



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO -
CAMPUS POSSE

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS EXTRATOS DE FOLHAS E SEMENTES DE
Pterodon emarginatus* Vogel, NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE *Lactuca
***sativa* VARIEDADE CRESPA ITAPUÃ SUPER.**

EMANUELLY XAVIER SANTOS

POSSE-GO
2026

TRABALHO DE CURSO

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS EXTRATOS DE FOLHAS E SEMENTES DE *Pterodon emarginatus* Vogel, NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE *Lactuca sativa* VARIEDADE CRESPA ITAPUÃ SUPER.

Discente: EMANUELLY XAVIER SANTOS

Orientadora: Dra. SARAH CRISTINE MARTINS NERI

Co-orientadora: Dra. PRICILA M. BATISTA CHAGAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Câmpus Posse, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

X3a Xavier Santos, Emanuely
AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS EXTRATOS DE
FOLHAS E SEMENTES DE *Pterodon emarginatus* Vogel, NO
CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE *Lactuca sativa*
VARIEDADE CRESPA ITAPUÃ SUPER. / Emanuely Xavier
Santos. Posse 2026.

1f. il.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Sarah Cristine Martins Neri.
Coorientadora: Prof^ª. Dra. Pricila M. Batista Chagas.
Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0720024 -
Bacharelado em Agronomia - Posse (Campus Posse).
I. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica (assinale com X)

- ☐ Tese
- ☐ Dissertação
- ☐ Monografia – Especialização
- ☐ Artigo - Especialização
- ☒ TCC - Graduação
- ☐ Artigo Científico
- ☐ Capítulo de Livro
- ☐ Livro
- ☐ Trabalho Apresentado em Evento
- ☐ Produção técnica. Qual: _____

Nome Completo do Autor: Emanuely Xavier Santos

Matrícula: 2020107200240062

Título do Trabalho: **AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS EXTRATOS DE FOLHAS E SEMENTES DE *Pterodon emarginatus* Vogel, NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE *Lactuca sativa* VARIEDADE CRESPA ITAPUÃ SUPER.**

Restrições de Acesso ao Documento [Preenchimento obrigatório]

Documento confidencial: ☒ X Não ☐ Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 16 / 03 / 2026

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☒ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

1. O documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. Obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. Cumprir quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Cidade, 13 de março de 2026

Emanuelly Xavier Santos

Assinado eletronicamente pelo o Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Sarah Cristine

Documento assinado eletronicamente por:

- Sarah Cristine Martins Neri, CHEFE - FG2 - UL-POS, em 13/03/2026 15:17:23.
- Emanuelly Xavier Santos, 2020107200240062 - Discente, em 13/03/2026 15:29:20.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 24/02/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 792180
Código de Autenticação: 910573353f



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Posse

Rodovia GO - 453 km 2,5, Fazenda Vereda do Canto, SN, Distrito Agroindustrial, POSSE / GO, CEP 73900-000

(62) 9390-5391, (62) 3605-3698



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLOGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO - CAMPUS POSSE

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos 19 de Março do ano de dois mil
2020 realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) Emanuelly
Xavier Santos

do Curso de Bacharelado em Agronomia, matrícula 2020107200240062, cuja
(projeto, monografia ou artigo científico) intitula-
se: "Avaliação da influência dos extratos de folhas
e sementes de Pterocarpus marginatus Vogel, tree
crescimento e desenvolvimento de Sactesb gativa
variedade Cuppa Stapuã Super"

A defesa iniciou-se às 19 horas e 39 minutos, finalizando-se às 19
horas e 44 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho Aprovado
com média 9,3 no trabalho escrito, média 9,3 no trabalho oral
apresentando assim, média aritmética final de 9,3 pontos, estando para fins de
conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário
acadêmico, o(a) acadêmico(a) deverá fazer a entrega da versão final corrigida em formato
digital (PDF), acompanhado do termo de autorização para publicação eletrônica
(devidamente assinado pelo autor), para posterior inserção no Sistema de Gerenciamento
do Acervo e acesso ao usuário via internet.

Trabalho de Curso defendido e aprovado em 09 / 03 / 2020 pela banca
examinadora constituída pelos membros:

Sarah Cristine Martins Neri

Orientador – Dra. Sarah Cristine Martins Neri

Dr. Danilo Gomes de Oliveira

Membro 1 – Dr. Danilo Gomes de Oliveira

Renaldo Vieira Caixeta

Membro 2 – Renaldo Vieira Caixeta

Emanuelly Xavier Santos

Discente - Emanuelly Xavier Santos

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus, por ter sido meu sustento, minha força e meu refúgio em todos os momentos desta caminhada. Foi pela Sua graça que consegui chegar até aqui, e é à Sua vontade que entrego cada conquista da minha vida.

À Nossa Senhora, por sua intercessão materna, por ter sido meu amparo espiritual. Sob sua proteção encontrei consolo, fé e serenidade para continuar.

À minha mãe, Rosalvina, exemplo de amor, dedicação e fortaleza. Seu cuidado, suas orações e seus ensinamentos foram meu alicerce nos momentos de fraqueza e minha inspiração para continuar. Esta vitória também é sua.

Ao meu primo Gabriel, que partiu nos dias da minha apresentação, deixando uma saudade imensurável em meu coração. Sua partida marcou profundamente este momento tão importante da minha vida, mas levo comigo cada incentivo, cada palavra de apoio e toda a ajuda que ele me ofereceu durante essa trajetória. Este trabalho também é seu, como forma de gratidão e amor eterno.

A todos vocês, minha eterna gratidão. Esta conquista é nossa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder vida, força e perseverança para enfrentar cada desafio ao longo dessa caminhada. Sem Ele, nada disso seria possível.

À minha orientadora, Dr. Sarah, pela dedicação, paciência e orientação ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Sua experiência, conhecimento e disponibilidade foram fundamentais para a construção deste estudo.

À minha mãe, Rosalvina, por ser meu tudo, meu porto seguro e minha maior inspiração. Seu amor, sua dedicação e suas orações me sustentaram nos momentos mais difíceis.

Ao meu irmão, Kaick, pelo companheirismo e apoio constante.

À minha madrinha Janaína, pelo carinho, cuidado e incentivo ao longo da minha trajetória. Sua presença e suas palavras sempre foram fonte de encorajamento.

À minha avó, Dalvina, por cada oração feita por mim, por sua fé inabalável e por sempre confiar nos planos de Deus para minha vida.

Ao meu avô, Adolfo, por toda ajuda, incentivo e presença em minha trajetória.

Ao meu afilhado, João Felipe, que, com a inocência e pureza de uma criança, soube acalantar meu coração nos dias mais difíceis, trazendo leveza e alegria.

Ao meu noivo, Bruno, pelo apoio, incentivo e por acreditar em mim até mesmo quando eu duvidei.

Aos meus primos Gabriel e Thiago, e às minhas primas Fernanda e Jennifer, pelo carinho, apoio e por fazerem parte da minha história.

Ao meu amigo Baiano, pela amizade sincera e pelo apoio durante essa jornada.

E a todos os meus familiares e amigos, que de alguma forma contribuíram, incentivaram e torceram por mim. Cada palavra de apoio fez a diferença.

Minha eterna gratidão a todos vocês.

“Nada te perturbe, nada te espante. Tudo passa; Deus não muda. A paciência tudo alcança. A quem tem Deus nada falta: só Deus basta.”

- Santa Teresa de Ávila

RESUMO

A alelopatia consiste na liberação de compostos químicos por determinadas espécies vegetais, capazes de interferir positiva ou negativamente no crescimento de outras plantas. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o potencial alelopático de extratos de folhas e sementes de sucupira (*Pterodon emarginatus* Vogel) sobre o desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.), cultivar Crespa Itapuã Super, cultivada em casa de vegetação no Instituto Federal Goiano – Campus Posse. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com nove tratamentos: quatro concentrações do extrato de folhas (200, 400, 800 e 1000 mg/L), quatro do extrato de sementes nas mesmas proporções e um controle com água destilada, totalizando 50 repetições por tratamento. Foram avaliadas germinação, altura da planta, comprimento da folha, comprimento da raiz e massa fresca. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste de Tukey (5%) e análises multivariadas por meio da Análise de Componentes Principais (PCA) e agrupamento hierárquico. O teste de germinação indicou alta viabilidade das sementes, com índices entre 94% e 100%. Os resultados demonstraram que os extratos apresentaram efeito dependente da concentração e do tipo de material vegetal utilizado. As concentrações intermediárias (400 mg/L) promoveram estímulo ao crescimento, refletido em maiores valores de altura, desenvolvimento foliar e acúmulo de biomassa. Por outro lado, concentrações mais elevadas e alguns tratamentos específicos evidenciaram efeito inibitório, principalmente sobre o comprimento radicular e a massa fresca, indicando maior sensibilidade do sistema radicular aos compostos alelopáticos. A análise multivariada explicou mais de 90% da variância total e confirmou a distinção entre os tratamentos, evidenciando correlação positiva entre altura e peso das plantas e comportamento diferenciado para o comprimento de raiz. Conclui-se que *Pterodon emarginatus* apresenta potencial alelopático, podendo exercer efeitos estimulantes ou inibitórios sobre *Lactuca sativa*, conforme a concentração aplicada, destacando-se como espécie de interesse para estudos voltados ao manejo agrícola sustentável.

Palavras-chave: Alelopatia; *Pterodon emarginatus*; *Lactuca sativa*; extratos vegetais; bioatividade.

