UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
***CAMPUS* CERRO LARGO**
CURSO DE AGRONOMIA

DÉBORA DAIANE MINUZI MELCHIOR

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE *Eucalyptus* × *urograndis* NA GERMINAÇÃO DE PLANTAS DANINHAS

CERRO LARGO
2025

DÉBORA DAIANE MINUZI MELCHIOR

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE *Eucalyptus × urograndis* NA GERMINAÇÃO DE PLANTAS DANINHAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof.ª Dr. ª Jordana Caroline Nagel

CERRO LARGO

2025

DÉBORA DAIANE MINUZI MELCHIOR

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE *Eucalyptus* × *urograndis* NA GERMINAÇÃO DE PLANTAS DANINHAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 28/11/2025.

BANCA EXAMINADORA

gov.br Documento assinado digitalmente
JORDANA CAROLINE NAGEL
Data: 15/12/2025 18:41:10-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____
Prof.ª Dr. ª Jordana Caroline Nagel – UFFS
Orientadora

gov.br Documento assinado digitalmente
DEBORA LEITZKE BETEMPS
Data: 15/12/2025 09:24:57-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____
Prof.ª Dr. ª Débora Leitzke Betemps- UFFS
Avaliadora

gov.br Documento assinado digitalmente
JULIANE LUDWIG
Data: 15/12/2025 15:40:20-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____
Prof.ª Dr. ª Juliane Ludwig - UFFS
Avaliadora

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Melchior, Debora Daiane Minuzi
POTENCIAL ALELOPÁTICO DE Eucalyptus × urograndis NA GERMINAÇÃO DE PLANTAS DANINHAS / Debora Daiane Minuzi Melchior. -- 2025.
42 f.

Orientadora: Doutora Jordana Caroline Nagel

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo,RS, 2025.

1. Alelopatia. 2. Plantas daninhas. 3. Eucalyptus × urograndis. I. Nagel, Jordana Caroline, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Dedico este trabalho aos meus pais, que
sob muito sol e chuva, fizeram-me chegar
até aqui, na sombra.

AGRADECIMENTOS

Nada poderia acontecer sem a permissão de Deus, então primeiramente minha gratidão à Ele, pela dádiva da vida, pelo amparo em orações em momentos de fraquezas e choro, pela sabedoria e por guiar meus passos até aqui.

À minha família, meu pai Alceu, minha mãe Claci que derramaram lágrimas comigo desde o momento de minha aprovação na graduação e não mediram esforços ou recursos para que eu pudesse chegar até aqui, pelo apoio em palavras ou gestos, pelas ligações e amparo, pelo colo confortante, pelo incentivo e força para que eu continuasse. Aos meus irmãos, Vânia, Dionéia, Adriel e Natália, que por inúmeras vezes ouviram as mesmas histórias sobre a faculdade, a mesma frase “em outro final de semana ou nas férias a gente faz”, que também foram colo e amparo em momentos de dificuldade, diminuindo a saudade de casa e confortando aos que ficaram. Meus nonos Alberto e Inês que sem dúvidas alguma foram meus maiores incentivadores nessa jornada e frisando sempre que seus maiores sonhos são me ver como uma profissional da área, aos mates durante o tempo cronometrado em casa em que eu sempre ouço “como tá os estudos mana? ” ‘Vai passar? ” “O nono reza todas as noites pra ti”, ao choro de saudade durante ligações ou nos abraços longos de despedidas. À minha afilhada Amanda que me ensinou sobre amor antes mesmo de compreender o significado da palavra, pelas vezes que sentou ao meu lado e me ajudava a estudar enquanto brincava de escritório. Agradeço a todos por compreenderem e aceitarem minha ausência em datas onde a distanciância ou os estudos não permitiram com que eu me fizesse presente.

Ao meu namorado, Patrik, que me acompanha nessa caminhada se fazendo presente, dando apoio, incentivo e colo, agradeço por toda ajuda nesse trabalho, por dar ouvidos as minhas reclamações de colegas, professores ou do tanto de atividades a serem feitas, por apresentar soluções lógicas aos problemas, por acreditar no meu potencial, por não medir esforços e dedicação para estar junto, por compreender que muitas vezes o cansaço ou tarefas diminuíam a qualidade de nosso tempo juntos, que dividiu o fardo comigo aliviando o peso, sendo refúgio.

Aos meus amigos que dividiram comigo o processo, aos que estivemos juntos desde o início, Guilherme e Matheus, e aos que chegaram com o tempo, Simone, Jaqueline e Ari.

Àquela que não foi somente professora ou orientadora, tornou-se amiga. Agradeço todo empenho, dedicação e paciência que teve para comigo até aqui. Seu papel como educadora foi crucial para o crescimento de diversos alunos e profissionais, inclusive ao meu. Teu conhecimento, ajuda e principalmente paciência durante esse processo contribuíram para que eu pudesse chegar ao fim dessa etapa, que honra carregar teu nome em meu trabalho Dr. ª Jordana.

À Universidade Federal da Fronteira Sul, agradeço a oportunidade ofertada para que pudesse realizar o sonho de cursar agronomia, e aos professores e funcionários que fizeram com que isso fosse possível e real.

RESUMO

A presença de plantas daninhas representa um dos principais desafios para a produção agrícola, afetando significativamente o rendimento e a qualidade das culturas. Dentre as espécies de maior ocorrência, destacam-se o picão-preto (*Bidens pilosa*), a buva (*Conyza bonariensis*) e o capim-amargoso (*Digitaria insularis*), conhecidas pela elevada capacidade competitiva e disseminação. Em paralelo ao aumento de biótipos resistentes a herbicidas, cresce o interesse por alternativas sustentáveis, como a alelopatia. Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos alelopáticos de diferentes concentrações de extrato aquoso foliar de *Eucalyptus* x *urograndis* (25%, 50%, 75%, 100% além do tratamento controle que não recebeu extrato), sobre a germinação dessas três espécies de plantas daninhas, sob condições controladas de laboratório. As unidades experimentais (caixa gerbox) foram compostas por 25 sementes que passaram pelo processo de desinfestação e imersão em ácido giberélico para auxiliar na superação de dormência e umedecidas com o extrato preparado a partir da trituração de água e folhas frescas e inteiras da espécie do híbrido de *Eucalyptus*, o mesmo processo se repetiu para cada uma das 3 espéscies. Foram avaliados a porcentagem de germinação, o índice de velocidade de germinação (IVG), o tempo para atingir 50% de germinação (T50), o tempo médio de germinação (TMG) e a uniformidade (UG). Foi observado que, para *Bidens pilosa*, a porcentagem final de germinação variou entre 76% e 87%, sem diferença estatística entre os tratamentos. Contudo, houve efeito alelopático sobre a dinâmica do processo germinativo. Para *Conyza bonariensis* e *Digitaria insularis*, não houve germinação (0%) em nenhum tratamento. Os resultados demonstram que, embora o extrato não reduza a germinação final de picão preto, ele retarda o processo germinativo, evidenciando efeito alelopático fisiológico. Já a ausência total de germinação da buva e capim amargoso, reforça a necessidade de protocolos específicos de superação de dormência.

Palavras-chave: alelopatia*, Bidens pilosa, Conyza bonariensis, Digitaria insularis* manejo sustentável.

ABSTRACT

The presence of weeds represents one of the main challenges for agricultural production, significantly affecting crop yield and quality. Among the most common species are black jack (Bidens pilosa), horseweed (Conyza bonariensis), and sourgrass (Digitaria insularis), known for their high competitive capacity and dissemination. In parallel with the increase in herbicide-resistant biotypes, there is growing interest in sustainable alternatives, such as allelopathy. This study aimed to evaluate the allelopathic effects of different concentrations of aqueous leaf extract of Eucalyptus x urograndis (25%, 50%, 75%, 100%, plus a control treatment that did not receive the extract) on the germination of these three weed species under controlled laboratory conditions. The experimental units (gerboxes) consisted of 25 seeds that underwent a disinfection process and immersion in gibberellic acid to help overcome dormancy, and were moistened with an extract prepared from the grinding of water and fresh, whole leaves of the Eucalyptus hybrid species. The percentage of germination, the germination speed index (GSI), the time to reach 50% germination (T50), the mean germination time (MGT), and uniformity (UG) were evaluated. It was observed that, for Bidens pilosa, the final percentage of germination varied between 76% and 87%, with no statistical difference between treatments. However, there was an allelopathic effect on the dynamics of the germination process. For Conyza bonariensis and Digitaria insularis, there was no germination (0%) in any treatment. The results demonstrate that, although the extract does not reduce the final germination of black jack, it delays the germination process, evidencing a physiological allelopathic effect. The total absence of germination of horseweed and goosegrass reinforces the need for specific protocols to overcome dormancy.

