

POTENCIAL ALELOPÁTICO DO EXTRATO AQUOSO DAS FOLHAS E RAÍZES DE *PLECTRANTHUS ORNATUS* CODD FRENTE SEMENTES DE MAXIXE *CUCUMIS ANGURIA* L.

POTENCIAL ALELOPÁTICO DO EXTRATO AQUOSO DAS FOLHAS E RAÍZES DE *PLECTRANTHUS ORNATUS* CODD FRENTE SEMENTES DE MAXIXE *CUCUMIS ANGURIA* L.

POTENCIAL DE ALELOPATÍA DEL EXTRACTO ACUOSO DE HOJAS Y RAÍZES DE *PLECTRANTHUS ORNATUS* CODD FRENTE DE SEMILLAS DE PEPINILLO *CUCUMIS ANGURIA* L.

Eldon Carlos dos Santos Colares¹
Mateus Feitosa Santos²
Anyele Ramos da Silva³
Nairze Saldanha Santos⁴
Juciane Carvalho Afilhado⁵
Maylane da Silva Gomes⁶
Sabrina dos Santos Souza⁷
Laiane Lima Azevedo⁸

Resumo

Desde os primórdios da civilização, as plantas têm sido utilizadas no tratamento de diversas enfermidades, e, mais recentemente, têm despertado crescente interesse científico devido a potenciais atividades terapêuticas e bioativas. Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito alelopático do extrato aquoso das folhas e raízes de *Plectranthus ornatus* Codd sobre a germinação de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). Foram testadas cinco concentrações dos extratos (0%, 5%, 10%, 20% e 40%), aplicadas em papel filtro umedecido em placas de Petri, com quatro repetições de 25 sementes cada, em delineamento fatorial 2×5 . As avaliações incluíram taxa de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea, comprimento radicular e massa seca das plântulas, ao longo de dez dias. Os resultados indicaram que os extratos aquosos de folhas e raízes apresentaram efeito alelopático significativo, interferindo negativamente na germinação e no desenvolvimento das sementes, sendo que os extratos das folhas demonstraram maior potencial inibitório em comparação aos das raízes.

Palavras-chave: extrato aquoso; alelopatia; *plectranthus ornatus*; maxixe.

Abstract

Since the dawn of civilization, plants have been used to treat various diseases and, more recently, have attracted growing scientific interest due to their potential therapeutic and bioactive properties. This study aimed to evaluate the allelopathic effect of the aqueous extract from the leaves and roots of *Plectranthus ornatus* Codd on the

¹ Farmacêutico- Instituto Esperança de Ensino Superior

² Farmacêutico Generalista, Universidade Federal do Amazonas; Mestrando em Ciência Farmacêuticas-PPGCF-UFAM

³ Farmacêutica Generalista, Universidade Federal do Amazonas; Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia Para Recursos Amazônicos

⁴ Farmacêutica Generalista- UniNorte; Residente em Neurontensivismo -HUGV; Pós-Graduada em Citologia Clínica- Stácio de Sá; Farmacêutica- Hospital Militar do Amazonas; Farmacêutica- Hospital Universitário Getúlio Vargas

⁵ Farmacêutica Generalista, UFAM-ICET; Pós-Graduada em Farmácia Clínica e Prescrição Farmacêutica-ICTQ; Pós-Graduada no Programa de Pós-Graduação em Ciências, Tecnologia e Saúde (PPGCTS)

⁶ Farmacêutica Generalista, Universidade Federal do Amazonas; Mestranda em Ciências Farmacêuticas- PPGCF (UFAM)

⁷ Licenciada em Química; Centro Universitário FAMETRO, Manaus-AM. Brasil; Mestre Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos, PPGCTRA-UFAM

⁸ Engenheira agrônoma; Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara-AM; Mestre em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos; PPGCTRA-UFAM.

germination of maxixe (*Cucumis anguria* L.) seeds. Five extract concentrations (0%, 5%, 10%, 20%, and 40%) were tested, applied to moistened filter paper in Petri dishes, with four replicates of 25 seeds each, in a 2×5 factorial design. Evaluations included germination rate, germination speed index (GSI), shoot length, root length, and dry mass of seedlings over ten days. The results indicated that the aqueous extracts from leaves and roots had a significant allelopathic effect, negatively affecting seed germination and development, with leaf extracts showing a greater inhibitory potential compared to root extracts.

