

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL
CURSO DE AGRONOMIA**

EMANUEL ANDRÉ SAMPIETRO

**EFEITO DE EXTRATOS DE TREMOÇO AZUL (*Lupinus angustifolius*) NO
DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE TRIGO (*Triticum aestivum*)**

LARANJEIRAS DO SUL

2023

EMANUEL ANDRÉ SAMPIETRO

**EFEITO DE EXTRATOS DE TREMOÇO AZUL (*Lupinus angustifolius*) NO
DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE TRIGO (*Triticum aestivum*)**

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

Orientador: Prof. Dr. Henrique von Hertwig Bittencourt

Coorientador: Prof. Dr. Luciano Tormen

LARANJEIRAS DOS SUL

2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Sampietro, Emanuel André
Efeito do extrato de tremoço azul (*Lupinus angustifolius*) no desenvolvimento de plântulas de trigo (*Triticum aestivum*) / Emanuel André Sampietro. -- 2023.
35 f.:il.

Orientador: Doutor Henrique Von Hertwig Bittencourt
Co-orientador: Doutor Luciano Tormen
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Laranjeiras do Sul, PR, 2023.

I. Bittencourt, Henrique Von Hertwig, orient. II.
Tormen, Luciano, co-orient. III. Universidade Federal da
Fronteira Sul. IV. Título.

EMANUEL ANDRÉ SAMPIETRO

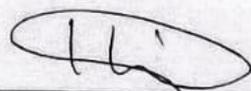
**EFEITO DE EXTRATOS DE TREMOÇO AZUL (*Lupinus angustifolius*) NO DESENVOLVIMENTO DE
PLÂNTULAS DE TRIGO (*Triticum aestivum*)**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia linha de formação em Agroecologia pela Universidade Federal da Fronteira Sul- *Campus* Laranjeiras do Sul (PR)

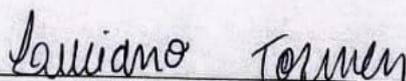
Orientador: Professor Dr. Henrique von Hertwig Bittencourt - UFFS

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 06/12/2023.

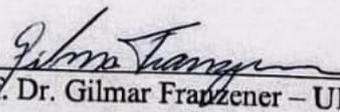
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Henrique von Hertwig Bittencourt – UFFS
Orientador



Prof. Dr. Luciano Tormen – UFFS
Avaliador



Prof. Dr. Gilmar Franzener – UFFS
Avaliador

Dedico este trabalho a minha esposa e meu filho, que estiveram presentes em todos os ciclos dessa jornada acadêmica, acreditando, incentivando e me apoiando, essa conquista é nossa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me deu força e paciência, que me permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo da minha vida, principalmente na minha formação e em todos os momentos da minha vida.

Agradeço a Universidade Federal da Fronteira Sul, pela oportunidade de fazer o curso de Agronomia qual era meu sonho.

Agradeço aos meus pais por todo o zelo, apoio, incentivo e dedicação para que eu concluísse meus estudos.

Ao professor Henrique Von Hertwig Bittencourt, que me orientou, apoiou, e me compartilhou do seu tempo e do seu conhecimento. Obrigado por exigir mais do que eu acreditava que seria capaz de realizar. Obrigado por ter compartilhado sua amizade também durante esse período.

Ao professor Luciano Tormen, que me auxiliou no meu projeto, me ajudou e me orientou, compartilhou seu tempo e seu conhecimento comigo. Obrigado por acreditar e me incentivar a concluir essa pesquisa.

Não poderia deixar de agradecer minha esposa Marisa, que sempre esteve comigo me apoiando e me incentivando durante meus 5 anos da graduação, essa conquista também é sua.

Ao meu filho Samuel qual me deu o título de Pai durante essa jornada da graduação, você quem me deu forças e me incentivou para ser determinado e mais forte, essa conquista é sua também meu filho.

Agradeço também a todos os professores que me ajudaram nesse caminho.

Minha eterna gratidão a cada um de vocês.

Obrigado a todos!

RESUMO

O controle de plantas espontâneas é muito importante para todas as culturas agrícolas, pois elas interferem com os cultivos podendo diminuir a produtividade. O aumento na demanda por produtos orgânicos tem requerido alternativas para o manejo de plantas espontâneas sem a utilização de agrotóxicos sintéticos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes extratos da parte aérea de *Lupinus angustifolius* sobre plântulas de trigo cv. IPR Catuara. Os tratamentos utilizados foram testemunha com água destilada, extrato hexânico, etanólico e aquoso, com uma concentração de 1%. As sementes foram pré - germinadas em BOD por 72 horas, em seguida foram aplicados os tratamentos nas plântulas e depois de 96 horas foi realizado a avaliação do comprimento da parte aérea e da raiz primária. Observou-se o resultado mais expressivo com extrato hexânico, que reduziu o crescimento da parte aérea e da radícula de trigo em 77,3 e 73,3% respectivamente, em relação ao controle. Conclui-se assim que o extrato de *L. angustifolius* possui efeito fitotóxico em trigo e que estudos posteriores podem avaliar a sua influência em outras plantas e em ambientes menos controlados.

Palavras-chave: plantas espontâneas, herbicida botânico, fitotoxicidade, controle alternativo.

