



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA**  
**COORDENAÇÃO DE AGRONOMIA**

**MATEUS MATOS DA SILVA**

**PERFORMANCE DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES EM LAVOURA  
COMERCIAL DE SOJA, SOB PALHADA DE *Panicum maximum* cv. BRS Tamani**

**CHAPADINHA (MA)**

**2022**

**MATEUS MATOS DA SILVA**

**PERFORMANCE DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES EM LAVOURA  
COMERCIAL DE SOJA, SOB PALHADA DE *Panicum maximum* cv. BRS Tamani**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Agronomia, Centro de Ciências de Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão (UFMA), como requisito à obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

**Orientador:** Edmilson Igor Bernardo Almeida

**CHAPADINHA (MA)**

**2022**

**Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA**

Matos da Silva, Mateus.

PERFORMANCE DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES EM LAVOURA  
COMERCIAL DE SOJA, SOB PALHADA DE *Panicum maximum* cv. BRS  
Tamani / Mateus Matos da Silva. - 2022.

33 p.

Orientador(a): Edmilson Igor Bernardo Almeida.

Curso de Agronomia, Universidade Federal do Maranhão,  
Chapadinha, Maranhão., 2022.

1. Desempenho. 2. *Glycine max* (L.) Merr. 3.  
Matocompetição. 4. Seletividade. I. Bernardo Almeida,  
Edmilson Igor. II. Título.

**MATEUS MATOS DA SILVA**

**PERFORMANCE DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES EM LAVOURA  
COMERCIAL DE SOJA, SOB PALHADA DE *Panicum maximum* cv. BRS Tamani**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Agronomia, Centro de Ciências de Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão (UFMA), como requisito à obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

**Orientador:** Prof. Dr. Edmilson Igor Bernardo Almeida.

Aprovado em: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof. Dr. Edmilson Igor Bernardo Almeida (Orientador)  
Professor Adjunto do Curso de Agronomia, CCCh, UFMA

---

Prof. Dr. Washington da Silva Sousa  
Professor Adjunto do Curso de Engenharia Agrícola, CCCh, UFMA

---

Dr. Thalyson Medeiros de Santana  
Consultor Agrícola, Doutor em Agronomia pela UNESP

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho ao meu tio  
Tedy (in memoriam).

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à minha família: minha tia-mãe Rubeilde Gomes Silva e minha avó Terezinha Gomes Pereira e Silva, pelo amor e carinho que sempre me deram, pela coragem e confiança que depositaram em mim. Sem vocês eu não teria conseguido nada disso, sei que me amam e sempre amarei vocês. Ainda na minha família agradeço também ao meu tio Antônio Sérgio Pereira Neto e minha prima Maria Aparecida Gomes Silva, pelo apoio que também deram a mim.

Agradeço à minha segunda família: minha companheira e namorada de muitos anos Tássia Kênia Sousa da Silva, por todo o apoio e amor que me deu durante essa jornada. Você foi meu suporte, esteve ao meu lado nos momentos bons e ruins, sempre me apoiando e me incentivando! Por mais que eu tente, eu não consigo expressar a gratidão que sinto por tudo que você fez por nós. Muito obrigado por tudo. Ainda na minha segunda família, agradeço aos meus sogros José Barroso da Silva e Maria de Jesus Sousa da Silva por todo o apoio, incentivo e palavras de carinho que me deram. Vocês sempre terão um lugar especial em meu coração.

Agradeço aos professores e técnicos da instituição, a mencionar o professor Ricardo Araújo, Washington Sousa, Gregori Ferrão, José Roberto e Leonardo Taverny. Em principal ao professor Edmilson Igor Bernardo Almeida por todo o suporte fornecido, confiança depositada, paciência, lições e ensinamentos. Sem você eu não teria conseguido realizar este trabalho.

Agradeço ao Núcleo de Estudos em Pesquisas em Fitotecnia - NEPF - e ao Grupo de Estudos em Tecnologia e Agricultura Digital - GETAD -, por toda a força e suporte durante a realização deste trabalho.

Agradeço à fazenda em Barbosa, em nome de Fernando e Vítor Barbosa, por terem disponibilizado a área para que este experimento fosse realizado. Agradeço à Inovagro Consultoria em nome de Daniel Teixeira, Bruno Leonardo e Elenival Sousa, pelo auxílio e fornecimento dos materiais para que a pesquisa fosse realizada.

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pelo financiamento da pesquisa que contribuiu para obtenção destes resultados

Agradeço aos amigos e colegas que conquistei durante essa jornada: Antônio Barbosa, Mayara Raposo, Carlos Rodolfo, Jairo Guse, Gabriel Bittencourt, Maria Gomes, Maylanne Lima, Sabrina Santos, Thiago Silva, Eduardo Arouche, Taynara Arouche, Leonardo Rocha, Maylla Lima, Marcelo Sousa, José Augusto, Islana Ponte, Daniel Lobo, Bruna Brito, Diego

Mendes, Fernanda Freitas, Leonardo Barbosa, Maria Pires, Marlon Breno, Mateus Gabriel, Amanda Franca, Miguel Neto, Wanderlan SB, Jony Lima, Elias Deulefeu, Bruno de Moraes, Marcos Christian, Kelly Schultz, Igor Costa, Bianca Carvalho, Pietra Giovanna, Anna Beatriz, Eduardo Pianta, Jhonathan Todescatto, Felipe Jordain, Edivaldo Balduino, entre muitos outros que tiveram uma certa contribuição com o meu desenvolvimento durante esse percurso.

Muito obrigado a todos vocês!.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Relação de plantas daninhas identificadas em pré e pós semeadura, por família, gênero, espécie, classe botânica, ciclo de vida e forma de reprodução.....	21
<b>Tabela 2.</b> Avaliação do estande da cultura da soja, aos 25 DAA, sob diferentes herbicidas pré-emergentes.....	28

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Dados de precipitação pluviométrica (mm) registrados para Brejo (MA) e talhão agrícola, durante os meses de aplicação dos tratamentos e avaliação do experimento na cultura da soja. .... 18
- Figura 2.** Ilustração das espécies exclusivas e compartilhadas, através do Diagrama de Venn, entre dois períodos de avaliação: pré-dessecação em pré-semeadura e 25 dias após a aplicação de herbicidas pré-emergentes em pós-semeadura. .... 22
- Figura 3.** Mapa da distribuição espacial das classes monocotiledônea (A) e eudicotiledônea (B) no pré-dessecação. .... 23
- Figura 4.** Índice de valor de importância das principais espécies infestantes no período de pré-dessecação em pré-semeadura (4A) e 25 DAA em pós-semeadura da soja (4B). .... 24
- Figura 5.** Porcentagem de controle de plantas daninhas monocotiledôneas e eudicotiledôneas em lavoura comercial de soja, aos 25 DAA, sob efeito de diferentes moléculas pré-emergentes. .... 25
- Figura 6.** Porcentagem de controle sobre espécies de difícil controle ocorrentes em talhão comercial de soja aos 25 DAA, sob efeito de diferentes moléculas pré-emergentes. 7A: *Cyperus rotundus*; 7B: *Desmodium tortuosum*; 7C: *Eleusine indica*; 7D: *Euphorbia heterophylla*. .... 27

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
2.1. Objetivo geral .....	14
2.2. Objetivos específicos .....	14
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>14</b>
3.1. Cultura da soja .....	14
3.2. Manejo de plantas daninhas na cultura da soja .....	15
3.3. Plantas daninhas resistentes e/ou tolerantes a herbicidas na cultura da soja .....	17
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>18</b>
4.1. Localização do estudo e tratamentos avaliados.....	18
4.2. Levantamento de plantas daninhas na cultura da soja.....	19
4.3. Eficiência de controle e seletividade dos herbicidas na cultura da soja.....	20
4.4. Fechamento de estande da soja.....	20
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>21</b>
5.1. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas .....	21
5.2. Similaridade da comunidade infestante em pré-dessecação e 25 dias após aplicação (DAA) .....	22
5.3. Distribuição espacial de monocotiledôneas e eudicotiledôneas .....	23
5.4. Valor de importância da infestação em pré-semeadura e 25 DAA .....	23
5.5. Porcentagem de controle das classes de infestação em pós-semeadura.....	24
5.6. Eficiência de controle dos herbicidas pré-emergentes sobre espécie-alvo .....	26
5.7. Avaliação de estande da cultura da soja, aos 25 DAA, sob diferentes herbicidas pré-emergentes .....	28
<b>7. CONCLUSÃO</b> .....	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>29</b>

## RESUMO

A soja é uma das oleaginosas mais produzidas mundialmente e tem a competição com plantas daninhas como um dos principais fatores que afetam negativamente o seu rendimento. O uso de herbicidas pré-emergentes pode ser uma potencial estratégia para supressão de plantas daninhas, especialmente em lavouras com histórico de espécies de difícil controle. Contudo, em áreas de plantio direto esses princípios ativos apresentam diferentes desempenhos em decorrência da palhada. Diante do exposto, objetivou-se monitorar a performance que moléculas e misturas de herbicidas pré-emergentes desempenham diante do aporte de palhada de *Panicum maximum* cv. BRS Tamani. O experimento foi conduzido em lavoura comercial de soja localizada em Brejo (MA), em delineamento de blocos casualizados, arranjo de faixas, com 8 tratamentos. Os tratamentos consistiram em: testemunha (sem aplicação de herbicida pré-emergente), S-metolaclo-ro + imazetapir, S-metolaclo-ro + fomesafem, S-metolaclo-ro + diclosulam, imazetapir + diclosulam, imazetapir + flumioxazina, piroxasulfona + flumioxazina e pendimetalina. Avaliaram-se índices fitossociológicos da comunidade infestante, eficiência de controle de plantas daninhas e fechamento do estande da soja. Ao término do estudo, identificaram-se 23 espécies, distribuídas em 22 gêneros e 16 famílias botânicas. Maior parte pertencente à classe das eudicotildôneas (78,2%), com ciclo de vida anual (56,5%) e reprodução sexuada (100%). As espécies *Spermacoce verticillata*, *Cyperus rotundus* e *Desmodium tortuosum* apresentaram os maiores valores de importância, aos 25 dias após a aplicação. Os tratamentos mais seletivos e efetivos no controle de plantas daninhas foram S-metolaclo-ro + fomesafem, S-metolaclo-ro + imazetapir, S-metolaclo-ro + diclosulam e piroxasulfona + flumioxazina.