Keywords: allelopathy, Bidens pilosa, Conyza bonariensis, Digitaria insularis, sustainable management.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Resposta germinativa de Bidens pilosa submetida a diferentes concentrações de extrato foliar de Eucalyptus × urograndis. 28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Tempo para 50% da germinação de sementes de Bidens pilosa submetidas ao extrato foliar de Eucalyptus x urograndis.....29
Figura 2- Índice de velocidade de germinação de sementes de Bidens pilosa submetidas ao extrato foliar de Eucalyptus x urograndis.....30
Figura 3- Tempo médio de germinação de sementes de Bidens pilosa submetidas ao extrato foliar de Eucalyptus x urograndis.....31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12
1.1 OBJETIVOS 14
1.1.1 Objetivo geral 14
1.1.2 Objetivos específicos 14
2 REVISÃO DE LITERATURA 15
2.1 ALELOPATIA 15
2.1.1 Definição de alelopatia 15
2.1.2 Mecanismos de ação das substâncias alelopáticas 16
2.1.3 Importância da alelopatia na agricultura 17
2.2 *Eucalyptus* x *urograndis* 18
2.2.1 Descrições e características morfológicas 18
2.2.2 Composição química do extrato foliar 18
2.2.3 Uso do extrato na agricultura e controle de plantas daninhas 19
2.3 PLANTAS DANINHAS 20
2.3.1 Picão preto (*Bidens pilosa*) 20
2.3.2 Capim amargoso (*Digitaria insularis*) 21
2.3.3 Buva (*Conyza bonariensis*) 22
3 MATERIAL E MÉTODOS 25
3.1 LOCAL E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL 25
3.2 OBTENÇÃO DOS MATERIAIS 25
3.3 PREPARO DOS MATERIAS 25
3.4 CONDUÇÃO DOS ENSAIOS 26
3.5 ANÁLISE DE DADOS 27
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 28
4.1 *Bidens pilosa* 28
4.2 *Conyza bonariensis* E *Digitaria insularis* 32
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 34
REFERÊNCIAS 35

1 INTRODUÇÃO

A agricultura moderna é desafiada por diversos fatores, dentre eles é notável que a presença de plantas infestantes gera não somente prejuízos na perda no volume e qualidade de produção, mas também acarretam aumento nos custos operacionais com a aplicação de mais herbicidas, contaminação de sementes, dificuldade na colheita e desafios contínuos no manejo da lavoura. Além disso, também atuam como hospedeiras de pragas e doenças que posteriormente migram para as plantas cultivadas. (EMBRAPA SOJA, 2006).

Essas espécies invasoras apresentam características adaptativas que conferem alta agressividade competitiva, entre elas é possível citar o rápido desenvolvimento, crescimento em condições adversas, produção de sementes elevada e de fácil distribuição, plasticidade fenotípica, capacidade de dormência e quiescência das sementes por décadas no solo com germinação desuniforme, além da capacidade que algumas sementes tem de entrar em dormência secundária (Brighenti e Oliveira, 2011). Todas essas características favorecem as infestantes pela competição por luz, água, espaço e nutrientes em relação a plantas cultivadas.

Visando beneficiar a produção de plantas cultivadas, é necessário que seja realizado o controle das plantas invasoras, e para isso existem alguns métodos que podem ser do tipo químico, cultural, mecânico, físico, biológico e preventivo. O mais comum e que resulta em maior eficiência é o controle químico, usando herbicidas comerciais para o controle do mato, favorecendo assim o desenvolvimento da cultura. Entretanto o uso indiscriminado e o emprego de doses superiores às recomendadas contribuíram para o surgimento de resistência dessas plantas e também em tolerância a certos grupos químicos.

Avaliando outras soluções que se desenvolveram e buscaram por estudos sobre outras alternativas para o controle desse grupo de plantas espontâneas. Uma solução é a alelopatia, conhecida pela capacidade de plantas em liberar compostos químicos que inibem o crescimento e/ou desenvolvimento de outras plantas. Para isso é de suma importância que se tenha conhecimento sobre as características alelopáticas de cada planta, para que melhor se compreenda seu manejo e de suas sucessoras no campo. O interesse por bioherbicidas se deve a alternativa de um produto natural com grande potencial para uso na agricultura sustentável e principalmente para novas estratégias de controle, além de possivelmente resultar na

descoberta de novos grupos químicos, sendo de aplicação direta ou indireta, como agente químico ou como aleloquímicos (Ferreira *et al*., 2019).

Os efeitos alelopáticos só são possíveis devidos os mecanismos de ação e da presença de compostos químicos responsáveis pelas consequências causadas aos organismos secundários. Espécies de eucalipto produzem compostos fenólicos com potencial alelopático, principalmente nas folhas e raízes, e isso pode inibir o crescimento de outras plantas (Silva *et al.,* 2023).

Considerando a importância das plantas cultivadas na economia nacional, a elevada pressão de infestação de plantas daninhas e os impactos negativos do uso intensivo de herbicidas, a avaliação do potencial alelopático de extratos de *Eucalyptus* × *urograndis* sobre espécies infestantes torna-se uma alternativa promissora. Assim, este estudo buscou analisar os efeitos de diferentes concentrações do extrato foliar aquoso do híbrido sobre a germinação de plantas invasoras, especificamente sobre as plantas de picão preto (*Bidens pilosa*), capim amargoso (*Digitaria insularis*), e buva (*Conyza bonariensis)*, espécies de ampla ocorrência nas lavouras brasileiras, e que nos últimos anos vem apresentando resistência a grupos químicos de controle, como o glifosato, contribuindo para a busca de práticas de manejo mais sustentáveis e ambientalmente seguras.

Apesar de existirem diversos estudos na área da alelopatia, e que diversos contribuem para o desenvolvimento seguro da agricultura, o uso de eucalipto sobre essas determinadas plantas daninhas, ainda é pouco discutido, e por isso mostrou-se uma necessidade em explorar, expandir e contribuir com essa área.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o potencial alelopático de diferentes concentrações de extrato foliar de *Eucalyptus* × *urograndis* sobre a germinação de picão preto (*Bidens pilosa*), capim amargoso (*Digitaria insularis*), e buva (*Conyza bonariensis*) sob condições controladas de laboratório.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar a taxa de germinação, o tempo médio de germinação, a uniformidade de germinação e o índice de velocidade de germinação das sementes das espécies infestantes em diferentes concentrações de extrato de folhas de eucalipto.
- Comparar os resultados obtidos em cada tratamento com a testemunha (sem extrato), visando verificar a existência de efeitos alelopáticos.
- Avaliar a influência das diferentes concentrações do extrato sobre os parâmetros fisiológicos das espécies testadas.
- Verificar o potencial do extrato de *Eucalyptus* x *urograndis* como método natural complementar de controle de plantas daninhas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ALELOPATIA

2.1.1 Definição de alelopatia

Segundo Molisch (1937) o termo alelopatia surgiu da linguagem grega: *allelon* = de um para outro, *pathós* = sofrer. E refere-se à influência exercida por um organismo sobre outro, podendo ser benéfica ou prejudicial, mediada por compostos químicos e sugere que o efeito é causado por biomoléculas denominadas cientificamente como aleloquímicos produzidos por uma planta e liberados no ambiente. Já Rice (1984) estabeleceu o termo como qualquer efeito direto ou indireto danoso ou benéfico que uma planta (incluindo microrganismos) exerce sobre outra pela produção de compostos químicos liberados no ambiente.

A maioria das plantas possuem capacidade de produzir metabólitos secundários com potencial alelopático, que variam em qualidade e quantidade de acordo com cada espécie. A quantidade ainda pode ser variável em cada parte da planta, podendo ser mais concentrada em folhas do que em raízes por exemplo, como é o caso do eucalipto, planta em estudo (Mano, 2006). A alelopatia também se manifesta indiretamente através da alteração das propriedades físico-químicas do solo e da modificação da dinâmica da microbiota e dos ciclos de nutrientes, afetando, por consequência, o desenvolvimento das plantas vizinhas (Oliveira *et al*., 2011).

As espécies de eucalipto são conhecidas por produzir substâncias alelopáticas inibitórias de outras plantas. Seu uso como bioherbicida se deve ao interesse por substâncias naturais para utilização na agricultura sustentável. Silva *et al.,* (2021), em estudo sobre efeito alelopático de extrato foliar de eucalipto na germinação de tiririca (*Cyperus rotunds* L.), constatou que o extrato apresentou grande antagonismo na germinação das sementes de tiririca, contribuindo com o desenvolvimento do bioherbicida para o controle da espécie.

2.1.2 Mecanismos de ação das substâncias alelopáticas

Os modos de ação dos aleloquímicos se dividem em ações diretas e indiretas. Nas ações indiretas, ocorre alterações nas propriedades do solo, nas condições nutricionais, e na mudança de populações ou atividade de microrganismos. O modo de ação direta acontece quando o composto químico produzido pelo organismo, liga-se com as membranas das plantas afetadas, ou penetra nas células interferindo no metabolismo e funcionamento fisiológico (Ferreira e Aquila, 2000).

Os compostos alelopáticos, assim como herbicidas comerciais, afetam a funcionalidade das células, como a estrutura celular, desregulação hormonal, fotossíntese, síntese de pigmentos e proteínas, relações hídricas, permeabilidade da membrana resultando em dificuldade na absorção de minerais, e mudanças nos genes DNA e RNA (Almeida, 2006).