ABSTRACT

Controlling spontaneous plants is very important for all agricultural crops, as they interfere with crops and can reduce productivity. The increase in demand for organic products has required alternatives for managing spontaneous plants without the use of synthetic pesticides. The objective of this work was to evaluate the influence of different extracts from the aerial part of *Lupinus angustifolius* on seedlings of wheat cv. IPR Catuara. The treatments used were control with distilled water, hexane, ethanolic and aqueous extracts, with a concentration of 1%. The seeds were pre-germinated in BOD for 72 hours, then the treatments were applied to the seedlings and after 96 hours the evaluation was carried out. The most significant result was observed with hexane extract, that reduced the growth of the shoot and wheat radicle by 77.3 and 73.3% respectively, compared to control. It is therefore concluded that the *L. angustifolius* extract has a phytotoxic effect on wheat and that further studies can evaluate its influence on other plants and in less controlled environments.

Keywords: spontaneous plants, botanical herbicide, phytotoxicity, alternative control.

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 - Preparação para armazenamento.....	18
Imagem 2 – Trituração e ajuste da granulometria com peneira.	18
Imagem 3 – Extração dos compostos em extrator Soxhlet	Error! Bookmark not defined.
Imagem 4 – Homogeneização de plântulas pré-germinadas.....	21
Imagem 5 – Aplicação dos tratamentos sobre as plântulas	Error! Bookmark not defined.
Imagem 6 – Avaliação das plântulas	22
Imagem 7- Plântulas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> cv. IPR Catuara) submetidas ao extrato hexânico de tremoço-azul (<i>Lupinus angustifolius</i>) com concentração de 1% (m/v).....	33
Imagem 8 - Plântulas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> cv. IPR Catuara) submetidas ao extrato aquoso de tremoço-azul (<i>Lupinus angustifolius</i>) com concentração de 1% (m/v).....	34
Imagem 9- Plântulas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> cv. IPR Catuara) submetidas ao extrato etanólico de tremoço-azul (<i>Lupinus angustifolius</i>) com concentração de 1% (m/v).....	35
Imagem 10 - Plântulas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> cv. IPR Catuara) tratadas apenas com água destilada.....	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Comprimento da parte aérea de plantas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> cv. IPR Catuara) submetidas a diferentes extratos de tremço-azul (<i>Lupinus angustifolius</i>) com concentração de 1% (m/v).....	24
Figura 2- Comprimento da radícula de plantas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> cv. IPR Catuara) submetidas a diferentes extratos de tremço-azul (<i>Lupinus angustifolius</i>) com concentração de 1% (m/v).....	26
Figura 3 – Plântulas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> cv. IPR Catuara) submetidas aos diferentes tratamentos com concentração de 1% (m/v)	Error! Bookmark not defined.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVO	13
2.1. OBJETIVOS GERAIS	13
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1. PLANTAS ESPONTÂNEAS NO CULTIVO DE GRÃO	14
3.2. ALELOQUÍMICOS E SUAS ATRIBUIÇÕES	15
3.3. USO E PROPRIEDADES DO TREMOÇO-AZUL	16
4. MATERIAIS E MÉTODOS	16
4.1. OBTENÇÃO E PREPARO DAS AMOSTRAS DE TREMOÇO	18
4.2. OBTENÇÃO DOS EXTRATOS	19
4.3. AVALIAÇÃO DA FITOTOXICIDADE NO DESENVOLVIMENTO DAS PLÂNTULAS	20
4.4. PREPARO DAS EMULSÕES COM EXTRATO	20
4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
6. CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	30
APÊNDICE A - Imagens ilustrativas dos resultados	33

1. INTRODUÇÃO

Os termos plantas invasoras, plantas daninhas e ervas daninhas têm sido empregados para designar espécies indesejadas nas áreas destinadas à produção agropecuária (BIFFE et al. 2018). Essas plantas geralmente são denominadas pelos agricultores como mato ou inço. De acordo com Pires (2011), num conceito agroecológico essas plantas devem ser designadas como plantas espontâneas, que podem ser espécies de plantas nativas ou exóticas que ocorrem na área de cultivo.

A incidência das plantas espontâneas nas áreas de cultivo depende de vários fatores, que variam de acordo com a cultura, modo de cultivo, tratos culturais, espaçamento, densidades populacionais, época do ano, etc (PIRES, 2011).

A competição entre as plantas espontâneas com as espécies cultivadas costuma ser destacada como o principal problema em função da sua presença, mas estas plantas podem ocasionar outros problemas nas áreas de produção. Além da competição, podem existir efeitos alelopáticos que prejudicam as plantas cultivadas, elas podem ainda hospedar pragas e doenças da cultura, dificultar operações e manejos como a colheita mecanizada, apresentar toxicidade ao ser humano e aos animais domésticos, dificultar o armazenamento em função do aumento da umidade do produto colhido e diminuir o valor da terra. Por isso, o conjunto de efeitos adversos oriundos da presença de plantas espontâneas é chamado de interferência (BIFFE et al. 2018).

Existem diversas formas de manejar as populações de plantas indesejadas nas áreas destinadas a agricultura. A supressão de plantas espontâneas pela cobertura vegetal pode ocorrer pelo efeito de barreira física ao crescimento das plantas, interceptação da radiação solar e pelos efeitos alelopáticos. Além disso, solos sem cobertura vegetal geralmente apresentam maior amplitude térmica diária e menor teor de água do que solos protegidos, favorecendo a ocorrência de predadores de sementes, que diminuem a viabilidade das sementes de plantas espontâneas presentes no banco de sementes do solo (VIDAL & THEISEN, 1999).