**Palavras-chave:** *Glycine max* (L.) Merr. Desempenho. Matocompetição. Seletividade.

## ABSTRACT

Soybean is one of the most produced oilseeds in the world and competition with weeds is one of the main factors that negatively affect its yield. The use of pre-emergent herbicides can be a potential strategy for weed suppression, especially in crops with a history of difficult-to-control species. However, in no-tillage areas, these active principles present different performances due to the straw. In view of the above, the objective was to monitor the performance that molecules and mixtures of pre-emerging herbicides perform in relation to the input of *Panicum maximum* cv. BRS Tamani. The experiment was carried out in a commercial soybean crop located in Brejo (MA), in a randomized block design, strip arrangement, with 8 treatments. Treatments consisted of: control (no pre-emergent herbicide application), S-metolachlor + imazethapyr, S-metolachlor + fomesafen, S-metolachlor + diclosulam, imazethapyr + diclosulam, imazethapyr + flumioxazin, pyroxasulfone + flumioxazin and pendimethalin. Phytosociological indices of the weed community, efficiency of weed control and closure of the soybean stand were evaluated. At the end of the study, 23 species were identified, distributed in 22 genera and 16 botanical families. Most belonging to the class of eudicots (78.2%), with an annual life cycle (56.5%) and sexual reproduction (100%). The species *Spermacoce verticillata*, *Cyperus rotundus* and *Desmodium tortuosum* showed the highest importance values at 25 days after application. The most selective and effective treatments for weed control were S-metolachlor + fomesafen, S-metolachlor + imazethapyr, S-metolachlor + diclosulam and pyroxasulfone + flumioxazin.

**Keywords:** *Glycine max* (L.) Merr. Performance. Weed competition. Selectivity.

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma das oleaginosas mais produzidas mundialmente. Atualmente, o Brasil é o maior produtor e exportador mundial de soja, com produção de 125.549,8 mil toneladas, na safra 2021/22. No Nordeste brasileiro, considerando a mesma safra, o estado do Maranhão posiciona-se como segundo colocado, com produção de 3.573,6 mil toneladas, atrás somente da Bahia com 7.283,1 mil toneladas (CONAB, 2022).

As plantas daninhas desempenham expressiva interferência na lavoura de soja e podem causar perdas de até 80% na produtividade (SOLTANI et al., 2017). De acordo com Christoffoleti e Nicolai (2016), o controle químico é o método mais utilizado para supressão de plantas daninhas na cultura da soja, pela sua eficácia, conveniência e viabilidade de custos. Entretanto, aplicações indiscriminadas de herbicidas podem ocasionar seleção e aumento de biótipos resistentes a herbicidas, especialmente em cultivos com aplicações sucessivas do herbicida glifosato, que na última década registrou cerca de 10 espécies resistentes ao mecanismo inibidor da EPSPs (SCHERER et al., 2017).

O uso de herbicidas pré-emergentes é uma das medidas que podem auxiliar no manejo preventivo de plantas infestantes e redução de aplicações sequenciais de glifosato na cultura da soja. Esses herbicidas possuem atividade residual no solo e auxiliam no retardamento do fluxo de emergência de plantas daninhas. Com isso, o manejo dessas plantas daninhas após o período crítico de estabelecimento da cultura torna-se mais fácil (SILVA et al., 2021).

Outro fator a ser citado é a adoção do sistema de plantio direto, uma vez que as espécies de cobertura contribuem com a supressão de plantas daninhas através de efeitos físico e/ou alelopático da palhada (MORAES et al., 2009). Em estudo realizado por Gledson et al. (2013) observou-se que o sistema de plantio direto desempenhou maior controle da comunidade infestante em comparação com o sistema de plantio convencional. Porém, como destacado por Rossi et al. (2013), a palhada resultante desse tipo de sistema também se torna uma barreira que dificulta a ação do herbicida no solo, pois o produto químico pode ficar retido e conseqüentemente ser volatilizado, fotodegradado ou termodegradado.

Portanto, o desempenho de herbicidas pré-emergentes pode variar em função de diversos fatores, como propriedades físico-químicas da molécula ou mistura, umidade (solo e ambiente), temperatura (solo e ambiente), textura do solo, histórico de infestação, aporte de palhada no solo, dentre outros fatores. Sabendo-se disso, para um eficiente manejo de plantas daninhas em áreas de cultivo, é de extrema relevância um bom planejamento do posicionamento de herbicidas pré-emergentes, em sistema de plantio direto.

Dentre as espécies de cobertura exploradas atualmente, pode-se citar o *Panicum maximum* cv. BRS Tamani. Essa espécie é uma das principais alternativas que podem ser implementadas na sucessão da soja, visando a proteção do solo e formação de palhada na entressafra. Trata-se de uma espécie forrageira de fácil estabelecimento, porte baixo, folhas e perfilhos abundantes, vigorosa e resistente à cigarrinha-das-pastagens. Desta forma, pode contribuir grandemente com o incremento de palhada, infiltração, descompactação do solo e manejo integrado de plantas daninhas, quando explorada estrategicamente em sistemas de sucessão ou rotação de cultivo (JANK et al., 2021).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a eficiência de herbicidas pré-emergentes no controle de plantas daninhas na cultura da soja, cultivada sob palhada de *Panicum maximum* cv. BRS Tamani.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Avaliar o desempenho de moléculas e misturas pré-emergentes no controle de plantas daninhas na cultura da soja, cultivada sob palhada de *Panicum maximum* cv. BRS Tamani.

### **2.2. Objetivos específicos**

- ✓ Realizar o levantamento fitossociológico de plantas daninhas em pré e pós-semeadura da soja, sob sistema de plantio direto;
- ✓ Analisar o fechamento do estande da cultura da soja e eficiência de controle de plantas daninhas, sob diferentes tratamentos pré-emergentes, em sistema de plantio direto;
- ✓ Avaliar a interferência da palhada de *Panicum maximum* cv. BRS Tamani sob o desempenho de herbicidas pré-emergentes em lavoura de soja;
- ✓ Recomendar, pelo menos, uma mistura ou molécula pré-emergente com melhor performance no sistema produtivo estudado.

## **3. REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1. Cultura da soja**

Os primeiros relatos do cultivo de soja no Brasil datam de 1882, na Bahia (BLACK, 2000). Porém somente em 1941, a soja foi produzida em escala comercial, sendo cultivada em uma área de 702 hectares no Rio Grande do Sul (SEDIYAMA et al, 2015). Pode-se dizer que a expansão da soja no Brasil se iniciou pelo Sul, devido a melhor adaptação das variedades trazidas dos Estados Unidos às condições de solo e clima desta região, principalmente, o fotoperíodo (BONETTI, 1981).

Nas exportações brasileiras, a soja e seus derivados possuem enorme relevância (FERREIRA, 2011), ocupando a segunda posição no ranking dos produtos mais exportados pelo país em 2021, com números em torno de 77,2 milhões de toneladas (CONAB, 2022), sendo um dos principais produtos com contribuição positiva para o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB), colocando o país como maior exportador do produto mundialmente.

É importante salientar que mesmo com um acréscimo de 4,9% em área plantada comparado com a safra 2020/21, houve um decréscimo de 9,9% na produção devido ao déficit hídrico ocasionado pelo fenômeno *La Niña* na região Sul e nos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul, em 2021 (CONAB, 2022).

### **3.2. Manejo de plantas daninhas na cultura da soja**

A presença de plantas daninhas provoca interferência negativa na produtividade da soja em lavouras comerciais, principalmente devido à competição por espaço, luz, água e nutrientes, podendo ser também hospedeiras de pragas e doenças. Caso não sejam controladas adequadamente podem se sobressair sobre a cultura, por serem mais rústicas e, geralmente, mais adaptadas à região produtora (BARROSO et al., 2021).

Uma das maneiras mais comumente utilizada para se fazer o manejo de plantas daninhas é na fase pré-semeadura, com a utilização de herbicidas dessecantes por volta de 10 dias antes de semear. Porém, devido ao banco de sementes que geralmente não é atingido pelo dessecante, pode ocorrer a emergência de novas plantas daninhas. Para se evitar isto, recomenda-se o uso de herbicidas pré-emergentes que poderão impedir a germinação e/ou emergência dessa comunidade infestante, proporcionando uma vantagem à cultura no estabelecimento na área até determinado período (CONSTANTIN et al., 2011).