A exposição das sementes aos aleloquímicos produzidos pelo *Eucalyptus* pode induzir a produção de Espécies Reativas de Oxigênio (EROs), gerando um estresse oxidativo nas células. Este estresse causa a peroxidação dos lipídios da membrana plasmática, comprometendo a integridade e a permeabilidade celular. O dano à membrana celular é crítico, pois afeta a absorção de água e nutrientes essenciais para a reativação metabólica da semente, resultando na inibição ou atraso da germinação (Debastiani *et al*., 2015).

Além disso, esses aleloquímicos podem atuar como inibidores mitóticos, afetando a divisão celular nas pontas de crescimento da radícula e do caulículo, o que se manifesta na redução do comprimento da raiz e, em concentrações elevadas, na completa supressão da germinação (Rice, 1984). Também podem interferir diretamente na atividade de enzimas essenciais para a germinação, como as amilases e proteases, que são responsáveis pela mobilização das reservas de energia da semente (Herrera, 2000).

A compreensão de como esses mecanismos atuam é complementar às maneiras pelas quais se tornam dispersos no meio a fim de gerarem consequências. A liberação desses compostos químicos ocorre por meio de lixiviação através dos tecidos, volatilização, decomposição dos resíduos ou exsudação radicular (Rice, 1984). Na volatilização, os compostos voláteis se dissipam entre os órgãos como flores, folhas, raízes e caule para então serem absorvidos por outras plantas. Na lixiviação as substancias que são solúveis em água são percolados pela presença de

água, seja da chuva, orvalho ou irrigação e se depositam no solo. Na exsudação radicular, os aleloquímicos são liberados na rizosfera, interferindo nas relações de planta-solo e planta-microrganismos. Quando ocorre a decomposição dos resíduos, a ação de microrganismos presentes na liteira, transformam as substancias inibidoras ou estimulantes tornando-as disponíveis ao meio para que se consolide o efeito alelopático.

2.1.3 Importância da alelopatia na agricultura

A alelopatia constitui um mecanismo ecológico fundamental com implicações diretas para a agricultura moderna, especialmente no contexto da busca por sistemas de produção mais sustentáveis e resilientes (Silva Filho, 1998). O fenômeno é reconhecido como um componente intrínseco da matointerferência, influenciando a dominância vegetal, a sucessão de espécies e a formação de comunidades em ecossistemas agrícolas (Santos, 2021). A relevância da alelopatia reside na sua capacidade de oferecer estratégias biológicas para o Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPD), contribuindo para a redução da dependência de herbicidas sintéticos (Piccinini *et al*., 2014).

A aplicação do conhecimento alelopático permite a manipulação intencional de interações químicas entre plantas, seja através da seleção de cultivares com elevado potencial alelopático, ou pelo uso de extratos vegetais ou resíduos de plantas de cobertura (Rizvi e Rizvi, 1992). Em sistemas de produção, a alelopatia é explorada para controle biológico na utilização de aleloquímicos como bio-herbicidas ou como base para o desenvolvimento de herbicidas naturais (Gomes e Christoffoleti, 2008), na rotação e consórcio de culturas na seleção de espécies que liberam compostos inibitórios contra plantas daninhas específicas, otimizando o controle cultural (Piteira, 1987), e na sustentabilidade a fim de promover a diversificação dos métodos de controle, o que se alinha aos princípios da agricultura sustentável e orgânica, minimizando o impacto ambiental e a pressão de seleção que leva à resistência de plantas daninhas aos herbicidas convencionais (Silva Filho, 1998; Piccinini *et al*., 2014).

2.2 *Eucalyptus* x *urograndis*

2.2.1 Descrições e características morfológicas

O gênero *Eucalyptus* é originário das regiões da Oceania, e foi introduzido no Brasil sem datas exatas, porém os registros mostram que os primeiros exemplares foram plantados nas áreas que compreendem o jardim botânico e museu nacional do Rio de Janeiro nos anos entre 1825 a 1868 (EMBRAPA FLORESTAS, 2019). Inicialmente o cultivo de eucalipto servia como quebra vento em propriedades, abrigo para gado e só então posteriormente com a descoberta do potencial uso de sua madeira que seu desenvolvimento expandiu para largas escalas (Ageflor, 2022).

Pertencente à família das Myrtaceae, possui em média 700 espécies diferentes e conhecidas, com suas mais variadas características botânicas. A espécie em estudo é um clone híbrido resultante do cruzamento de *Eucalyptus grandis com Eucalyptus urophylla*, juntando o rápido crescimento do primeiro com a resistência a pragas do segundo, o que resulta em elevada quantidade de biomassa foliar e de compostos fenólicos, o que justifica seu uso como fonte de extrato. Essa espécie possui grande capacidade de rebrota, porém não é indicado seu plantio para regiões com tendências a geadas intensas (Filho, 2013).

No geral, essa espécie pode chegar a 50 metros de altura, sendo uma das mais altas espécies brasileiras mesmo que algumas apresentem porte arbustivo (Miranda, 2021 apud Brooker e Kleinig, 2004), apresentam fruto seco, capsular e folhas alternadas que possuem odor forte e característico, com sabor amargo e de textura resinosa, e sua floração ocorre em épocas que aqui conhecemos como primavera (Costa, 2011). Seu sistema radicular é composto por raízes profundas que normalmente vivem em associações simbióticas com fungos, onde as hifas fúngicas formam um manto ao redor das raízes, e penetram apenas nos espaços intercelulares do córtex (Lavabre, 2001).

2.2.2 Composição química do extrato foliar

O eucalipto possui a capacidade alelopática de produzir substâncias químicas capazes de inibir ou reduzir o desenvolvimento de outras plantas. Essas substâncias são encontradas nas folhas, lilteira, flores, caule aéreo, frutos, rizomas, semente ou

exsudato de raízes em concentrações diferentes, sendo nas folhas e raízes a maior concentração desses aleloquímicos (Souza Filho *et al*., 2011).

O potencial alelopático pode reduzir a taxa de germinação ou de crescimento e de desenvolvimento no metabolismo de plantas secundarias, que no caso do híbrido em estudo ocorre graças a presença dos ácidos hidroxicinâmicos, que são compostos aromáticos que apresentam uma cadeia lateral de três carbonos, C6-C3, sendo os ácidos caféico, ferúlico, p-cumárico e sinápico os mais comuns (Miranda, 2021).

Os efeitos alelopáticos inibitórios ocorrem devido aos fenilpropanoides, relacionado à síntese de lignina e fenóis hidroxicinâmicos com alta capacidade oxidativa, o qual os efeitos variam de acordo com a concentração do ácido e da espécie de plantas a sofrerem os efeitos. Independente da espécie que sofra danos, os efeitos inibitórios são maiores à medida que se aumenta a concentração (Souza *et al*.,2005). Um dos efeitos dos aleloquímicos nas plantas é o controle da produção e acumulação de espécies reativas de oxigênio (EROs), que se deposita nas células em resposta ao aleloquímico, sendo desta forma responsável por danificar as células causando a sua morte (Almeida *et al*.,2008).

2.2.3 Uso de extrato de plantas na agricultura e controle de plantas daninhas

A germinação é menos sensível aos aleloquímicos que o crescimento da plântula. Porém, a quantificação experimental é muito mais simples, pois para cada semente o fenômeno é discreto, germina ou não germina. Nesse contexto, substâncias alelopáticas podem induzir o aparecimento de plântulas anormais, sendo a necrose da radícula um dos sintomas mais comuns. Assim, a avaliação da normalidade das plântulas é um instrumento valioso (Ferreira e Aquila, 2000). Os efeitos alelopáticos também podem ser vistos na velocidade da germinação (Labouriau, 1983), essas alterações podem resultar em efeitos sobre a permeabilidade de membrana afetando o transcrição e tradução do DNA, o funcionamento dos mensageiros secundários, respiração por sequestro de oxigenio, síntese de enzimas e de receptores, ou até mesmo a junção de mais de uma desses interceptores.

Na agricultura, a alelopatia se encaixa como estudo de um método alternativo de controle para plantas indesejadas, isso porque o controle químico, o mais usado, além de oferecer risco de saúde ao aplicador também acomete em tolerância e

resistência de algumas plantas a suas moléculas químicas, o que acaba resultando em maiores gastos para controle e dificuldades na produção.

Em 2020, um experimento realizado na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, inoculou o extrato foliar de eucalipto em sementes de tiririca (*Cyperus rotunds L.*) em concentrações de 0%; 25%;50%;75% e 100%, e mostrou que o extrato reduziu em até 63,27% a germinação das sementes da planta daninha, mostrando que o mesmo tem potencial de portar-se como um herbicida natural (Silva *et al*., 2020).

