificada, esta tolerante ao glifosato. Uma área com presença de plantas daninhas acarreta em perdas, tanto de qualidade e produção e até mesmo poderá inviabilizar a colheita.

No sistema de plantio direto, é necessário fazer aplicações de herbicidas pré-emergentes, para isso, são utilizados herbicidas com efeito residual, mantendo a área isenta de plantas daninhas por um período maior (CARVALHO, 2000). No inverno, principalmente na região sul, as principais culturas semeadas são azevém comum (*Lolium multiflorum*), aveia preta (*Avena strigosa*) e aveia branca (*Avena sativa*) para cobertura vegetal e pastagem para animais, além de cereais como trigo (*Triticum* spp.) e cevada (*Hordeum vulgare*) (DALAZENI 2015. *apud* SKONIESKI et al., 2011).

Visando a safra de verão seguinte, manejos para controle de plantas daninhas e manejo de banco de sementes devem iniciar já na safra anterior, assim a escolha de um herbicida se torna muito importante. Um herbicida com efeito residual, é aquele que após ser aplicado permanece ativo no solo, agindo em plantas que emergem após a aplicação, atuando por um período pré-determinado (MAIS SOJA, 2020). Como exemplo, podemos citar herbicidas com princípio ativo metsulfurom-metílico, comumente utilizados pelos agricultores do sul do Brasil.

O metsulfurom metílico é um herbicida seletivo a plantas de folhas largas, muito usado no inverno para controle de plantas daninhas que podem interferir drasticamente na soja na safra seguinte, o uso deste produto proporciona com que o solo fique isento de plantas daninhas para semear a safra de verão, porém esse princípio possui um tempo de carência indicado na bula de 60 dias para soja, 70 dias para milho (BL HERBICIDA ALLY, 2020).

O metsulfurom metílico pertence ao grupo químico das Sulfoniluréias, com mecanismo de ação que atua inibindo a síntese da enzima acetolactato sintase (ALS), responsável pela

síntese de aminoácidos de cadeia ramificada como a leucina, valina e isoleucina (POWLES, 2014. *apud* FRAGA, 2016).

O momento correto da aplicação do herbicida é importante, pois quando se estende o intervalo entre aplicação e semeadura da soja, permite-se que plantas daninhas se estabeleçam precocemente, dificultando o manejo da dessecação em pré-semeadura. No entanto, quando se reduz o intervalo entre a aplicação do metsulfurom-metílico e a semeadura da soja, este, pode apresentar toxidez a cultura subsequente. Dependendo das espécies de plantas daninhas presentes na área, e de seus estádios de desenvolvimento, existem diferentes indicações de dose para o herbicida, mas a recomendação de período de carência é fixa. Sendo assim, questiona-se qual o intervalo indicado na teoria vs prática, será que pode ser considerado um intervalo menor sem afetar a cultura de interesse? Com isso objetiva-se avaliar o desempenho agrônomo da soja submetida a aplicações de metsulfurom-metílico em diferentes períodos de pré-semeadura.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

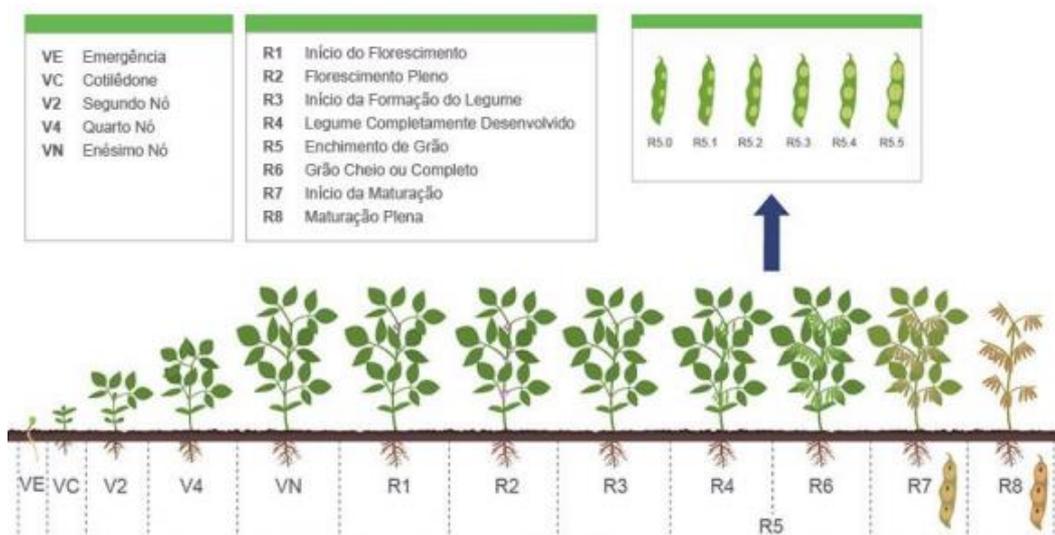
### 2.1 CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma oleaginosa, pertencente à família Fabaceae, subfamília papilionácea e do gênero *Glycine*. Relatada como espécie originária da China (VERNATTI E GASTAL, 1979). No Brasil foi introduzida em 1882 no estado da Bahia, e mais tarde para região sul (CAMPELO, 1998)

A soja é uma espécie diploide, possuindo 40 cromossomos, autógama e anual, possui um sistema radicular pivotante, caule ereto e herbáceo, pubescente e ramificado (ZANON et al, 2018). Apresenta 3 tipos de folhas, sendo elas cotiledonares que são as duas iniciais, unifolioladas e as trifolioladas (SEDIYAMA, 1985). As flores são hermafroditas podendo ser purpuras ou brancas (VERNETTI, 2009). O fruto da soja é denominado legume, geralmente possui de 2 a 7 cm de comprimento e 1 a 2 cm de largura, já a semente da soja possui tegumento e varia quanto ao formato, cor, tamanho e cor do hilo (ZANON et al, 2018).

A cultura possui uma escala fenológica, compostas por uma fase vegetativa que vai da germinação até a floração, seguida da fase reprodutiva até a maturação do legume e colheita (FEHR E CAVINESS, 1977).

**Figura 1.** Escala fenológica de Fehr e Caviness para a soja.



Fonte: ELEVAGRO (2013)

O estágio VE, representa a emergência da plântula, quando os cotilédones se encontram acima do solo, é considerado emergência completa. O VC significa total abertura e expansão

dos cotilédones, a plântula depende das reservas do cotilédone. O estágio V1 significa que a planta já está absorvendo nutrientes e está fixada, então do V1 até o V6/VN ocorre desenvolvimento radicular, foliar e do caule, se preparando para receber a carga dos legumes. Os estádios R significam reprodutivos, florescimento (R1 e R2), desenvolvimento da vagem (R3 e R4), desenvolvimento do grão (R5 e R6) e maturação da planta (R7 e R8) (NEUMAIER, 2000).

A produtividade da cultura da soja é afetada por diversos motivos, entre eles a incidência de plantas daninhas que competem por nutrientes, água e radiação solar. Para manejá-las, o controle químico é o mais utilizado pois é mais eficiente e prático, demanda pequena quantidade de mão-de-obra, e possui rendimento operacional elevado (OLIVEIRA, CONSTANTIN E INOUE, 2011), porém a grande utilização proporcionou a seleção de biótipos resistentes em diversas espécies de plantas daninhas (EMBRAPA, 2006).

## 2.2 COMPETIÇÃO DE PLANTAS DANINHAS COM A SOJA

Uma planta é considerada daninha quando cresce onde não é desejada, ou junto com uma cultura de interesse econômico, e ocasiona danos no desenvolvimento, conseqüentemente queda na produção (LORENZI, 2000). Além disso as plantas daninhas podem reduzir a qualidade dos grãos, provocar maturação desuniforme, dificultar a colheita (VARGAS E ROMAN, 2000) e ainda servir como hospedeiras para doenças e pragas (LORENZI, 2000).