Um dos fatores que determinam a eficiência dos herbicidas pré-emergentes é o seu efeito residual no solo, uma vez que impedirá por mais tempo que a comunidade infestante venha a germinar e competir com a cultura de interesse econômico (MONQUERO et al., 2008). O efeito residual ou tempo de meia-vida do herbicida é definido como a sua capacidade em manter-se íntegro e ativo no solo, após a aplicação (OLIVEIRA, 2011). Sabendo-se disso, há então a possibilidade de elaborar planos para o efetivo controle da matocompetição, com base na fase crítica de controle de plantas daninhas.

Atualmente, uma das práticas agrícolas que vem ganhando cada vez mais destaque na agricultura brasileira é o plantio direto, ou seja, o cultivo da soja sobre a palhada residual de cultivos de cobertura, geralmente explorados na entressafra. Esta prática cultural, além dos benefícios quanto à melhoria das propriedades e conservação do solo, pode oportunizar

interferência sobre o banco de sementes e fluxos de emergência de plantas daninhas, especialmente as fotoblásticas positivas. O que pode ser estrategicamente complementado pelo controle químico, em moldes de manejo integrado de plantas daninhas (CASTRO et al., 2016).

Contudo, tem-se debatido na literatura que o aporte de palhada pode afetar a dinâmica de moléculas pré-emergentes, dadas as características físico-químicas heterogêneas dos produtos comerciais. Dentre estas, as que mais podem interferir são: lipofilicidade, que é a afinidade que o herbicida tem com materiais orgânicos, isso faz com que o produto se prenda à palhada. Essa característica varia de acordo com o valor  $K_{ow}$ , que é o coeficiente de partição octanol-água (quanto maior, mais afinidade à matéria orgânica e/ou à cera presente nas plantas); volatilidade, uma vez que o aporte de palhada dificultando a transposição do herbicida faz com que ele fique exposto por mais tempo a altas temperaturas, facilitando que o produto passe do estado líquido para o gasoso (BARROSO et al., 2021). Esse fator é definido pela pressão de vapor ( $P_v$ ) e/ou contante de lei de Henry ( $K_h$ ), e quanto maior o valor de ambos, mais rápido o produto será perdido para a atmosfera; fotodegradação, que é basicamente a decomposição do produto devido a sua exposição à luz solar, diminuindo sua ação sobre a matocompetição. Produtos que permanecem por mais tempo sobre a palhada, tendem a ser fotodegradados mais facilmente (BARROSO et al., 2021).

Portanto, torna-se relevante realizar pesquisas em diferentes fronteiras agrícolas, visando avaliar a eficiência de herbicidas pré-emergentes em plantio direto, pois suas características poderão ser fortemente influenciadas e, desta forma, apresentar efeitos distintos aos ocorrentes em outros tipos de sistema de manejo e/ou condições edafoclimáticas.

Lançado pela EMBRAPA em 2015, o capim *Panicum maximum* cv. BRS Tamani é uma cultivar com baixo porte e de fácil manejo, podendo ser implantada para cobertura do solo após a retirada da cultura principal e com potencial para produção de mais de 11 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca (JANK et al., 2021).

Por ser uma cultivar bem recente e utilizada na maioria das vezes para alimentação animal, existem poucos estudos na literatura que destacam a influência do capim-Tamani no sistema agrícola e principalmente como ele interfere na dinâmica dos herbicidas. Porém Rossi et al. (2013) observou que os herbicidas sofrem grande interferência da palhada para realizar sua chegada ao solo, ocorrendo uma queda drástica na transposição do produto quando o aporte de matéria seca é superior a 5 t ha<sup>-1</sup>.

### 3.3. Plantas daninhas resistentes e/ou tolerantes a herbicidas na cultura da soja

Normalmente, há controvérsias quanto aos significados dos termos resistência e tolerância de plantas daninhas. A resistência de plantas daninhas consiste numa característica natural e herdável de alguns biótipos em persistirem e se multiplicarem mesmo após serem expostos a doses de herbicidas, que foram aplicados seguindo os critérios como clima e estágio vegetativo da planta e que seriam letais em populações normais, já a tolerância é uma característica inata de uma ou mais plantas, fazendo com que esses indivíduos consigam, devido aos seus aspectos morfológicos, sobreviverem ao serem submetidos a doses de herbicidas que são letais para populações normais (BARROSO et al., 2021).

Após o lançamento da biotecnologia Roundup Ready (RR) em 1996, o produtor começou a fazer uso sequencial do glifosato em diferentes etapas do ciclo produtivo, devido ao seu custo-benefício e amplo espectro de dessecação. Chegando a ser usado em até 5 vezes na mesma área, por ano (GRAZZIERO et al., 2016). Porém, com o passar dos anos, este uso contínuo culminou no aparecimento de plantas daninhas tolerantes e, em seguida, resistentes ao mecanismo inibidor de EPSPs (VARGAS et al. 2013).

No Brasil existem cerca de 10 espécies identificadas que apresentam biótipos resistentes ao glifosato, sendo elas *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus palmeri*, *Digitaria insularis*, *Conyza canadenses*, *Conyza bonariensis*, *Conyza sumatrensis*, *Chloris elata*, *Lolium multiflorum*, *Eleusine indica* e *Euphorbia heterophylla* (HEAP, 2022). Além de resistência a glifosato, algumas dessas plantas daninhas adquiriram pelo uso exacerbado de herbicidas, resistência a outros mecanismos de ação, como inibidores de ALS e ACCase. Isto tem tornado o controle ainda mais desafiador, uma vez que estão se disseminando para outras fronteiras agrícolas, geralmente por sementes contaminadas ou maquinários terceirizados (EMBRAPA, 2016).

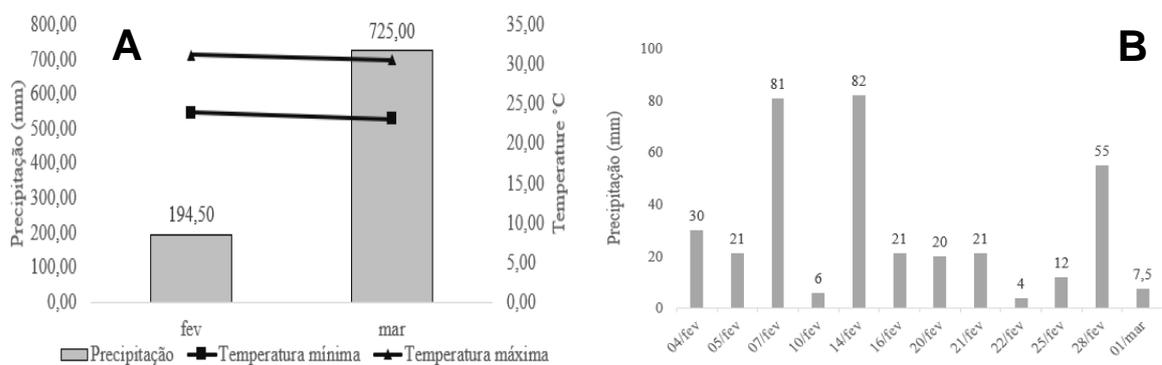
O glifosato é um herbicida com relevância na agricultura mundial, porém seu uso deve ser cada vez planejado e sustentável para evitar problemas com tolerância e/ou resistência de plantas daninhas. A atenção a esse tipo de situação deve ser redobrada, uma vez que o aumento na frequência, densidade e diversidade desses biótipos pode tornar economicamente inviável a produção agrícola nas áreas infestadas. Assim, deve-se considerar a necessidade de rotação de mecanismos de ação no manejo da comunidade infestante, reduzindo a pressão de seleção (EMBRAPA, 2016; EMBRAPA, 2021).

Neste contexto, o uso de herbicidas pré-emergentes e a introdução do sistema de plantio direto aparecem como alternativas potenciais na redução da pressão de seleção e ocorrência de plantas daninhas resistentes a herbicidas, em lavouras de grãos.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Localização do estudo e tratamentos avaliados

O experimento foi realizado em lavoura comercial de soja, situada no município de Brejo (03°42'11" Sul, 42°56'19" Oeste). A cidade apresenta clima tropical quente e úmido, precipitação pluviométrica anual de 1.600 a 2.000 mm, temperatura média de 27°C e umidade relativa média de 76%. O período chuvoso, geralmente ocorre entre os meses de janeiro e junho (PASSOS et al., 2016). Os dados meteorológicos no município de Brejo e no talhão experimental, após a aplicação dos herbicidas, estão apresentados na Figura 1.



**Figura 1.** Dados de precipitação pluviométrica (mm) registrados para Brejo (MA) e talhão agrícola, durante os meses de aplicação dos tratamentos e avaliação do experimento na cultura da soja.

Durante a entressafra, compreendida entre maio e dezembro de 2021, foi implantada no talhão agrícola, para finalidade de cobertura do solo, a espécie forrageira *Panicum maximum* cv. BRS Tamani, utilizando-se 5 kg ha<sup>-1</sup> de sementes escarificadas com VC de 80% e semeadura a lanço. A cobertura foi raleada com rolo-faca em duas operações sequenciais, realizadas entre os meses de outubro e dezembro de 2021. Em seguida, na última semana de dezembro de 2021, a cobertura foi dessecada com glifosato + 2,4-D (4.397,10 g i.a. ha<sup>-1</sup> + 1.000,00 g i.a. ha<sup>-1</sup>). Após 20 dias, estimou-se aporte de palhada (10,49 t ha<sup>-1</sup>), através de 30 amostragens aleatórias, com lançamento de quadrado inventário de 0,5 m x 0,5 m, na extensão do talhão experimental.