ABSTRACT

Allelopathy consists of the release of chemical compounds by certain plant species, capable of positively or negatively interfering with the growth of other plants. In this context, the present study aimed to evaluate the allelopathic potential of leaf and seed extracts of sucupira (*Pterodon emarginatus* Vogel) on the development of lettuce (*Lactuca sativa* L.), cultivar Crespa Itapuã Super, grown in a greenhouse at the Instituto Federal Goiano – Campus Posse. The experiment was conducted in a completely randomized design, with nine treatments: four concentrations of leaf extract (200, 400, 800 and 1000 mg/L), four of seed extract in the same proportions, and a control with distilled water, totaling 50 repetitions per treatment. Germination, plant height, leaf length, root length, and fresh mass were evaluated. The data were subjected to analysis of variance (ANOVA), Tukey's test (5%), and multivariate analyses using Principal Component Analysis (PCA) and hierarchical clustering. The germination test indicated high seed viability, with rates between 94% and 100%. The results demonstrated that the extracts showed an effect dependent on concentration and the type of plant material used. Intermediate concentrations (400 mg/L) promoted growth stimulation, reflected in higher values of height, leaf development, and biomass accumulation. On the other hand, higher concentrations and some specific treatments showed an inhibitory effect, mainly on root length and fresh mass, indicating greater sensitivity of the root system to allelopathic compounds. Multivariate analysis explained more than 90% of the total variance and confirmed the distinction between treatments, showing a positive correlation between plant height and weight and differentiated behavior for root length. It is concluded that *Pterodon emarginatus* has allelopathic potential, and can exert stimulating or inhibitory effects on *Lactuca sativa*, depending on the concentration applied, standing out as a species of interest for studies focused on sustainable agricultural management.

Keywords: Cerrado; morphometrics; *Pouteria ramiflora*; Sapotaceae.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Localização da área principal: Área da Escola Fazenda - IFGoiano - Campus Posse.....	15
Figura 2: Árvore matriz de Sucupira localizada na Fazenda Água Quente, utilizada para a coleta de sementes e folhas.....	17
Figura 3: Sementes e folhas da Sucupira (<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel) após coletadas e identificadas separadamente nos sacos plásticos.....	17
Figura 4: Material vegetal separada em sacos de papel kraft para realizar secagem.....	18
Figura 5: Equipamento Sonicador de Ponteira Ultrassônico (Eco-Sonics).....	19
Figura 6: Extrato das folhas em processo de filtração para remoção de partículas sólidas.....	19
Figura 7: Extratos filtrados e acondicionados em borrifador para aplicação.	20
Figura 8: Sementes em solução de hipoclorito de sódio para higienização.....	21
Figura 9: Prensa manual utilizada na extração do óleo da semente de Sucupira (<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel).....	21
Figura 10: Bandeja contendo substrato e sementes de alface (<i>Lactuca sativa</i>) recém-semeadas.....	22
Figura 11: Canteiros após serem preparados, levantados e moldados.	23
Figura 12: Mudas após o transplante para o canteiro, aos 20 dias após a semeadura..	24
Figura 13: Plantas de alface no estágio de colheita, aos 40 dias após o transplântio.....	25
Figura 14: Desenho experimental dos canteiros.....	26
Figura 15: Gráfico de curvas de crescimento dos resultados dos comprimentos das folhas das alfaces.....	27
Figura 16: Gráfico do resultado das curvas de crescimento da altura da alface.....	29
Figura 17: Gráfico comparativo do tamanhos das raízes entre os tratamentos.....	30
Figura 18: Gráfico comparativo do peso das alfaces.....	31
Figura 19: Análise de Componentes Principais (PCA), resultando na altura, tamanho da raiz e peso por tratamento.....	33
Figura 20: Agrupamento hierárquico dos tratamentos.....	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVOS.....	11
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
3.1 Alelopatia e seus efeitos no desenvolvimento vegetal.....	12
3.2 Potencial bioativo da sucupira (<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel).....	13
3.3 Uso da alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) como espécie-teste em estudos alelopáticos.....	14
4 METODOLOGIA	15
4.1 Local de Instalação.....	15
4.2 Coleta das sementes e folhas.....	16
4.3 Preparação dos extratos das folhas e sementes.....	18
4.4 Semeadura das sementes de Alface nas bandejas.....	22
4.5 Preparação dos canteiros.....	23
4.6 Procedimentos de semeadura.....	23
4.8 Aplicações estatísticas.....	26
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	26
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

A alelopatia é um fenômeno biológico em que algumas espécies de plantas, possuem a capacidade de liberar compostos químicos que interferem positiva ou negativamente no desenvolvimento de outras espécies vegetais próximas (Wang *et al.*, 2022). Os compostos aleloquímicos, atuam no sistema de defesa das plantas, influenciando a germinação, crescimento radicular, alongamento caulinar, em função da liberação de metabólitos secundários, sendo avaliados como abordagens ecológicas aos herbicidas sintéticos (Alanaz *et al.*, 2023). São originados em diversos órgãos vegetais, como folhas, sementes, cascas, raízes, flores, caules, com liberação por diferentes mecanismos e de formas variadas (Koocheki e Hosseini, 2013).

No contexto agrícola atual, a busca por estratégias que reduzam o uso de produtos químicos e mantenham a produtividade tem estimulado o uso de extratos vegetais e óleos essenciais com potencial alelopático (Marinov-Serafimov *et al.*, 2024).

Nesse sentido, o estudo da alelopatia oferece contribuições relevantes na identificação de substâncias bioativas com potencial agrônômico, com destaque para a possibilidade de uso no controle de pragas e plantas daninhas, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias de manejo mais sustentáveis (Rice, 1984; Souza Filho; Alves, 2002; Inderjit; Duke, 2003).

Para tanto, a sucupira (*Pterodon emarginatus* Vogel,) destaca-se não apenas por sua relevância ecológica, mas também pelo amplo uso de suas diferentes partes na medicina tradicional. Os frutos, especialmente as sementes, são amplamente utilizados na extração de óleo rico em compostos bioativos, como diterpenos e flavonóides, aos quais são atribuídas propriedades anti-inflamatórias, analgésicas e antirreumáticas (Lorenzi; Matos, 2008).

As folhas apresentam metabólitos secundários com potencial antioxidante e antimicrobiano, sendo empregadas na forma de infusões e extratos na medicina popular (Silva *et al.*, 2015). As raízes e a casca também são utilizadas tradicionalmente, sobretudo por suas ações anti-inflamatória, cicatrizante e no tratamento de afecções respiratórias, evidenciando a importância etnobotânica da espécie (Almeida *et al.*, 2010). Dessa forma, a sucupira representa um recurso vegetal de significativo valor medicinal, reforçando a necessidade de estudos científicos que validem seus usos terapêuticos e contribuam para o manejo sustentável da espécie.

Ademais, a aplicação de compostos extraídos da vegetação nativa em diferentes cultivos, tem sido testada visando melhor compreensão de suas aplicabilidades. Por ser uma hortaliça de amplo cultivo, a alface (*Lactuca sativa* L.) pertencente à família Asteraceae, de origem asiática e introduzida no Brasil no século XVI, pelos portugueses e de ciclo de vida relativamente curto, é excelente para estudos com aplicação de alelopáticos.

A alface é uma planta caracterizada como bioindicadora em estudos de alelopatia por apresentar alta sensibilidade a compostos químicos e rápida resposta fisiológica (Marinov-Serafimov *et al.*, 2024). No presente estudo, utilizou-se a cultivar crespa Itapuã Super, variedade de grande aceitação comercial e padrão experimental. Entre os diferentes usos da hortaliça, estão a avaliação direta de possíveis efeitos fitotóxicos e benefícios fisiológicos resultantes da aplicação de substâncias naturais (Ravlić *et al.*, 2025). Além disso, o cultivo da alface em canteiros facilita a padronização das avaliações e a reprodução dos resultados obtidos em condições práticas de cultivo.

Dessa forma, a necessidade de estudos que melhorem a compreensão sobre as propriedades específicas dos metabólitos produzidos pelas espécies nativas em conjunto com os mecanismos de atuação em culturas cultivadas, permite contribuir para redução de uso de defensivos agrícolas, em destaque para cultivos em áreas reduzidas, como por exemplo, na agricultura familiar, obtendo redução dos custos de produção e aproveitamento das propriedades de espécies nativas.

1 OBJETIVOS

2.1 Geral

Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial alelopático de extratos de folhas e sementes de Sucupira (*Pterodon emarginatus* Vogel), sobre o desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.), variedade Crespa Itapuã Super cultivada em canteiros, em casa de vegetação.

2.2 Específicos

- Verificar os efeitos alelopáticos de diferentes doses de extratos de sementes e folhas sobre a germinação e o crescimento da alface.
- Identificar a influência dos extratos nas variáveis de altura, comprimento de folhas, raiz e peso fresco das plantas;

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Alelopatia e seus efeitos no desenvolvimento vegetal

Dentre os diferentes mecanismos que as plantas possuem para proteção, a alelopatia se enquadra como um fenômeno biológico de estudo fundamental para compreensão dos processos fisiológicos das plantas. Essas interações químicas em que a planta libera compostos químicos capazes de estimular ou inibir o crescimento e desenvolvimento ocorrem em espécies nativas quanto cultivadas, incluindo plantas agrícolas, florestais e daninhas (Scavo & Mauromicale, 2021).

A liberação dessas substâncias ocorre por lixiviação, exsudação radicular, volatilização ou decomposição da matéria orgânica, a lixiviação é um processo onde a água da chuva ou da irrigação remove compostos aleloquímicos presentes nas folhas e caules, transportando-os para o solo (Ferreira; Áquila, 2000).

Os aleloquímicos constituem uma ampla classe de metabólitos secundários produzidos pelas plantas e liberados no ambiente, capazes de alterar processos ecológicos essenciais de competição, germinação e crescimento de outras espécies (Rice, 1984; Inderjit; Dakshini, 1995). Esses compostos incluem fenóis, terpenóides, alcalóides e flavonoides, cuja produção e função estão diretamente associadas às estratégias de defesa, adaptação e sobrevivência das plantas no ambiente (Taiz *et al.*, 2017; Souza Filho; Alves, 2002).