As plantas daninhas possuem grande capacidade de absorver nutrientes e água do ambiente, assim como competem por luz, algumas espécies como *Ipomea spp*, *Senna obtusifolia* levam vantagem pois posicionam as suas folhas acima das folhas da soja. A grande maioria das plantas daninhas tem rota fotossintética C4, tornando mais eficiente que a soja que possui ciclo C3 (VARGAS E ROMAN, 2000). Existe também a competição por nutrientes, onde algumas espécies são altamente eficientes na absorção (VAN ACKER, 1993 *apud* VARGAS E ROMAN, 2000).

Plantas daninhas podem conviver com a cultura de interesse por um período sem afetar a mesma, esse período é chamado de período anterior a interferência (PAI). Período total de prevenção a interferência (PTPI), é o período após a emergência da cultura, deve se desenvolver livre de plantas daninhas, após esse período a planta daninha não terá capacidade de competir e o período crítico de prevenção a interferência: é o período entre o PAI e o PTPI, é correspondente aonde devem ser adotadas as práticas de controle (EMBRAPA, 2008).

Nepomuceno, Alves, Dias e Pavani, realizaram uma pesquisa em 2007 buscando determinar os períodos de convivência (PAI, PTPI, PCPI) de plantas daninhas com a cultura da soja. Os resultados mostram que em sistema de plantio direto o período anterior a interferência é de 33 dias após a emergência (DAE), e o período crítico de proteção a interferência vai dos 33 aos 66 DAE.

Os efeitos da interferência das plantas daninhas são irreversíveis, não tendo como recuperar os danos e perdas na produtividade (KOSLOWSKI, 2002, et al SILVA, 2008). Silva (2008) desenvolveu um trabalho buscando avaliar os efeitos da interferência das plantas daninhas em soja, os resultados são claros e demonstram fortes impactos da interferência em fatores quantitativos. Ocorreram impactos significativos em dois componentes diretos do rendimento, reduzindo o número de grãos por legume e o peso de mil grãos.

Existem diversas formas de controlar, combater ou evitar populações de plantas daninhas, como o controle preventivo, biológico, cultural, mecânico e controle químico. O controle químico é o mais utilizado, e é realizado através do uso de herbicidas, possui diversas vantagens, tais como, eficiência e rápida aplicação, evita competição desde a implantação da cultura, não causa danos as raízes da cultura, não revolve o solo, controla plantas daninhas da linha. Dentro das desvantagens envolve um custo elevado, adequação do agricultor para máquinas e possível poluição ambiental (VARGAS e ROMAN, 2000).

Segundo Mais Soja (2019) estimasse que se tiver 1 planta de buva (*Conyza bonariensis*) por m<sup>2</sup> em um hectare, pode comprometer a produtividade da soja em 14%, ou seja, em uma lavoura com potencial para 4.800kg.ha<sup>-1</sup> de grãos “perde-se”, ou deixa de produzir 672kg.ha<sup>-1</sup>.

### 2.3 CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS DANINHAS

Os herbicidas são substâncias químicas capazes de selecionar populações de plantas, e podem prevenir a interferência no início do ciclo de uma cultura e durante todo o ciclo (OLIVEIRA, 2011).

Estes podem ser classificados quanto a época de aplicação, as definições utilizadas são as seguintes: Pré plantio com incorporação (PPI), são herbicidas que devem ser aplicados e incorporados ao solo por meio de revolvimento ou irrigação. Pré Emergentes, a aplicação deve ocorrer antes das plantas daninhas emergirem. Pós emergentes, são aqueles que são aplicados após a emergência das plantas daninhas, a cultura de interesse pode ou não estar emergida. (OLIVEIRA, 2011).

O controle das plantas de cobertura e das infestantes (daninhas) antes da semeadura permite que a cultura tenha o desenvolvimento inicial livre da interferência, impedindo também a reinfestação e facilitando a ação dos herbicidas pós emergentes (ALMEIDA 1991 *apud* DANONI, 2019). Entretanto a maioria dos herbicidas pré-emergentes possuem efeito residual.

O residual de um herbicida recebe o nome de *carryover*, e está relacionado com processos e propriedades químicas dos mesmos como constante de equilíbrio de ionização (pKa/pKb), coeficiente de partição octanol-água (Kow), solubilidade, pressão de vapor, constante da Lei de Henry (H) e meia-vida (MANCUSO, 2011). O metsulfurom metílico é pouco adsorvido nas argilas do solo, porém quanto maior for o teor de matéria orgânica maior será a adsorção, já a degradação por microrganismos é baixa, a persistência da molécula é altamente dependente de pH (RIZZARDI s.d.). A decomposição desta molécula pode ser reduzida pela falta de umidade, ou por baixas temperaturas (VARGAS e GAZZIERO, 2009).

Muitos produtores optam por fazer um manejo de plantas daninhas no inverno já pensando na safra seguinte. O metsulfurom metílico, muito usado para eliminar plantas daninhas, principalmente a buva, exige um período de no mínimo 60 dias antes da semeadura da soja, porém esse período pode ser aumentado pois condições como falta de umidade e temperaturas baixas dificultam a decomposição da molécula (EMBRAPA, 2009).

O metsulfurom-metílico é um herbicida seletivo a plantas de folhas largas, pré-emergente, inibidor da enzima Acetolactato Sintase (ALS), responsável pela síntese dos aminoácidos de cadeia ramificada valina, leucina e isoleucina (DALAZENI, *apud*, TREZZI; VIDAL, 2001), pertence ao grupo químico das sulfoniluréias, com característica de uso de pequenas doses, e elevada seletividade. Muito usado no inverno para controle de plantas daninhas que podem interferir drasticamente na soja na safra seguinte, o uso deste produto proporciona com que o solo fique, isento de plantas daninhas para semear a safra de verão, porém esse princípio possui um tempo de carência indicado na bula de 60 dias para soja, 70 dias para milho (BL HERBICIDA ALLY, 2020).

Os herbicidas inibidores da ALS controlam em sua maioria plantas dicotiledôneas. As sulfoniluréias foram descobertas na década de 70, onde foi observado a atividade do herbicida em atividades de outros afins, então foi modificada a estrutura para obtenção do composto (MOBERG e CROSS 1990, *apud* TREZZI e VIDAL, 2001). O herbicida inibidor de ALS possui boa solubilidade em água (pH 7), e se comporta como ácido fraco, pKa varia entre 1,9 a 4,8 (STOUGAARD 1990, *apud* TREZZI e VIDAL, 2001).

O modo de ação consiste em evitar a síntese dos aminoácidos e assim comprometer os processos bioquímicos e fisiológicos, interrompendo o desenvolvimento e conseqüentemente

morte da planta (TREZZI e VIDAL, 2001). A toxicidade causada por sulfoniluréias em soja são caracterizados pelos aspectos de clorose na nervura principal e secundárias, enrugamento do trifólio em desenvolvimento (GAZZIERO e NEUMAIER, 1985).