A semeadura direta da soja sob palhada de *Panicum maximum* cv. BRS Tamani, foi realizada na primeira semana de fevereiro de 2022, utilizando-se a cultivar M8644 Ipro, com 16 sementes por metro linear, ciclo médio de 128 a 135 dias, hábito de crescimento determinado e arquitetura moderna com folhas lanceoladas.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, em arranjo de faixas, composto por 8 tratamentos e 5 repetições. Os tratamentos consistiram em: testemunha (sem aplicação de herbicida pré-emergente), S-metolacoloro + imazetapir (1.200,00 g i.a. ha<sup>-1</sup> + 106,00 g i.a. ha<sup>-1</sup>), S-metolacoloro + fomesafem (1.035,66 g i.a. ha<sup>-1</sup> + 227,70 g i.a. ha<sup>-1</sup>), S-

metolaclo-ro + diclosulam (1.200,00 g i.a. ha<sup>-1</sup> + 29,40 g i.a. ha<sup>-1</sup>), imazetapir + diclosulam (106,00 g i.a. ha<sup>-1</sup> + 29,40 g i.a. ha<sup>-1</sup>), imazetapir + flumioxazina (100,00 g i.a. ha<sup>-1</sup> + 50,00 g i.a. ha<sup>-1</sup>), piroxasulfona + flumioxazina (90,00 g i.a. ha<sup>-1</sup> 60,00 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e pendimetalina (1.137,50 g i.a. ha<sup>-1</sup>). Cada parcela experimental ocupou área de 72 m<sup>2</sup> (24 m x 3 m), cujas duas linhas centrais foram avaliadas na extensão 2 m lineares.

A aplicação dos herbicidas pré-emergentes foi realizada no dia posterior à semeadura, através de pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub>, munido de barra com 6 bicos, espaçados em 0,5 m entre si. As pontas de aplicação foram do tipo leque simples, pressão de trabalho de 207 kPa e taxa de aplicação 150 L ha<sup>-1</sup>.

#### 4.2. Levantamento de plantas daninhas na cultura da soja

Para avaliação da infestação de plantas daninhas na cultura da soja, foram realizados dois levantamentos fitossociológicos, sendo o primeiro na fase pré-semeadura da soja, ao passo que o segundo foi realizado 25 dias após a aplicação dos herbicidas pré-emergentes (DAA). No levantamento inicial foram realizadas 100 amostragens, através de quadrado inventário com dimensões de 1,0 m x 1,0 m, em intervalos regulares de 20 m x 20 m, em 10 linhas de percurso (cada linha com 10 pontos amostrais). Em pós-semeadura (25 DAA), fez-se o levantamento dentro das parcelas experimentais de cada tratamento, em subárea de 9 m<sup>2</sup> (nove repetições de 1 m<sup>2</sup>).

A identificação das plantas daninhas ocorreu com auxílio de literatura especializada (LORENZI, 2014) e quantificadas para estimativa de índices fitossociológicos. Estes compreenderam:

Equação 1: Densidade relativa = (densidade da espécie x 100) / (densidade total das espécies).

Equação 2: Frequência relativa = (frequência da espécie x 100) / (frequência total das espécies).

Equação 3: Abundância relativa = (abundância da espécie x 100) / (abundância total das espécies).

Equação 4: Índice de Valor de Importância (IVI) = frequência relativa + densidade relativa + abundância relativa.

Também realizou-se estimativa do Índice de Similaridade (IS) de Sorensen (1972) para comparativo florístico entre as fases de pré-dessecação e 25 dias após aplicação (DAA), através da seguinte fórmula:  $IS = [(2a)/(2a+b+c) \times 100]$ , em que a = número de espécies comuns a ambas as fases; b = número de espécies presentes somente na fase de pré-dessecação; e c = número de espécies presentes somente na fase dos 25 DAA. Os resultados foram apresentados por diagrama de Venn.

### 4.3. Eficiência de controle e seletividade dos herbicidas na cultura da soja

A eficiência de controle de plantas daninhas foi determinada pela comparação dos tratamentos com herbicidas à testemunha (sem herbicida), através da seguinte fórmula:

Equação 5: Eficiência de controle =  $[(\text{densidade média na testemunha} - \text{densidade média no tratamento}) / (\text{densidade média na testemunha})] \times 100$ .

Os resultados foram nominalmente classificados, conforme a escala de porcentagem de controle da SBCPD (1995), cujas faixas compreenderam: controle nenhum a escasso (0 a 40%), regular (41 a 60%), suficiente (61 a 70%), bom (71 a 80%), muito bom (81 a 90%) e excelente (91 a 100%). Para finalidade didática, os resultados foram agrupados por classes de infestação (monocotiledôneas e eudicotiledôneas) e espécies-alvo prioritárias da região produtora.

A seletividade dos tratamentos foi analisada aos 25 DAA, através do Modelo de Escala Conceitual da European Weed Research Community (EWRC, 1964), com base em avaliações visuais de sintomatologia de fitotoxicidade na cultura da soja. As notas variaram de 1 a 9, expressas pelas seguintes nomenclaturas: nota 1 (ausência de sintomas de fitotoxicidade), 2 (injúrias cloróticas em folhas da periferia da planta), 3 (injúrias cloróticas e necróticas borda das folhas), 4 (injúrias cloróticas e superbrotção), 5 (injúrias cloróticas, necróticas e superbrotção), 6 (redução no porte de plantas, encarquilhamento e necrose das folhas), 7 (mais de 80% das folhas destruídas), 8 (danos extremamente graves, sobrando pequenas áreas verdes nas plantas) e 9 (morte da planta).

### 4.4. Fechamento de estande da soja

O fechamento de estande da soja foi avaliado aos 25 DAA, pela estimativa das seguintes variáveis: número de plantas por metro linear (contagem de plantas emergidas por metro linear), fenologia (contagem do número de trifólios abertos por planta) e índice NDVI (estimativa com uso de greenseaker portátil na extensão da linha útil). Para isso, utilizaram-se duas linhas centrais de cada tratamento, na extensão de 2 m linear e 5 repetições.

Os dados referentes ao levantamento fitossociológico e eficiência de controle de plantas daninhas foram analisados por estatística descritiva, ao passo que os resultados de crescimento e fitotoxicidade da soja foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ) e as médias comparadas pelo teste Tukey.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas

Nos levantamentos fitossociológicos de plantas daninhas, em pré e pós-semeadura, foram identificadas 23 espécies, pertencentes a 22 gêneros e 16 famílias botânicas. De forma geral, eudicotiledôneas (78,2%), ciclo de vida anual (56,5%) e reprodução sexuada (100%) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Relação de plantas daninhas identificadas em pré e pós-semeadura, por família, gênero, espécie, classe botânica, ciclo de vida e forma de reprodução.

Família	Gênero	Espécie	Classe	Ciclo	Reprodução
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i>	<i>A. hybridus</i>	D	A	S
Asclepiadaceae	<i>Asclepias</i>	<i>A. curassavica</i>	D	P	A/S
Asteraceae	<i>Jaegeria</i>	<i>J. hirta</i>	D	A	S
Commelinaceae	<i>Commelina</i>	<i>C. benghalensis</i>	M	P	A/S
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i>	<i>I. grandifolia</i>	D	A	S
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>C. rotundus</i>	M	P	A/S
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>E. hirta</i>	D	A	S
	<i>Euphorbia</i>	<i>E. heterophylla</i>	D	A	S
	<i>Crotalaria</i>	<i>C. incana</i>	D	A	S
Fabaceae	<i>Desmondium</i>	<i>D. tortuosum</i>	D	A	S
	<i>Mimosa</i>	<i>M. pudica</i>	D	P	S
Lecythidaceae	<i>Lecythis</i>	<i>L. lurida</i>	D	P	S
Malvaceae	<i>Herissantia</i>	<i>H. crispa</i>	D	P	S
	<i>Malvastrum</i>	<i>M. coromandelianum</i>	D	A/P	S
Molluginaceae	<i>Mollugo</i>	<i>M. verticillata</i>	D	A	S
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia</i>	<i>B. diffusa</i>	D	P	S
	<i>Cenchrus</i>	<i>C. echinatus</i>	M	A	S
	<i>Eleusine</i>	<i>E. indica</i>	M	A	S
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>P. maximum*</i>	M	P	A/S
	<i>Richardia</i>	<i>R. brasiliensis</i>	D	A	S
Rubiaceae	<i>Spermacoce</i>	<i>S. verticillata</i>	D	P	S
Scrophulariaceae	<i>Scoparia</i>	<i>S. dulcis</i>	D	A	S
Turneraceae	<i>Turnera</i>	<i>T. subulata</i>	D	P	S

\*Rebrota da cultura de cobertura

Esses resultados corroboram com os encontrados por Silva et al. (2022), em levantamentos realizados em lavouras comerciais de grãos, situados na mesorregião Leste Maranhense, em que destaca a predominância de espécies eudicotiledôneas. Bem como, Silva et al. (2018) que relataram a forma sexuada como principal mecanismo reprodutivo de 92,1% de espécies.

