

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS  
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE TEFÉ  
COLEGIADO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DA ESPÉCIE AMAZÔNICA: *Palicourea nitidella* (MÜLL.ARG.)  
STANDL**

**LANNA DA SILVA LIMA**

**TEFÉ, AM  
FEVEREIRO - 2024**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS  
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE TEFÉ  
COLEGIADO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DA ESPÉCIE AMAZÔNICA: *Palicourea nitidella* (MÜLL.ARG.)  
STANDL**

**LANNA DA SILVA LIMA**

**Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao colegiado de Ciências  
Biológicas como requisito para  
obtenção do grau de licenciado em  
Ciências Biológicas.**

**Orientador: Prof. Dr. Fernanda  
Regis Leone  
Coorientador: Guilherme de Queiroz  
Freire**

**TEFÉ, AM  
FEVEREIRO – 2024**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS  
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE TEFÉ  
COLEGIADO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DA ESPÉCIE AMAZÔNICA: *Palicourea nitidella* (MÜLL.ARG.)  
STAND, apresentado por Lanna da Silva Lima, em 23 de fevereiro de 2024.**

**Banca de Avaliação**

**Prof. Dr. Rafael Bernhard**

**Nome da Instituição: Centro de Estudos Superiores de Tefé – Universidade do Estado do Amazonas**

**Profa. Dra. Roseane de Paula Gomes Moraes**

**Nome da Instituição: Centro de Estudos Superiores de Tefé – Universidade do Estado do Amazonas**

**Prof. Msc. Fernanda Regis Leone**

**Nome da Instituição: Centro de Estudos Superiores de Tefé – Universidade do Estado do Amazonas**

**TEFÉ, AM  
FEVEREIRO - 2024**



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS - UEA**  
**CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE TEFÉ - CEST**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**  
**ATA DE AVALIAÇÃO DE TCC - ARTIGO**

**Dados de Identificação**

Nome da Aluno (a): **Lanna da Silva Lima**

Título do trabalho: **Potencial alelopático da espécie amazônica:  
Palicourea nitidella (müll.arg.) Standl**

Nome da Professora Orientadora: **Me. Fernanda Regis Leone**

Ano/Semestre: **2023/2.**

Turma: **8º Período**

**Artigo (Resultado Final)**

**0,0 -10,0**

*9,53*

**COMISSÃO EXAMINADORA**

*Rafael Bernhim*  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
**RAFAEL BERNHIM**

Data: **23/02/2024.**

*V. Gomes*  
\_\_\_\_\_  
Coordenadora do curso de Ciências Biológicas

*Flávia dos Anjos Rêgo*  
\_\_\_\_\_  
Secretária Geral

*Lanna da Silva Lima*  
\_\_\_\_\_  
Aluna

**UEA**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DO  
AMAZONAS

Universidade do Estado do Amazonas - Reitoria  
[www.uea.edu.br](http://www.uea.edu.br)  
Centro de Estudos Superiores de Tefé - CEST/UEA  
Estrada do Beziga, 1095 - Jerusalém  
Fone/Fax: (97) 3343-3461/3343-3396  
CEP: 69552-315 - Tefé/Amazonas

## SUMÁRIO

RESUMO .....	5
ABSTRACT .....	6
1. INTRODUÇÃO .....	7
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	11
2.1. Local de estudo .....	11
2.2. Espécie alvo .....	13
2.3. Preparação dos extratos .....	13
2.4. Bioensaio de germinação <i>in vitro</i> .....	14
2.5. Bioensaio de crescimento <i>in vitro</i> .....	14
2.6. Análise estatística .....	15
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
3.1. Parâmetros de germinação das sementes de alface e tomate .....	16
3.2. Parâmetros para o desenvolvimento de plântulas de alface .....	20
4. CONCLUSÃO .....	23
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	24