Keywords: aqueous extract; allelopathy; *Plectranthus ornatus*; maxixe.

Resumen

Desde los albores de la civilización, las plantas han sido utilizadas en el tratamiento de diversas enfermedades y, más recientemente, han despertado un creciente interés científico debido a sus posibles propiedades terapéuticas y bioactivas. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto alelopático del extracto acuoso de las hojas y raíces de *Plectranthus ornatus* Codd sobre la germinación de semillas de maxixe (*Cucumis anguria* L.). Se probaron cinco concentraciones de los extractos (0%, 5%, 10%, 20% y 40%), aplicadas sobre papel de filtro humedecido en placas de Petri, con cuatro repeticiones de 25 semillas cada una, en un diseño factorial 2×5 . Las evaluaciones incluyeron la tasa de germinación, el índice de velocidad de germinación (IVG), la longitud de la parte aérea, la longitud radicular y la masa seca de las plántulas durante diez días. Los resultados indicaron que los extractos acuosos de hojas y raíces presentaron un efecto alelopático significativo, afectando negativamente la germinación y el desarrollo de las semillas, siendo los extractos de hojas los que mostraron mayor potencial inhibitorio en comparación con los de raíces.

Palabras clave: extracto acuoso; alelopatía; *Plectranthus ornatus*; maxixe.

1 Introdução

As plantas medicinais desempenham um papel fundamental na saúde humana e animal, constituindo a base para diversos tratamentos terapêuticos em nível global. Desde a antiguidade, seu uso tem sido registrado como uma estratégia eficaz no combate a infecções causadas por microrganismos (Salehi *et al.*, 2019). Esse recurso é especialmente relevante para populações em situação de vulnerabilidade socioeconômica, que fazem uso dessas plantas devido à sua ampla aceitação cultural, disponibilidade e baixo custo (Newman; Cragg, 2020).

Por meio do metabolismo secundário, as plantas são capazes de sintetizar compostos com funções diversas, incluindo a defesa contra herbívoros, patógenos e competição com outras espécies, os quais podem apresentar distintas atividades biológicas (Simões *et al.*, 2017). O Brasil, por sua vez, abriga a maior diversidade biológica do planeta, além de contar com uma expressiva comunidade científica dedicada à pesquisa em química de produtos naturais (Newman; Cragg, 2020).

Nos últimos anos, a indústria intensificou a produção de herbicidas sintéticos, cujos resíduos podem acarretar impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana. Esse cenário tem impulsionado o interesse por alternativas sustentáveis, como o uso de substâncias naturais com potencial herbicida, visando ao controle de plantas daninhas que afetam culturas agrícolas economicamente relevantes (Miranda, 2021).

A interação entre plantas conhecida como alelopatia não é um conceito novo. O termo,

de origem grega, deriva das palavras *allelo*, que significa "recíproco", e *pathos*, que significa "sofrimento" ou "sensação". A expressão "alelopatia" foi introduzida pela primeira vez em 1937 por um fisiologista que investigava os efeitos inibitórios ou estimuladores exercidos por uma planta sobre outra (Willis, 2007).

O efeito alelopático exercido por determinadas espécies vegetais está frequentemente relacionado à sua composição química, especialmente à presença de uma ou mais classes de metabólitos secundários, como fenóis, terpenos, monoterpenos, diterpenos, entre outros (Silva *et al.*, 2019). Atualmente, diversos estudos vêm sendo conduzidos em laboratórios de pesquisa com o uso de espécies vegetais sensíveis a aleloquímicos derivados de outras plantas. Esses ensaios têm como objetivo avaliar o impacto desses compostos sobre a germinação de sementes, contribuindo para a compreensão dos mecanismos de ação dos metabólitos secundários no processo germinativo (Oliveira *et al.*, 2021).

Dentre as famílias botânicas amplamente investigadas em ensaios clínicos e estudos fitoquímicos, destaca-se a família Lamiaceae, que compreende mais de 300 gêneros e aproximadamente 7.500 espécies distribuídas em diversas regiões do mundo (Lopes; Sousa; Abreu, 2021). Dentro desse grupo, sobressai-se a espécie *Plectranthus ornatus* Codd, popularmente conhecida como boldo-gambá ou boldinho. Na medicina tradicional, suas folhas são comumente utilizadas na forma de infusões (chás) ou preparações caseiras como lambedores, sendo atribuídas a elas propriedades digestivas, anti-inflamatórias e carminativas (Bangay *et al.*, 2024; Silva *et al.*, 2023).