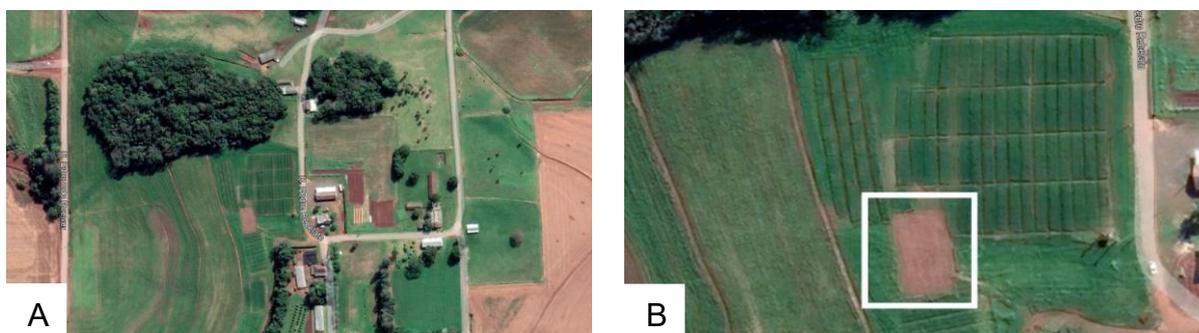
Silva (2020) avaliou a campo alguns efeitos do metsulfurom-metílico em soja, onde observou que a exposição ao químico acarreta em danos fisiológicos, reduzindo a taxa fotossintética, fluorescência da clorofila, também afeta componentes do rendimento, como número de legumes, número de grãos por legume e peso de mil grãos.

Em uma pesquisa realizada por Santos, et al (2022), diversos herbicidas foram testados em diferente plantas daninhas, o metsulfurom-metílico apresentou melhores resultados para o controle de Amargoso, tanto quando aplicado de forma isolada e também mistura com glifosato, porém o metsulfurom metílico pode causar efeitos fito tóxicos nas culturas, como na soja destaca-se a clorose das folhas, morte de gemas apicais, e evolução para morte total da planta até 21 dias após o contato com o herbicida (DIAS, 2015).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Ibirubá, Rio Grande do Sul, na área didática experimental do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, campus Ibirubá (Figura 2). O município encontra-se situado na região fisiográfica do Planalto Médio, Rio Grande do Sul, e apresenta clima subtropical úmido do tipo “cfa” (MORENO, 1961) com solo classificado como Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2018).

**Figura 2** – Localização da área experimental (A) e detalhe do experimento (B).



Fonte: GOOGLE EARTH PRO (2023).

O experimento foi realizado na safra de soja 2022/2023, em delineamento de blocos ao acaso (DBC) com 7 tratamentos e 4 repetições, totalizando 28 unidades experimentais, cada uma composta de 4 metros de comprimento x 3,4 m de largura totalizando 13,6 m<sup>2</sup>. Os tratamentos consistiram em diferentes períodos entre a aplicação do herbicida metsulfurom metílico e a semeadura da soja, sendo eles: (1- Sem herbicida (testemunha), 2 – Aplicação 60 dias antes da semeadura, 3- Aplicação 45 dias antes da semeadura, 4- Aplicação 30 dias antes da semeadura, 5- Aplicação 15 dias antes da semeadura, 6- Aplicação 7 dias antes da semeadura, 7- Aplicação no dia da semeadura). A dose utilizada do herbicida foi 6,6 g.ha<sup>-1</sup> do produto comercial FMC Ally totalizando 3,96 g.ha<sup>-1</sup> do ingrediente ativo metsulfurom metílico.

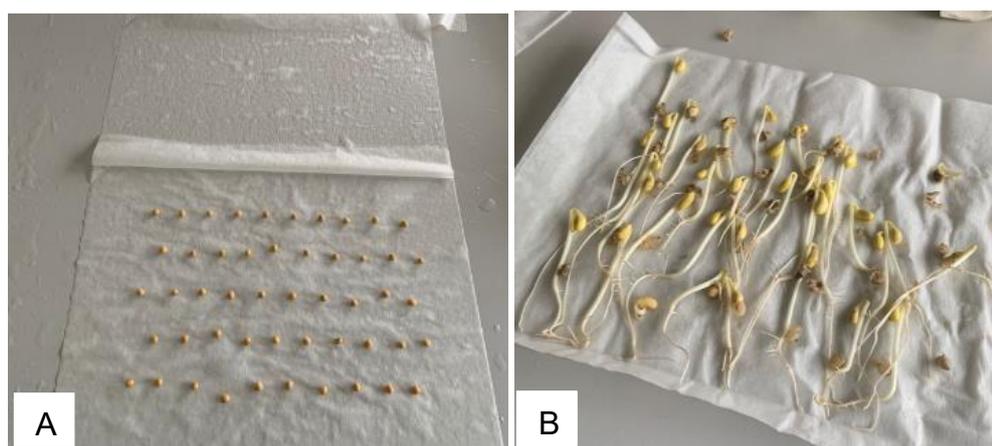
No período do inverno, não houve cultura antecessora, a área experimental foi mantida em pousio, sendo realizada a coleta de amostras do solo para análise química prevendo a necessidade ou não de calagem e correção/manutenção da fertilidade do solo de acordo com a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul (2016).

As aplicações do metsulfurom-metílico foram terrestres com um pulverizador costal elétrico da marca Kawashima, modelo PEM PE20, com pontas tipo leque a uma vazão de 230 L.ha<sup>-1</sup>. As aplicações ocorreram em condições adequadas segundo a bula do produto, com

velocidade do vento inferior a  $10 \text{ km.h}^{-1}$ , temperatura menor que  $25^{\circ}\text{C}$ , e umidade relativa do ar superior a 70%. Em pré semeadura foi realizado um manejo de dessecação com os herbicidas glifosato+clethodim.

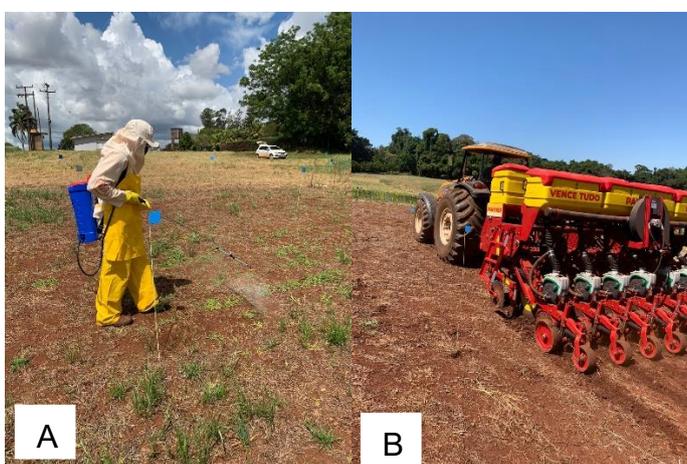
Para a realização da semeadura, no dia 28 de outubro de 2023, foi utilizada uma semeadora Vence Tudo SM7000 (Figura 4 B) com espaçamento entre linhas de 0,45 metros e profundidade de 4 centímetros, regulada para 13,9 sementes por metro linear, acoplada a um trator Valtra BH 120, a cultivar utilizada foi a DM 57i52 RSF IPRO, submetidas a teste de germinação (96%) no laboratório de sementes do IFRS campus Ibirubá (Figura 3 A e B), as sementes foram tratadas com Fipronil (Standak 200ml/100kg de sementes) e Tiofanato-metílico + Fluazin (Certeza N, 200ml/100kg de sementes) e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*. Foi realizada uma adubação de base NPK 05-20-20,  $280\text{kg.ha}^{-1}$ .

**Figura 3** – Montagem do teste de germinação (A) Avaliação do teste (B).



Fonte: Pagliarini, 2022.

**Figura 4** – Aplicação de metsulfurom metílico (A) Semeadura da soja (B).



Fonte: Pagliarini, 2022.

O manejo das pragas, doenças e demais tratos culturais foram realizados conforme as indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2022/2023 e 2023/2024 (EMBRAPA, 2022).

### 3.1 VARIÁVEIS AVALIADAS

As variáveis analisadas neste estudo e sua metodologia foram as seguintes:

- Índice de velocidade de emergência: Foi calculado o índice de velocidade de emergência seguindo a metodologia de Maguire (1962)  $ive = e1/n1 + e2/n2 + \dots + en/Nn$ . Em que IVE= índice de velocidade de emergência, e1, e2, en= número de plântulas emergidos no dia e n1, n2... Nn número de dias da sementeira até a contagem. Foram demarcados, em quatro locais por unidade experimental, um metro de linha de sementeira para realizar a avaliação sempre no mesmo local. A contagem de plantas emergidas ocorreu diariamente, entre o início da emergência até a cultura estabelecer seu estande final.