O gênero *Lupinus* é utilizado na rotação e sucessão de culturas devido ao seu sistema radicular profundo que atua a ciclagem de nutrientes, além de realizar a fixação biológica de nitrogênio pela associação simbiótica com bactérias. Algumas espécies promovem consideráveis aumentos nas culturas subsequentes, tornando-as altamente econômicas por permitir um melhor aproveitamento e redução da adubação mineral, como é o caso do tremoço azul (*Lupinus angustifolius*). Na literatura há poucas evidências em relação ao efeito alelopático da fitomassa de *L. angustifolius* em outras espécies, devido ao tremoço ser uma ótima alternativa para o sistema de sucessão e rotação de culturas, com grande poder

nutricional, faz-se necessário testar a alelopatia de seus compostos sobre espécies cultivadas como o caso do trigo (GOMES et al. 2013).

A utilização do trigo como planta indicadora se justifica pelo tamanho reduzido de suas sementes que ao germinar produziram plântulas com tamanho menor quando comparados a outras espécies que possuem sementes grandes e isso facilita a identificação dos efeitos observados nos resultados e também nas medições que serão realizadas nas plântulas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de extratos de tremoço-azul (*L. angustifolius*) no desenvolvimento inicial de plântulas de trigo (*Triticum aestivum* cv. IPR Catuara).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVOS GERAIS

Avaliar a bioatividade de extratos da parte aérea de tremoço-azul (*Lupinus angustifolius* L. subsp. *reticulatus* (Desv.) P. sobre o desenvolvimento inicial de trigo cv. IPR Catuara.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a influência de diferentes extratos da parte aérea da planta de tremoço-azul no comprimento radicular e parte aérea de plântulas de trigo.

Avaliar a ocorrência de sintomas de fitotoxicidade nas plântulas de trigo.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. PLANTAS ESPONTÂNEAS NO CULTIVO DE GRÃOS

De acordo com LORENZI (2006) as plantas invasoras, daninhas ou ainda infestantes são qualquer espécie vegetal indesejada que se desenvolve nos locais de cultivo. Já em termos agroecológicos, plantas espontâneas é o termo mais empregado, podendo ser espécies nativas ou exóticas já estabelecidas.

O manejo de plantas espontâneas na produção de grãos é de extrema importância, pois, segundo Lorenzi (2006) estima-se que a perda de produtividade em função da presença de plantas espontâneas durante o ciclo das culturas seja entre 20 e 30%. A competição interespecífica constitui o fator de maior redução na produtividade, pois ao competirem por água, luz e nutrientes, as plantas espontâneas reduzem a disponibilidade destes fatores de crescimento para as culturas agrícolas.

Os danos ocorrem desde o estabelecimento da cultura, período em que a lavoura é mais afetada pela competição, até o final do ciclo onde a presença de plantas espontâneas dificulta a colheita e diminui a qualidade dos grãos. Levando isso em consideração, observa-se que o controle da população das plantas espontâneas representa um manejo de elevada importância, pois é um fator determinante no custo de produção e também influencia diretamente na produtividade da lavoura (LORENZI, 2006).

O método mais comum utilizado para o controle das plantas espontâneas é o manejo químico, onde se faz o uso de herbicidas. Porém, o uso indiscriminado dos herbicidas pode trazer diversos problemas, como por exemplo, a resistência adquirida devido ao uso contínuo do mesmo componente químico ou do mesmo método de ação, esta característica é herdável e pode ocasionar o surgimento de biótipos resistentes (ZULPO, 2013).

Além disso, algumas espécies de plantas produzem metabólitos secundários, a partir de folhas, raízes e serrapilheira em decomposição. Estudos indicam que os aleloquímicos podem apresentar ação direta ou indireta sobre as plantas cultivadas. A atividade destes compostos alelopáticos presentes no solo depende diretamente da quantidade e qualidade do material vegetal depositado na superfície do terreno, do tipo de solo, da população microbiana, das condições climáticas e da composição específica da comunidade de plantas espontâneas (MONQUERO, 2014). As principais formas de liberação no ambiente ocorrem por meio dos processos de volatilização, exsudação pelas raízes, lixiviação e decomposição dos resíduos (DURIGAN & ALMEIDA, 1993).

No cultivo orgânico, uma das maiores dificuldades para o desenvolvimento do plantio direto consiste na substituição dos herbicidas sintéticos por estratégias que suprimam o surgimento de plantas espontâneas. Uma das alternativas para isso é a utilização de extratos de plantas que tenham efeito inibitório no desenvolvimento das espécies espontâneas (COSTA et al. 2018).

3.2. ALELOQUÍMICOS E SUAS ATRIBUIÇÕES

As substâncias com propriedades aleloquímicas são compostos sintetizados pelo metabolismo secundário das plantas que são distribuídos em diferentes locais na planta e quando são liberados no ambiente podem interferir no desenvolvimento de outras plantas e microorganismos. Estas substâncias têm sido pesquisadas com a finalidade de encontrar novas moléculas capazes de controlar a presença de plantas espontâneas e depois aperfeiçoar os conhecimentos sobre tais compostos com o intuito de reduzir e/ou substituir o uso de agrotóxicos por herbicidas naturais (REIK, 2016).