2.3 PLANTAS DANINHAS

2.3.1 Picão preto (*Bidens pilosa)*

Pertencente à família Asteraceae, a espécie *Bidens pilosa*, ou picão preto, é uma espécie anual, herbácea e ereta originária da América do Sul e que hoje se encontra em diversas áreas pantropicais do mundo, com alto potencial infestante. Sua reprodução se dá por sementes formadas em aquênios de coloração preta, com capacidade de formar até 3.000 (três mil) aquênios em uma única planta, e possuem em média 3 aristas para facilitar a dispersão. Essas aristas prendem-se a roupas e pelos de animais que consequentemente disseminam as mesmas para outras áreas, essa elevada produção de sementes é que garante um banco de sementes persistente no solo, dificultando o controle a longo prazo e impactando culturas sucessoras. A planta possui hábito de crescimento ereto, com caule quadrangular e de coloração esverdeada, seu ciclo se completa em torno de 120 (cento e vinte) dias. Suas ramificações são dicotômicas por toda extensão do caule (Brighenti, 2010).

A importância agronômica da *B. pilosa* é acentuada pela sua capacidade de desenvolver resistência a herbicidas, o que eleva a complexidade e o custo do seu manejo No Brasil, foram relatados casos de resistência do picão-preto aos herbicidas inibidores da enzima Acetolactato Sintase (ALS) desde a década de 1990 (Mendes e Oliveira, 2020). Mais recentemente, a pressão de seleção pelo uso contínuo de um mesmo mecanismo de ação resultou na identificação de biótipos com resistência múltipla, que combinam a tolerância a inibidores da ALS com a resistência a outros grupos químicos, como a Atrazine (Gazziero, 2023). Essa resistência múltipla é o principal fator que contribui para a dificuldade de controle da espécie, exigindo a

adoção de estratégias de Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPD) que incluem a rotação de mecanismos de ação e o uso de métodos culturais.

No contexto do manejo, a sua presença é um indicador de falhas no sistema de controle, sendo um alvo prioritário em programas de manejo de resistência, dada a sua capacidade de reduzir a produtividade e de elevar os custos operacionais de dessecação e colheita (Osalim, 2024).

Na agricultura, gera danos irreversíveis, podendo inviabilizar colheitas ou reduzir o rendimento das culturas em mais da metade, como mostra o experimento realizado a campo na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA-UFRGS), em Eldorado do Sul – RS, que ao submeter a cultura da soja a matocompetição com picão preto (*Bidens pilosa* L e *B. subalternans* DC) e também de guanxuma (*Sida rhombifolia)* L. sob diferentes densidades de plantas de cada erva, obteve queda de 58% da produção dos grãos de soja quando houve presença de picão preto e de 14% quando a guanxuma esteve presente (Rizzardi *et al*., 2003).

2.3.2 Capim amargoso (*Digitaria insularis)*

O capim amargoso ou *Digitaria insularis*, é nativo de regiões tropicais e subtropicais da América e é encontrado com frequência em lavouras, pomares, pastagens, e áreas ruderais (Gemelli *et al.*, 2012). A espécie é do gênero da família Poaceae, de metabolismo C4 e por isso desenvolvem-se de forma superior em ambientes mais quentes e menos sombreados, com crescimento lento até os seus 45 DAE, o qual se acelera desse período até os 105 DAE, dessa forma o controle é mais eficiente até os 45 DAE, com uso de culturas que tenham crescimento inicial mais rápido ou uso de químicos, porém após a floração da espécie que ocorre por volta de 63 a 70 DAE, o controle é pouco viável (Machado *et al.*, 2006).

Sua presença em campos no passado não preocupava produtores, porém com o uso de doses exageradas de químicos, principalmente de glifosato utilizado para inibir o desenvolvimento da espécie, a mesma iniciou um processo de tolerância e resistência as moléculas do químico, gerando problemas e desafios aos produtor e pesquisadores pois se estabeleceu como uma das principais plantas daninhas de diversas culturas e regiões e de difícil controle (Machado *et al.,* 2008).

O que confere o grau de agressividade de infestação a espécie, é sua forma de reprodução que se dá por meio de sementes, produzidas em grandes volumes revestidas de pelos que auxiliam na dispersão por longas distancias, e também por rizomas que são produzidos em abundancia e germinam o ano todo, por isso o controle com uso de herbicidas pós-emergentes sejam de translocação (Almeida e Ferrão, 2022).

Essa espécie apresenta sementes de pequeno tamanho, o que consequentemente lhe gera baixa reserva de nutrientes durantes o processo de germinação, além disso sementes produzidas por plantas oriundas de reprodução por rizomas apresentam maior dificuldade de germinação das sementes mesmo com boas condições de ambiente, enquanto plantas originárias de sementes tem maior índice de germinação de sua prole (Gazola *et al*., 2016).

Suas vantagens competitivas e os desafios de controle, fazem com que produtores percam volume em suas safras, como apresenta Braz *et al.,* (2021), que relatou perdas totais de cerca de 80% da produção da soja, quando a cultura foi submetida a competição por recursos com o capim amargoso (*Digitaria insularis*) a uma densidade de 8 plantas m^{-2}. Já Gazziero (2012) em seu estudo mostrou que a produtividade de soja reduziu em 44% quando houve matocompetição da cultura com a *Digitaria insularis*, em seu estudo avaliou parcelas testemunhas, sem a presença de capim amargoso, parcelas com 1 a 3 plantas infestantes por m^2 e parcelas com 4 a 8 plantas por m^2. Nas parcelas testemunhas a colheita resultou em 57 sacos de soja/$há^{-1}$ (3.392kg/ha), na segunda parcela se obteve 44 sacos de soja/há (2.595 kg/$há^{-1}$), e na terceira parcela onde se concentrou o maior número de plantas infestantes, a produção caiu para 32 sacos de soja/$há^{-1}$ (1.885kg/$há^{-1}$), uma queda total de 44% do rendimento, que concluiu que seguindo ao aumento da densidade de população de plantas de *Digitaria insularis*, a produtividade da soja diminui significativamente.

2.3.3 Buva (C*onyza bonariensis)*

Pertencente à família Asteraceae, a buva dessa espécie é nativa da América do Sul e tem ocorrência em diversas regiões da Argentina, Paraguai, Uruguai e Brasil, sendo de maior incidência nas regiões sul brasileiras (Lázaroto 2008). No Brasil, além dessa espécie em questão é comum encontrar outra espécie também denominada

popularmente de buva, a *Conyza canadensis*, que difere em poucos aspectos da espécie estudada, como a folha, enquanto a *C. canadensis* possui folhas verde-amareladas e glabras (sem pelos), a *C. bonariensis* é de coloração verde-acinzentada e bastante pilosa. As ramificações também ajudam a identificar cada espécie, a primeira possui ramos em direção ao topo do caule principal e a segunda com ramificações mais altas do que o caule principal (Marochio *et al*., 2017).

Sua incidência se dá em lavouras com cultivos perenes, beiras de estradas ou terrenos baldios, pomares, pastagens ou qualquer terreno que não haja cobertura vegetal, pois se trata de uma planta daninha fotoblástica positiva, ou seja, suas sementes germinam na presença de luz (Vidal *et al*., 2007). É uma planta herbácea com sistema radicular do tipo pivotante, alta produção e dispersão de sementes devido a estruturas que facilitam essa disseminação por longas distâncias, capacidade de tolerância e resistência a certos grupos químicos e autopolinização, características que conferem-lhe alto grau de agressividade e dificuldade de controle (Marochio *et al.,* 2017).

Apesar de apresentar alto volume de sementes produzidas, essa espécie possui uma taxa de germinação extremamente baixa, o que se deve em maior parte ao seu tamanho de sementes, que por ser tão pequena não possui reservas suficientes para manter-se só durante o processo de germinação (Nandula *et al*., 2006). Além disso ela possui dormência fisiológica do tipo primária, mas quando não encontra condições favoráveis para sua germinação, entra em dormência secundária e sua germinação se torna ainda mais complexa (Vargas, 2015).

Em estudo realizado no Paraná durante as safras de 2008/2009 e 2009/2010 avaliou o impacto da infestação de buva (Conyza bonariensis) na cultura da soja, revelando perdas de produtividade significativas. Em Juranda, uma infestação de 4 plantas/m² reduziu o rendimento em até 37%. Em Campo Mourão, a presença de 2,1 hastes por planta de buva causou uma quebra de 41% (1.174 kg/ha), enquanto uma densidade maior, de 18 plantas/m², elevou as perdas para 48% (1.469 kg/ha). Além de diminuir a produção, a infestação prejudicou a qualidade dos grãos, aumentando o teor de umidade em até 7% e o nível de impurezas para até 6,6%, demonstrando o severo impacto da planta daninha tanto no rendimento quanto na qualidade da colheita. (Gazziero *et al*., 2010).

A matocompetição entre a soja e plantas daninhas, como demonstrado em experimento conduzido na Bahia, resulta em perdas significativas de produtividade e compromete a qualidade nutricional dos grãos. Na maior densidade avaliada (49,7

plantas/m²), a interferência da buva (Conyza bonariensis) e do capim amargoso (Digitaria insularis) causou reduções de até 68% e 58% na produtividade da soja, respectivamente, devido à diminuição no número de vagens e de grãos por vagem. Além do impacto quantitativo, a buva demonstrou um efeito qualitativo mais severo, reduzindo significativamente os níveis de diversos macro e micronutrientes nos grãos de soja, como nitrogênio (9%), fósforo (18%), e boro (21%), enquanto o capim amargoso afetou apenas a concentração de ferro (Coelho, 2019).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado nas dependências da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo – RS, e contou com 5 tratamentos e 5 repetições totalizando 25 unidades experimentais (gerbox com as sementes) para cada espécie, em delineamento inteiramente casualizado – DIC para cada uma das três espécies.