- Estatua de plantas: a estatura foi quantificada em dois momentos, o primeiro aos 35 dias após a emergência (DAE) quando as plantas estavam em estágio vegetativo V4 e o outro momento aos 80 DAE, estágio R4, foi utilizada uma régua (Figura 5) e medidas 10 plantas aleatória em cada unidade experimental.

**Figura 5** – Avaliação de estatura de planta aos 35 DAE.



*Fonte: Pagliarini, 2022.*

- Número de legumes por planta e número de grãos por legume: Quando a cultura atingiu o estágio fenológico R8, 10 plantas aleatórias foram coletadas em cada unidade experimental e levadas para o laboratório. Em seguida, todos os legumes das 10 plantas foram contabilizados, registrando ainda, o número de grãos em cada legume.

- Produtividade: Quando a cultura atingiu a maturação de colheita, no estágio de R8, foi realizada a colheita manual de uma área útil de 5,22 metros quadrados (4 fileiras x 2,90 metros) de cada unidade experimental. As plantas passaram pelo processo de trilha e limpeza em uma trilhadora estacionária (Figura 6 A e B). A massa de grãos de cada unidade experimental foi determinada em balança digital com precisão de 0,01 grama e a umidade (U%) aferida com determinador eletrônico (Figura 6 C). Em seguida, as amostras tiveram sua umidade corrigida para 13%, e a massa de grãos da amostra foi convertida em kg.ha para expressar a produtividade obtida em cada tratamento.

**Figura 6** – Colheita manual (A), processo de trilha (B) e determinação de umidade (C).



*Fonte: Pagliarini, 2022.*

- Massa de 1000 grãos: Foi determinada pela contagem manual de oito repetições de 100 grãos, pesados em balança analítica com precisão de 0,01g (Figura 7) e após se calculada a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação. Caso o coeficiente de variação das amostras for inferior a 4 %, a média das oito repetições de 100 grãos será multiplicada por 10 para obter a massa de mil grãos das amostras (BRASIL 2009).

**Figura 7** – Balança analítica de precisão determinando PMS da soja.



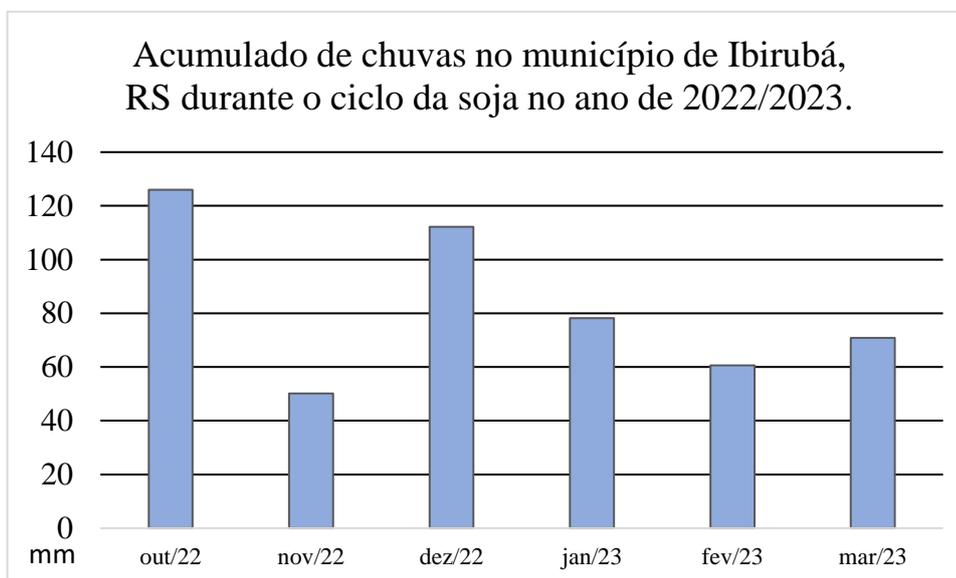
*Fonte: Pagliarini, 2022.*

Os dados coletados foram digitados em uma planilha do Excel, e posteriormente submetidos a análise de variância conforme o modelo do delineamento experimental e as características que apresentarem significância pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Em seguida, serão submetidos aos procedimentos complementares de acordo com as respostas obtidas pelos tratamentos. O software utilizado foi o Sisvar (FEREIRA, 2019).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O clima não foi favorável para um desenvolvimento pleno e de altas produtividades na região norte do Rio Grande do Sul na safra de verão 2022/2023, ocorreu uma estiagem atingindo a soja, o milho e outras culturas, desde o estabelecimento até o final do ciclo. Os dados pluviométricos estão explícitos no Gráfico 1, com base na estação meteorológica automática A883, disponibilizados pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), localizada no município de Ibirubá, RS.

**Gráfico 1.** Acumulado mensal de chuvas no município de Ibirubá, RS, no período de outubro de 2022 a março de 2023.



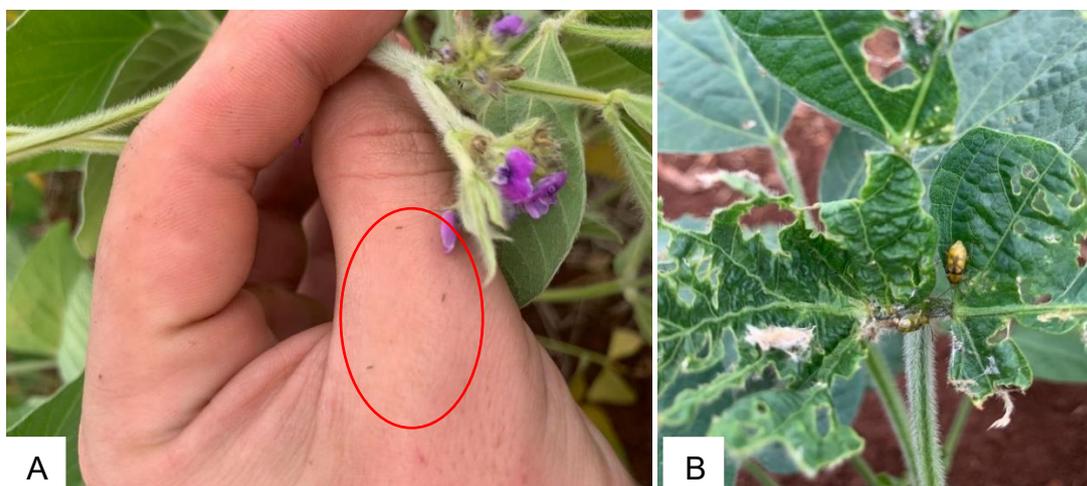
Fonte: Adaptado de INMET, 2022 e 2023.

Segundo a Embrapa (2021) a cultura da soja precisa de no mínimo 450 a 800 milímetros de chuva por ciclo para um desenvolvimento pleno, nota-se que durante o ciclo da cultura no trabalho realizado o somatório das chuvas corresponde a 498mm de chuva, porém estes foram mal distribuídos, em poucas chuvas e espaçadas, nos períodos de maior demanda de água ocorreu o déficit, sendo este na floração e enchimento de grãos sendo este o mês de fevereiro de 2023.