Embora os extratos obtidos de *Plectranthus ornatus* Codd ainda sejam pouco explorados na literatura científica, o gênero *Plectranthus* é amplamente reconhecido por suas diversas atividades biológicas, incluindo propriedades antibacterianas, citotóxicas, entre outras (Lambrechts; Lall, 2021). Essas características tornam o gênero um promissor ponto de partida para a investigação de compostos bioativos com potencial aplicação farmacológica, podendo contribuir para o desenvolvimento de novos fármacos com maior eficácia e especificidade (Bangay *et al.*, 2024).

Na literatura são poucos os relatos de possíveis efeitos alelopáticos de *Plectranthus ornatus* Codd, assim o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial alelopático do extrato aquoso das folhas e raízes de *Plectranthus ornatus* Codd em sementes de maxixe *Cucumis anguria* L.

2 Metodologia

2.1 Coleta e assepsia do material botânico

As folhas e raízes de *Plectranthus ornatus* Codd foram coletadas no Horto Florestal do município de Itacoatiara, estado do Amazonas (AM), às 08h da manhã. Durante a coleta, registraram-se a temperatura e a umidade relativa do ar, enquanto o índice pluviométrico do dia anterior foi obtido junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). As coordenadas geográficas do local de coleta foram: S 3°8'10,94604" e W 58°25'55,7562".

Após a coleta, o material botânico foi transportado ao laboratório, onde procedeu-se à limpeza das folhas, com atenção às faces adaxial e abaxial, utilizando-se uma flanela limpa e seca. As raízes passaram pelo mesmo processo de higienização. Em seguida, ambos os materiais foram pesados separadamente, totalizando 80 gramas de folhas e 80 gramas de raízes para o preparo dos extratos.

2.2 Preparo dos extratos

Os extratos aquosos foram preparados em cinco concentrações: 0%, 5%, 10%, 20% e 40%, com base na proporção peso/volume (p. v⁻¹). Para a obtenção dos extratos, o material vegetal fresco (80 g de folhas e 80 g de raízes) foi submetido à trituração por maceração manual, utilizando gral e pistilo, separadamente para cada parte da planta, à temperatura ambiente (25 °C).

Após a trituração, foram adicionados 200 mL de água destilada a cada amostra, estabelecendo-se assim a relação peso/volume necessária para a preparação das diferentes concentrações. Os extratos foram então reservados para posterior utilização nos bioensaios.

2.3 Bioensaio de germinação

Para o bioensaio de germinação foram usadas Placas de Petri com 9 cm de diâmetro, contendo quatro folhas de papel filtro: duas utilizadas como base e duas na tampa, previamente autoclavadas a 120 °C sob pressão de 1 kgf/cm² por 30 minutos. As folhas de papel foram umedecidas com volume de água destilada correspondente a duas vezes a massa do papel seco.

Em cada placa, foram distribuídas 25 sementes de maxixe previamente desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio a 0,5%. As avaliações foram realizadas diariamente até o décimo dia após a semeadura, e os dados de germinação foram registrados de acordo com os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

As soluções dos extratos, nas respectivas concentrações, foram aplicadas sobre o papel filtro disposto na tampa das placas, de forma a manter contato direto com as sementes. Os bioensaios foram conduzidos em incubadora do tipo B.O.D Microprocessada Biothec -BT 71 /PID com volume interno de 300 litros, controle de temperatura digital PID com sensibilidade de 0,1°C e exatidão interna de 0,3°C, set point de ajuste de segurança contra resfriamento com desligamento programado e ocorre presença de lâmpadas tipo led branca 6000 k-IP 65 de baixo consumo usando o fotoperíodo de 12 horas de luz e temperatura constante de 25 °C. As soluções foram aplicadas apenas uma única vez, no início do experimento. Consideraram-se germinadas as sementes que apresentaram protrusão radicular mínima de 2 mm.

2.4 Variáveis analisadas e análise estatística

Foram avaliadas as variáveis: Porcentagem de germinação, o Índice de velocidade de germinação (IVG) diariamente e o comprimento de raiz, o comprimento de parte aérea usando as equações propostas por Labouriau; Valadares., (1976).