Com isso, dentre as inúmeras formas de interação e transformação que exercem, os aleloquímicos atuam influenciando nos ciclos biogeoquímicos, remodelando o estabelecimento das espécies, modificando a composição das comunidades vegetais, além de interferirem nas propriedades físicas e químicas dos solos (Pérez-Peralta, 2019), alterando assim as atividades fotossintéticas, inibindo ou estimulando a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas (Gruntman e Tielbörger, 2015).

Segundo Rice (1984), esses metabólitos exercem efeitos tanto diretos, ao interferirem no metabolismo de plantas vizinhas, quanto indiretos, ao modificarem propriedades do solo e da microbiota associada. Dessa forma, a alelopatia representa um dos principais mecanismos ecológicos envolvidos nas interações químicas entre espécies vegetais.

3.2 Potencial bioativo da sucupira (*Pterodon emarginatus* Vogel)

A *Pterodon emarginatus* Vogel, popularmente conhecida como sucupira, é uma

espécie arbórea nativa do bioma Cerrado, pertencente à família Fabaceae, amplamente distribuída nas regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil (Silva *et al.*, 2024). A planta tem grande importância ecológica e medicinal, sendo tradicionalmente utilizada no tratamento de inflamações, dores articulares e infecções (Alcantara Lemos *et al.*, 2021). Diversos estudos fitoquímicos evidenciam a presença de compostos bioativos, como diterpenos do tipo vouacapano, flavonóides, triterpenos e óleos essenciais, que conferem à espécie propriedades anti-inflamatórias, analgésicas, antioxidantes e antimicrobianas (Froldi *et al.*, 2023). Essa diversidade de metabólitos secundários faz da sucupira uma fonte promissora de substâncias com potencial farmacológico e agrônômico.

Bioativos como os diterpenos vouacapânicos, são os principais compostos isolados das sementes e do óleo-resina de *Pterodon emarginatus* Vogel, responsáveis por grande parte de sua atividade biológica (Passos, 2024). Esses compostos apresentam efeitos anti-inflamatórios, antiparasitários e antinociceptivos, atuando na modulação de citocinas e na inibição de mediadores inflamatórios (Kawakami *et al.*, 2021). Além disso, estudos demonstram que o óleo de sucupira possui capacidade antioxidante significativa, associada à presença de sesquiterpenos como β -cariofileno e farnesol, que também são reportados como compostos com ação alelopática em outras espécies vegetais (Pereira *et al.*, 2024). Dessa forma, além do potencial farmacológico, há crescente interesse em compreender como esses metabólitos podem atuar no ambiente vegetal.

Na sucupira (*Pterodon emarginatus*), esses compostos variam de acordo com a parte da planta e as condições ambientais, o que influencia diretamente suas propriedades biológicas (Alcantara Lemos *et al.*, 2021). As sementes e folhas apresentam perfis químicos distintos: enquanto o óleo extraído das sementes é rico em terpenos lipofílicos, os extratos aquosos das folhas contêm compostos fenólicos e flavonoides hidrossolúveis (Alves *et al.*, 2024).

Diferentes estudos têm ampliado o interesse no potencial alelopático da Sucupira, considerando a presença de substâncias capazes de interferir na germinação e crescimento de outras plantas (Leal Pereira *et al.*, 2024). Os diterpenos e fenóis identificados em *P. emarginatus* possuem características químicas semelhantes às de compostos conhecidos por exercer atividade alelopática, como modulação da permeabilidade celular e interferência no metabolismo energético das sementes (Kato-Noguchi, 2024). Assim, o estudo dos extratos aquosos e do óleo dessa espécie para utilização na agricultura, pode revelar novos usos sustentáveis, contribuindo tanto para o controle natural de plantas espontâneas quanto para a valorização de espécies nativas do Cerrado.

3.3 Uso da alface (*Lactuca sativa* L.) como espécie-teste em estudos alelopático

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertencente à família Asteraceae, de origem asiática, foi introduzida no Brasil no século XVI, pelos portugueses. É uma folhosa que permite avaliar de forma direta possíveis efeitos fitotóxicos e benefícios fisiológicos resultantes da aplicação de substâncias naturais (Ravlić *et al.*, 2025). Sendo uma das hortaliças folhosas mais consumidas no mundo, por seu baixo valor calórico e por ser fonte de fibras, vitaminas A, C e K, além de minerais como potássio e cálcio, o que reforça sua importância nutricional na alimentação humana (Filgueira, 2013).

O cultivo da alface (*Lactuca sativa* L.) no Brasil caracteriza-se por uma ampla diversidade varietal, adaptada às diferentes condições edafoclimáticas e exigências do mercado consumidor, apresenta elevada demanda devido ao consumo frequente in natura e à sua presença constante em dietas voltadas ao bem-estar e à alimentação saudável, tornando-se uma das hortaliças com maior valor agregado no setor de folhosas (EMBRAPA, 2020).

A cultivar Alface crespa Itapuã Super é uma das hortaliças de maior importância e consumo no país, de plantio com ciclo curto, excelente propagação, de 20 a 30 dias, o período de semeadura em bandejas, e mais 30 a 35 dias de cultivo no campo, após o transplântio, em um total de 65 dias de ciclo com completo desenvolvimento. É uma planta com exigência de clima ameno, temperaturas entre 15,5 °C à 18,3 °C tolerando até 29,4 °C (Filgueira, 2013; EMBRAPA, 2018; Machado, 2024).

Entretanto, a cultura exige atenção especial ao manejo fitossanitário, pois é altamente suscetível à interferência de plantas daninhas e dispõe de número reduzido de herbicidas registrados, o que torna necessário o uso integrado de práticas culturais, mecânicas e biológicas para garantir produtividade e qualidade (Rodrigues & Almeida, 2018). É amplamente utilizada como planta bioindicadora em estudos de alelopatia por apresentar alta sensibilidade a compostos químicos e rápida resposta fisiológica (Marinov-Serafimov *et al.*, 2024. Macías *et al.*, 2000).

Essa característica permite detectar efeitos inibitórios ou estimulantes de compostos bioativos em um curto período de tempo, tornando a espécie um bioindicador eficiente em estudos laboratoriais e de campo (Kato-Noguchi, 2023). Além disso, sua fácil obtenção, baixo custo e uniformidade genética tornam a alface ideal para ensaios de germinação e crescimento inicial, garantindo reprodutibilidade e confiabilidade dos resultados (Ravlić *et al.*, 2025).

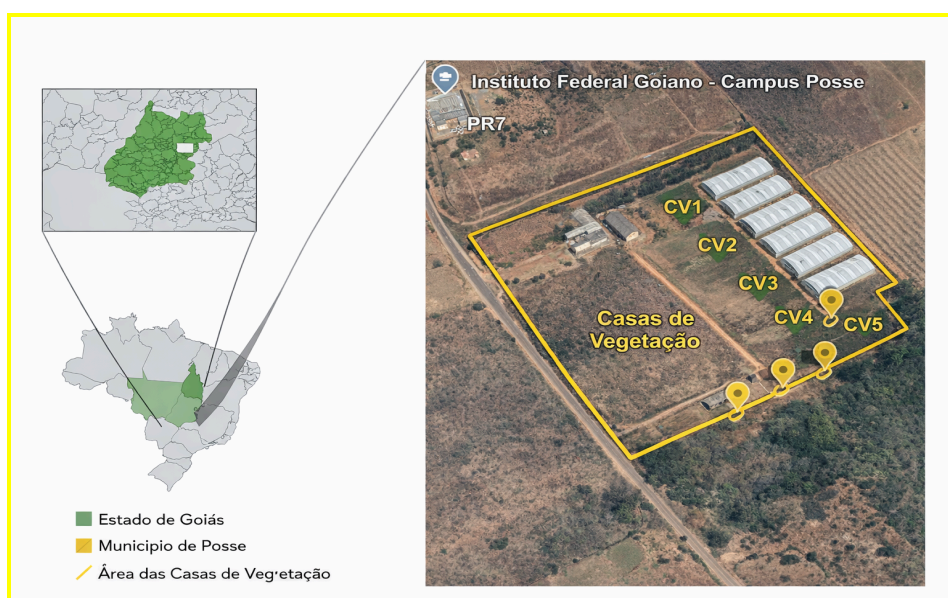
4 METODOLOGIA

4.1 Local de instalação

O estudo foi conduzido no Instituto Federal Goiano – Câmpus Posse, localizado no município de Posse (GO), inserido na microrregião do Vão do Paranã. A área de pesquisa corresponde à reserva legal da Escola fazenda da instituição, situada nas coordenadas 14°07'04"S e 46°19'30"W, com altitude aproximada de 837 metros e extensão territorial de cerca de 145,8 hectares. Esse espaço compreende áreas experimentais voltadas a projetos de ensino, pesquisa e extensão, além de uma área destinada à preservação e conservação ambiental.

A região apresenta clima tropical sazonal, marcado por duas estações distintas: um período seco que ocorre de maio a setembro e outro chuvoso entre outubro e abril, com média anual de precipitação variando até 1.492 mm (Climatempo, 2023). Os solos predominantes na região incluem Latossolos, Argissolos e Neossolos Quartzarênicos (Embrapa, 2018).

Figura 1: Localização da área principal da escola fazenda do Instituto Federal Goiano - Câmpus Posse.



Fonte: Autor, adaptado de Google Earth (2025).