Devido ao clima quente e seco foram necessários manejos frequentes com inseticidas e acaricidas para tripes (*Frankliniella schultzei*) (Figura 8 A), ácaro (*Tetranychus urticae*) e vaquinha verde-amarelo (*Diabrotica speciosa*) (Figura 8 B), já para doenças fúngicas não houve dificuldades, pois ocorreu pouca incidência, mesmo assim, foram aplicados manejos

preventivos com fungicidas (Figura 9). Foram realizadas 4 aplicações de fungicidas respeitando os momentos de aplicação e doses de acordo com a bula, os utilizados foram: Aproach Prime (ciproconazol + picoxistrobina), Priori Xtra (estrobilurina + azoxistrobina + ciproconazol) Versatilis (Fenprimorfe), Cypress 400 (Difeconazol + Ciproconazol) e Bravonil (clorotalonil + isoftalonitrila). Já os inseticidas foram utilizados conforme a necessidade através de vistorias periódicas, foram realizadas 4 aplicações os produtos e princípios ativos utilizados foram: Perito (acefato), Abamex (abameticna), Engeo Pleno (Tiametoxam + Lambda-Cialotrina), Galil (Imidacloprido).

**Figura 8** – Presença de tripes (A) e vaquinha verde amarela (B)



*Fonte: Pagliarini, 2022.*

**Figura 9** – Aplicação de fungicida preventivo.



*Fonte: Pagliarini, 2022.*

#### 4.1 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA

Analisando a tabela 1 é possível observar que ocorreu diferença estatística para o índice de velocidade de emergência, sendo que o intervalo a partir de 15 DAS apresentou melhores resultados, o mesmo decresce constantemente quando o intervalo é reduzido.

**Tabela 1:** Índice de velocidade de emergência da soja submetida a diferentes intervalos entre a aplicação de metsulfurom metílico e semeadura. Ibirubá-RS, 2022.

Manejos	<sup>1</sup> IVE
Sem aplicação	15,32 a
Aplicação 60 DAS	16,34 a
Aplicação 45 DAS	15,57 a
Aplicação 30 DAS	11,19 ab
Aplicação 15 DAS	12,52 ab
Aplicação 7 DAS	8,88 b
Aplicação no dia da semeadura	10,03 b
Média geral	12,83
CV (%)	17,59

<sup>1</sup> IVE: Índice de velocidade de emergência.

DAS: Dias antes da semeadura.

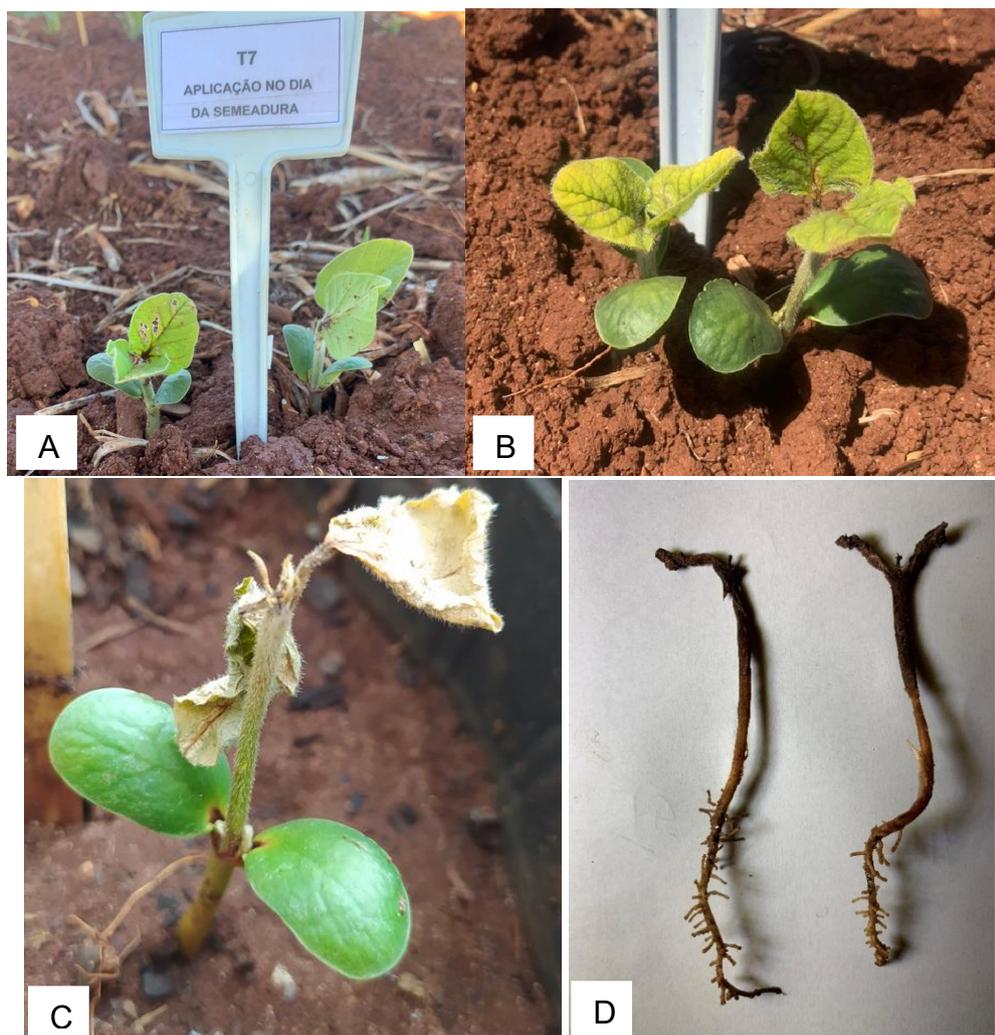
As aplicações 07 e no dia da semeadura expressaram índice de velocidade de emergência menor, para Pagenotto et al., (2018) em um estudo realizado na Universidade de São Paulo em Piracicaba, SP, no ano de 2016, envolvendo cultivares de soja tolerantes (STS) e não tolerantes (não STS) ao grupo das sulfonilureias, quando aplicado metsulfurom metílico na dose de 2,4g.ia.ha<sup>-1</sup>, nos intervalos de 0, 15, 30, 45 e 60 dias entre a aplicação e a semeadura concluiu que aos 7 dias após a semeadura para cultivares não STS a emergência foi de apenas 30%, já para cultivares tolerantes a sulfonilureias aos 7 DAS a emergência foi de 80%.

Uma das justificativas para estes resultados segundo Majumdar (2018) citado por Patel (2018) afirma que a toxicidade nas plantas de soja causadas por herbicidas pré emergentes pode variar de acordo com condições climáticas após o herbicida ser aplicado, chuvas no momento de germinação pois há herbicidas que são absorvidos no momento da embebição da semente ou em contato com o hipocótilo causando efeitos tóxicos.

## 4.2 ESTATURA DE PLANTAS

Dentre os resultados da tabela 2, nota-se que os tratamentos avaliados aos 35 dias após a emergência que receberam menor intervalo entre a aplicação do herbicida e a semeadura da soja tiveram uma estatura reduzida significativamente, já quando avaliados aos 80 DAS as diferenças foram minimizadas, porém houve diferença estatísticas para os tratamentos com aplicação no dia da semeadura e aos 7 dias antes da semeadura. Assim concorda-se com os dados obtidos por Correia (2021) afirmando que a fitointoxicação por metsulfurom metílico ocasiona atrofiamento e mortalidade total ou parcial das plantas de soja, refletindo esse efeito fitotóxico na estatura das plantas. A ação do metsulfurom metílico causa primeiramente paralização do crescimento, formação de clorose nas nervuras e arroxamento das folhas, terminando com a morte da planta (RODRIGUES e ALMEIDA, 2018; UC IPM, 2020; POLTRONIERE, 2021).

**Figura 10** – Sintomas de herbicidas inibidores da síntese de ALS. A e B clorose e nervuras roxas em folhas novas, C morte das folhas novas, D efeito “escova de garrafa” nas raízes.



Fonte: Pagliarini, 2022.