Poucos são os estudos sobre o efeito comprobatório dos aleloquímicos em organismos, contudo há relatos de que estas substâncias têm impacto na germinação de sementes e no desenvolvimento inicial de plântulas, pois atuam como reguladores de crescimento, reduzindo a divisão e alongamento celular. Além disso, os compostos fenólicos podem apresentar atividade inibitória na síntese de proteínas ou interferir na atividade dos hormônios (ALVES, 2011).

Por isso, é importante investigar o potencial alelopático de espécies vegetais sobre a germinação, crescimento e desenvolvimento de plantas espontâneas para utilizar este recurso no manejo adequado destas espécies, reduzindo o uso de herbicidas sintéticos. Além disso, a avaliação dos efeitos alelopáticos poderá ser utilizada no planejamento de cultivos consorciados ou em sucessão, controlar pragas, entre outras importâncias (AIRES, 2007).

Em geral as espécies vegetais têm tolerância a determinadas substâncias e susceptibilidade a outras, atuando de diferentes formas dependendo da espécie em questão. Logo, estes compostos podem ser extraídos das plantas, manipulados industrialmente e utilizados sobre as espécies alvo como herbicidas botânicos, sendo assim, uma alternativa para a agricultura orgânica (INOUSE et al. 2010).

3.3. USO E PROPRIEDADES DO TREMOÇO-AZUL

O gênero *Lupinus* spp., dos tremoços, é originário da região do Mediterrâneo e apresenta diversas espécies, sendo que as mais difundidas no Brasil são o tremoço azul (*L. angustifolius*) e o branco (*L. alba*), sendo utilizadas principalmente para adubação verde.

O tremoço azul é uma planta herbácea, autogâmica, de ciclo anual, com porte ereto e vagens com cerca de duas a nove sementes, possui raiz é ereta com um comprimento considerável, possui ciclo de 4 a 5 meses e características como resistência ao frio, a solos ácidos e de baixa fertilidade. As flores são hermafroditas com cinco estames curtos e mais cinco longos. Sua germinação pode levar de 10 a 20 dias gerando um banco de plântulas de alta densidade. A maioria das espécies se desenvolve em faixas de temperatura de 15 a 25°C, podendo atingir altura de 0,8 a 1,5 metros. Estas espécies são interessantes por acumular até 200 kg de N por hectare, mas são pouco utilizadas em função da sua elevada susceptibilidade a fitopatógenos (REDIN, 2016).

O tremoço nativo (*Lupinus albus*) é uma espécie natural nos solos arenosos da região sudoeste do Rio Grande do Sul, devido às suas características de rusticidade, alta produção de matéria seca e boa adaptabilidade a solos de baixa fertilidade pode ser utilizado na recuperação de áreas degradadas. A colheita é realizada cerca de 140 dias após a instalação da cultura, tendo em conta a variedade escolhida e as condições climáticas ocorridas. De preferência, deve ser realizada logo pela manhã, para beneficiar da umidade (TIECHER, 2016).

O tremoço tem um teor significativo de proteínas, variando entre 40 a 41%, apresentando propriedades funcionais de grande interesse no setor alimentício futuro. Além disso, apresenta uma composição marcada pela presença de oligossacarídeos e aproximadamente 80% de ácido oleico e linoleico da matriz lipídica total (CREMONEZ, 2013).

A maioria das espécies de tremoço possui alcaloides em sua composição tanto na torta quanto na semente crua, necessitando o processamento dos grãos para a retirada dos compostos tóxicos antes do consumo. Dentre os principais compostos presentes podemos encontrar alcaloides quinolizidínicos como a lupinina e a lupanina (mais nocivo) é observada nas espécies de tremoço e seu consumo pode trazer riscos à saúde pela alta toxidez, a qual pode ser removida em até 85% por processo de desamargamento, o que não é necessário para o tremoço doce (*Lupinus albus*), que foi criado justamente para possuir um baixo conteúdo de alcaloides (0,01-0,05%), facilitando seu uso direto na alimentação (CREMONEZ, 2013).

Segundo Melo et al. 2013, há poucos estudos sobre o efeito dos compostos de *L. angustifolius* sobre outras espécies de plantas, por isso são necessários mais estudos sobre a sua

utilização na agricultura visando principalmente identificar o nível de toxidez destes compostos sobre plantas cultivadas e plantas espontâneas.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal da Fronteira Sul *Campus* Laranjeiras do Sul (Paraná), nos laboratórios de Química Analítica, Ciência de Plantas Espontâneas, Germinação e Crescimento de Plantas.

4.1. OBTENÇÃO E PREPARO DAS AMOSTRAS DE TREMOÇO

A parte aérea de tremoço azul (*L. angustifolius*) foi colhida manualmente às 14 horas da tarde em uma área plantada no município do Porto Barreiro com o objetivo de retirada de material para experimentos a serem realizados na Universidade Federal Fronteira Sul. A coleta ocorreu no dia 15 de maio de 2022 onde as plantas estavam em estágio fenológico próximo a senescência, após foram classificadas para retirar impurezas (restos de plantas de outras espécies e ramos doentes) em seguida o material foi picado com tesoura e armazenado em freezer a temperatura de -18 °C (Imagem 1).

Imagem 1 – Preparação da parte aérea do tremoço azul para armazenamento



Fonte: Autor (2022)

As amostras congeladas foram submetidas ao processo de liofilização, sendo posteriormente moídas em processador doméstico (Imagem 2). A granulometria foi ajustada

com peneira de 20 Mesh e o material de menor granulometria foi acondicionado em embalagem hermética protegida da luz até a extração.