O Instituto Federal Goiano – Câmpus Posse, possui uma Escola Fazenda, com casas de vegetação com dimensões de 30m x 20m, que são utilizadas como ambientes protegidos para a condução de pesquisas que demandam condições mínimas de abrigo e redução da radiação solar direta. Construídas com estrutura de ferro, cobertura de sombrite, com lona na

parte superior da estrutura, para proteção contra chuvas e raios solares intensos, irrigação por regadores e aspersores.

O experimento foi conduzido entre 18 de julho e 12 de outubro de 2025. O cronograma de execução abrangeu as seguintes etapas sequenciais: identificação e escolha da matriz, coleta de folhas e sementes, limpeza e assepsia dos frutos, preparo dos extratos, testes padrão de germinação, delimitação e instalação da infraestrutura (canteiros), semeadura em bandejas de plástico, e posterior transplântio para os canteiros em casa de vegetação.

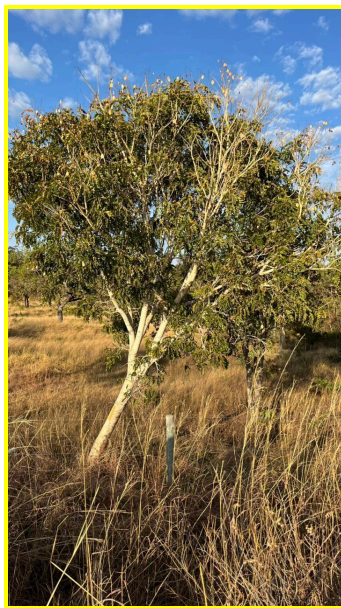
Os projetos desenvolvidos nesse espaço são planejados considerando suas características estruturais, utilizando bancadas, áreas demarcadas para tratamentos experimentais e organização espacial voltada à padronização metodológica. Dessa forma, mesmo com condições simples, a casa de vegetação oferece um ambiente adequado para estudos agrônômicos, propagação vegetal, ensaios preliminares e outras atividades de pesquisa desenvolvidas pela instituição.

4.2 Coleta das sementes e folhas

As sementes e folhas de sucupira (*Pterodon emarginatus* Vogel) foram coletadas em uma árvore matriz (Figura 2), localizada nas coordenadas 14°01'05.03"S e 46°19'59.92"W, na Fazenda Água Quente, no município de Posse-Goiás. A retirada das sementes foi realizada com o auxílio de lona no solo, sob a copa da árvore, para evitar perdas durante o desprendimento, permitindo o recolhimento eficiente do material. As sementes foram coletadas apenas quando apresentavam sinais de maturação adequada, totalmente marrom, aspecto seco e opaco.

Para a coleta das folhas, foram identificados ramos de indivíduos saudáveis, contendo folhas totalmente expandidas e isentas de danos aparentes. Utilizando para o procedimento luvas descartáveis e uma tesoura previamente esterilizada, garantindo higiene, conservação das amostras e evitando danos à planta.

Figura 2: Árvore matriz de Sucupira localizada na Fazenda Água Quente, utilizada para a coleta de sementes e folhas.



Fonte: Autor, (2025).

Após a retirada, as sementes e as folhas foram acondicionadas em saquinhos devidamente identificados (Figura 3).

Figura 3: Sementes e folhas da Sucupira (*Pterodon emarginatus* Vogel) após coletadas e identificadas separadamente nos sacos plásticos.



Fonte: Autor, (2025).

Assegurando a organização e a rastreabilidade do material vegetal destinado às análises subsequentes, e posteriormente levadas para o Campus Posse para o Laboratório Multiusuário de Ciências Naturais (LMCN), e colocadas em sacos de papel kraft para realizar a secagem (Figura 4) por 48h em estufa à temperatura variando de 50 a 65°C, objetivando secagem das mesmas e não comprometimento da qualidade fisiológica das sementes.

Figura 4: Material vegetal separada em sacos de papel kraft para realizar secagem.



Fonte: Autor, (2025).

4.3 Preparação dos extratos das folhas e sementes

Para a obtenção dos extratos foliares e de sementes, foram pesadas amostras de 0,2 miligramas, 0,4 mg, 0,8 mg e 1 mg, às quais se adicionaram 100 mililitros de água. As misturas foram então submetidas à mistura em um Sonicador de Ponteira Ultrassônico (Eco-Sonics) (Figura 5) por 5 minutos, a 50% de potência. Em seguida, os extratos foram filtrados, resultando em uma solução de 50 mL posteriormente homogeneizada com 100 mL de água destilada, para obtenção de um litro da solução.

Figura 5: Equipamento Sonicador de Ponteira Ultrassônico (Eco-Sonics).



Fonte: Autor, (2025).

Posteriormente, o conteúdo foi submetido à filtração em papel filtro, com o objetivo de remover partículas sólidas e obter um extrato livre de resíduos (Figura 6).

Figura 6: Extrato das folhas em processo de filtração para remoção de partículas sólidas.



Fonte: Autor, (2025).

Após o processo de filtração, obteve-se aproximadamente 50 mL de solução concentrada. Esse volume foi então transferido para o balão volumétrico onde foi completado até atingir 1 litro de solução final (Figura 7). O procedimento garantiu a padronização da concentração do extrato de folhas utilizado nos tratamentos experimentais.

Dessa forma, obteve-se uma solução homogênea, adequada para aplicação nos ensaios propostos.

Figura 7: Extratos filtrados e acondicionados em borrifador para aplicação.



Fonte: Autor, (2025).

As concentrações dos extratos aquosos foram estabelecidas com base na relação massa por volume (m/v), expressando a quantidade de material vegetal presente em 100 mL de solução.

Dessa forma, as soluções experimentais foram preparadas nas concentrações de 0,02%, 0,04%, 0,08% e 0,1% (m/v), correspondendo, respectivamente, a 0,02 gramas, 0,04 g, 0,08 g e 0,1 g de material vegetal para cada 100 mL de solvente. A obtenção dessas diluições foi realizada a partir da solução estoque previamente preparada, mediante diluições seriadas em água destilada, garantindo a homogeneização adequada antes da aplicação.

A adoção de diferentes concentrações permitiu avaliar o efeito dose-dependente dos compostos bioativos presentes nas folhas e sementes de sucupira. Além disso, a padronização das concentrações assegurou maior controle experimental e reprodutibilidade dos resultados. Dessa maneira, tornou-se possível comparar de forma precisa a influência dos extratos nos parâmetros analisados ao longo do experimento.

Para o preparo do extrato com as sementes de Sucupira (*Pterodon emarginatus* Vogel), a primeira etapa, se deu com a sanitização, no qual as sementes foram submetidas à imersão por 15 minutos em uma solução desinfestante composta por 10 mL de hipoclorito de sódio diluídos em 1 litro de água destilada (Figura 8).

Figura 8: Sementes em solução de hipoclorito de sódio para higienização.



Fonte: Autor, (2025).

Após este período, procedeu-se ao enxágue abundante em água corrente e à secagem superficial com auxílio de papel toalha. Posteriormente, as sementes secas foram acondicionadas em papel alumínio para garantir a preservação da amostra e transportadas até a Fazenda Serrana (Grupo Ciaseeds), onde foi realizada a extração do óleo, utilizando-se uma prensa mecânica (Figura 9). Este equipamento opera mediante a aplicação de pressão sobre a matriz vegetal, pelo auxílio de uma prensa hidráulica, permitindo a compactação da amostra e a consequente expulsão física do óleo contido nas sementes.

Figura 9: Prensa manual utilizada na extração do óleo da semente de Sucupira (*Pterodon emarginatus* Vogel).



Fonte: Autor, (2025).

Após a extração, o óleo obtido das sementes de sucupira foi submetido à pesagem em balança analítica, equipamento de alta precisão utilizado para determinar massas com exatidão. O procedimento foi realizado em recipiente previamente tarado, a fim de garantir a confiabilidade dos dados obtidos. A mensuração precisa da massa do óleo permitiu calcular o rendimento da extração em relação à quantidade inicial de sementes utilizadas. Essa etapa foi fundamental para a padronização dos resultados e para a análise comparativa entre as amostras avaliadas.

Os extratos de folhas e sementes foram produzidos em todos os dias de aplicação, sendo homogeneizados no equipamento Sonicador de Ponteira Ultrassônico (marca Eco-Sonics). O respectivo equipamento é utilizado principalmente para lise celular, dispersão de nanopartículas, emulsificação e homogeneização de substâncias, permitindo o rompimento de estruturas biológicas e químicas com eficiência superior aos agitadores convencionais.

4.4 Semeadura das sementes de Alface nas bandejas

Para o início da implantação do experimento, as sementes de alface crespa, variedade crespa Itapuã Super, foram imersas nos extratos e posteriormente semeadas em 3 bandejas de plástico para semeadura de mudas de 200 células, em cada canteiro (unidade experimental) preenchidas com substrato orgânico (esterco bovino curtido), onde permaneceram por vinte dias, para o transplântio.

Figura 10: Bandeja contendo substrato e sementes de alface (*Lactuca sativa*) recém-semeadas.



Fonte: Autor, (2025).

4.5 Preparação dos canteiros

Após os procedimentos de semeadura em bandeja, foram iniciados os procedimentos de construção dos canteiros na casa de vegetação da Escola Fazenda do Instituto Federal Goiano. O solo utilizado para a construção dos canteiros foi coletado na área experimental situada em frente ao estacionamento da instituição, homogeneizado com adubo orgânico curtido, obtido na Fazenda Água Doce, no município de Guarani de Goiás. Foram construídos nove canteiros, com dimensionamento de 2,10 m de comprimento, 1,20 m de largura e 0,20 m de altura, distanciados em 30 cm entre si, contendo uma mistura homogeneizada de 60 litros de solo e 50 kg de esterco bovino por canteiro (Figura 11).

Figura 11: Canteiros após serem preparados, levantados e moldados.