Os efeitos de toxicidade do herbicida foram visíveis já nos primeiros dias após a emergência da soja, principalmente nos tratamentos de menor intervalo entre a aplicação e a semeadura, como citado por Leite et al., (1998) os principais efeitos dos herbicidas inibidores da síntese de ALS é o amarelecimento de partes jovens das plantas (Figura 10 A e B), as folhas novas ficam cloróticas, murcham e morrem. Também é comum o aparecimento de pigmentos roxos nas nervuras das folhas.

Vencelli et al., (2012) descrevem que um dos sintomas dos herbicidas inibidores da ALS é o encurtamento das raízes laterais (Figura 10 D).(popularmente chamado de raiz escova de garrafa).

**Tabela 2:** Estatura de plantas de soja submetidas a aplicações de metsulfurom metílico avaliado aos 35 e 80 dias após a emergência. Ibirubá-RS, 2022.

Manejos	Estatura de plantas (cm)	
	Aos 35 <sup>2</sup> DAE	Aos 80 DAE
Sem aplicação	15,3 a*	57,25 a
Aplicação 60 <sup>1</sup> DAS	15,17 a	56,7 a
Aplicação 45 DAS	14,27 ab	54,37 a
Aplicação 30 DAS	13,05 ab	51,72 a
Aplicação 15 DAS	12,37 b	51,37 a
Aplicação 7 DAS	4,85 c	31,47 b
Aplicação no dia da semeadura	3,72 c	30,97 b
Média geral	11,25	47,69
CV (%)	8,91	10,18

<sup>1</sup>DAS: Dias antes da semeadura.

<sup>2</sup>DAE: Dias após a emergência.

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para cada forma de manejo e estatura de planta, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A fitotoxicidade causa problemas fisiológicos temporários ou permanentes nas plantas, neste caso nota-se uma redução na estatura das plantas bem como atrofiamento das folhas e ramos, de acordo com Silva (2020), o metsulfurom metílico tem efeitos fitotóxicos que são notados de acordo com o intervalo entre a semeadura e a aplicação do herbicida. Silva (2020) também conclui que a fitotoxicidade é reduzida significativamente a partir da aplicação 15 dias

antes da semeadura, já para Grey et al, (2012) constataram que a aplicação de metsulfurom metílico com um intervalo de 120 dias entre a aplicação e a semeadura de soja não tolerante as sulfonilureias afetaram significativamente a altura da soja, porém para Guerra et al. (2020) confirmaram que o crescimento inicial da soja foi retardado quando ocorreu aplicação de metsulfurom metílico no intervalo de até 63 dias antes da semeadura, tendo também uma redução mais intensa no intervalo de 30 dias.

O aumento da dose do herbicida pode ocasionar maiores períodos de carência entre aplicação e a semeadura, pois causa maior presença da molécula no solo, porém resultados de Morgenrotd (2019) onde o trabalho consistiu em submeter plantas ao aumento de dose de metsulfurom metílico, afirmaram que o aumento em até 32 vezes a recomendação não afeta a estatura de plantas de soja aos 45 DAE e nem aos 75 DAE, estes resultados contrariam os obtidos neste trabalho.

#### 4.3 NÚMERO DE LEGUMES POR PLANTA E GRÃOS POR LEGUME

Obteve-se diferença estatística para a avaliação de legumes por planta, como está explícito na tabela 3, já para a variável grãos por legume não houve diferença significativa.

**Tabela 3:** Número de legumes por planta e grãos por legume. Ibirubá-RS, 2022.

Manejos	Legumes por planta	Grãos por legume
Sem aplicação	40,2 c*	2,43 a
Aplicação 60 <sup>1</sup> DAS	37,75 c	2,39 a
Aplicação 45 DAS	31,6 c	2,31 a
Aplicação 30 DAS	28,4 c	2,27 a
Aplicação 15 DAS	24,55 c	2,42 a
Aplicação 7 DAS	78,67 b	2,48 a
Aplicação no dia da semeadura	109 a	2,43 a
Média geral	50,02	2,4
CV (%)	24,22	7,3

<sup>1</sup>DAS: Dias antes da semeadura.

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para cada forma de manejo, número de legumes por planta e grãos por legume, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Para a variável legumes por planta ocorreu um acréscimo de legumes quando o intervalo entre a semeadura e a aplicação do herbicida foi menor, discordando de Patel (2018) que a

aplicação de herbicidas pré emergentes podem reduzir até 26% o número de legumes por planta. Este resultado pode ser explicado, pois os tratamentos Aplicação 7 DAS e Aplicação no dia da semeadura tiveram grande número de mortalidade de plantas, todavia, para as plantas sobreviventes resultou em grande disponibilidade de água, nutrientes e espaço potencializando a capacidade de produzir legumes.

Discordando de Guerra et al. (2020) onde o número de legumes por planta foi afetado quando o intervalo de aplicação e semeadura de até 30 dias reduziu o número de legumes por planta, neste estudo o número de legumes por planta aumentou em relação ao intervalo de aplicação. Já para Patel (2018) a aplicação de herbicidas pré emergentes em Pato Branco não demonstrou significância para as variáveis grãos por legume, concordando com os presentes resultados obtidos, mas não obteve resultados significativos para legumes por plantas, discordando dos resultados.

Um estudo realizado por Silva (2021) concluiu que o número de grãos é pouco afetado pelos efeitos tóxicos do metsulfurom metílico, mesmo em dosagens mais altas de ingrediente ativo o dado se manteve com pouca, ou nenhuma interação significativa. Já para o número de legumes Silva (2021) obteve que quanto maior a dose do herbicida e menor o intervalo de aplicação mais legumes por planta, condizendo com os dados obtidos na tabela 2.

#### 4.4 PESO DE MIL SEMENTES E PRODUTIVIDADE

Para a variável peso de mil sementes (PMS) não ocorreu diferença estatística como demonstrado na tabela 4. O PMS pode influenciar na qualidade das sementes de soja e ter efeito direto na produtividade esta característica é de ordem genética, sendo que cada cultivar existente possui este atributo determinado.

Para a variável produtividade ocorreu diferença estatística entre as médias como descrito na tabela 4. Devido as condições climáticas adversas, em um ano de déficit hídrico, a produtividade não foi como a esperada, mas foi possível observar os efeitos dos tratamentos.

**Tabela 4:** Peso de mil sementes e produtividade. Ibirubá-RS, 2022.

<b>Manejos</b>	<b><sup>1</sup>PMS (g)</b>	<b>Produtividade (sacas por hectare)</b>
Sem aplicação	147,4 <sup>ns</sup>	36,24 a*
Aplicação 60 <sup>2</sup> DAS	153,1	37,14 a
Aplicação 45 DAS	151,2	33,6 ab
Aplicação 30 DAS	151,1	31,81 ab
Aplicação 15 DAS	150,8	27,47 b
Aplicação 7 DAS	153,1	11,78 c
Aplicação no dia da semeadura	142	8,96 c
Média geral	149,8	26,71
CV (%)	3,42	11,38

<sup>1</sup>PMS: Peso de mil sementes.

<sup>2</sup>DAS: Dias antes da semeadura.

<sup>ns</sup>: Não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para cada forma de manejo e peso de mil sementes não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O estresse na fase de enchimento de grãos pode ocasionar redução do peso final dos grãos. Em um trabalho realizado por Silva et al, (2021) constataram que o peso de mil sementes não foi influenciado quando a dose de ingrediente ativo metsulfurom metílico foi aplicado de 3,6 g.ia.ha<sup>-1</sup> no intervalo de 0 a 45 dias antes da semeadura, porém quando a dose foi aumentada de 5,4 a 9,0 g.ia.ha<sup>-1</sup> o PMS foi afetado no intervalo de 0 a 45 DAS. Portanto a dose aplicada neste estudo que foi de 3,9 g.ia.ha<sup>-1</sup> também não afetou o PMS da soja em todos os tratamentos, ao contrário de Guerra et al. (2020) afirma que o PMS foi menor em aplicações no intervalo de 16 dias entra a semeadura e aplicação do herbicida metsulfurom metílico.