## RESUMO

As substâncias químicas que uma planta produz e libera ao ambiente podem ter efeitos positivos ou negativos no desenvolvimento da vegetação, essa interação química entre plantas é conhecida como alelopatia. Ainda é pouco se sabe sobre interações alelopáticas entre plantas amazônicas, estudos iniciais são importantes para avançar sobre a pesquisa na área. Buscou-se verificar o potencial alelopático de *Palicourea nitidella*, uma Rubiaceae comum em áreas de capoeira, em Terra-firme do município de Tefé, Amazonas. Para isso, extratos de *P. nitidella* foram testados em bioensaios de germinação usando sementes de alface e tomate; enquanto, sementes de alface foram usadas no bioensaio de desenvolvimento. Os extratos aquosos de *P. nitidella* foram utilizados em concentrações de 1%, 1,5%, 2% e 2,5% (massa/volume). Os experimentos foram montados com 10 repetições de cada extrato mais o controle, cada repetição foi composta por 10 propágulos (sementes para o bioensaio de germinação, plântulas para o bioensaio de desenvolvimento). Os testes estatísticos consideraram  $p=0,05\%$ . Todos os parâmetros de germinação de ambas as espécie-alvos foram afetados negativamente pelos extratos, mas o tempo médio de germinação das sementes de alface foi o parâmetro mais afetado. Os efeitos aleloquímicos afetaram o peso seco e o número de necrose, bem como reduziram o crescimento do limbo e das raízes secundárias em relação ao desenvolvimento. Com exceção ao comprimento das plântulas, que não demonstraram uma diferença em relação às plântulas do grupo controle. *Palicourea nitidella* mostrou-se como uma espécie com potencial efeitos alelopáticos inibitórios, contudo, pesquisas futuras podem verificar esses efeitos em campo e em sementes nativas. Testes intraespecíficos também podem esclarecer se efeitos alelopáticos podem afetar a distribuição espacial e regular as populações de *P. nitidella*.

Palavras-chave: germinação, alface, tomate, Rubiaceae, extrato aquoso.

## ABSTRACT

The chemical substances that a plant produces and releases into the environment can have positive or negative effects on the development of vegetation, this chemical interaction between plants is known as allelopathy. Little is known about allelopathic interactions between Amazonian plants, initial studies are important to advance research in the area. We sought to verify the allelopathic potential of *Palicourea nitidella*, a Rubiaceae common in capoeira areas, in Terra-firme in the municipality of Tefé, Amazonas. For this, extracts of *P. nitidella* were tested in germination bioassays using lettuce and tomato seeds; while, lettuce seeds were used in the developmental bioassay. Aqueous extracts of *P. nitidella* were used at concentrations of 1%, 1.5%, 2% and 2.5% (mass/volume). The experiments were set up with 10 repetitions of each extract plus the control, each repetition was composed of 10 propagules (seeds for the germination bioassay, seedlings for the development bioassay). Statistical tests considered  $p=0.05\%$ . All germination parameters of both target species were negatively affected by the extracts, but the average germination time of lettuce seeds was the most affected parameter. The allelochemical effects affected the dry weight and the number of necrosis, as well as reducing the growth of the limb and secondary roots in relation to development. With the exception of the length of the seedlings, which did not show a difference in relation to the seedlings in the control group. *Palicourea nitidella* was shown to be a species with potential inhibitory allelopathic effects, however, future research can verify these effects in the field and in native seeds. Intraspecific tests can also clarify whether allelopathic effects can affect the special distribution and regulate populations of *P. nitidella*.

Keywords: germination, lettuce, tomato, Rubiaceae, aqueous extract.

## 1. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas florestais são formados por diversas comunidades que compartilham do mesmo ambiente para viver, onde ocorrem diferentes tipos de interações ecológicas e uma delas é a interação alelopática entre as plantas. A palavra alelopatia foi definida pelo pesquisador Hans Molisch em 1937, com a junção de duas palavras gregas: *alleton*(mútuo) e *pathos* (prejuízo), de maneira geral, esse fenômeno da alelopatia é uma interação bioquímica entre as plantas e também com microrganismos, ou seja, é a liberação de substâncias químicas de um organismo, que reagirá de maneira benéfica ou prejudicial para uma ou mais espécies presente naquele ambiente, afetando o seu crescimento e/ou a sua germinação (Rice, 1984).