As duas equações são apresentadas a seguir:

Equação 1: Fórmula da Porcentagem de Germinação:

$$\%G = (N/100) \times 100.$$

Onde: N = número de sementes germinadas ao final do teste;

Unidade: %;

Equação 2: Fórmula do Índice de Velocidade de Germinação:

$$IVG = \sum (ni / ti)$$

Onde: ni = número de sementes que germinaram no tempo 'i';

ti = tempo após instalação do teste;

i = 1 → 12 dias. Unidade: adimensional;

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas através do teste de Tukey, utilizando o programa Sisvar a 5% de probabilidade e os dados quantitativos significativos serão submetidos à análise de regressão para determinação das variáveis analisadas (Ferreira, 2011).

3 Resultados

Os dados obtidos no procedimento experimental, usando como base a germinação das sementes de maxixe, submetidas a diferentes concentrações do extrato aquoso das folhas e raízes de *P. ornatus* Codd demonstraram que, por meio do teste estatístico, foram analisadas diferenças significativas das variáveis analisadas por meio da interação entre os fatores ($p < 0,05$) conforme pode ser visto na (Tabela 1).

Tabela 1: Porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação de sementes de maxixe submetidas a diferentes concentrações de extratos aquosos das folhas e raízes de *P. Ornatus* Codd.

Concentração (%)	Germinação (%)		IVG (%)	
	Folha	Raiz	Folha	Raiz
0	80,78 aA	84,60 aA	8,48 aA	9,27 aA
5	57,48 bA	67,80 bA	6,15 bA	7,15 abA
10	47,40 bcB	66,00 bA	4,49 bcB	7,40 abA
20	37,00 cB	65,00 bA	2,66 cB	7,25 bA
40	00,00 dB	61,00 bA	0,00 dB	7,08 bA
DMS (folha/raiz)	17,12		2,03	
DMS (concentração)	11,98		1,54	
CV (%)	14,86		17,75	

Legenda: IVG: índice de velocidade de germinação; DMS: diferença mínima significativa; CV: coeficiente de variação; médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Fonte: Os autores., (2025)

No uso do extrato das raízes, por meio do delineamento estatístico, foram observadas diferenças significativas entre as concentrações utilizadas, todavia estas apresentavam maior desenvolvimento radicular se comparado com o com o extrato das folhas (Tabela 2).

Tabela 2: Comprimentos de partes aérea e radicular (mm) de sementes de maxixe submetidas a diferentes concentrações de extratos aquosos das folhas e raízes de *P. Ornatus* Codd.

Concentração (%)	Parte aérea (mm)		Parte radicular (mm)	
	Folha	Raiz	Folha	Raiz
0	22,45 aA	22,31 aA	42,68 aA	48,20 aA
5	16,01 bB	20,41 abA	8,75 bB	33,17 bA
10	8,90 cB	20,51 abA	3,48 bB	27,40 bcA
20	6,19 cB	17,21 bcA	2,19 bB	20,12cA
40	00,00 dB	14,51 cA	0,00 dB	20,31 bA
DMS (folha/raiz)	3,19		8,52	
DMS (concentração)	2,35		6,27	
CV (%)	10,45		20,10	

Legenda: DMS: diferença mínima significativa; CV: coeficiente de variação; médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: os autores (2025)

Um outro ponto observado neste experimento foi que as concentrações de maiores médias foram obtidas utilizando o tratamento controle 0%, com diferença significativa para todas as demais em ambos os extratos estudados.

Como parte complementar do ensaio de atividade alelopática, foram realizadas medições de variáveis como: condutividade elétrica e pH e refratividade e estas encontram-se na tabela 3.

Tabela 3: Características físico-químicas dos extratos aquosos das folhas e raízes de *P. ornatus* Codd utilizados nos bioensaios para avaliação do potencial alelopático sobre sementes de maxixe

Concentração	Condutividade (mV)		pH		Refratividade	
	Folha	Raiz	Folha	Raiz	Folha	Raiz
0%	0,00	0,00	6,45	6,64	0,0	0,0
5%	0,29	0,22	6,53	6,60	0,1	0,1
10%	0,66	0,51	6,73	6,69	0,1	0,0
20%	1,39	0,93	6,68	6,63	0,2	0,0
40%	2,19	1,38	6,76	6,68	0,3	0,2

Legenda: mV: Condutividade Elétrica, pH: Potencial Hidrogeniônico, Refratividade.