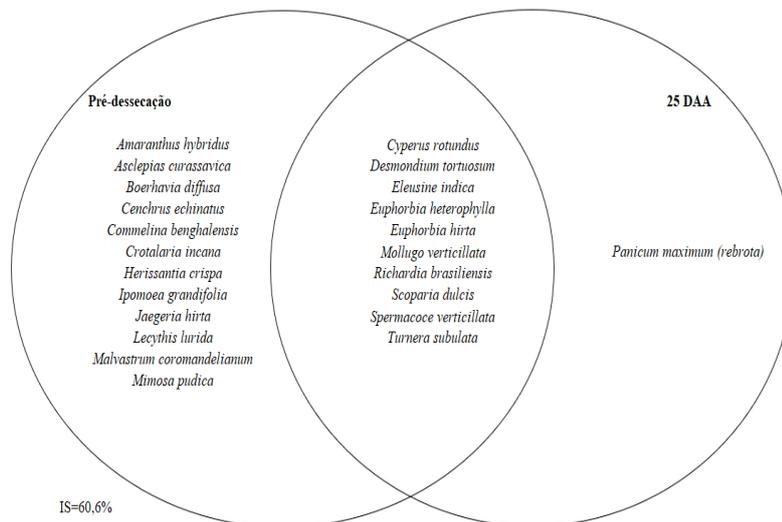
As famílias com maior número de espécies foram Fabaceae e Poaceae, ambas com 3 espécies, semelhante aos dados encontrados por Albuquerque et al. (2021). Segundo estes autores, a presença de plantas daninhas pertencentes à mesma classe botânica e família da

cultura de interesse econômico pode desencadear problemas de seletividade, requisitando posicionamento planejado do controle químico.

Neste escopo, também é importante salientar a ocorrência de *Amaranthus hybridus*, *Eleusine indica* e *Euphorbia heterophylla*, plantas daninhas descritas na literatura como resistentes ao mecanismo inibidor da EPSPs. Isto pode sinalizar atenção quanto à eficiência do glifosato em dessecação pré-semeadura.

## 5.2. Similaridade da comunidade infestante em pré-dessecação e 25 dias após aplicação (DAA)

Nos levantamentos realizados em pré-dessecação e 25 dias após a aplicação dos herbicidas pré-emergentes, foram identificadas 10 espécies em comum, resultando em 60,6% de similaridade (alta similaridade) pelo Índice de Similaridade de Sorensen (Figura 2).



**Figura 2.** Ilustração das espécies exclusivas e compartilhadas, através do Diagrama de Venn, entre dois períodos de avaliação: pré-dessecação em pré-semeadura e 25 dias após a aplicação de herbicidas pré-emergentes em pós-semeadura.

Cerca de 10 espécies identificadas aos 25 DAA estavam presentes antes da dessecação, com destaque à testemunha (sem aplicação) que se apresentou como a área mais infestada. Isto pode demonstrar que se realizada, apenas a dessecação não há como suprimir de forma eficiente a comunidade infestante, mesmo com o residual de palhada presente no solo. Portanto, tornam-se necessários métodos de controle auxiliares, como o controle químico pré-emergente.

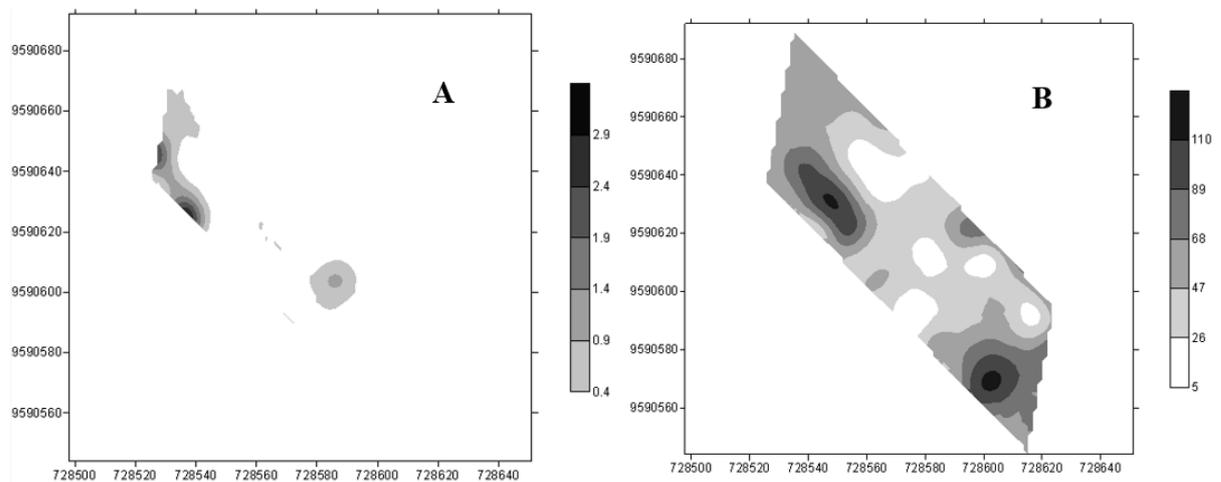
Outro fator que pode ter contribuído para esse resultado foi a presença de plantas daninhas fotoblásticas neutras, como por exemplo, *Eleusine indica*, *Cyperus rotundus* e *Euphorbia heterophylla* (IKEDA et al., 2014; MARQUES et al., 2012). Sendo estas também identificadas mesmo após a dessecação e implantação dos tratamentos pré-emergentes. Logo,

estas espécies e as demais 7 plantas similares às duas áreas, podem ter algum nível de tolerância às práticas de manejo adotadas.

Já, as plantas de *Panicum maximum* identificadas aos 25 DAA consistem em rebrota da cultura de cobertura, enfatizando maior atenção quanto a dessecação em pré-semeadura.

### 5.3. Distribuição espacial de monocotiledôneas e eudicotiledôneas

Em relação à variabilidade espacial das classes de plantas daninhas, as espécies eudicotiledôneas se distribuíram em todo o talhão experimental (Figura 3B), enquanto as monocotiledôneas apresentaram um comportamento agregado (reboleira), presentes em poucos pontos da área (Figura 3A).



**Figura 3.** Mapa da distribuição espacial das classes monocotiledônea (A) e eudicotiledônea (B) no pré-dessecação.

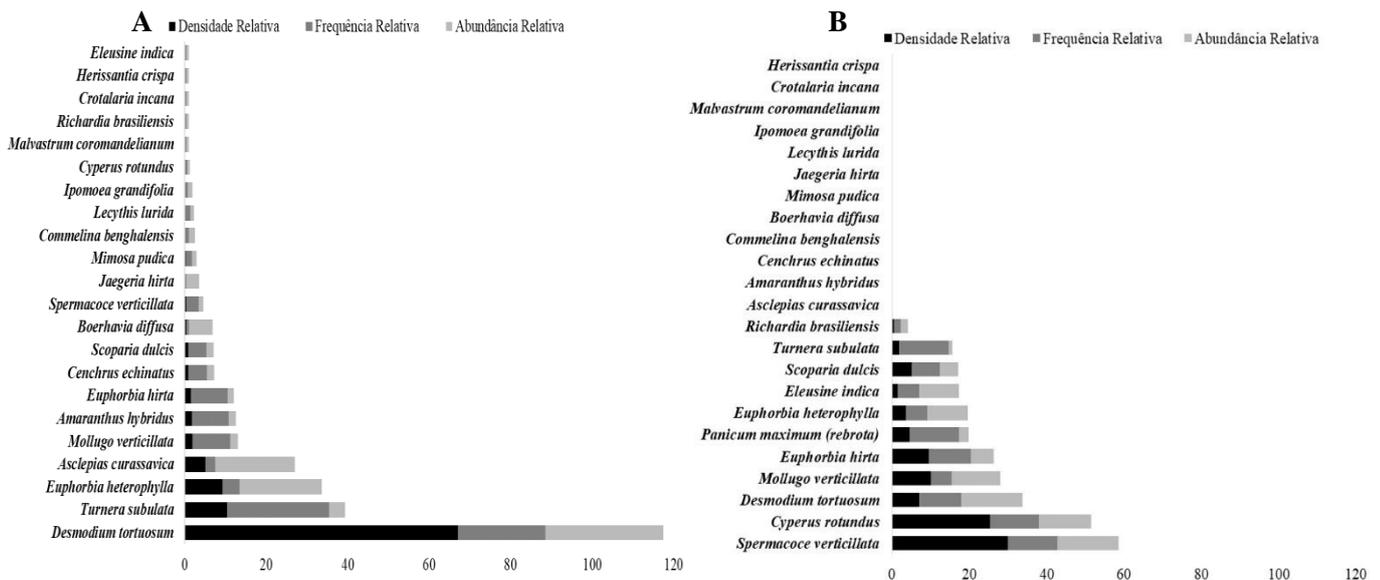
Segundo Ferreira et al. (2013), essa predominância de plantas daninhas eudicotiledôneas em comparação com monocotiledôneas pode estar associada a alguns fatores, sejam eles edafoclimáticos, cultural e químico, uma vez que menor eficiência na aplicação desses dois últimos, pode ter possibilitado que as latifólias tenham se disseminado e distribuído no ambiente, ao longo do tempo, mesmo com o cultivo de *Panicum maximum* em entressafra.

De posse dessas informações de variabilidade espacial, pode-se adotar estratégias de controle em pontos específicos de infestação, utilizando-se sistemas inteligentes de aplicação dirigida e em taxa variável, os quais de acordo com Lopes et al. (2020) podem oportunizar um manejo mais efetivo, econômico e ambientalmente sustentável.