Fonte: Autor, (2025).

4.6 Procedimentos de transplântio

Após vinte dias da semeadura em bandejas, as plantas foram transplantadas para os canteiros, onde permaneceram até o fim do ciclo de crescimento e aptas para colheita, após 40 dias.

Em cada canteiro, foram alocadas 50 plantas, representando assim, os grupos experimentais. A distribuição foi realizada sendo quatro destinados às diferentes doses do extrato de sementes da sucupira (*Pterodon emarginatus*), quatro para as diferentes doses do extrato de folhas e um canteiro como testemunha ou controle negativo. Os tratamentos foram designados, como TS1, TS2, TS3 e TS4 para os extratos de sementes, TF1, TF2, TF3 e TF4 para os extratos de folhas e T0 para a testemunha.

Nos canteiros, o manejo hídrico foi realizado manualmente com auxílio de regadores, em dois turnos diários (início da manhã e final da tarde), mantendo-se a aplicação dos tratamentos em intervalos dos extratos a cada quatro dias. Padronizou-se o volume de irrigação em 10 L de água por canteiro a cada turno, totalizando uma lâmina diária de 20 L por unidade experimental.

Figura 12: Mudas após o transplante para o canteiro, aos 20 dias após a semeadura.



Fonte: Autor, (2025).

A aplicação dos dois tipos de extratos em cada tratamento, ocorreu a cada quatro dias, coincidindo com os horários de irrigação. Para garantir a eficácia da aplicação, o procedimento seguia uma ordem sequencial: primeiramente realizava-se a irrigação

convencional e, em seguida, a aplicação dos extratos via foliar com o uso de pulverizadores manuais.

A imagem (figura 13) apresenta as plantas de alface aos 40 dias após o transplantio, encontrando-se no estágio de colheita. Observa-se o pleno desenvolvimento vegetativo, com formação adequada da parte aérea e folhas bem expandidas. Nessa fase, as plantas atingem características comerciais desejáveis, como tamanho uniforme e bom aspecto fitossanitário. Esse momento corresponde ao ponto ideal para avaliação dos parâmetros produtivos estabelecidos no experimento.

Figura 13: Plantas de alface no estágio de colheita, aos 40 dias após o transplantio.



Fonte: Autor, (2025).

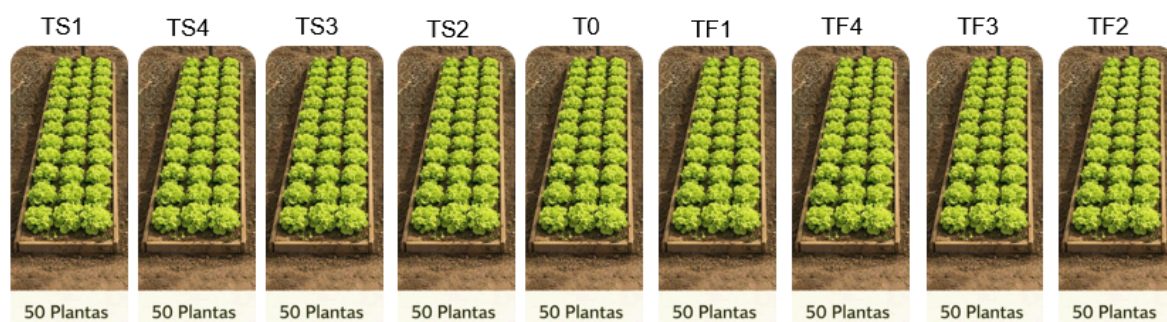
A imagem (Figura 13) apresenta as plantas de alface aos 60 dias após o plantio, período correspondente ao ponto de colheita e à finalização do ciclo experimental. Durante esse intervalo, as plantas foram submetidas aos tratamentos previamente estabelecidos, consistindo na aplicação dos extratos vegetais nas diferentes concentrações avaliadas, além do tratamento controle com água destilada. As aplicações foram realizadas conforme o cronograma definido no delineamento experimental, garantindo uniformidade entre as parcelas. Ao final do período, as

plantas apresentaram desenvolvimento vegetativo compatível com a fase comercial, permitindo a avaliação dos parâmetros agrônômicos propostos no estudo.

4.7 Aplicações estatísticas

Para as aplicações estatísticas, foi designado o Delineamento inteiramente casualizado (DIC), com nove tratamentos e 50 repetições, conforme desenho amostral (Figura 14). Os tratamentos estabelecidos foram: Tratamento 0 (T0: Controle negativo), Tratamento com folha 1 (TF1: 200mg/L), Tratamento com folha 2 (TF2: 400mg/L), Tratamento com folha 3 (TF3: 800mg/L, Tratamento com folha 4 (TF4: 1000mg/L), Tratamento com semente 1 (TS1: 200mg/L), Tratamento com semente 2 (TS2: 400mg/L), Tratamento com semente 3 (TS3: 800mg/L), Tratamento com semente 4 (TS4: 1000mg/L).

Figura 14: Desenho experimental dos canteiros.



Fonte: Autor, (2025).

Para fins de análise estatística, cada uma das 50 plantas foi considerada uma repetição biológica dentro do tratamento, permitindo avaliar a variabilidade individual e a consistência dos efeitos dos extratos aplicados.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), adotando-se nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). Quando observadas diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Adicionalmente, realizou-se a Análise de Componentes Principais (PCA) e o agrupamento hierárquico, utilizando distância euclidiana, para avaliação multivariada dos tratamentos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O monitoramento do desenvolvimento vegetal foi realizado a cada quatro dias. Nesta etapa, utilizou-se um paquímetro digital para a mensuração das variáveis de crescimento,

sendo avaliados a altura das plantas e a dimensão foliar (comprimento).

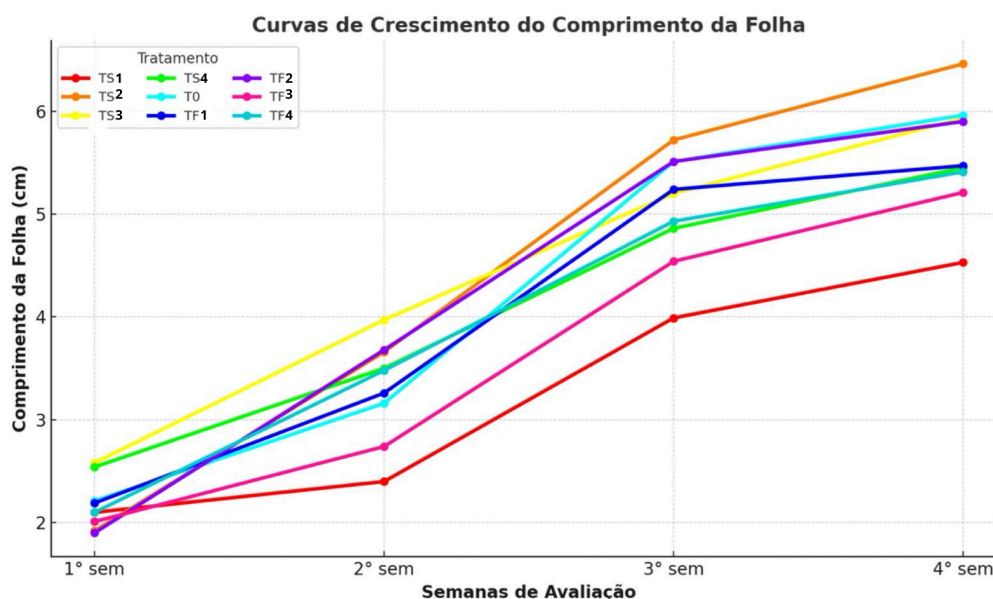
A colheita foi realizada aos 60 dias após a semeadura. As plantas foram retiradas manualmente dos canteiros, acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e transportadas imediatamente para o Laboratório Multiusuário de Ciências Naturais (LMCN) da instituição, onde foram submetidas à lavagem em água corrente para a remoção do solo aderido ao sistema radicular e, posteriormente, seco superficialmente com papel toalha.

Para a determinação da biomassa, realizou-se a pesagem da massa fresca (MF) de cada componente utilizando-se balança de precisão. Simultaneamente, foram tomadas as medidas finais de comprimento da parte aérea e da raiz com auxílio do paquímetro.

Para fins de complementação e corroboração dos resultados, os resultados obtidos no teste padrão de Germinação (TPG), demonstraram a viabilidade das sementes utilizadas no experimento, com taxas de germinação variando entre 94% e 100%.

Na figura 15, são expostas as curvas de crescimento do comprimento das folhas de *Lactuca Sativa*, cultivar Crespa Itapuã Super, durante os períodos de avaliação, com a utilização dos extratos das folhas e das sementes de *Pterodon emarginatus* Vogel, com obtenção das alturas iniciais e finais, entre 2 cm à mais de 6 cm.

Figura 15: Gráfico de curvas de crescimento dos resultados dos comprimentos das folhas das alfaces.



Fonte: Autor, (2025).

A análise das curvas de crescimento do comprimento da folha ao longo das semanas de avaliação evidencia incremento progressivo em todos os tratamentos, com diferenças expressivas entre as concentrações aplicadas. Observa-se que os tratamentos apresentaram maior estímulo ao crescimento foliar a partir da segunda semana, sendo normal para a espécie, mantendo tendência superior até a quarta semana.

Analisando os tratamentos, o controle negativo (T0) apresentou desenvolvimento intermediário, permitindo verificar que algumas concentrações promoveram estímulo ao crescimento, ao passo que outras exerceram efeito inibitório moderado.