Fonte: os autores, (2025).

4 Discussão

A exposição das sementes aos diferentes extratos possibilita a interação direta com substâncias bioativas presentes nas soluções, que podem conter compostos alelopáticos com potencial para interferir em diversos processos fisiológicos (Almeida-Bezerra *et al.*, 2020).

Durante esse contato, tais substâncias podem penetrar nos tecidos das sementes e desencadear mecanismos de ação que variam desde a inibição ou retardo da divisão e do crescimento celular até a supressão total do processo germinativo. Esses efeitos alelopáticos refletem a capacidade dos metabólitos secundários de modular a fisiologia vegetal, comprometendo o desenvolvimento inicial das plântulas (Almeida *et al.*, 2019).

Diversos estudos na literatura têm demonstrado o potencial alelopático de extratos aquosos obtidos de diferentes espécies vegetais sobre a germinação de sementes utilizadas como espécies-alvo (Silva, 2022). No presente estudo, observou-se uma redução significativa no Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *Cucumis anguria* L. em resposta à aplicação dos extratos de *Plectranthus ornatus* Codd. A exposição ao extrato das folhas, mesmo na menor concentração testada (5%), resultou em uma diminuição de aproximadamente 30% no IVG em comparação ao controle. Por sua vez, o extrato das raízes promoveu alterações estatisticamente significativas a partir da concentração de 20%, conforme demonstrado na Tabela 1.

O potencial alelopático de uma espécie vegetal pode variar consideravelmente em função da concentração do extrato utilizado nos ensaios de germinação (Al-Shalah; Hindi; Mohsen, 2020). No presente estudo, verificou-se que tanto folhas quanto raízes de *Plectranthus ornatus* Codd apresentaram efeitos alelopáticos, embora com intensidades distintas (Borges; Amorim, 2020). Esse resultado está em consonância com a literatura, que aponta as folhas como os principais órgãos responsáveis pela produção e acúmulo de aleloquímicos (Cheng; Cheng, 2015).

A análise do comprimento médio da parte aérea das plântulas de *Cucumis anguria* L. revelou sensível interferência dos extratos de *Plectranthus ornatus* Codd, especialmente daqueles obtidos das folhas. Observou-se que todas as concentrações testadas de extrato foliar influenciaram negativamente o desenvolvimento da parte aérea, enquanto os efeitos do extrato das raízes tornaram-se significativos apenas a partir da concentração de 20% (El-Gawad., 2016).

No que diz respeito ao comprimento radicular, os dados demonstraram que o extrato das folhas promoveu maior inibição, com uma redução de até 80% no comprimento das radículas mesmo na menor concentração avaliada (5%), conforme demonstrado na Tabela 2. Esses achados indicam a elevada sensibilidade das sementes ao extrato foliar, o que reforça a hipótese de que as folhas constituem a principal fonte de compostos alelopáticos ativos nessa espécie (Graeber; Nakabayashi; Leubner-Metzger, 2017; Latif; Chiapusio; Weston, 2017).

Ensaio alelopáticos conduzidos por Correia, Centurion e Alves, (2005), indicam que a bioatividade dos compostos aleloquímicos está diretamente relacionada à eficiência dos mecanismos metabólicos de absorção e translocação desses compostos pelas plantas-alvo. Tais observações estão em consonância com os achados de Souza Filho (2006), que reportou efeitos inibitórios significativos sobre o desenvolvimento da raiz primária de Malícia (*Sida rhombifolia*), quando exposta a extratos de *Paspalum maritimum*.

Esses estudos corroboram os resultados obtidos no presente trabalho, nos quais se constatou a inibição do crescimento radicular das plântulas de maxixe em resposta à exposição aos extratos de *P. ornatus* Codd particularmente os provenientes das folhas. A atuação desses aleloquímicos pode estar relacionada à interferência em processos fisiológicos como divisão celular, alongação e absorção de nutrientes essenciais, o que compromete o desenvolvimento inicial das plântulas (Yoshimura *et al.*, 2011; Miranda *et al.*, 2014).