Imagem 2 – Trituração e ajuste da granulometria com peneira.



Fonte: Autor (2023)

4.2. OBTENÇÃO DOS EXTRATOS

Os extratos foram obtidos em extrator Soxhlet (Marconi, modelo MA-487/8, Brasil), utilizando n-hexano e na sequência etanol como solventes, mantendo a amostra moída em cartucho de celulose. A temperatura do sistema foi ajustada de acordo com a ebulição de cada solvente mantendo um gotejamento constante sobre a amostra. O tempo de extração foi de 6 horas para cada solvente (Imagem 3) e posteriormente o solvente foi removido em evaporador rotativo Quimis, modelo Q344M1, sob vácuo a 60 °C até a massa constante.

Imagem 3 – Extração dos compostos em extrator Soxhlet



Fonte: Autor (2023)

Para a obtenção do extrato aquoso as amostras foram retiradas dos cartuchos de celulose (após a extração com n-hexano e na sequência com etanol) e transferidas para um béquer com 500 mL água destilada e deixadas sob homogeneização em agitador magnético por 2 horas, em seguida a suspensão foi filtrada com papel filtro com auxílio da bomba de vácuo, por fim a água foi removida em evaporador rotativo até massa constante a fim de obter o extrato seco. Os extratos foram armazenados em Eppendorfs em freezer a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ até emulsões o uso.

4.3. PREPARO DAS EMULSÕES DOS EXTRATOS

Para o preparo das emulsões foi medido em tubo de polipropileno (50 mL) 0,25 g de extrato puro, 0,25 g de tween 20 e adicionado água destilada até o volume de 25 mL e homogeneizado em vortex até formar emulsão estável de concentração final de extrato de 1% (m/v). Devido aos extratos obtidos com etanol e com n-hexano serem insolúveis em água foi utilizado o surfactante não iônico Tween 20 para o preparo da emulsões. Para o tratamento testemunha foi preparada a mistura de 0,25 g de tween 20 e adicionado água destilada até o volume de 25 mL e homogeneizado em vortex. Para cada repetição (5 repetições) do experimento foi utilizado 5 mL de emulsão de cada extrato, totalizando o uso de 25 mL de emulsão por tratamento.

4.4. AVALIAÇÃO DA FITOTOXICIDADE NO DESENVOLVIMENTO DAS PLÂNTULAS

As sementes de trigo cv. IPR Catuara utilizadas no experimento foram submetidas a teste de germinação, com resultado de 98%.

Foram colocadas 400 sementes para germinar na BOD (câmara de germinação) em temperatura de 20 °C com luminosidade de 12 horas, após 72 horas, foi realizada a seleção de 200 sementes para homogeneizar o tamanho das plântulas antes da aplicação dos tratamentos (Imagem 4).

Imagem 4 – Processo de incubação das sementes para obtenção das plântulas de trigo (*Triticum aestivum* cv. IPR Catuara)



Fonte: Autor (2023)

Para cada tratamento foram utilizadas 5 repetições de 10 plântulas que foram dispostas em placas de Petri e submetidas às mesmas condições na BOD por 96 horas. Em cada repetição foi aplicado, com auxílio de uma pipeta, 5 mL do tratamento diretamente sobre as plântulas (Imagem 5).

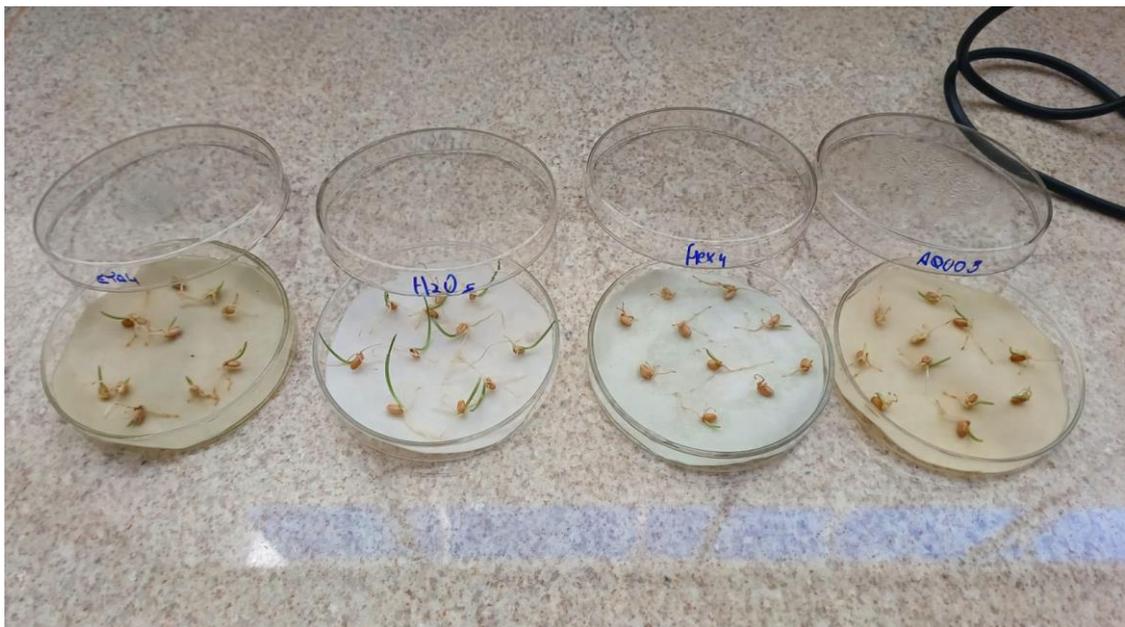
Imagem 5 – Preparo das unidades experimentais para o bioensaio de fitotoxicidade de extratos de tremço azul (*Lupinus angustifolius*) em trigo (*Triticum aestivum* cv. IPR Catuara).