Já para os efeitos inibitórios os tratamentos TS1 e TF3, se destacaram, inferindo que, 200 mg/L do extrato das sementes e 800 mg/L do extrato das folhas, resultaram na redução do crescimento para as plantas. Interessante mencionar que o aumento da concentração, como apresentado no tratamento TS2 (Tratamento com semente: 400mg, o de maior destaque no desenvolvimento, com comprimento da folha acima de 6 cm), não resultou em inibição do crescimento.

Segundo Rice (1984), os efeitos alelopáticos podem ser estimuladores ou inibidores, dependendo da concentração dos aleloquímicos existentes em cada espécie de planta produtora além das condições ambientais, sendo comum a ocorrência de respostas diferenciadas no crescimento inicial das plantas.

Esse comportamento está de acordo com o que descreve a literatura sobre as influências que a espécie *Pterodon spp* e sua capacidade de alelopatia, exerce no desenvolvimento das espécies, na qual os efeitos destes compostos secundários variam conforme a concentração e a sensibilidade da espécie receptora.

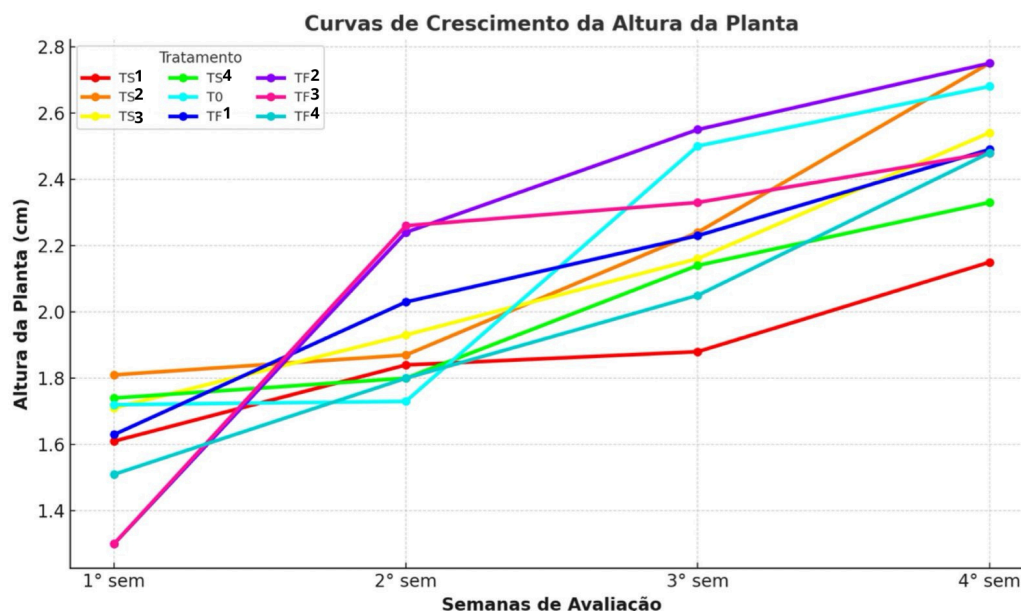
De forma semelhante, Ferreira e Aquila (2000) relatam que extratos vegetais podem provocar alterações no desenvolvimento de plântulas, especialmente no comprimento da parte aérea, evidenciando respostas graduais conforme o aumento da dose aplicada. Além disso, estudos conduzidos por Marinov-Serafimov *et al.* (2024) destacam que metabólitos secundários, como terpenos e compostos fenólicos existentes em plantas do tipo *Pterodon spp*, podem influenciar diretamente parâmetros morfológicos em espécies bioindicadoras, como a alface, reforçando os resultados observados neste trabalho.

Assim, os dados obtidos indicam que a aplicação de extratos vegetais pode modificar o padrão de crescimento foliar de forma dependente da concentração utilizada.

A figura 16, é resultante da análise de crescimento da altura da alface, mediante a aplicação dos extratos de sementes e folhas de *Pterodon emarginatus* Vogel, nas plantas de *Lactuca sativa*, em quatro semanas de acompanhamento, com médias de crescimento entre

1.2 cm à 2.7 cm de altura no período analisado.

Figura 16: Gráfico do resultado das curvas de crescimento da altura da alface.



Fonte: Autor, (2025).

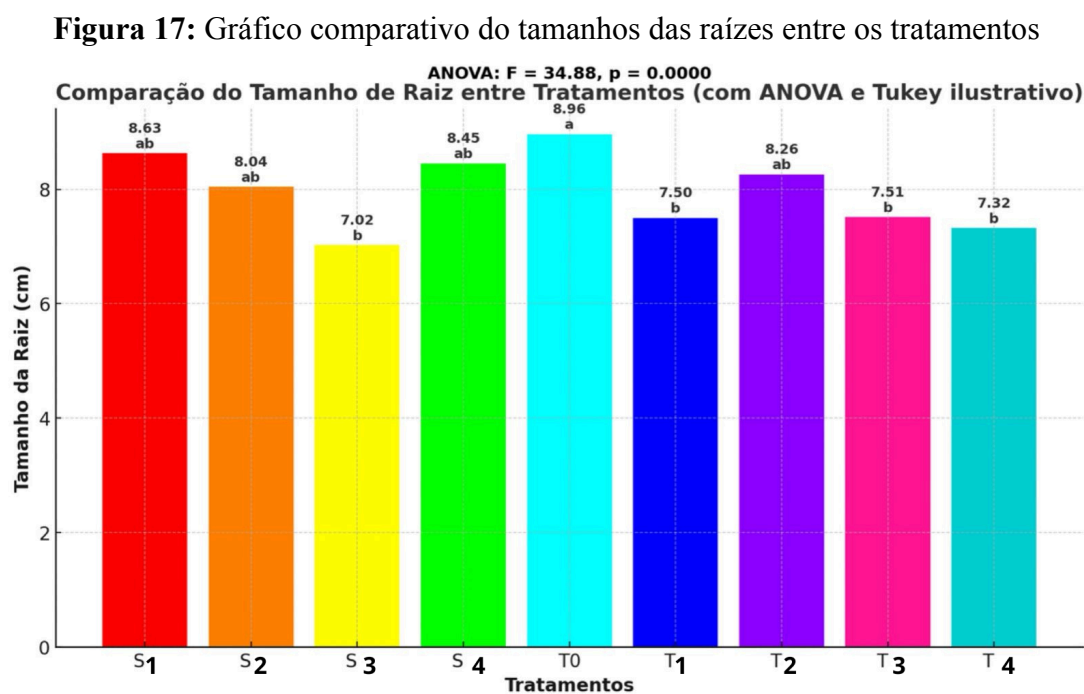
A figura 16, de crescimento em altura corrobora os resultados obtidos para o crescimento foliar, onde o tratamento TS1 apresentou crescimento reduzido, indicando possível interferência dos aleloquímicos no alongamento celular. Tendo visto que os mesmos tratamentos se destacaram: TF2, com crescimento inicial moderado na segunda semana de 2,3 á 2,7 cm, TS2 que apresentou crescimento de 1,8 cm na primeira semana, alcançando 2,7 cm na última semana (quarta semana) de avaliação, sendo o tratamento de destaque.

Observou-se que determinadas concentrações promoveram maior estímulo no crescimento em altura a partir da segunda semana, mantendo tendência superior até a quarta semana de avaliação, enquanto outros tratamentos apresentaram desenvolvimento mais moderado. O tratamento controle (T0) apresentou crescimento intermediário, possibilitando a comparação dos efeitos promovidos pelos extratos vegetais. Os resultados indicaram comportamento variando conforme a concentração, podendo ocorrer estímulo ou inibição do crescimento de acordo com a dose aplicada.

Resultados semelhantes foram descritos por Reigosa, Pedrol e González (1999), os quais relatam que compostos aleloquímicos podem interferir diretamente no crescimento da parte aérea, variando conforme a concentração e a espécie receptora. Gatti, Perez e Lima (2004), ao avaliarem extratos vegetais sobre alface, observaram alterações significativas na

altura das plantas em função do aumento das concentrações testadas. De acordo com Taiz *et al.* (2017), metabólitos secundários, como fenóis e terpenóides, podem afetar processos fisiológicos relacionados ao alongamento celular, influenciando diretamente o crescimento vegetal. Dessa forma, os resultados obtidos neste estudo corroboram a literatura ao evidenciar respostas graduais no desenvolvimento em altura das plantas submetidas aos diferentes tratamentos.

O gráfico 17, expressa os efeitos do uso dos extratos de folhas e sementes, no comprimento das raízes.



Fonte: Autor, (2025).

A análise de variância (ANOVA) indicou diferenças significativas entre os tratamentos analisados para o tamanho da raiz. Os tratamentos TS3 (800 mg/L), TF3 (800 mg/L) e TF4 (1000 mg/L), apresentaram menores valores, possivelmente indicando, que a variedade sofreu interações com a inclusão dos aleloquímicos, inferindo possivelmente que a variedade sofreu interação alelopática.