Estudos alelopáticos conduzidos por Wandscheer e Pastorini (2008), demonstraram variações significativas no processo de germinação de sementes de tomate (*Solanum lycopersicum*) submetidas a diferentes concentrações de extratos de *Raphanus raphanistrum*. Esses achados são corroborados pelos resultados apresentados por Cândido *et al.* (2010), que evidenciou redução na germinação de sementes de diversas culturas agrícolas, incluindo alface (*Lactuca sativa*), tomate (*Lycopersicum esculentum*), cebola (*Allium cepa*) e trigo (*Triticum aestivum*), quando expostas a diferentes extratos com potencial alelopático.

A análise do comprimento médio da parte aérea das plântulas de maxixe (*Cucumis anguria* L.) revelou influência significativa das diferentes concentrações dos extratos foliares de *Plectranthus ornatus* Codd. Os efeitos inibitórios do extrato das raízes, por sua vez, tornaram-se evidentes apenas a partir da concentração de 20%. Em relação ao crescimento

radicular, observou-se que os menores comprimentos foram registrados nas plântulas expostas ao extrato das folhas, com redução de até 80% já na menor concentração testada (5%), conforme apresentado na Tabela 2.

A Tabela 3 apresenta os dados referentes às características físico-químicas dos extratos aquosos obtidos das folhas e raízes de *Plectranthus ornatus* Codd, que são fundamentais para o processo de germinação das sementes. De acordo com Ferreira e Borguetti (2004), parâmetros como condutividade elétrica, pH e índice de refração, associados à presença de substâncias como açúcares e aminoácidos, podem alterar a concentração iônica do meio e atuar como agentes osmoticamente ativos, influenciando diretamente a germinação.

Os valores de pH obtidos para os extratos variaram entre 6,45 e 6,48, faixa considerada ideal para a germinação de sementes, uma vez que o pH ótimo para esse processo está compreendido entre 6,0 e 7,5. Estudos alelopáticos conduzidos por Laynez-Garsaballe e Méndez-Natera (2006), com sementes de alface demonstraram que o pH dentro dessa faixa não interfere significativamente a germinação e no desenvolvimento inicial das plântulas, o que também foi constatado por Ferreira e Borguetti (2004).

Em relação à refratividade, os extratos apresentaram valores entre 0,1 e 0,2, nas concentrações de 5% a 40%. Esses valores estiveram associados à presença de compostos que, mesmo em baixas concentrações, exerceram efeitos tóxicos sobre a germinação e o crescimento das plântulas de maxixe. Tais resultados reforçam o potencial alelopático dos extratos aquosos de folhas e raízes de *P. ornatus* Codd, evidenciando sua capacidade de interferir negativamente no desenvolvimento inicial da espécie-alvo.

5 Conclusão

Os extratos aquosos de folhas e raízes de *Plectranthus ornatus* Codd apresentaram atividade alelopática significativa, impactando negativamente tanto a germinação quanto o crescimento inicial das plântulas de maxixe (*Cucumis anguria* L.). Esses efeitos foram dependentes da concentração, sendo mais pronunciados nos extratos foliares, o que sugere uma maior presença ou atividade de aleloquímicos nessa parte da planta. As reduções observadas no índice de velocidade de germinação, no comprimento da parte aérea e das radículas, bem como na massa seca das plântulas, reforçam a presença de compostos com ação fitotóxica capazes de atuar sobre processos fisiológicos essenciais ao desenvolvimento vegetal.

A literatura já reconhece o gênero *Plectranthus* como fonte de substâncias bioativas, incluindo fenóis, terpenos e flavonoides, que podem interferir na divisão celular, no

alongamento das células e na síntese de proteínas. O fato de os extratos apresentarem pH neutro e valores constantes de refração, indica que os efeitos observados não estão relacionados a alterações físico-químicas extremas do meio, mas sim à ação direta dos metabólitos secundários presentes nos tecidos vegetais.

Nesse contexto, os resultados obtidos contribuem para a ampliação do conhecimento sobre o potencial bioativo de *P. ornatus* Codd, indicando sua possível aplicação no desenvolvimento de produtos naturais para o controle de plantas daninhas, especialmente em sistemas agrícolas que busquem reduzir o uso de herbicidas sintéticos. No entanto, para que sua aplicação prática seja viável, torna-se essencial a realização de análises fitoquímicas detalhadas para a identificação dos compostos ativos, além de estudos de toxicidade ambiental e seletividade em diferentes espécies.