Fonte: Autor (2023)

Ao final do período foram avaliados o comprimento da radícula e da parte aérea das plântulas e a massa verde (Imagem 6).

Imagem 6 – Avaliação final das plântulas de trigo (*Triticum aestivum* cv. IPR Catuara) submetidas a extratos de tremço-azul (*Lupinus angustifolius*) por 72 h.



Fonte: Autor (2023)

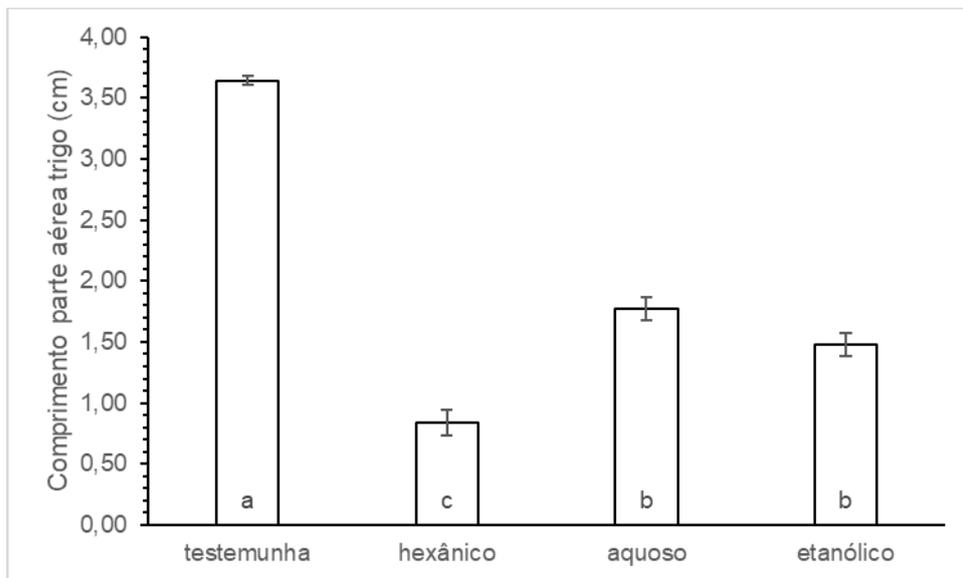
4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos à análise de normalidade (Lilliefors), análise de variância (ANOVA) ($p < 0,05$) e teste de comparação de médias de Tukey ($p < 0,05$) quando detectadas diferenças significativas entre os tratamentos. Todos os testes foram realizados com o aplicativo computacional gratuito Genes (CRUZ, 2013).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os extratos de tremoço azul utilizados no experimento diminuíram significativamente o comprimento da parte aérea das plântulas de trigo ($p < 0,05$) (Figura 1). A maior redução no comprimento de parte aérea do trigo foi registrada no extrato hexânico, seguido pelos extratos aquoso e etanólico, que não diferiram entre si, mas diferiram da testemunha (composta por água e surfactante). A testemunha apresentou plântulas de trigo com comprimento de parte aérea 77,3% maiores que as submetidas ao extrato hexânico, e em relação ao extrato etanólico e aquoso, o comprimento da parte aérea da testemunha foi 41,2% e 47,5% maior respectivamente.

Figura 1- Comprimento da parte aérea de plantas de trigo (*Triticum aestivum* cv. IPR Catuara) submetidas a diferentes extratos de tremoço-azul (*Lupinus angustifolius* L.) na concentração de 1% (m/v)



Fonte: autor (31 de agosto de 2023)

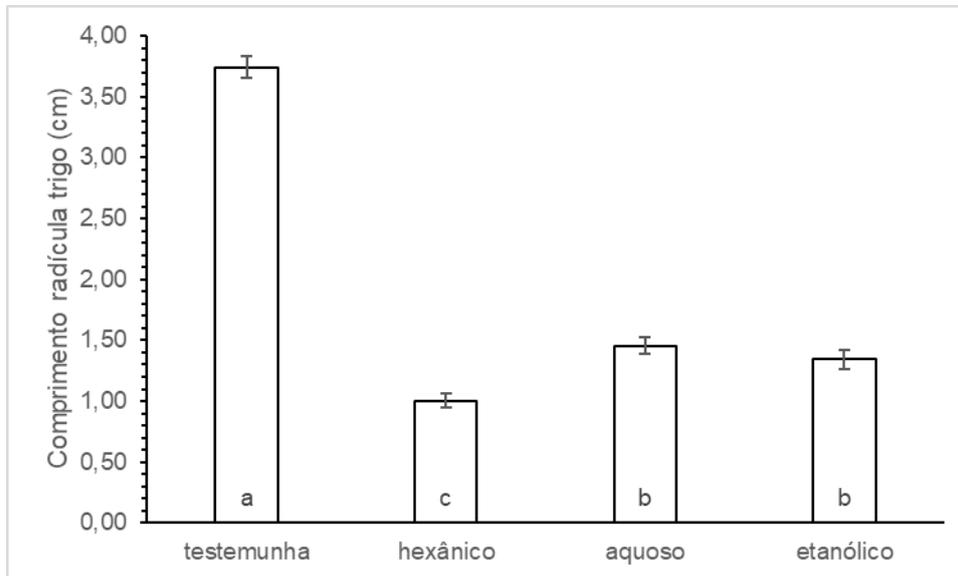
De acordo com CORSATO et al. (2008) o extrato aquoso de folhas frescas de tremoço branco interferiu negativamente na porcentagem de germinação e comprimento médio da alfaca a partir da concentração do extrato a 20%, demonstrando que o tremoço branco possui potencial alelopático. Já a utilização deste extrato em sementes de soja ocorreu apenas efeito significativo na velocidade média de germinação, onde a concentração do extrato aplicado foi de 80%. Ao contrário do que ocorreu com a soja, em sementes de picão-preto (*Bidens pilosa*) houve forte inibição para os parâmetros de porcentagem e velocidade média de germinação juntamente com o comprimento médio de raiz, a partir da concentração do extrato a 20%.