### 5.4. Valor de importância da infestação em pré-semeadura e 25 DAA

Em pré-semeadura, as espécies que apresentaram os maiores índices de valor de importância (IVI) foram *Desmodium tortuosum* (117,51), *Turnera subulata* (39,30) e

*Euphorbia heterophylla* (33,61) (Figura 4A). Já aos 25 DAA (Figura 4B), destacaram-se a *Spermacoce verticillata* (58,67), *Cyperus rotundus* (51,60) e *Desmodium tortuosum* (33,72). A maioria dessas espécies foram identificadas em trabalhos realizados no Leste Maranhense por Silva et al (2022) e Lopes et al (2020), destacando-se então a grande relevância dessas plantas daninhas para a mesorregião. Também em consonância com resultados obtidos em Roraima (ALBUQUERQUE et al., 2017), Paraná (MACHADO et al., 2015) e Minas Gerais (CRUZ et al., 2019).

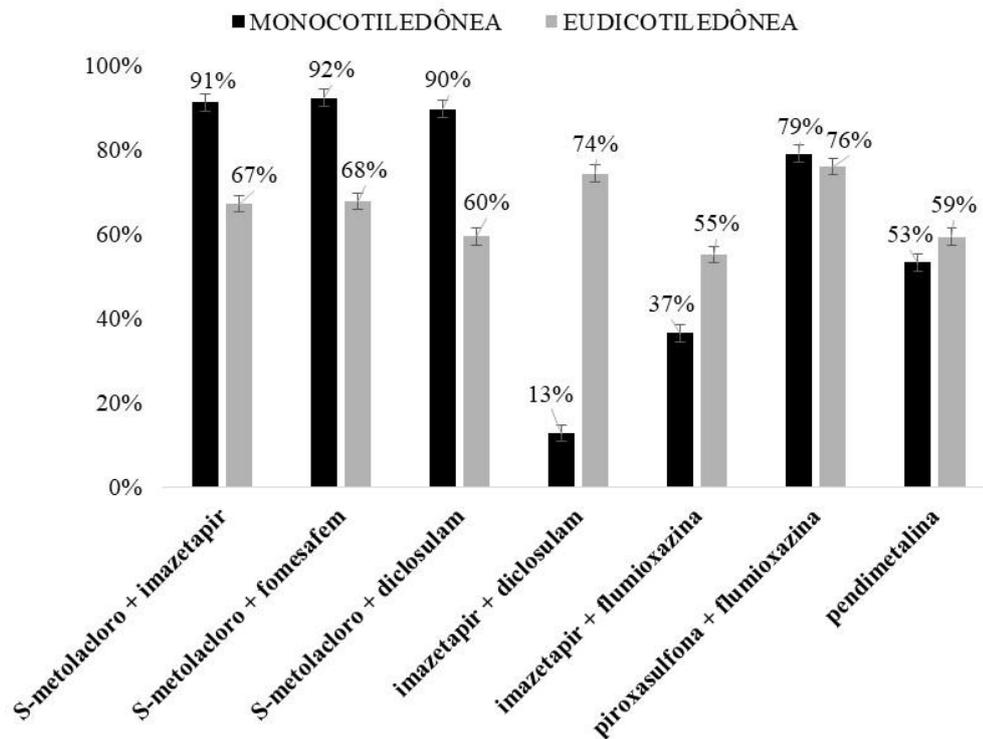


**Figura 4.** Índice de valor de importância das principais espécies infestantes no período de pré-dessecação em pré-semeadura (4A) e 25 DAA em pós-semeadura da soja (4B).

Na Figura 4B, as espécies sem barras de valores consistem em plantas daninhas identificadas no primeiro levantamento, porém foram totalmente suprimidas aos 25 DAA, mesmo no tratamento testemunha em que não foi utilizado herbicidas pré-emergentes. Isto pode indicar que são espécies de fácil controle, sendo necessário maior atenção quanto às plantas que não foram totalmente suprimidas, como *Desmodium tortuosum* que aparece entre as 3 espécies de maior valor de importância.

### 5.5. Porcentagem de controle das classes de infestação em pós-semeadura

Quanto aos tratamentos pré-emergentes, todos foram mais efetivos que a testemunha (sem aplicação). Isto enfatiza que embora com residual de palhada estimado em aproximadamente 11 t ha<sup>-1</sup>, o controle cultural não se mostrou efetivo de forma isolada, na supressão da matocompetição em começo de ciclo da soja. Sendo complementado de forma efetiva pelo controle químico pré-emergentes (Figura 5).



**Figura 5.** Porcentagem de controle de plantas daninhas monocotiledôneas e eudicotiledôneas em lavoura comercial de soja, aos 25 DAA, sob efeito de diferentes moléculas pré-emergentes.

Os tratamentos mais eficientes para espécies monocotiledôneas foram S-metolachloro + fomesafem (92%, excelente), S-metolachloro + imazetapir (91%, excelente) e S-metolachloro + diclosulam (90%, muito bom). Estes resultados corroboram com Lescano et al. (2017), Coradin et al. (2019) e Hoffner et al (2012), e podem estar relacionados à eficácia do S-metolachloro no controle de monocotiledôneas. Segundo Carvalho (2013), é uma molécula pertencente ao subgrupo K3 (inibidores da divisão celular), potente gramínicida, com baixa pressão de vapor, média lipofilicidade, média solubilidade e baixa lixiviação. Assim, suas características físico-químicas, associadas à ocorrência de chuva após a pulverização (Figura 1) podem ter favorecido a eficiência do S-metolachloro sobre sistema de semeadura direta, com denso aporte residual de palhada de *Panicum maximum* cv. BRS Tamani.

Com relação às espécies eudicotiledôneas, destacaram-se a piroxasulfona + flumioxazina (76%, bom) e imazetapir + diclosulam (74%, bom) (Figura 5). Segundo Novais et al. (2022), a piroxasulfona é um herbicida utilizado principalmente para o controle de gramíneas e tem atuação em folhas largas de sementes pequenas. Matte et al. (2022) observaram que mesmo em sistemas produtivos com grande aporte de palhada, a piroxasulfona consegue transpor a barreira e chegar ao solo. Isso pode ter colaborado para o carreamento da flumioxazina em mistura, até o banco de sementes, proporcionando controle relevante de espécies latifólias. Pois, de acordo com Silva et al. (2020), a flumioxazina é uma molécula

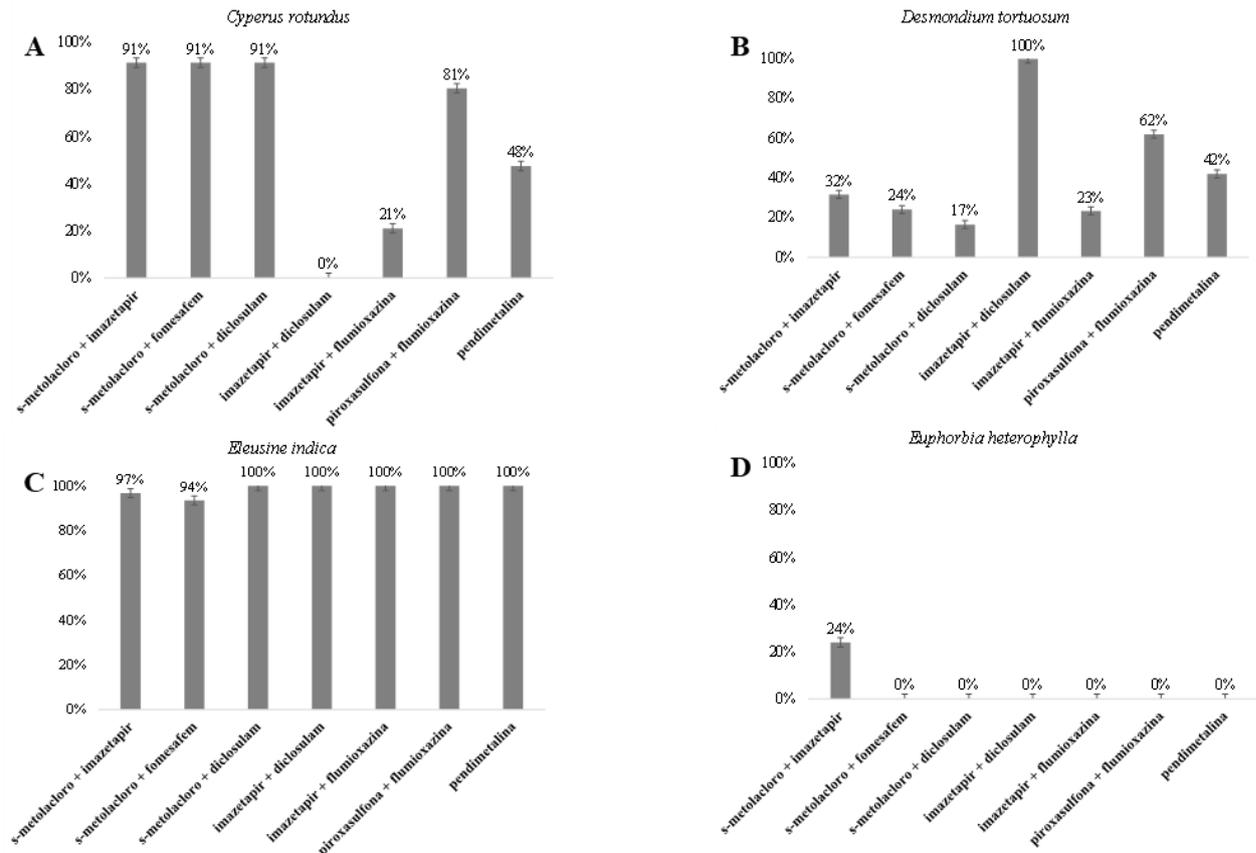
altamente lipofílica e de baixa solubilidade, podendo ter sua eficiência comprometida em sistemas com residual de palhada. Assim, o carreamento desta mistura, também pode ter sido favorecido pela ocorrência de chuva após a pulverização (Figura 1).