Referências

ALMEIDA, L. *et al.* Bioatividade de óleos essenciais na germinação e no vigor em sementes de tomate. **Biotemas**, [s. l.], v. 32, n. 2, p. 13-21, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2019v32n2p13>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2019v32n2p13>. Acesso em: 14 ago. 2025.

ALMEIDA-BEZERRA, J. W. *et al.* Alelopatia? Não sei! Nunca Vi! Eu só ouço falar! **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 9, n. 12, p. e19391210873, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i12.10873>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/10873>. Acesso em: 14 ago. 2025.

AL-SHALAH, L. A. M.; HINDI, N. K. K.; MOHSEN, I. H. Essential Oils. *In*: OLIVEIRA, M. S.; COSTA, W. A.; SILVA, S. G. **Essential Oils: Bioactive Compounds**, New Perspectives and Applications. London: IntechOpen, 2020.

BANGAY, G. *et al.* Derivados de Halimane de *Plectranthus ornatus* Codd. como novos agentes anticâncer. **Biomedicina e Farmacoterapia**, [s. l.], v. 174, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2024.116516>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0753332224004001?via%3Dihub>. Acesso em: 14 ago. 2025.

BORGES, L. P.; AMORIM, V. A. Metabólitos Secundários de Plantas Secondary Plant Metabolites. **Revista Agrotecnologia**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 54-67, 2020. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/agrotecnologia/article/view/9705>. Acesso em: 14 ago. 2025.

BRASIL. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 2009. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf. Acesso em: 14 ago. 2025.

CÂNDIDO, A. C. S. *et al.* Potencial alelopático da parte aérea de *Senna occidentalis* (L.) Link (Fabaceae, Caesalpinioideae): bioensaios em laboratório. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 235-242, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062010000100025>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/SR9yJ3xZRsjFNbgZxw5Cv/?lang=pt>. Acesso em: 14 ago. 2025.

CHENG, F.; CHENG, Z. Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. **Frontiers in Plant Science**, [s. l.], v. 6, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.01020>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2015.01020/full>. Acesso em: 14 ago. 2025.

CORREIA, N. M.; CENTURION, M. A. P. C.; ALVES, P. L. C. A. Influência de extratos aquosos sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 498-503, 2005.

EL-GAWAD, A. M. A. Chemical constituents, antioxidant and potential allelopathic effect of the essential oil from the aerial parts of *Cullen plicata*. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 80, p. 36-41, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.10.054>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669015304994?via%3Dihub>. Acesso em: 14 ago. 2025.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, [s. l.], v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/yjKLJXN9KysfmX6rvL93TSh/abstract/?lang=en>. Acesso em: 14 ago. 2025.

GRAEBER, K.; NAKABAYASHI, K.; LEUBNER-METZGER, G. Development of Dormancy. *In*: THOMAS, B.; MURRAY, B. G.; MURPHY, D. J. **Encyclopedia of Applied Plant Sciences**. 2ª ed. Waltham: Royal Holloway, 2017.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calatropis procera* (Ait.). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [s. l.], v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.

LAMBRECHTS, I. A.; LALL, N. Traditional usage and biological activity of *Plectranthus madagascariensis* and its varieties: A review. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 269, p. 113663, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113663>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874120335510?via%3Dihub>. Acesso em: 14 ago. 2025.

LATIF, S.; CHIAPUSIO, G.; WESTON, L. A. Allelopathy and the Role of Allelochemicals in Plant Defence. **Advances in Botanical Research**, [s. l.], v. 82, p. 19-54, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.abr.2016.12.001>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065229616301203>. Acesso em: 14 ago. 2025.

LAYNEZ-GARSABALLE, J. A.; MÉNDEZ-NATERA, J. R. Efectos de extractos acuosos del follaje del corocillo (*Cyperus rotundus* L.) sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) CV. Arapatol S-15. **Idesia**, Chile, v. 24, n. 2, p. 61-75, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292006000200008>. Disponível em: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292006000200008. Acesso em: 14 ago. 2025.