Os tratamentos foram definidos como: T1- testemunha; T2- extrato 25%; T3- extrato 50%; T4- extrato 75% e T5- extrato 100%.

3.2 OBTENÇÃO DOS MATERIAIS

As sementes foram coletadas de lavouras e áreas de infestação, durante os meses de abril e maio de 2025 enquanto as mesmas apresentavam maturação fisiológica, e armazenadas em embalagens escuras e com ventilação em temperatura aproximada de 25C° até a instalação do experimento no mês de outubro. Já as folhas de *Eucalyptus* x *urograndis* (APG IV, 2017), foram coletadas anterior ao preparo do extrato, retiradas de uma planta de idade aproximada de 25 anos, localizada em uma propriedade no interior de Novo Machado – RS, e armazenadas sob refrigeração até o momento do preparo do extrato.

3.3 PREPARO DOS MATERIAS

As sementes foram preparadas para desinfestação em hipoclorito de sódio 2% por 3 minutos, passaram por tríplice lavagem com água destilada e adicionadas ao preparo de ácido giberélico 90% em pó, na concentração de 300mg/L diluído em gotas de álcool 70 e adicionado a 300 mL água destilada onde permaneceram pelo período de 60 minutos para auxiliar na superação da dormência e padronizar a germinação. As caixas gerbox foram previamente desinfestadas com álcool 70, forradas com duas folhas de papel germitest e receberam 25 sementes cada.

O preparo do extrato se iniciou com a desinfestação das folhas em hipoclorito 2% por 3 minutos e tríplice lavagem com água destilada para então seguir para trituração e mistura. Em liquidificador foi misturado a proporção de 1 grama de folha fresca e inteira para 10mL de água destilada em temperatura ambiente, misturados até total trituração, caracterizando o extrato 100%, onde os demais (75%; 50%; 25%)

se formaram a partir da diluição deste, foi filtrado com gaze fina e utilizados logo em seguida para umedecer o papel germitest no volume de 2,5 vezes o peso do papel seco (total de 3,6ml de extrato cada gerbox), conforme implicam as Regras para análise de Sementes (Brasil, 1992). A testemunha recebeu a mesma dose padronizada somente em água destilada (0%).

3.4 CONDUÇÃO DOS ENSAIOS

Depois de confeccionada cada unidade experimental (caixa Gerbox), as mesmas foram armazenadas, de forma aleatória sorteada conforme o delineamento, em incubadora BOD, configurada em temperaturas entre 20ºC a 30ºC com fotoperíodo de 16 horas luz e 8 horas escuro (Chivinge, 1996) para o picão preto, 20 ºC com fotoperíodo de 16 horas luz para a buva (Vidal *et al*., 2007), e 30 ºC com fotoperíodo de 12 horas luz para o capim amargoso (Costa *et al*., 2018). A aplicação de extrato ocorreu novamente ao quarto dia após instalação, seguindo a quantidade de 3,6ml correspondente de cada concentração em todas as 25 gerbox das 3 espécies. A reaplicação do extrato não alterou a concentração original do tratamento uma vez que todos os tratamentos receberam o mesmo volume total ao longo do experimento. A avaliação da variável germinação foi realizada diariamente, ao mesmo horário, totalizando 24 horas entre uma observação e outra a partir do primeiro dia pós instalação, contabilizando e anotando a quantidade de sementes germinadas a cada dia, encerrando a contagem ao 7° dia.

Foi considerada germinada, a plântula que apresentou protrusão da radícula em 2 milímetros, medição feita com o auxílio de uma régua, para posterior cálculo de Índice de velocidade de germinação IVG= (G1/N1)+(G2/N2)+...+(Gn/Nn), onde: G: número de plântulas cuja radícula atingiu 2 mm de comprimento, computadas na primeira contagem, na segunda contagem, ... na última contagem. N: número de dias da semeadura à primeira, à segunda, ..., à última contagem, (Maguire, 1962).

Para o cálculo da porcentagem de germinação, foi utilizada a fórmula G = (N/A) . 100, em que G é a porcentagem de germinação, N é o número de sementes germinadas e A é o número total de sementes colocadas para germinar (Brasil, 1992). O tempo médio de germinação calculado pela fórmula proposta por Labouriau (1983), em que: TMG = (∑ni ti) /∑ni; ni = número de sementes germinadas por dia; ti = tempo de incubação; unidade: dias, calculando através disso o tempo médio de germinação

de 50%, de 75% e de 25% das sementes. O tempo médio de germinação de 50% das sementes foi utilizado na variável T50, enquanto o 75% e 25% utilizado para calcular a uniformidade de germinação, onde UG= (75% - 25%).

O experimento seguiu partes da metodologia de Silva *et al*., (2020). e Medeiros *et al*., (2018), como a concentração e preparo do extrato pelo estudo apresentar bons resultados a partir da mesma. Quanto as variáveis avaliadas, buscou-se por uma análise completa para melhor identificar os possíveis efeitos do extrato foliar durante o processo de germinação, analises essas propostas por Ranal e Santana (2004).

3.5 ANÁLISE DE DADOS

As contagens realizadas diariamente durante o período de 7 dias renderam os dados que foram planilha eletrônica e usados para cálculo de IVG, % de germinação, T50, TMG e uniformidade de germinação para posterior submissão à análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar 5.8 (Ferreira, 2011). Cada espécie foi analisada separadamente, constituindo experimentos independentes. Quando identificado efeito significativo, aplicou-se o teste de Tukey a 5% para a comparação das médias. As premissas do modelo, referentes à normalidade dos resíduos e à homogeneidade das variâncias, foram verificadas automaticamente pelo software durante o processamento, garantindo a validade da análise estatística.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 *Bidens pilosa*

O teste de médias para as variáveis Germinação Total e Uniformidade de germinação não indicou diferença estatística entre a testemunha (T1) e as diferentes concentrações do extrato de eucalipto (T2 a T5).

Tabela 1- Resposta germinativa de *Bidens pilosa* submetida a diferentes concentrações de extrato foliar de *Eucalyptus* × *urograndis*.

Tratamento(concentração)	G%	UG(dias)
T1 (0%)	87,20ns	2,80ns
T2 (25%)	87,20	2,60
T3 (50%)	83,20	2,40
T4 (75%)	76,00	2,20
T5 (100%)	84,80	2,20

G% = germinação; UG = uniformidade. ns não significativo pelo teste f ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).CV (G%) = 9,75%, CV (UG) = 41,80%).

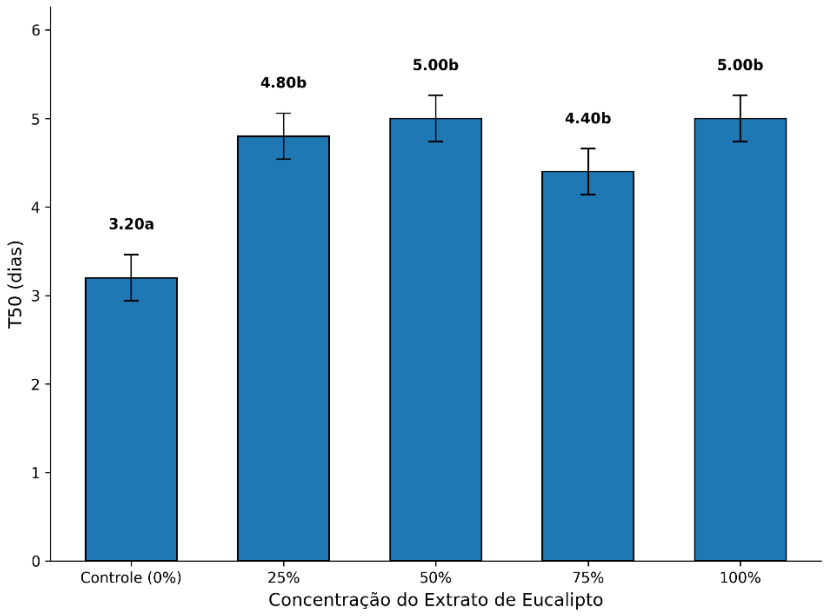
Fonte: Autora, 2025.