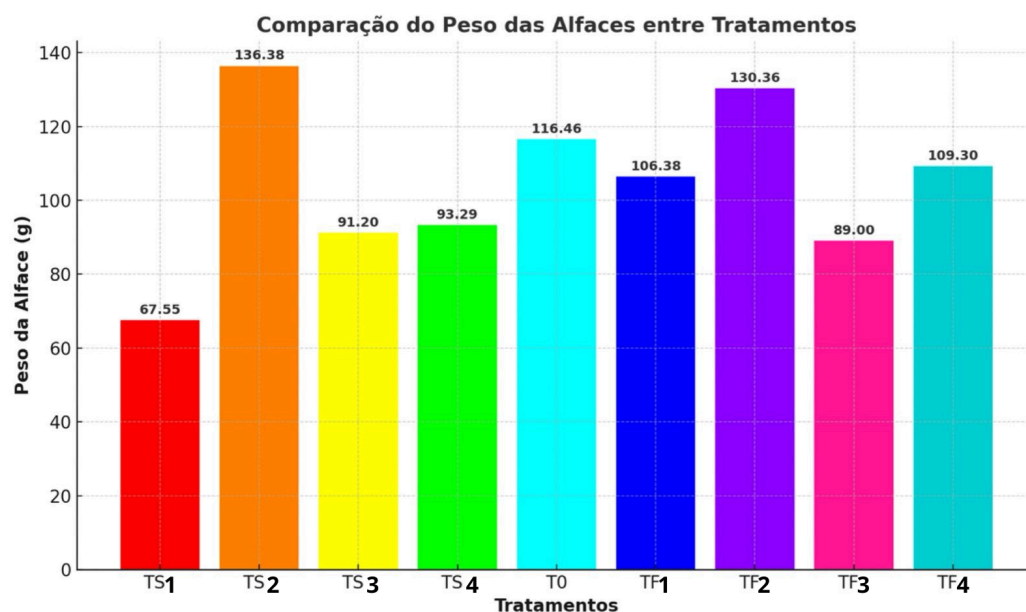
A análise de variância indicou efeito significativo dos tratamentos sobre o comprimento da raiz, demonstrando que os extratos aplicados influenciaram o desenvolvimento radicular das plantas de alface. Observa-se que os tratamentos TS3 (800mg), TF3 (800 mg/L) e TF4 (1000 mg/L), apresentaram menores valores médios,

evidenciando possível efeito inibitório no crescimento radicular. Os tratamentos TS1 (200 mg/L), TS2 (400 mg/L), TS4 (1000 mg/L) e TF2 (400 mg/L) apresentaram desempenho intermediário, não diferindo estatisticamente do grupo de maior média em alguns casos, conforme indicado pelo teste de Tukey. Esses resultados evidenciam comportamento influenciadores da concentração e do tipo de extrato, sugerindo que compostos bioativos podem exercer efeito inibitório sobre o sistema radicular.

Resultados semelhantes foram observados por Chon *et al.* (2000), que verificaram redução significativa no crescimento radicular de alface submetida a extratos vegetais, destacando a sensibilidade do sistema radicular aos aleloquímicos. De acordo com Inderjit e Duke (2003), o crescimento das raízes é um dos parâmetros mais afetados em estudos de alelopatia, uma vez que o contato direto com substâncias presentes no substrato potencializa os efeitos inibitórios. Gatti, Perez e Lima (2004) também relataram que o comprimento radicular de plântulas de alface apresentou variações significativas conforme o aumento da concentração dos extratos testados, evidenciando resposta dose-dependente. Assim, os resultados obtidos neste estudo corroboram a literatura ao demonstrar que a aplicação de extratos vegetais pode alterar o desenvolvimento radicular, reforçando o potencial alelopático dos compostos avaliados.

A figura 18 apresenta um comparativo dos pesos das plantas de *Lactuca sativa* após os tratamentos testados no estudo.

Figura 18: Gráfico comparativo do peso das alfaces.



Fonte: Autor, (2025).

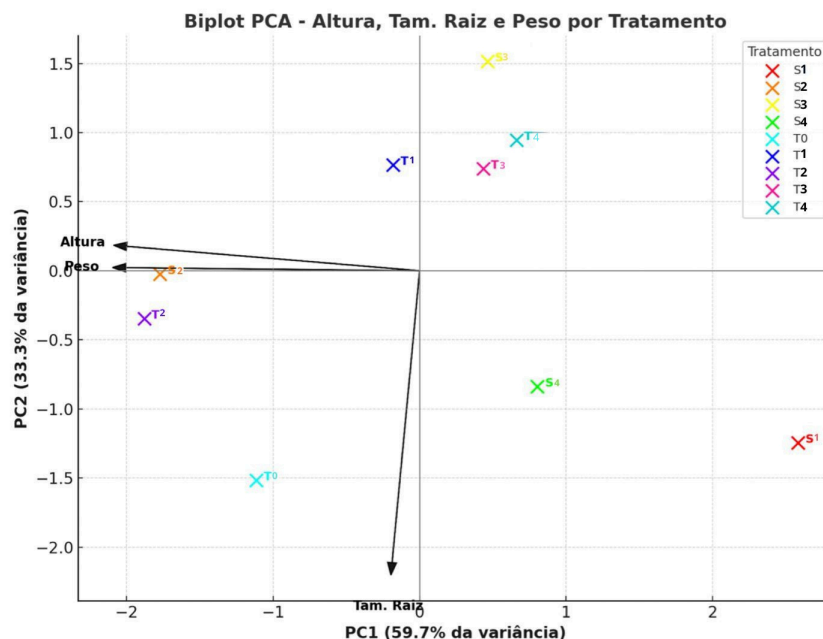
O maior peso foi observado nos tratamentos TS2 (400 mg/L) e TF2 (400 mg/L), indicando possível efeito estimulante em concentrações intermediárias dos extratos. Em contraste, o tratamento TS1 apresentou o menor peso, reforçando o efeito alelopático negativo observado nas demais variáveis.

A comparação do peso fresco das plantas de alface entre os tratamentos evidencia variação expressiva na produção de biomassa, indicando influência direta dos extratos aplicados sobre o desempenho produtivo da cultura. Observa-se que alguns tratamentos, como TS2 (400 mg/L) e TF2 (400 mg/L), apresentaram maiores médias de peso, superando inclusive o tratamento controle (T0), o que sugere possível efeito estimulador em determinadas concentrações. Por outro lado, tratamentos como TS1 (200 mg/L) e TF3 (800 mg/L), apresentaram menores valores médios, indicando possível efeito inibitório no acúmulo de biomassa. Esses resultados reforçam a hipótese de resposta dose-dependente, na qual diferentes concentrações podem promover estímulo ou redução do crescimento vegetal, devido à alta concentração de compostos metabólicos produzidos pela espécie *Pterodon emarginatus* Vogel, existentes tanto em folhas como no óleo das sementes.

Resultados semelhantes foram observados por Gatti, Perez e Lima (2004), que verificaram alterações significativas na massa fresca de plântulas de alface submetidas a extratos vegetais, com respostas variando conforme a concentração utilizada. De acordo com Reigosa, Pedrol e González (1999), compostos aleloquímicos podem interferir no metabolismo primário das plantas receptoras, afetando processos como divisão e expansão celular, refletindo diretamente na produção de biomassa. Taiz *et al.* (2017) destacam que metabólitos secundários presentes em extratos vegetais podem influenciar processos fisiológicos relacionados à fotossíntese e ao balanço hormonal, impactando o acúmulo de matéria fresca. Assim, os resultados obtidos neste estudo corroboram a literatura ao evidenciar que a aplicação de extratos vegetais pode alterar significativamente o peso das plantas, demonstrando potencial efeito alelopático dependente da concentração e do tipo de extrato empregado.

A figura 19, salienta um gráfico Biplot Análise de Componentes Principais (PCA), para avaliação da influência dos extratos de *Pterodon emarginatus* Vogel, em *Lactuca Sativa*, para os três tipos de análises realizadas: altura da planta, comprimento da raiz e peso da planta nos tratamentos investigados.

Figura 19: Análise de Componentes Principais (PCA), resultando na altura, tamanho da raiz e peso por tratamento.



Fonte: Autor, (2025).

A análise dos Componentes Principais (PCA) evidenciou que a variável tamanho de raiz apresentou maior contribuição no sentido negativo do segundo componente principal (PC2), conforme indicado pela direção do vetor no biplot. A disposição dos tratamentos em relação a esse vetor permite inferir o grau e o sentido da associação entre cada tratamento e o desenvolvimento radicular.

Observou-se que os tratamentos S3 (Tratamento extrato de sementes), T1 (Tratamento extrato de folhas) e T3 (Tratamento extrato de folhas), posicionaram-se em sentido oposto ao vetor de tamanho de raiz, especialmente no quadrante superior do gráfico (valores positivos de PC2), indicando correlação negativa com essa variável. Esse posicionamento sugere que tais tratamentos exerceram efeito inibitório sobre o crescimento radicular das plantas, reduzindo o comprimento das raízes quando comparados aos demais tratamentos avaliados.

Dentre eles, o tratamento S3 destacou-se por apresentar maior distanciamento em relação ao vetor de tamanho de raiz, indicando efeito inibitório mais pronunciado. Os tratamentos T1 e T3 também demonstraram influência negativa, embora com menor intensidade relativa.

Por outro lado, os tratamentos S1, S4, T2 e T4 apresentaram-se mais próximos ou no mesmo sentido do vetor de tamanho de raiz, evidenciando associação positiva com essa variável, o que indica que não promoveram redução no comprimento radicular.

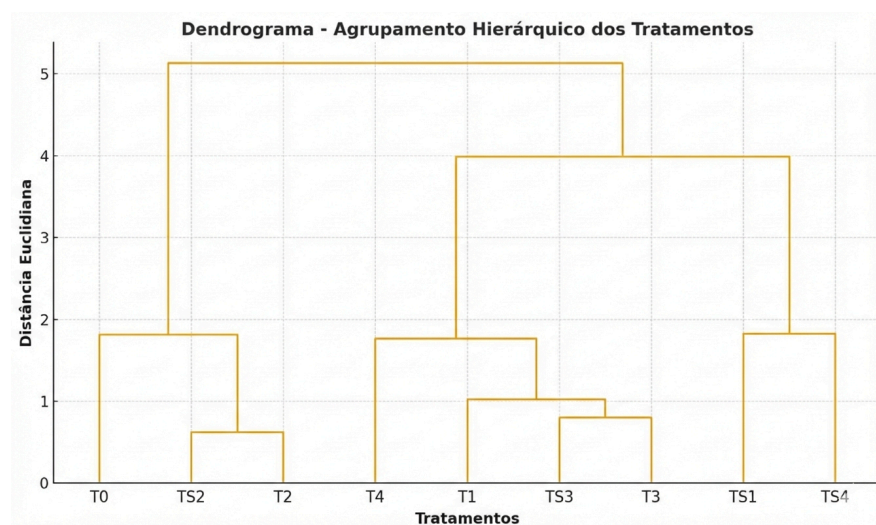
Assim, a análise multivariada confirma que os tratamentos S3, T1 e T3 foram os principais responsáveis pela redução no tamanho das raízes, demonstrando interação negativa sobre o desenvolvimento radicular das plantas avaliadas.