Segundo GOMES et al. (2013) a partir da concentração de 20% do extrato aquoso de folhas frescas de tremoço azul já se observa um decréscimo na porcentagem de germinação de *Biden pilosa*, chegando a menos de 40% na concentração de 100%. Ou seja, quanto maior a concentração do extrato maior o tempo necessário para a germinação da semente de *Biden pilosa*.

Conforme Mauli et al. (2009) onde a espécie *B. pilosa* teve sua porcentagem de germinação significativamente reduzida pelos extratos de leucena (*Leucena leucocephala*) da concentração de 40%, assim como o comprimento médio de raiz a partir da concentração de 20 e 40%. De acordo com Uliana, (2020) o óleo essencial das folhas de guabiroba *Campomanesia xanthocarpa* apresentou efeito inibitório na germinação de *T. aestivum*, sendo que quanto maior for a concentração do óleo essencial maior é seu efeito fitotóxico.

Em relação ao comprimento da raiz primária das plântulas de trigo também houve influência dos tratamentos ($p < 0,05$) (Figura 2). Os resultados do comprimento da raiz primária das plântulas de trigo foi semelhante ao observado para a parte aérea, com o extrato hexânico resultando nas plântulas com os menores comprimentos de radícula, seguido pelos extratos aquoso e etanólico que não diferiram entre si. A radícula das plântulas de trigo da testemunha foi 73,3% maiores que as submetidas ao tratamento com extrato hexânico e em relação ao extrato etanólico e aquoso, o comprimento da radícula da testemunha foi 65,5% e 63,4% maior respectivamente.

Figura 2- Comprimento da radícula de plantas de trigo (*Triticum aestivum* cv. IPR Catuara) submetidas a diferentes extratos de tremoço-azul (*Lupinus angustifolius* L.) na concentração de 1% (m/v)



Fonte: Autor (31 de agosto de 2023)

Segundo Gomes e al. (2013) houve interferência sobre a porcentagem de germinação, tempo médio de germinação, velocidade média de germinação, comprimento médio da raiz e comprimento médio da parte aérea em sementes de alface submetidas ao extrato de tremoço azul. Notou-se a presença de anomalias na raiz das plântulas de alface, indicando que o tremoço azul apresenta ação alelopática. Ainda de acordo com Gomes et al. (2013), ocorreu interferência negativa do extrato de tremoço azul sobre a germinação de plântulas de picão-preto, sendo que quanto maior a concentração do extrato mais significativo se tornou o resultado.

É possível visualizar na figura 3 que o sintoma aparente tanto na parte aérea quanto na raiz primária foi a necrose de meristemas apicais que segundo a interferência que provoca este tipo de anormalidade é resultado da ação de aleloquímicos. Os principais metabólitos secundários que fazem parte da composição química dos tremoços são alcaloides (GOMES et al. 2013).

A composição de cada extrato obtidos é diferente pois varia de acordo com o solvente utilizado. O extrato proveniente da extração com o solvente n-hexano possui a presença de substâncias apolares por isso, é provável que a concentração de alcaloides neste tratamento seja maior quando comparado com os outros tratamentos. Já em relação aos extrato obtido a partir do solvente etanol é provável que sua composição seja na maioria compostos fenólicos e com relação à utilização da água como solvente orgânico, podemos inferir que a água extrai compostos polares

presentes como vestígios de ácidos ou bases utilizados na reação, sais e outros subprodutos polares formados (CARVALHO, 2018).

Figura 3 – Plântulas de trigo (*Triticum aestivum* cv. IPR Catuara) submetidas aos diferentes tratamentos com extrato na concentração de 1% (m/v)



Fonte: fotografia registrada pelo autor (6 de julho de 2023)

Segundo Taiz & Zeiger (2009), os alcaloides são substâncias produzidas em resposta a herbivoria nos vegetais e também podem agir a nível celular e prejudicar o transporte seletivo das membranas celulares e com isso serem responsáveis pelo efeito observado sobre os parâmetros analisados para as sementes de trigo neste experimento.

De acordo com Boschini (2008) o alcaloide predominante nas espécies de tremoço é a lupanina, este composto é tóxico para os seres humanos, porém não há estudos sobre seus efeitos em plantas (CALADO, 2016). Outros compostos que estão presentes no tremoço em quantidade

significativa são as proteínas e oligossacarídeos porém não há estudos do efeito destes sobre outras plantas.