A germinação não apresentou diferenças significativas entre tratamentos (p = 0,2130; F = 1,601; CV = 9,75%), indicando que o extrato não interferiu na porcentagem de germinação. Este resultado sugere que os aleloquímicos presentes no extrato aquoso, nas concentrações testadas, não foram fitotóxicos o suficiente para comprometer a viabilidade das sementes de *Bidens pilosa,* o que corrobora com Espinosa, (2019). A ausência de inibição total da germinação é um achado comum em estudos de alelopatia, onde a inibição completa é frequentemente observada apenas em concentrações muito elevadas ou com extratos hidroalcoólicos, que possuem maior capacidade de extração de compostos (Ferreira, 2007). A manutenção da germinação total, mesmo nas maiores concentrações, indica que a viabilidade das sementes não foi comprometida, mas direciona a análise para os parâmetros cinéticos da germinação. Cruz *et al*., (2000), por sua vez, verificaram inibição total da germinação de B. pilosa apenas quando aplicaram extrato aquoso a 30% de *Eucalyptus citriodora.*

De forma similar à germinação total, a variável uniformidade de germinação (P = 0,8566) também não apresentou diferença estatística entre os tratamentos. A uniformidade, que mede a distribuição da germinação ao longo do tempo, não foi alterada significativamente, reforçando a conclusão de que os aleloquímicos não exerceram um efeito drástico sobre a capacidade final de emergência das plântulas (Lino *et al.,* 2020). Contudo, o alto coeficiente de variação (CV = 41,80%) sugere uma grande dispersão dos dados, o que pode ser inerente à variabilidade biológica das sementes de *B. pilosa* ou à natureza dos extratos aquosos, que são menos estáveis e homogêneos que os extratos orgânicos (Santos, 2017). Apesar do tratamento 4 (extrato 75%) apresentar 76% de tendência de redução, a alta variabilidade e o padrão de tolerância fisiológica do picão-preto ao estresse químico podem ter impedido a detecção de diferença estatística. O fato da uniformidade permanecer semelhante entre os tratamentos indica que os aleloquímicos alteraram o ritmo da germinação, mas não desorganizaram o padrão temporal de emergência. Os dados completos da ANOVA encontram-se no Apêndice A.

A variável T50, que corresponde ao tempo médio para metade (P = 0,0004), foi significativamente afetada pelos tratamentos com extrato de eucalipto como apresentado na figura 1.

Figura 1- Tempo para 50% da germinação de sementes de *Bidens pilosa* submetidas ao extrato foliar de *Eucalyptus* x *urograndis*.

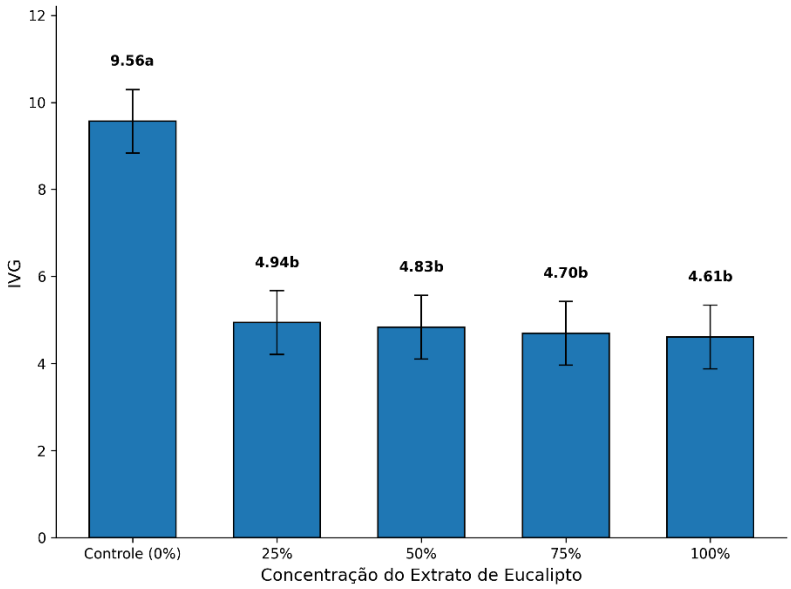


Fonte: autora (2025)

O tempo necessário para que 50% das sementes germinassem aumentou em todos os tratamentos com extrato de eucalipto inoculado em comparação com a testemunha, sendo que as concentrações de 25% (T2), 50% (T3), 75% (T4) e 100% (T5) formaram um grupo estatisticamente distinto do controle. O aumento do T50 indica que os aleloquímicos do eucalipto exerceram um efeito fitotóxico que atrasou o metabolismo e a emergência das plântulas (Reigosa, 2006). Este atraso é um achado comum em bioensaios de alelopatia e é frequentemente atribuído à interferência dos compostos fenólicos e terpenos na permeabilidade da membrana celular e na atividade enzimática, essenciais para a mobilização das reservas da semente (Singh *et al*., 2015).

Para o índice de velocidade de germinação (P = 0,0003) apresentou uma redução drástica e significativa em todos os tratamentos com extrato em relação a testemunha conforme apresentado abaixo na figura 2.

Figura 2- Índice de velocidade de germinação de sementes de *Bidens pilosa* submetidas ao extrato foliar de *Eucalyptus* x *urograndis*.



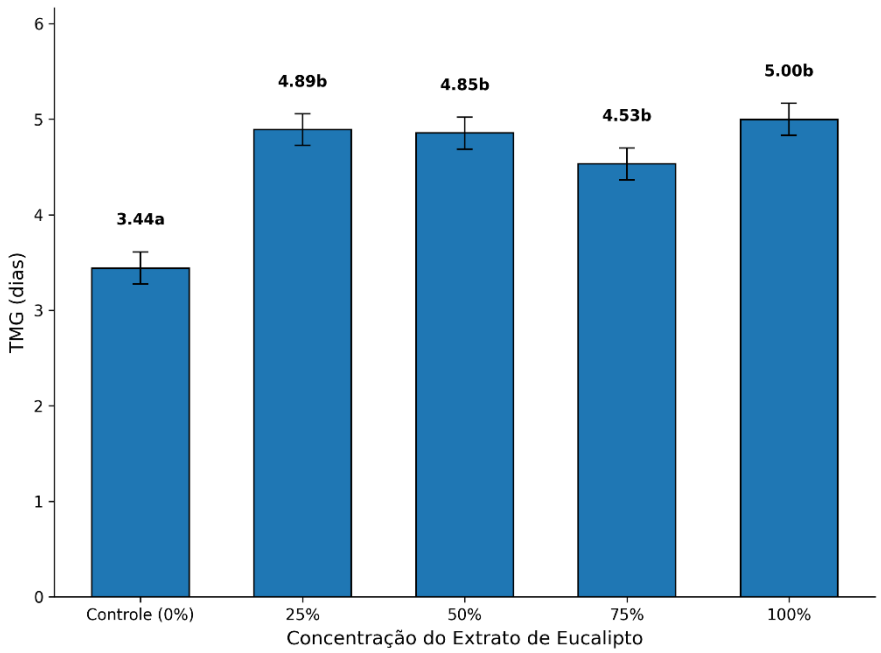
Fonte: autora (2025)

Esse índice é um indicador do vigor da germinação; portanto, a sua redução demonstra que os aleloquímicos do eucalipto inibiram a velocidade de germinação das plântulas (Santos *et al*., 2017). Este resultado corrobora o aumento observado no T50 (Figura 1), confirmando que o extrato aquoso de *Eucalyptus* x *urograndis* atua como um agente de retardo no processo germinativo de *Bidens pilosa*. Ferreira e

Aquila (2000) destacam que o efeito fitotóxico dos aleloquímicos se manifesta primariamente na redução do vigor e da velocidade de germinação, sendo este um mecanismo de defesa da planta que não necessariamente leva à morte celular, isso porque segundo eles a germinação é menos sensível aos efeitos alelopáticos do que o desenvolvimento vegetal. A inibição da velocidade de germinação, mesmo sem afetar a germinação total, possui alta relevância agronômica. Em condições de campo, um atraso na emergência da planta daninha confere uma vantagem competitiva à cultura da soja, permitindo que esta estabeleça seu dossel mais rapidamente e sombreie o picão, reduzindo a matocompetição e o potencial de dano (Fleck *et al*., 2004).

O tempo médio de germinação (TMG) (P = 0,0000) foi a variável mais sensível ao efeito alelopático, apresentando o menor P-valor e um aumento estatisticamente significativo em todos os tratamentos com extrato foliar relacionado a testemunha (Figura 3).

Figura 3- Tempo médio de germinação de sementes de *Bidens pilosa* submetidas ao extrato foliar de *Eucalyptus* x *urograndis*.



Fonte: autora (2025)

O aumento do TMG confirma o atraso na germinação e reforça a conclusão de que os aleloquímicos do eucalipto atuam como inibidores da cinética germinativa (Lino *et al*., 2020). A inibição da velocidade de germinação é um mecanismo de ação

comum de aleloquímicos, como os ácidos fenólicos, que interferem na absorção de água e na síntese de proteínas, retardando o processo de embebição e a subsequente divisão celular (Singh *et al*., 2015).

Embora a germinação final não tenha sido reduzida, os tratamentos com extrato retardaram significativamente o processo germinativo, conforme evidenciado pelo menor IVG em todos os tratamentos com extrato quando comparados à testemunha. Esse atraso caracteriza efeito alelopático do tipo fisiológico, podendo estar associado ao estresse oxidativo e alteração de permeabilidade de membranas, conforme descrito por Zobel *et al*., (2021). Isso reforça o entendimento de que Bidens pilosa, por ser espécie agressiva, tolerante e com alto vigor intrínseco, tende a apresentar resistência relativa aos aleloquímicos, respondendo mais pela cinética do que pela germinação final.