Resultados de trabalhos com avaliações sobre as implicações de compostos alelopáticos, descritos por Marinov-Serafimov et al. (2024), que verificaram, por meio de análises multivariadas, a separação clara de tratamentos com extratos vegetais em função de variáveis biométricas, demonstrando que compostos aleloquímicos podem afetar diferentemente parte aérea e sistema radicular. Da mesma forma, Seifu, Hika e Mamo (2023) observaram que extratos vegetais influenciam significativamente parâmetros de crescimento, promovendo alterações proporcionais na altura e na biomassa das plantas, o que reforça a correlação positiva entre essas variáveis. Segundo Ferreira e Borghetti (2004), variações no crescimento radicular são frequentemente mais sensíveis à presença de aleloquímicos, justificando o comportamento distinto dessa variável em análises multivariadas.

Assim, os resultados obtidos corroboram a literatura, indicando que os extratos aplicados influenciaram diferencialmente o desenvolvimento das plantas de alface, evidenciando respostas específicas entre crescimento da parte aérea e sistema radicular, notadamente, neste trabalho em questão, as diferentes dosagens dos extratos de folhas e sementes foram essenciais para determinação da avaliação das influências no crescimento da planta, comprimento da raiz e o peso

A figura 20, exemplifica por um dendrograma, os agrupamentos dentro dos tratamentos estabelecidos e avaliados.

Figura 20: Agrupamento hierárquico dos tratamentos.



Fonte: Autor, (2025).

Resultados semelhantes foram descritos por Seifu, Hika e Mamo (2023), que verificaram a formação de grupos distintos em análise de cluster ao avaliar o efeito de extratos vegetais sobre o crescimento inicial de alface, indicando que diferentes concentrações podem resultar em respostas fisiológicas específicas. Marinov-Serafimov et al. (2024) também observaram separação clara entre tratamentos em análises multivariadas, associando os agrupamentos às variações na biomassa e no crescimento radicular, reforçando que compostos aleloquímicos influenciam diferencialmente os parâmetros morfológicos. Segundo Ferreira e Borghetti (2004), a germinação e o crescimento inicial são altamente sensíveis à presença de metabólitos secundários, o que explica a distinção entre grupos quando submetidos à análise estatística multivariada.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados evidenciaram que os extratos de sucupira (*Pterodon emarginatus* Vogel) o extrato de folhas (extrato aquoso), quanto o de sementes (extrato etanólico), exerceram influência significativa sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas de alface (*Lactuca sativa*) cultivar Crespa Itapuã Super, demonstrando comportamento dependente da concentração e do tipo de extrato utilizado. Observou-se efeito inibitório mais evidente nos tratamentos das folhas: TS1 200g, TF3 800g e TF4 1000g, os quais apresentaram redução no crescimento e no acúmulo de biomassa quando comparados ao tratamento controle (T0).

Quanto ao comprimento radicular, os tratamentos com extratos da semente e folhas TS3, TF1, TF3 e TF4 destacaram-se pela diminuição significativa do desenvolvimento das raízes, evidenciando maior sensibilidade do sistema radicular aos compostos alelopáticos presentes nos extratos.

Além disso, no peso, TS1 e TF3 apresentaram menores médias, reforçando o possível efeito negativo dessas concentrações sobre o acúmulo de biomassa.

Esses resultados indicam que concentrações específicas, especialmente em níveis mais elevados ou determinadas combinações de extrato, exerceram influência inibitória no crescimento e desenvolvimento das plantas de alface.

Na análise de Componentes Principais (PCA), observou-se que o tratamento correspondente à concentração de 400 g, bem como o controle negativo (T0), posicionaram-se no mesmo sentido dos vetores relacionados às variáveis de crescimento,

como altura e peso, indicando correlação positiva com essas características. Esse resultado demonstra que a concentração de 400 g não exerceu efeito inibitório significativo sobre o desenvolvimento das plantas, apresentando comportamento semelhante ao controle. Assim, a influência observada para essa concentração pode ser considerada positiva ou neutra, em contraste com as concentrações mais elevadas, que evidenciaram efeitos negativos sobre o crescimento vegetal.

Com base nos resultados obtidos, considero que este trabalho foi importante para evidenciar o potencial alelopático da sucupira (*Pterodon emarginatus Vogel*) sobre o desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa*), demonstrando que os extratos de folhas e sementes podem influenciar significativamente o crescimento das plantas, especialmente em concentrações mais elevadas. Os efeitos observados, como a redução do comprimento radicular, da altura e do acúmulo de biomassa em determinados tratamentos, indicam que os compostos presentes na sucupira possuem ação inibitória sobre o desenvolvimento vegetal. Ao mesmo tempo, a resposta neutra observada em concentrações intermediárias reforça que o efeito dos aleloquímicos está diretamente relacionado à dose aplicada. Dessa forma, os resultados obtidos contribuem para ampliar o conhecimento sobre a alelopatia de espécies do Cerrado e destacam a importância de novos estudos que aprofundem a identificação dos compostos responsáveis por esses efeitos e suas possíveis aplicações na agricultura.

REFERÊNCIAS

- ALVES, C. M. *et al.* Phytochemical diversity and pharmacological potential of the genus *Pterodon*: an updated review. **Journal of Ethnopharmacology**, [S. l.], v. 318, art. 116956, 2024.
- CHON, S. U. *et al.* Allelopathic potential in lettuce (*Lactuca sativa* L.) plants. **Allelopathy Journal**, Hisar, v. 7, n. 1, p. 95-104, 2000.
- FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 12, n. esp., p. 175-204, 2000.
- FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- FILGUEIRA, Fernando A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2013.

GATTI, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. A.; LIMA, M. I. S. Atividade alelopática de extratos vegetais sobre germinação e crescimento inicial de alface. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 26, n. 3, p. 293-299, 2004.

HASAN, Md. Mehedi *et al.* Natural products: the future of bioherbicides for sustainable weed management. *Plants*, Basel, v. 13, n. 2, art. 235, 2024.

INDERJIT; DAKSHINI, K. M. M. On laboratory bioassays in allelopathy. *The Botanical Review*, New York, v. 61, n. 1, p. 28–44, 1995.

INDERJIT; DUKE, S. O. Ecophysiological aspects of allelopathy. *Plants*, Berlin, v. 217, p. 529-539, 2003.

KATO-NOGUCHI, Hisashi. **Allelopathy**: principles and practices for sustainable agriculture. Singapore: Springer Nature, 2023.

KATO-NOGUCHI, Hisashi. Isolation and identification of allelochemicals and their activities and functions. *Journal of Pesticide Science*, Tokyo, v. 49, n. 1, p. 1-14, 2024.

LEAL PEREIRA, M. *et al.* Synthesis of silver nanoparticles and evaluation of antimicrobial activity using the aqueous extract of *Pterodon emarginatus* seeds. *Cureus*, Palo Alto, v. 16, n. 12, e76382, 2024.

MACÍAS, Francisco A. *et al.* Search for novel allelochemicals in agroecosystems. In: KOHLI, R. K. *et al.* (ed.). **Allelopathy in ecological agriculture and forestry**. Dordrecht: Springer, 2000. p. 237-253.

MARINOV-SERAFIMOV, P. *et al.* Secondary metabolites and their role in plant–plant interactions. *Plants*, Basel, v. 13, 2024.

PANNACCI, Euro *et al.* Natural herbicides for sustainable weed management. *Plants*, Basel, v. 11, n. 10, art. 1358, 2022.

PASSOS, Nilva Maria R. R. S. **Avaliação da composição química de voláteis e atividades biológicas dos frutos de *Pterodon emarginatus* Vogel**. 2024. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2024.

PEREIRA, Ana Paula S. *et al.* Chemical characterization and biological potential of essential oils from Brazilian Cerrado plants: a review. *Journal of Essential Oil Research*, [S. l.], v. 36, n. 2, p. 115-132, 2024.

REIGOSA, M. J.; PEDROL, N.; GONZÁLEZ, L. **Allelopathy in agroecosystems**. Dordrecht: Springer, 1999.

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

SALA, Fernando César; COSTA, Cyro Paulino da. Retrospectiva e tendência da alface no Brasil. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 30, n. 2, p. 187-194, 2012.

SCAVO, Aurelio; MAUROMICALE, Giovanni. Crop Allelopathy for Sustainable Weed Management in Agroecosystems: Knowing the Past to Plan the Future. *Sustainability*, Basel, v. 13, n. 15, art. 8254, 2021.

SCAVO, Aurelio; RESTUCCIA, Cristina. Allelopathy: a green strategy for weed management in sustainable agriculture. **Agronomy**, Basel, v. 13, n. 2, art. 332, 2023.

SEIFU, A.; HIKA, G.; MAMO, T. Allelopathic effects of plant extracts on germination and seedling growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Journal of Plant Interactions**, v. 18, n. 1, p. 1-9, 2023.

SILVA, L. R. *et al.* Potencialidades da sucupira-branca (*Pterodon emarginatus*) e sua importância ecológica no Cerrado. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 84, e 274560, 2024.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. **Alelopatia**: princípios básicos e aspectos gerais. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 260 p.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.