O tratamento imazetapir + diclosulam obteve o menor desempenho no controle de monocotiledôneas. O imazetapir é um herbicida seletivo a monocotiledôneas e algumas eudicotiledôneas, desta forma, considerando o fato do imazetapir ser um herbicida altamente solúvel (BARROS et al., 2021), o acúmulo de chuva após a implantação dos tratamentos (Figura 1), pode ter favorecido sua lixiviação. Em consonância com Dantas et al. (2014), que caracterizaram os solos da região do presente estudo como de pH próximo à neutralidade, baixo teor de matéria orgânica e textura arenosa, o que pode ter reduzido o tempo de persistência e alcance desta mistura química (imazetapir + diclosulam) ao banco de sementes de plantas daninhas, mesmo com aporte residual de palhada presente na camada superficial do solo.

Também entre os tratamentos menos eficazes, cita-se imazetapir + flumioxazina, classificado como “controle regular” para espécies eudicotiledôneas. Em contraponto aos resultados obtidos por Silva et al. (2022) na mesma região de estudo, porém em sistema com baixo aporte residual de palhada. Assim, a alta lipofilicidade e baixa solubilidade da flumioxazina (DA SILVA et al., 2020) pode ter sido relevante. O mesmo acontece com a pendimentalina, graminicida com ação sobre algumas eudicotiledôneas, que provavelmente teve sua eficiência “regular” por possuir pouca solubilidade, alta lipofilicidade e fácil fotodegradação (PITOL et al., 2017). Salienta-se que estes resultados poderiam ter sido piores em condições de veranico após a semeadura, uma vez que os princípios ativos poderiam ficar totalmente retidos na palha. A exemplo, Silva et al. (2020) observou que volumes de chuva menores que 10 mm diminuí drasticamente a eficiência de herbicidas lipofílicos.

### **5.6. Eficiência de controle dos herbicidas pré-emergentes sobre espécie-alvo**

No que diz respeito à eficiência de controle sobre espécies-alvo, os tratamentos S-metolaclo-ro + imazetapir, S-metolaclo-ro + fomesafem e S-metolaclo-ro + diclosulam apresentaram um controle “excelente” da espécie *Cyperus rotundus* (Figura 6A). Em conformidade com Zangouejad et al. (2020), os quais relataram elevada eficiência do S-metolaclo-ro sobre ciperáceas. Imazetapir + diclosulam e imazetapir + flumioxazina obtiveram desempenho ‘nenhum a escasso’, em contraposição a Kumar et al. (2012), que apresentaram resultados satisfatórios do imazetapir isolado e Sharma et al. (2021) mistura com pendimentalina sobre o controle de ciperáceas.



**Figura 6.** Porcentagem de controle sobre espécies de difícil controle ocorrentes em talhão comercial de soja aos 25 DAA, sob efeito de diferentes moléculas pré-emergentes. 6A: *Cyperus rotundus*; 6B: *Desmodium tortuosum*; 6C: *Eleusine indica*; 6D: *Euphorbia heterophylla*.

A espécie *Desmodium tortuosum* (Figura 6B) foi controlada satisfatoriamente, apenas pelo imazetapir + diclosulam (controle excelente) e piroxasulfona + flumioxazina (suficiente). O resultado obtido com imazetapir + diclosulam corrobora com Silva et al. (2022), em que a *Desmodium tortuosum* estava entre as cinco mais importantes da área e teve seu fluxo de emergência, eficientemente controlado por esta mistura.

Para *Eleusine indica*, todos os tratamentos apresentaram desempenho “excelente” (Figura 6C). Isso implica dizer que mesmo sendo uma espécie já descrita no Brasil com resistência a inibidores da EPSPs e ACCase (VARGAS et al., 2013), ela é susceptível a todos os mecanismos de ação utilizados no presente estudo. Enfatizando a importância da rotação de mecanismos de ação, como uma importante estratégia no controle de espécies tolerantes a herbicidas em cultivos anuais.

Em contrapartida, para *Euphorbia heterophylla* (7D), que é uma espécie eudicotiledônea com sementes grandes que lhe permite ter uma maior quantidade de reservas, possibilitando sua germinação mesmo em ambientes desfavoráveis (ARALDI et al., 2013), obteve-se controle insatisfatório (nenhum a escasso) de todos os tratamentos empregados.

Resultados similares foram encontrados por Vitorino et al. (2013) ao testarem imazetapir, Oliveira et al. (2013) com diclosulam e Bautista et al. (2020) com fomesafem.

Grazziero et al. (2020) descreveram que a *E. heterophylla* vem apresentando genótipos resistentes a herbicidas inibidores da EPSPs, ALS e/ou PROTOX. Em conformidade com o presente estudo, cujo glifosato (inibidor da EPSPs) não obteve eficácia de controle em pré-semeadura, em mistura com 2,4-D; flumioxazina e fomesafem (inibidores da PROTOX), imazetapir e diclosulam (inibidores da ALS), sem eficácia em pré-emergência.

### 5.7. Avaliação de estande da cultura da soja, aos 25 DAA, sob diferentes herbicidas pré-emergentes

Em aspectos de diagnose visual, todos os tratamentos pré-emergentes foram seletivos à cultura da soja, expresso pela nota média 1,0 (ausência de sintomas de fitotoxicidade). Por outro lado, na aferição do estágio fenológico pelo número de trifólios, a mistura imazetapir + diclosulam apresentou estatisticamente a menor média, evidenciando maior lentidão no crescimento inicial comparativamente aos demais tratamentos, especialmente à testemunha (sem aplicação). Hass et al. (2021) e Gomes (2022) encontraram resultados similares com uso de imazetapir e diclosulam isolados, e em mistura.

A análise de Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) com greenseaker evidenciou maior índice de cobertura vegetal nas parcelas da testemunha e pendimetalina, o que pode se relacionar ao fato de que nestes tratamentos ocorreram maiores infestações, resultando em maior cobertura vegetal e incremento na leitura do NDVI.

Em contrapartida, os tratamentos S-metolacoloro + imazetapir, S-metolacoloro + fomesafem e S-metolacoloro + diclosulam apresentaram menor NDVI, pois foram os mais eficientes no controle da comunidade infestante. Por sua vez, o baixo valor de NDVI em imazetapir + diclosulam pode ser deduzido como consequência do estande com menos trifólios.

**Tabela 2.** Avaliação do estande da cultura da soja, aos 25 DAA, sob diferentes herbicidas pré-emergentes.

Tratamentos	Fitotoxicidade	Trifólios	NDVI
S-me + imaze	1,00 A	3,62 AB	0,36 C
S-me + fome	1,00 A	3,64 AB	0,41 C
S-me + dicl	1,10 A	3,59 AB	0,41 C
Imaze + dicl	1,00 A	3,21 B	0,39 C
Imaze + flum	1,00 A	3,97 AB	0,44 BC
Pirox + flum	1,00 A	4,33 A	0,48 BC
Pendimetalina	1,20 A	4,11 AB	0,57 AB
testemunha	1,00 A	4,16 A	0,67 A
CV (%)	11,48	11,70	14,11

Letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si, em nível de 5%, para o teste de Tukey.

## 7. CONCLUSÃO

No levantamento fitossociológico identificaram-se 23 espécies, distribuídas em 22 gêneros e 15 famílias botânicas. Maior parte das espécies pertencentes à classe eudicotiledônea (78,2%), com ciclo de vida anual (56,5%) e reprodução sexuada (100%). As espécies *Spermacoce verticillata*, *Cyperus rotundus* e *Desmodium tortuosum* apresentaram o maior valor de importância até os 25 dias após a aplicação dos herbicidas pré-emergentes.

Os tratamentos mais seletivos e efetivos no controle de plantas daninhas foram S-metolaclo-ro + fomesafem, S-metolaclo-ro + imazetapir, S-metolaclo-ro + diclosulam e piroxasulfona + flumioxazina. Exceptualmente, *Euphorbia heterophylla*, cujos tratamentos apresentaram controle nenhum ou escasso, sendo necessário a realização de novas pesquisas com esta espécie-alvo.

O aporte de palhada de 10,49 t ha<sup>-1</sup> pode ter influenciado na dinâmica dos herbicidas, principalmente os lipofílicos e pouco solúveis, contribuindo para que a eficiência desses fosse reduzida.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. A. A. et al. Incidência de plantas daninhas após a colheita da soja em sistemas de plantio direto e rotação de culturas de plantio convencional no cerrado de Roraima. **Planta Daninha**, v. 35, 2017.
- ALBUQUERQUE, José Anchieta Alves et al. Fitossociologia e características morfológicas de plantas daninhas sob plantas de cobertura consorciada com soja em plantio direto. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 60248-60260, 2021.
- ALVES FERREIRA, Ellem Cristina et al. Espacialização do banco de sementes de plantas daninhas sob diferentes manejos de cana-de-açúcar em Rio Brillhante, Mato Grosso do Sul. **Bioscience Journal**, p. 1458-1468, 2013.
- AMORIM DA SILVA, D. et al. Characterization of weed in rotated area of maize and cowpea in direct planting. **Scientia agropecuaria**, v. 9, n. 1, p. 7–15, 2018.
- ARALDI, R. et al. Variação do tamanho de sementes de plantas daninhas e sua influência nos padrões de emergência das plântulas. **Planta daninha**, v. 31, n. 1, p. 117–126, 2013.
- BARROS, Daniela Maria et al. REGIME HÍDRICO E PALHA INFLUENCIAM NA EFICÁCIA DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NO CONTROLE DE CAPIM-AMARGOSO? Controle de capim amargoso através de herbicidas pré-emergentes. **Nativa**, v. 9, n. 2, p. 194-201, 2021.
- BARROSO, A. A. M.; MURATA, A. T. Matologia: estudo sobre plantas daninhas. [s.l.] Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021.