Como o TMG pondera todas as sementes germinadas ao longo do tempo, inclusive as de germinação tardia, ele se torna mais responsivo a pequenos atrasos na embebição e ativação metabólica, o que o torna mais sensível a efeitos subletais (Reed; Bradfor; Khanday, 2022).

4.2 *Conyza bonariensis* E *Digitaria insularis*

Mesmo com condições de temperatura e luz favoráveis, com armazenamento a seco no período de 5 meses e expostas ao ácido giberélico, as espécies de *C. bonariensis* e *D. insularis*, não apresentaram nenhuma semente germinada em nenhum dos tratamento e repetições.

A ausência de germinação em sementes de plantas daninhas, é um fenômeno que, embora pareça contraditório, possui uma sólida explicação ecofisiológica. A principal razão técnica para este resultado reside na dormência primária das sementes, um mecanismo evolutivo que impede a germinação imediata e sincroniza o nascimento das plântulas com as condições ambientais mais favoráveis à sua sobrevivência (Baskin e Baskin, 2014).

O fato da germinação não ter ocorrido mesmo aplicando dois fatores de superação de dormência, pode ser explicado pela presença da dormência primaria que era muito profunda e somente o GA_3 isoladamente não foi suficiente para superá-la completamente (Kucera *et al*., 2005). Esta dormência é caracterizada pela presença de inibidores químicos como o ácido abscísico (ABA), que bloqueia o processo de

germinação, com isso, anula a eficácia das condições ideias de temperatura e luz (Kucera e Leubner, 2005).

Embora utilizado fotoperíodo de 16 horas luz para a buva, é possível que a qualidade espectral da luz da BOD pode não ser adequada, com isso a falha de germinação da buva, apesar do GA_3 e do armazenamento, é um forte indicativo de que o teste em BOD foi conduzido com luz insuficiente, e que a fotoblastia positiva da espécie foi o fator limitante. O GA_3 não foi capaz de superar a exigência de luz, caracterizando uma dormência residual induzida pela ausência de fotoperíodo adequado (Vargas, 2018).

Quanto ao capim amargoso, algumas populações de *Digitaria insularis* podem apresentar uma dormência primária mais intensa, exigindo tratamentos mais agressivos ou combinações de promotores (como nitrato de potássio + GA_3) para superá-la (Oliveira *et al*., 2001). Também pode ser explicada pela diferença dos biótipos testados, alguns demandam maior necessidade de luz e germinam somente na presença dela (Mondo *et al*., 2010), enquanto outras apontam que a presença de luz é indiferente (Reinert, 2013).

Quando comparadas as três espécies, observa-se que *B. pilosa* demonstrou sensibilidade subletal aos aleloquímicos, expressa em alterações cinéticas, enquanto *C. bonariensis* e *D. insularis* não germinaram, evidenciando que o efeito observado não pode ser atribuído ao extrato, mas sim à dormência intrínseca dessas espécies.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o picão preto, o extrato não demonstrou capacidade de inibir a germinação final, no entanto, foi observada uma interferência significativa na velocidade do processo germinativo.

Em relação às espécies *Conyza bonariensis* e *Digitaria insularis*, a ausência total de germinação em todos os tratamentos, impossibilitou a avaliação do efeito alelopático do extrato.

Recomenda-se, para futuras pesquisas, a investigação de métodos mais eficazes para a quebra de dormência de buva e capim amargoso. Adicionalmente, sugere-se a realização de estudos em casa de vegetação para validar os efeitos alelopáticos observados em laboratório e avaliar o impacto do extrato no desenvolvimento das plantas daninhas em um ambiente mais próximo da realidade agrícola.

REFERÊNCIAS

AGEFLOR. **O setor de base florestal no Rio Grande do Sul 2022.** Porto Alegre: AGEFLOR, 2022. Disponível em: https://ageflor.com.br/wp-content/uploads/2024/05/ANUARIO-AGEFLOR-2022-WEB.pdf. Acesso em: 17 abr. 2025.

ALMEIDA, G. D. et al. Estresse oxidativo em células vegetais mediante aleloquímicos. **Revista de la Facultad Nacional de Agronomía, Medellín**, v. 61, n. 1, p. 4237-4247, 2008.

ALMEIDA, L. F. R. de**. Composição química e atividade alelopática de extratos foliares de *Leonurus sibiricus* L. (Lamiaceae)**. 2006. 105 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

ALMEIDA, M. M.; FERRÃO, G. E. Reprodução vegetativa e seminal de capim-amargoso (*Digitaria insularis*). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 21, n. 2, p. 1-8, 2022.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: SNAD/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

BRAZ, G. B. P. et al. Interferência de capim-amargoso na cultura da soja cultivada no Cerrado brasileiro. **Revista Caatinga**, v. 34, n. 2, p. 476-483, 2021.

BRIGHENTI, A. M. Características botânicas e biológicas de *Bidens pilosa*. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (ed.). **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2010. p. 87-112.

BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. **Biologia de plantas daninhas**. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (ed.). Biologia e Manejo de Plantas Daninhas. Curitiba: Omnipax, 2011. cap. 1, p. 1-36.

BROOKER, M. I. H.; KLEINIG, D. A. **Field guide to eucalypts**. Melbourne: Bloomings Books, 2004.

CHIVINGE, O. A. Studies on the germination and seedling emergence of Bidens pilosa and its response to fertilizer application. **Transactions of the Zimbabwe Scientific Association**, v. 70, n. 1, p. 1-5, 1996.

COELHO, A. T. C. **Interferência de buva e capim-amargoso no crescimento, desenvolvimento e acúmulo de nutrientes em plantas de soja**. 2019. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.

COSTA, J. **Qualidade da madeira de *Eucalyptus Urograndis*, plantado no distrito federal, para produção de celulose kraft**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

COSTA, N. V. et al. Fotoperíodo e temperatura na germinação de sementes de capim-amargoso (*Digitaria insularis*). **Planta Daninha**, v. 36, e018172780, 2018.

CRUZ, M. E. S. et al. Efeito alelopático de extrato de *Eucalyptus citriodora* sobre a germinação de Bidens pilosa. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 2, n. 2, p. 25-30, 2000.

DEBASTIANI, C. et al. Efeito alelopático de extrato aquoso de folhas de *Eucalyptus spp*. sobre a germinação de sementes de alface. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 10, n. 3, p. 193-200, 2015.

ESPINOSA, M. M. Potencial alelopático de extratos vegetais sobre a germinação de *Bidens pilosa*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 678-687, 2019.

FERREIRA, A. G. Efeitos alelopáticos de extratos hidroalcoólicos de plantas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 19, n. 4, p. 321-329, 2007.

FERREIRA, A. G. Interferência: competição e alelopatia. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 251-262.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, n. spe, p. 175-204, 2000.

FERREIRA, C. D. S. et al. Phenolic Compounds in Extracts from Eucalyptus globulus Leaves and Calendula officinalis Flowers*.* **Journal of Natural Products and Resources,** v. 2, n. 1, p. 53-57, 2019.

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

FILHO, E. P. et al. **Eucaliptos indicados para plantio no Estado do Paraná**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2013. 45 p.

FLECK, N. G. et al. Velocidade de estabelecimento em plantas daninhas e cultivadas. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 35-42, 2004.

GAZOLA, T. et al. Características biológicas de *Digitaria insularis* que conferem sua resistência a herbicidas e opções de manejo. **Científica**, v. 44, n. 4, p. 557-567, 2016.

GAZZIERO, D. L. P. et al. **Interferência da buva em áreas cultivadas com soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/859013/1/Interferenciabuva.pdf. Acesso em: 25 jun. 2025.

GAZZIERO, D. L. P. Tolerância de *Bidens pilosa* a atrazina. **Planta Daninha**, v. 41, e023001, 2023.

GAZZIERO, D. L. P.; VARGAS, L. **Efeitos da convivência do capim-amargoso na produtividade da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2012. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/934948/1/733XXVIIICBCPD.pdf. Acesso em: 25 jun. 2025.

GEMELLI, A. et al. Aspectos da biologia de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate e implicações para o seu controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, n. 2, p. 231-240, 2012.

GOMES, M. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de produção agrícola. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 7, n. 2, p. 78-95, 2008.

HERRERA, A. Efeito de aleloquímicos sobre atividade enzimática. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 38, n. 7-8, p. 611-620, 2000.

KUCERA, B.; COHN, M. A.; LEUBNER-METZGER, G. Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. **Seed Science Research**, v. 15, n. 4, p. 281-307, 2005.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: OEA, 1983. 174 p.

LAVABRE, M. **Aromaterapia: a cura pelos óleos essenciais**. 5. ed. Rio de Janeiro: Nova Era, 2001.

LAZAROTO, C. A.; FLECK, N. G.; VIDAL, R. A. Biologia e ecofisiologia de buva (*Conyza bonariensis e Conyza canadensis*). **Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 852-860, 2008.