Os presentes resultados demonstraram que a testemunha onde não houve aplicação de herbicida e a aplicação no intervalo de 60 dias antes da semeadura tiveram a maior produtividade, estes dados confirmam a descrição da bula do ally, onde segundo a FMC (2021) o intervalo recomendado para aplicação e semeadura é de no mínimo 60 dias. Estes dados descritos podem ser justificados pois quanto menor o intervalo entre a aplicação do herbicida e a semeadura da soja, ocorreu uma maior mortalidade de plantas. Dependendo das características de solo e do clima o tempo de meia vida da molécula do metsulfurom metílico no solo pode variar de 30 até 120 dias, a molécula é fracamente adsorvida em solos com pH alto, podendo ficar mais fortemente adsorvida em pH médios e baixo (SINGH, 2014; DIAS, 2015).

Assim a testemunha (sem aplicação) e a aplicação no período recomendado (60 DAS) tiveram produção de 75,27% e 75,87% respectivamente, maiores quando comparadas a aplicação no dia da semeadura. A maior produtividade na aplicação 60 DAS, pode ser explicada pois existiu um maior controle das plantas daninhas quando comparadas a testemunha (sem herbicida), desta forma a unidade experimental se manteve isenta de plantas daninhas.

Durante a realização deste experimento notou-se que as aplicações mais próximas a data de semeadura (principalmente 0, 7 e 15 DAS) apresentaram maiores sintomas de fitotoxicidade nas plântulas de soja, concordando com Silva (2020) o qual concluiu que a alta disponibilidade da molécula do metsulfurom metílico na solução do solo, fizeram com que as plantas de soja apresentassem sintomas de fitotoxicidade em diferentes tipos de solo com respostas gradativas a partir da aplicação 45 dias antes da semeadura. Bem como uma maior severidade na aplicação no dia da semeadura, desta forma, os dados obtidos neste estudo condizem com os apresentados na tabela 4, onde se obteve um decréscimo nas médias produtivas a partir da aplicação 45 DAS até a aplicação no dia da semeadura.

As maiores médias deste experimento foram a testemunha (sem aplicação) e o intervalo recomendado (60 DAS), assim como Morgendrotd (2019) obteve as melhores médias de produtividade na testemunha (sem aplicação de metsufurom metílico) e na aplicação da dose recomendada, já para superdosagens a média produtiva foi severamente afetada. Em uma pesquisa realizada por Grey et al, (2012) constataram que aplicação de metsulfurom metílico afeta a produtividade da soja não tolerante as sulfunilureias com aplicação no intervalo de 120 entre a semeadura.

## **5 CONCLUSÃO**

Os efeitos tóxicos são bem visíveis nas aplicações próximas a semeadura, no intervalo de 0, 7 e 15 dias. A velocidade de emergência da soja é afetada negativamente quando existe toxicidade por metsulfurom metílico.

Aplicações fora do período recomendado afetam diretamente a produtividade, estatura de planta e o número de legumes por planta.

A produtividade é reduzida gradativamente em relação a aplicação do herbicida e a semeadura, fora do intervalo indicado (no mínimo 60 dias antes de semear) pode reduzir de 10,6 a 76% a produtividade.

Aplicação de metsulfurom metílico não afeta o peso de mil sementes quando aplicado em qualquer intervalo entre aplicação e semeadura.

## REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L.; BIANCHI, M. A.; **MANEJO E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**. Embrapa, 2015. Disponível em < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128606/1/ID-43070-2015-trigo-do-plantio-a-colheita-cap8.pdf>> Acesso em 12 mar 2021.

BRIGHETI, A.; VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P; ADEGAS, F. S.; **Períodos de convivência entre plantas daninhas e a cultura da soja**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 2020. Disponível em < [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01\\_87\\_271020069133.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_87_271020069133.html) > Acesso em 12 mar 2021.

CAMPELO, G. J. A.; KIIHL, R. A. S.; ALMEIDA, L. A.; **Soja. Desenvolvimento e Seleção de germoplasma para regiões de baixas latitudes**. Embrapa Meio-Norte. Teresina, PI. 1998.

CARVALHO, F. T.; CAVAZZANA, M. A.; **Eficácia de herbicidas no manejo de plantas daninhas para o plantio direto de soja**. Revista Brasileira de Herbicidas v.1, n.2, 2000.

CECHINEL, C.; **A soja além do óleo e do farelo**. Globo rural, 2014. Disponível em < <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/Soja/noticia/2014/04/soja-alem-do-oleo-e-do-farelo.html>> Acesso em 09 mar 2021.

CORREIA, N.; **Sensibilidade de cultivares de soja da Embrapa a herbicidas**. Brasília: Embrapa, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/227041/1/Sensibilidade-de-cultivares-de-soja-da-Embrapa-a-herbicidas-BOL380.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2023.

DALAZEN, G.; KRUSE, N. D.; MACHADO, S. L. O.: **Herbicidas de uso potencial no controle de buva e sua seletividade sobre aveia e azevém**. Revista Ciência Agronômica, v. 46, n. 4, p. 792-799, out-dez, 2015. Disponível em < <https://www.scielo.br/pdf/rca/v46n4/0045-6888-rca-46-04-0792.pdf> > Acesso em 28 jan 2021.

DIAS, G. L. S.; **SINTOMAS DE INTOXICAÇÃO DE CULTURAS POR HERBICIDAS.** Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais. 2015.

EMBRAPA. **História da soja.** Disponível em < <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia> > Acesso em 21 jan 2021.

EMBRAPA. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina - safras 2022/2023 e 2023/2024.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1152019/indicacoes-tecnicas-para-a-cultura-da-soja-no-rio-grande-do-sul-e-em-santa-catarina-safras-20222023-e-20232024>. Acesso em: 30 out. 2022.

Equipe Mais Soja. **Buva mal controlada x prejuízo no desenvolvimento inicial da soja.** Equipe Mais Soja, 2019. Disponível em < <https://maissoja.com.br/buva-mal-controlada-x-prejuizo-no-desenvolvimento-inicial-da-soja/#:~:text=Por%20fim%2C%20o%20pesquisador%20ressalta,Confira%20o%20v%C3%A1lido%20abaixo.&text=Buva%20mal%20controlada%20e%20arranque%20inicial%20da%20soja%20comprometido%20%3D%20Preju%C3%ADzo!> > Acesso em 16 jun 2023.

Equipe Mais Soja. **Uso de herbicidas residuais.** Equipe Mais Soja, 2020. Disponível em < <https://maissoja.com.br/uso-de-herbicidas-residuais/#:~:text=Herbicidas%20residuais%20s%C3%A3o%20aqueles%20que,no%20lote%20de%20pr%C3%A9%20aplicação> > Acesso em 10 mar 2021.

Escala fenológica da soja. Elevagro 2013. Disponível em <https://elevagro.com/foto/escala-fenologica-da-soja/> acesso em 15 set 2021.

FARIAS, J. R. B.; et al.; **SOJA.** EMBRAPA SOJA, 2021. Disponível em <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/exigenciasclimaticas/agua#:~:text=A%20necessidade%20total%20de%20%C3%A1gua,da%20dura%C3%A7%C3%A3o%20do%20seu%20ciclo> Acesso em 04 de mai de 2023.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E; **Stages of soybean development.** Agriculture and Home Economics Experiment Station. Iowa State University of Science and Technology Ames, Iowa

March 1977. Disponível em <  
[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/STAGES.+FEHR\\_000g50w2l4s02wx5ok0dkla0sik2sqav.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/STAGES.+FEHR_000g50w2l4s02wx5ok0dkla0sik2sqav.pdf)> Acesso 11 mar 2021.