- BLACK, Robert Joseph. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. **Soja: tecnologia de produção II. Piracicaba: ESALQ**, p. 1-18, 2000.
- BONETTI, Luiz P. Distribuição da soja no mundo. **A soja no Brasil**, p. 1-16, 1981.
- CARVALHO, L. B. **Herbicidas**. Editado pelo autor: Lages-SC, 2013.
- CASTRO, Y. O. et al. Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do tomate para processamento industrial e para consumo in natura. 2016.
- CHRISTOFFOLETI, Pedro Jacob; NICOLAI, Marcelo. Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas. 2016.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, v.9 – Safra 2021/22, n.12 - Décimo segundo levantamento, p. 1-88, setembro 2022.
- CORADIN, Jhonatan et al. Herbicidas aplicados em pré-emergência para o controle de milho voluntário e capim-amargoso. **Revista Científica Rural**, v. 21, n. 3, p. 51-64, 2019.
- CRUZ, Luana et al. LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DE PLANTAS DANINHAS E CONTROLE DE *Cyperus rotundus* L. COM GLIFOSATO EM PRÉ-SEMEADURA DE FEIJÃO. **Agrarian Academy**, v. 6, n. 11, 2019.
- DA SILVA, Marcelo de Sousa et al. Performance of pre-emergence herbicides in weed competition and soybean agronomic components. **Australian Journal of Crop Science**, v. 15, n. 4, p. 610-617, 2021.
- DA SILVA, Márcio Gledson O. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura da melancia nos sistemas de plantio direto e convencional. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 494-499, 2013.
- DA SILVA, Paulo Vinicius et al. Eficácia do herbicida flumioxazin no controle de *Euphorbia heterophylla*, na aplicação sobre diferentes tipos de palha e simulações de chuva: Controle de *Euphorbia heterophylla* com flumioxazin. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 43, n. 3, p. 324-332, 2020.
- DANTAS, Jussara Silva et al. Gênese de solos coesos do leste maranhense: relação solo-paisagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 1039-1050, 2014.
- DE OLIVEIRA JR, Rubem Silvério; CONSTANTIN, Jamil; INOUE, Miriam Hiroko. Biologia e manejo de plantas daninhas. **Curitiba, Brasil: Omnipax**, 2011.
- DE OLIVEIRA NETO, Antonio Mendes et al. Sistemas de dessecação em áreas de trigo no inverno e atividade residual de herbicidas na soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 12, n. 1, p. 14-22, 2013.
- DE OLIVEIRA, Maurílio Fernandes; BRIGHENTI, Alexandre Magno. Comportamento dos herbicidas no ambiente. 2011.
- DO LAGO LOPES, Klayton Antonio et al. Fitossociologia do banco de sementes de plantas daninhas em campo agrícola e vegetação de cerrado. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 4, p. 362-370, 2020.

DOS SANTOS VITORINO, Hermes et al. Déficit hídrico na eficiência de herbicidas e nas características bioquímicas de *Euphorbia heterophylla*. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 19-28, 2013.

EMBRAPA. Monitoramento de plantas daninhas resistentes a glifosato no Brasil. 1. ed. Sete Lagoas, MG: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2021.

EWRC - EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL. Report of the 3rd, and 4th meetings of EWRC. Committee of methods in Weed Research. **Weed Research**, v. 4, p. 88, 1964

FERREIRA, Felipe Machado. A importância da soja e seus derivados para a economia brasileira a partir da década de 1970. **Monografia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro**, 2011.

GAZZIERO, D. L. P. et al. A era glyphosate. **Embrapa Trigo-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2016.

GAZZIERO, Dionísio Luiz Pisa et al. *Euphorbia heterophylla*: um novo caso de resistência ao glifosato no Brasil. **COMUNICADO TÉCNICO**, 2020.

GOMES, José et al. Seletividade de herbicidas pré-emergente em soja cultivada em solos com características físico-químicas distintas. 2022.

HASS, Rafael et al. Efeitos de herbicidas pré-emergentes sobre a cultura da soja (*Glycine max* L.). In: **XXVI Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR**. 2021.

HEAP, I. The International Herbicide-Resistant Weed Database. Disponível em: <http://www.weedscience.org/Home.aspx>. Acesso: 05 out. 2022.

HOFFNER, Amy E. et al. Influence of soybean (*Glycine max*) population and herbicide program on Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) control, soybean yield, and economic return. **International Scholarly Research Notices**, v. 2012, 2012.

IKEDA, F. S. et al. Caracterização florística de bancos de sementes em sistemas integrados de produção com diferentes níveis de sombreamento. **Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**, 2014.

JANK, Liana; SANTOS, Mateus Figueiredo. Capim-BRS Tamani (*Panicum maximum* Jacq.). 2021.

KUMAR, Mukesh; DAS, T. K.; YADURAJU, N. T. An integrated approach for management of *Cyperus rotundus* (purple nutsedge) in soybean–wheat cropping system. **Crop protection**, v. 33, p. 74-81, 2012.

LESCANO, María Cecilia et al. Evaluación de la eficacia de distintos herbicidas preemergentes selectivos para cultivos de soja y maíz en *Chloris virgata* Sw. 2017.

LORENZI, H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. 7.ed. **Nova Odessa: Instituto Plantarum**, 2014. 379p.

- MACHADO, Adriano Bressiani et al. Rendimento de grãos de feijão e nível de dano econômico sob dois períodos de competição com *Euphorbia heterophylla*. **Planta Daninha**, v. 33, p. 41-48, 2015.
- MARQUES, Renata Pereira et al. Densidades de palha e condições de luminosidade na germinação de sementes de *Euphorbia heterophylla*. **Semina: Ciências Agrárias**, p. 867-872, 2012.
- MATTE, W. D. et al. Controle de capim-amargoso após a aplicação de herbicidas em pré-emergência em solo com níveis crescentes de palhada de soja e milho. **Weed Control Journal**, v. 20, 2022.
- MONQUERO, P. A. et al. Eficiência de herbicidas pré-emergentes após períodos de seca. **Planta daninha**, v. 26, p. 185-193, 2008.
- MORAES, P. V. D. et al. Manejo de plantas de cobertura no controle de plantas daninhas na cultura do milho. **Planta Daninha**, v. 27, p. 289-296, 2009.
- NOVAIS, J. R. et al. Potencial de lixiviação de pyroxasulfone e pyroxasulfone + flumioxazin em solo submetidos à diferentes simulações de precipitação / Leaching potential of pyroxasulfone and pyroxasulfone + flumioxazin in different soil to exclusion simulations. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 1, p. 2800–2812, 2022.
- PALMA-BAUTISTA, Candelario et al. Resistance to Fomesafen, Imazamox and Glyphosate in *Euphorbia heterophylla* from Brazil. **Agronomy**, v. 10, n. 10, p. 1573, 2020.
- PASSOS, Máximo Lages Vieira; ZAMBRZYCKI, Geraldo Cesar; PEREIRA, Reginaldo Sérgio. Balanço hídrico e classificação climática para uma determinada região de Chapadinhama. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 4, p. 758-766, 2016.
- PITOL, Andressa et al. Influência da palha no controle de capim-arroz com o herbicida pendimethalin.
- ROSSI, C. V. S. et al. Dinâmica do herbicida metribuzin aplicado sobre palha de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). **Planta daninha**, v. 31, p. 223-230, 2013.
- SCHERER, Matheus Bohrer et al. Herbicidas pré-emergentes para manejo de milho voluntário RR<sup>®</sup> na cultura da soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 16, n. 1, p. 1-10, 2017.
- SEDIYAMA, Tuneo; SILVA, Felipe; BORÉM, Aluizio. Soja: do plantio à colheita. **Viçosa: UFV**, 2015.
- SHARMA, Kartik et al. Bioefficacy of Imazethapyr Applied Alone and in Combination with other Herbicides in Black Gram and their Residual Effect on Succeeding Pearl-millet and Sorghum Crops. **Legume Research-An International Journal**, v. 1, p. 7, 2021.
- SILVA, M. S.; FURTADO, J. A. L.; CASTRO, J. Q.; SANTOS, I. L.; ALMEIDA, E. I. B.; OLIVEIRA, L. B. T.; SOUSA, W. S.; ARAUJO, R. C. A. Weed control and selectivity of different pre-emergence active ingredients in a soybean crop. **Agronomia Colombiana**, v. 39, p. 392-404, 2022.

SOLTANI, Nader et al. Perspectives on potential soybean yield losses from weeds in North America. **Weed Technology**, v. 31, n. 1, p. 148-154, 2017.

SORENSEN, T. A. A method of stablishing groups of equal amplitude in plant society based on similarity of species content. **Ecologia**, v. 3, p. 640, 1972.

VARGAS, L. et al. Práticas de manejo e a resistência de *Euphorbia heterophylla* aos inibidores da ALS e tolerância ao glyphosate no Rio Grande do Sul. **Planta Daninha**, v. 31, p. 427-432, 2013.

ZANGOUEINEJAD, R. et al. Integrated use of herbicides and mulching for sustainable control of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) in a tomato crop. **Sustainability**, v. 14, n. 19, p. 12737, 2022.