LINO, V. V. R. et al. Efeito alelopático do extrato aquoso de *Eucalyptus urophylla* em sementes de milho e feijão-caupi. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 8, e335985724, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i8.5724.

MACHADO, A. F. L. et al. Análise de crescimento de *Digitaria insularis* (L.) Fedde. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 641-647, 2006.

MACHADO, A. F. L. et al. Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 1-8, 2008.

MAEDA, S. et al. Produção de biomassa de tronco de *Eucalyptus benthamii* em diferentes espaçamentos de plantio. Colombo, PR: **Embrapa Florestas**, 2019. 10 p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 441).

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MANO, A. R. O. **Efeito alelopático do extrato aquoso de sementes de cumaru (Amburana cearensis S.) sobre a germinação de sementes, desenvolvimento e crescimento de plântulas de alface, picão-preto e carrapicho**. 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

MAROCHIO, C. A. et al. Genetic admixture in species of *Conyza* (Asteraceae) as revealed by microsatellite markers. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 39, n. 4, p. 437-445, 2017.

MEDEIROS, A. D. et al. Análise da qualidade fisiológica de sementes. **Informativo ABRATES**, v. 28, n. 1, p. 12-18, 2018.

MENDES, K. F.; OLIVEIRA, R. S. Resistência de Bidens pilosa a herbicidas inibidores de ALS. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 19, n. 3, e720, 2020.

MIRANDA, L. N. N. de. **Quantificação de compostos fenólicos em diferentes compartimentos arbóreos de um híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla***. 2021. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Instituto Federal de Minas Gerais, São João Evangelista, 2021.

MOLISCH, H. **Der Einfluss einer Pflanze auf die andere, Allelopathie**. Jena: Gustav Fischer, 1937.

MONDO, V. H. V. et al. Efeitos da luz e temperatura na germinação de sementes de capim-amargoso (*Digitaria insularis*). **Planta Daninha**, v. 28, n. spe, p. 1023-1031, 2010.

NANDULA, V. K. et al. Factors affecting germination of horseweed (*Conyza canadensis*). **Weed Science**, v. 54, n. 5, p. 898-902, 2006.

OLIVEIRA, M. F. et al. Efeitos da alelopatia nas propriedades físico-químicas do solo. **Planta Daninha**, v. 29, n. 1, p. 123-132, 2011.

OLIVEIRA, R. S. et al. Superação de dormência de sementes de capim-amargoso (*Digitaria insularis*). **Planta Daninha**, v. 19, n. 1, p. 37-44, 2001.

OSALIM, M. T. Impacto de *Bidens pilosa* na produtividade da soja. **Revista de Agricultura**, v. 99, n. 2, p. 145-156, 2024.

PAGNUSSAT, L. Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPD): conceitos e aplicações. **Revista Brasileira de Agronomia**, v. 33, n. 1, p. 12-25, 2020.

PICCININI, F. et al. Interferência de *Ipomoea triloba* e *I. purpurea* na produtividade de grãos da soja. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS**, 29., 2014, Gramado. Anais [...]. Gramado: SBCPD, 2014. p. 105.

PITEIRA, M. C. T. Alelopatia como ferramenta no controle biológico de plantas daninhas. **Revista de Agricultura**, v. 62, n. 2, p. 145-158, 1987.

RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. How and why to measure the germination process? **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 1, p. 1-11, 2004.

REED, R. R.; BRADFORD, K. J.; KHANDAY, I. Seed germination and vigor: ensuring crop sustainability in a changing climate. **Heredity**, London, v. 128, n. 6, p. 450-459, jun. 2022. DOI: 10.1038/s41437-022-00523-8. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41437-022-00523-8 Acesso em: 20 nov. 2025.

REIGOSA, M. J. Efeito fitotóxico de compostos fenólicos de eucalipto**. Journal of Chemical Ecology**, v. 32, n. 11, p. 2383-2399, 2006.

REINERT, D. J. et al. Germinação de sementes de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) sob diferentes condições de luz, temperatura e profundidade de semeadura. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 12, n. 2, p. 145-152, 2013.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2. ed. New York: Academic Press, 1984. 422 p.

RIZVI, S. J. H.; RIZVI, V. **Allelopathy: basic and applied aspects**. London: Chapman & Hall, 1992. 480 p.

RIZZARDI, M. A.; FLECK, N. G.; MUNDSTOCK, C. M. Perdas de rendimento de grãos de soja causadas por interferência de picão-preto e guanxuma. **Ciência Rural**, v. 33, n. 4, p. 621-627, 2003.

SANTOS, J. B. Alelopatia na agricultura sustentável. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 16, n. 2, p. 89-102, 2021.

SANTOS, S. et al. Efeito de aleloquímicos de eucalipto na velocidade de germinação. **Planta Daninha**, v. 35, e017164031, 2017.

SANTOS, V. H. M. et al. Variabilidade biológica em populações de *Bidens pilosa*. **Planta Daninha**, v. 35, e017159807, 2017.

SILVA FILHO, J. F. Importância da alelopatia na agricultura. **Revista de Agricultura**, v. 73, n. 3, p. 267-280, 1998.

SILVA, L. C. V. et al. Efeito alelopático do extrato foliar de eucalipto na germinação de sementes de tiririca (*Cyperus rotundus* L.). **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 1, p. 1315–1320, 2021.

SILVA, M. A. et al. Compostos fenólicos em folhas de *Eucalyptus spp*. **Revista Árvore**, v. 47, e4701, 2023.

SINGH, H. P. et al. Phenolic compounds and plant allelopathy. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 34, n. 5, p. 405-423, 2015.

SOUZA FILHO, A. P. S.; GUILHON, G. M. S. P.; SANTOS, L. S. Sementes como fonte alternativa de substâncias químicas com atividade alelopática. **Planta Daninha**, v. 29, n. 3, p. 609-616, 2011.

VARGAS, L. et al. Dormência fisiológica primária e secundária em sementes de buva. **Planta Daninha**, v. 33, n. 2, p. 231-240, 2015.

VARGAS, L. et al. **Manejo de plantas daninhas na cultura da soja**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. (Circular Técnica, n. 39).

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Manejo e controle de plantas daninhas na cultura de soja. Passo Fundo: **Embrapa Soja**, 2006. 23 p. (Embrapa Soja. Documentos, 62).

VIDAL, R. A. Fotoblastismo em sementes de buva (*Conyza spp*.). **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 829-836, 2007.

ZOBEL, R. W. et al. Efeitos fisiológicos da alelopatia em plantas. **Plant and Soil**, v. 461, p. 1-15, 2021.

ANEXO 1

Arquivo analisado:

C:\Users\Usuario\Desktop\variaveis TCC.dbf

Variável analisada: GERMINA__O

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	426.240000	106.560000	1.601	0.2130
erro	20	1331.200000	66.560000		
Total corrigido	24	1757.440000			

CV (%) = 9.75
Média geral: 83.6800000 Número de observações: 25

Teste Tukey para a FV TRATAMENTO

DMS: 15,4443201671455 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 5
Erro padrão: 3,64856136031724

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
Tratamento 4	76.000000	a1
Tratamento 3	83.200000	a1
Tratamento 5	84.800000	a1
Tratamento 1	87.200000	a1
Tratamento 2	87.200000	a1

Variável analisada: UNIFORMIDA

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	1.360000	0.340000	0.327	0.8566
erro	20	20.800000	1.040000		
Total corrigido	24	22.160000			

CV (%) = 41.80
Média geral: 2.4400000 Número de observações: 25

Teste Tukey para a FV TRATAMENTO

DMS: 1,93054002089319 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 5
Erro padrão: 0,456070170039655

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
Tratamento 4	2.200000	a1
Tratamento 5	2.200000	a1
Tratamento 3	2.400000	a1
Tratamento 2	2.600000	a1
Tratamento 1	2.800000	a1

Variável analisada: T50

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	11.440000	2.860000	8.412	0.0004
erro	20	6.800000	0.340000		
Total corrigido	24	18.240000			

CV (%) = 13.02
Média geral: 4.4800000 Número de observações: 25

Teste Tukey para a FV TRATAMENTO

DMS: 1,10382848730954 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 5
Erro padrão: 0,260768096208106

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
Tratamento 1	3.200000	a1
Tratamento 4	4.400000	a2
Tratamento 2	4.800000	a2
Tratamento 5	5.000000	a2
Tratamento 3	5.000000	a2

Variável analisada: IVG

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	92.259113	23.064778	8.668	0.0003
erro	20	53.220320	2.661016		
Total corrigido	24	145.479433			

CV (%) = 28.47
Média geral: 5.7295238 Número de observações: 25

Teste Tukey para a FV TRATAMENTO

DMS: 3,0880610764032 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 5
Erro padrão: 0,729522581747071

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
Tratamento 5	4.608571	a1
Tratamento 4	4.696667	a1
Tratamento 3	4.834762	a1
Tratamento 2	4.942857	a1
Tratamento 1	9.564762	a2

Variável analisada: TMG

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)