Apesar dos resultados serem expressivos neste trabalho ainda é necessário pesquisas para testar outras concentrações do extrato que obteve os melhores resultados e ainda realizar experimentos a campo para verificar a eficácia dos tratamentos em sob condições não controladas. Existem alguns trabalhos que indicam a substância presente no tremoço responsável por ocasionar estes resultados, porém é necessário verificar a viabilidade econômica da extração e utilização na agricultura.

6. CONCLUSÃO

O tremoço azul possui potencial alelopático significativo sobre plântulas de trigo, sendo o extrato hexânico o resultado mais expressivo reduzindo em 77,3% o crescimento da parte aérea e 73,3% do sistema radicular em comparação com a testemunha. Este resultado mostra que o tremoço-azul apresenta potencial para ser utilizado tanto como cobertura do solo quanto como material para extração de produtos naturais visando sua utilização em plantas espontâneas visto que houve resultado significativo sobre o trigo que é uma planta cultivada.

REFERÊNCIAS

- AIRES, S. S. **Potencial alelopático de espécies nativas do Cerrado na germinação e desenvolvimento inicial de invasoras.** Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, 2007.
- ALVES, L. L. et al. Atividade alelopática de extratos aquosos de plantas medicinais na germinação de *Lactuca sativa* L. e *Bidens pilosa* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, p. 328-336, 2011.
- BIFFE, D. F. et al. Interferência das plantas daninhas nas plantas cultivadas. **Hortaliças-fruto-EDUEM**, p. 339-355, 2018.
- BOSCHIN, G. et al. Alcaloides quinolizidínicos em sementes de genótipos de tremoço de diferentes origens. **Revista de Química Agrícola e Alimentar**, v. 10, pág. 3657-3663, 2008.
- CALADO, A. S. C. Plantas medicinais: uso popular e evidência científica. 2016.
- CARVALHO, M. T. de. Métodos de extração de compostos bioativos: aproveitamento de subprodutos na agroindústria: aproveitamento de subprodutos na agroindústria. **Uningá Review**, 2018, 33(1), 66-84.
- CORSATO, J. M. et al. Efeito alelopático do tremoço branco (*Lupinus albus* L.) sobre a germinação e o crescimento inicial da alface, soja e picão preto. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 6, n. S1, 2008.
- COSTA, N. V. et al. Métodos de controle de plantas daninhas em sistemas orgânicos: breve revisão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 1, p. 25-44, 2018.
- CREMONEZ, P. A. et al. Tremoço: Manejo e aplicações. **Acta Iguazu**, p. 98-108, 2013.
- CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, p. 271-276, 2013.
- DURIGAN, J. C. et al. Noções sobre alelopatia. **Jaboticabal: Funep**, p. 28, 1993.
- GOMES, F. M. et al. Efeito alelopático da fitomassa de *Lupinus angustifolius* (L.) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de *Zea mays* (L.) e *Bidens pilosa* (L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 1, p. 48-56, 2013.
- LORENZI, H. Manual de identificação e controle de plantas invasoras 7ª edição. **Editores Plantarum**. 2014.
- MAULI, M. M. et al. Alelopatia de *Leucena* sobre soja e plantas invasoras. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 1, p. 55-62, 2009.

- MONQUERO, P. A. Manejo de plantas daninhas com adubação verde. **Adubação verde**, p. 535, 2014.
- PIRES & OLIVEIRA. Alelopatia. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas** p. 95-125. 2011.
- REDIN, M. et al. Plantas de cobertura de solo e agricultura sustentável: espécies, matéria seca e ciclagem de carbono e nitrogênio. **Práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água**, p. 7-22, 2016.
- REIK, G. G. Fitotoxicidade e eficácia de extratos aquosos aplicados no manejo de plantas daninhas em culturas de verão. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Fronteira Sul, 2018.
- THEISEN, G. et al. Efeito da cobertura do solo com resíduos de aveia preta nas etapas do ciclo de vida do capim-marmelada. **Planta Daninha**, v. 17, p. 189-196, 1999.
- ULIANA, C. Bioatividade do óleo essencial das folhas e óleo da semente de *Campomanesia xanthocarpa* Berg em plantas. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal Fronteira Sul, 2020.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal, 4.ed. **Artmed**, 2009.
- ZULPO, L. Trabalho de conclusão do curso com ênfase em soja. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

APÊNDICE A - Imagens ilustrativas dos resultados

Imagem 7- Plântulas de trigo (*Triticum aestivum* cv. IPR Catuara) submetidas ao extrato hexânico de tremço-azul (*Lupinus angustifolius* L.) na concentração de 1% (m/v)



Fonte: fotografia registrada pelo autor (6 de julho de 2023)

Imagem 8 - Plântulas de trigo (*Triticum aestivum* cv. IPR Catuara) submetidas ao extrato aquoso de tremoço-azul (*Lupinus angustifolius* L.) com concentração de 1% (m/v)



Fonte: fotografia registrada pelo autor (6 de julho de 2023)

Imagem 9- Plântulas de trigo (*Triticum aestivum* cv. IPR Catuara) submetidas ao extrato etanólico de tremço-azul (*Lupinus angustifolius* L.) com concentração de 1% (m/v)



Fonte: fotografia registrada pelo autor (6 de julho de 2023)

Imagem 10 - Plântulas de trigo (*Triticum aestivum* cv.IPR Catuara) tratadas apenas com água destilada.



Fonte: fotografia registrada pelo autor (6 de julho de 2023)