LOPES, T. A. J.; SOUSA, W. G. M.; ABREU, M. C. Caracterização de plantas alimentícias não convencionais pertencentes à família Lamiaceae baseada em dados bibliográficos. **Biodiversidade**, [s. l.], v. 20, n. 2, 2021. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/12600>. Acesso em: 14 ago. 2025.

MIRANDA, C. A. S. F. *et al.* Chemical composition and allelopathic activity of Parthenium hysterophorus and Ambrosia polystachya weeds essential oils. **American Journal of Plant Sciences**, Irvine, v. 5, n. 9, p. 1248-1257, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2014.59137>. Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=44558>. Acesso em: 14 ago. 2025.

MIRANDA, J. J. M. Medicinal plants and their traditional uses in different locations. *In*: BHAT, R. A.; HAKEEM, K. R.; DERVASH, M. A. **Phytomedicine: A Treasure of Pharmacologically Active Products from Plants**. New York: Academic Press, 2021.

NEWMAN, D. J.; CRAGG, G. M. Natural Products as Sources of New Drugs over the Nearly Four Decades from 01/1981 to 09/2019. **Journal of Natural Products**, [s. l.], v. 83, n. 3, p. 770-803, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.9b01285>. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jnatprod.9b01285?cookieSet=1>. Acesso em: 14 ago. 2025.

OLIVEIRA, M. R. *et al.* Chemical composition and biological activities of essential oils of Piper species from the Amazon. **Journal of Essential Oil Research**, [s. l.], v. 33 n. 6, p. 536-548, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/10412905.2021.1942250>. Disponível em: <https://colab.ws/articles/10.1080%2F10412905.2021.1942250>. Acesso em: 14 ago. 2025.

SALEHI, B. *et al.* Piper species: A comprehensive review on their phytochemistry, biological activities and applications. **Molecules**, [s. l.], v. 24, n. 7, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules24071364>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/24/7/1364>. Acesso em: 14 ago. 2025.

SILVA, L. A. Perfil químico, potencial alelopático e acaricida dos óleos essenciais de Piper hispidum SW (Piperaceae), coletada em Itacoatiara-AM. 2022. 85 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos) - Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara (AM), 2022. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/9052>. Acesso em: 14 ago. 2025.

SILVA, L. R. R. *et al.* Composição morfoanatómica, histoquímica e de óleo essencial de Plectranthus ornatus Codd. (Lamiaceae). **Moléculas**, [s. l.], v. 28, n. 18, 2023. DOI:

<https://doi.org/10.3390/molecules28186482>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/28/18/6482>. Acesso em: 14 ago. 2025.

SILVA, M. A. S. *et al.* Chemical constituents and bioactivities of essential oils from plants of the genus *Piper* L. (Piperaceae): A review. **South American Journal of Basic Education Technical and Technological**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 776-817, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/2711>. Acesso em: 14 ago. 2025. SIMÕES, C. M. O. *et al.* **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017.

SOUZA FILHO, A. P. S. Interferência potencialmente alelopática do capim-gengibre (*Paspalum maritimum*) em áreas de pastagens cultivadas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 451-456, 2006. Disponível em: [https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=578384&biblioteca=&busca=\(autoria:%22SOUZA%20FILHO,%20A.%22\)&qFacets=\(autoria:%22SOUZA%20FILHO,%20A.%22\)&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1](https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=578384&biblioteca=&busca=(autoria:%22SOUZA%20FILHO,%20A.%22)&qFacets=(autoria:%22SOUZA%20FILHO,%20A.%22)&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1). Acesso em: 14 ago. 2025.

WANDSCHEER, A. C. D.; PASTORINI, L. H. Interferência alelopática de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. e *Solanum lycopersicon* L. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 949-953, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000400007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/mQx76sBxMZmcf6StFgQkwPH/?lang=pt>. Acesso em: 14 ago. 2025.

WILLIS, R. J. What is Allelopathy. In: WILLIS, R. J. **The History of Allelopathy**. Berlin: Springer, 2007.

YOSHIMURA, H. *et al.* 1,8-Cineole inhibits both proliferation and elongation of BY-2 cultured tobacco cells. **Journal of Chemical Ecology**, [s. l.], v. 37, n. 3, p. 320–328, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10886-011-9919-2>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21344180/>. Acesso em: 14 ago. 2025.

Data de submissão: 5 de abril de 2025.

Data de aceite: 23 de abril de 2025.