FERREIRA, D. F. **SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs**. Revista Brasileira de Biometria, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>>.

FMC QUÍMICA DO BRASIL LTDA.: **Bula Ally**. Fmcagricola.com.br. 2021. Disponível em <<https://www.fmcagricola.com.br/Content/Fotos/Bula%20-%20Ally.pdf>> Acesso em 21 jan 2021.

FRAGA, D. S.; **Respostas de cultivares de soja ao resíduo da mistura dos herbicidas imazapyr e imazapic**. Universidade Federal de Pelotas. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Pelotas, 2016.

GAZZIERO, D. L. P.; NEUMAIER, N.; **Sintomas e diagnose de fitotoxicidade de herbicidas na cultura da soja**. Embrapa Soja. Londrina, Paraná, 1985.

GREY, T. L.; BRAXTON, L. B.; RICHBURG III, J. S. **Effect of wheat herbicide carryover on double-crop cotton and soybean**. Weed Technology, v.26, n.2, p.207-212, 2012.

GUERRA, N.; et al. **Interval between the application of metsulfuron-methyl and sowing soybean in different production environments**. Revista Ciência Agronômica, v. 51, n. 2, e20186107, 2020.

LEITE, C. R. F.; ALMEIDA, J. C. V.; PRETE, C. E. **Aspectos fisiológicos, bioquímicos e agronômicos dos herbicidas inibidores da enzima ALS (AHAS)**. Londrina, 1998. 68 p.

LORENZI, H.; **Manual de Identificação e Controle de Plantas Daninhas: plantio direto e convencional**. 5a edição, Editora Plantarum, Nova Odessa. 2006.

MANCUSO, M. A. C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L.; **Efeito residual de herbicidas no solo (carryover)**. Revista Brasileira de Herbicidas, v.10, n.2, p.151-164, mai./ago. 2011. Acesso em 15 set 2021.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Secção de Geografia, 46p. 1961.

MORGENROTD, W.; **EFEITO RESIDUAL DE DOSES DE METISULFUROM METILICO EM SOJA (*Glycine max*) E MILHO (*Zea mays*)**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2019.

NEPOMUCENO, M; ALVES, P. L. C. A.; DIAS, T. C. S. PAVANI, M. C. M. D.; **Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional**. vol.25 no.1 Viçosa Jan./Mar. 2007. Disponível em < [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=s010083582007000100005&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=s010083582007000100005&script=sci_arttext) > acesso em 28 jan 2021.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R.; OYA, T.; **Estádios de desenvolvimento da cultura da soja**. Embrapa. Disponível em < <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/456809/1/ID-12906.pdf> > Acesso em 11 mar 2021

ORMOND, A. T. S.; VOLTARELLI, M. A.; PAIXÃO, C. S. S.; GIRIO, L. A.; SILVA, R. P.; **Características agronômicas da soja em semeadura convencional e cruzada**. Revista AgroAmbiente On-line, v. 9, n. 4, p. 414-422, outubro-dezembro, 2015.

PAGENOTTO, A. C. V.; et al; **EFEITO RESIDUAL DE METSULFURON EM SOJA TOLERANTE E NÃO TOLERANTE A SULFONILURÉIAS. VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA**. Goiânia, GO. 2018.

PATEL, F; **EFICIÊNCIA AGRONÔMICA E PERSISTÊNCIA DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NA CULTURA DA SOJA**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná departamento acadêmico de ciências agrárias programa de pós-graduação em agronomia. Pato Branco, 2018.

PEREIRA, G. L. C.; **Melhoramento genético da soja**. UFV. Viçosa, Minas Gerais. 2017. Disponível em < <http://www.agn.ufv.br/wp-content/uploads/2017/08/Guilherme-Lucas-Campos-Pereira-Melhoramento-de-soja.pdf> > Acesso em 11 mar 2021.

POLTRONIERI, F.; **Residual de herbicidas aplicados no manejo outonal de *Conyza spp.* Sobre a cultura da soja e do milho**. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2021.

RIBAS, A. V.; MORRETO, A.; **Herbicidologia**. 1ª edição. Editora R.A. Vidal & A. Merotto, 2001.

RIZZARDI, M. A.; **Manejo químico, Metsulfurom-metilico**. Up. Herb. Academia de plantas daninhas. Passo Fundo.

SANTOS, E. B. S.; et al; **Avaliação de herbicidas no controle de plantas daninhas no cafeeiro**. Research, Society and Development, v. 11, n. 16, 2022.

SEIXAS, C. D. S.; NEUMAIER, N. JUNIOR, A. A. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. C.; **TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE SOJA**. Embrapa soja. 1ª edição. Londrina, Paraná. Junho de 2020.

SENRA, J. F. B.; SOUZA, M. F.; SILVA, W.; PEREIRA, E. O; LOPES, J. C.; **Avaliação da porcentagem da germinação e emergência de sementes de agrião (*Nasturtium officinale*)**. XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. 2009. Disponível em < [http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2009/anais/arquivos/RE\\_0782\\_0889\\_02.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2009/anais/arquivos/RE_0782_0889_02.pdf) > Acesso em 13 mar. 2021.

SILVA, J.D.G; et al. **Physiological and productive traits of soybean with metsulfuron-methyl application at early desiccation**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.56, e02496, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2021.v56.02496>. acesso em 30 abr 2023.

SILVA, M. S.; NAVES, M. M.; OLIVEIRA, R.; LEITE, O. **Composição química e valor protéico do resíduo de soja em relação ao grão de soja.** Ciênc. Tecnol. Aliment. v.26 n.3 Campinas jul./set. 2006. Disponível em <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612006000300014&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612006000300014&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)> Acesso em 14 jan 2021.

SILVA, C. S. S.; **Influencia do tamanho de sementes e de características agrônômicas em descritores adicionais de soja.** UFV. Viçosa, MG. 2013. Disponível em <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/4606/1/texto%20completo.pdf>> acesso 15 set 2021.

SANTOS, H. G. et al.; **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5ª edição. Brasília, DF. 2018.

TEJO, D. P.; FERNANDES, C. H. S.; BURATTO, J. S.; Soja: Fenologia, morfologia e fatores que interferem na produtividade. Revista Científica Eletrônica de XIX da FAEF, v.35, n.1, junho, 2019. Disponível em <[http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/hw9EU5Lusw7rZZH\\_2019-6-19-14-11-1.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/hw9EU5Lusw7rZZH_2019-6-19-14-11-1.pdf)> Acesso em 11 mar 2021.

VALLE, D.; **Plantio direto: A tecnologia que revolucionou a agricultura brasileira.** Edição 1. Foz do Iguaçu. Editora Parque Itaipu. 2015.

VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L .P; **Manejo de Buva Resistente ao Glifosato.** 1ª edição. Passo Fundo. Dezembro, 2009.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S.; **Controle de plantas daninhas na cultura da soja.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006.

VENCILL, W. K.; et al. Resistência a herbicidas: Rumo a uma compreensão do desenvolvimento Resistência e do impacto das culturas resistentes a herbicidas. Ciência Weed 2012 Edição Especial: 2-30. Disponível em <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4471952/mod\\_resource/content/1/Leitura%2003%20](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4471952/mod_resource/content/1/Leitura%2003%20)

-%20Resistencia%20de%20plantas%20daninhas%20a%20herbicidas.pdf > acesso em 30 de abr 2023.

VERNETTI, F. J.; GASTAL M. F.C.; **Descrição botânica da soja**. Pelotas, RS. Editora Circular Técnica. Setembro de 1979. Disponível em < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/178692/1/Circular-7.pdf> > acesso em 21 jan 2021.

VICTORIA FILHO, R.; **Efeito residual de metsulfuron em soja tolerante e não tolerante a sulfoniluréias**. VIII Congresso Brasileiro de Soja. Goiânia, GO. Junho 2018.