As plantas se adaptaram e desenvolveram mecanismos para sobreviver ao meio ambiente, incluindo alelopatia e competição. Se discute muito em relação a alelopatia e competição, se estão interligados ou não, já que é muito difícil de separá-las em alguns casos (Ferreira; Áquila, 2000). Contudo, Souza *et al.* (2003) afirmaram que “o que diferencia a alelopatia da competição entre plantas é o fato de esta competição reduzir ou remover do ambiente um fator de crescimento necessário a ambas às plantas (luz, água, nutrientes, etc.), enquanto a alelopatia ocorre pela adição de um fator ao meio”. Portanto, nas interações entre plantas, a adição de substâncias químicas da planta-fonte representa um novo fator disponível no meio, essas substâncias ao interagirem com as plantas-alvo promovem o fenômeno da alelopatia.

Pires e Oliveira (2011) citam outros autores também conceituaram o termo alelopatia. Por exemplo, Muller (*apud* 1969) denomina de interferência todas as interações químicas que se desencadeiam entre organismos vizinhos, não chamando de alelopatia. Enquanto Szczepanski (*apud* 1977) diferencia em alelospolia (como competição, interferência que reduz um ou mais fatores de crescimento e prejudica o desenvolvimento normal de outros organismos na comunidade), alelopatia (interferência por substâncias químicas de certos organismos, no ambiente, que afetam outros componentes da comunidade) e alelomeiação (alterações provocadas por organismos no ambiente físico ou biológico, com reflexo aos seres vizinhos) (Pires; Oliveira, 2011). Já Putnam e Duke (*apud* 1978) consideram a alelopatia como efeitos prejudiciais de uma planta de uma espécie (doadoras) sob o crescimento ou



desenvolvimento de plantas de outras espécies (receptoras). Neste trabalho, consideraremos o conceito de Molish (1937), por englobar tanto as interações químicas prejudiciais quanto benéficas, o que torna o conceito menos restrito.

As substâncias químicas alelopáticas fazem parte do metabolismo secundário, que estão classificadas em diferentes categorias, principalmente entre os compostos fenólicos, que apresentam atividade alelopática (Borges; Amorim, 2020). Sinteticamente, a natureza química dos aleloquímicos podem ser descritos pela sua diversidade, pois englobam desde hidrocarbonetos simples, como etileno, até compostos completos de alto peso molecular, como policíclicos (Pires; Oliveira, 2011). Além disso, Ferreira e Aquila (2000) afirmam que todas as plantas produzem metabólitos secundários, mas a produção dessas substâncias pode variar de maneira qualitativa e quantitativamente para cada espécie, dependendo dos fatores que estão localizados no ambiente que se encontram. Segundo Almeida *et al.* (2008) “esses compostos são encontrados em diferentes partes da planta e distribuídos em concentrações variadas durante o seu ciclo de vida”.

Miller (1996) afirma que, quando a planta libera os agentes alelopáticos e afetam plantas da própria espécie, inibindo ou retardando seu crescimento e/ou sua germinação, esse efeito é chamado de autotoxicidade; quando afeta plantas de outras espécies, esse efeito é chamado de heterotoxicidade. Existem diferentes formas para as substâncias alelopáticas serem liberadas dos tecidos vegetais, por meio da volatilização, lixiviação, exsudação radicular e pela decomposição de resíduos vegetais (Rice, 1984). Contudo, a liberação e concentração dos aleloquímicos do ambiente depende de diversos fatores, como distribuição espacial da espécie-doadora e distribuição dos seus resíduos e sistema radicular no meio (Pires; Oliveira, 2011).

De acordo com Silva *et al.* (2018), ainda existem poucos estudos sobre características alelopáticas das plantas no Brasil, considerando que este é um país com uma grande diversidade de espécies vegetais, tanto nativas como exóticas, portanto, há um grande potencial de pesquisa a ser explorado. Além disso, os estudos alelopáticos apresentam uma grande importância na agricultura, pois o conhecimento das relações aleloquímicas entre plantas cultivadas e invasoras permitem uma melhoria no sistema agrícola através do manejo adequado de plantas cultivadas e

daninhas, evitando potenciais efeitos alelopáticos negativos para produtividade agrícola (Pires; Oliveira, 2011).

Ao considerar a Amazônia brasileira e as práticas agrícolas da região, os estudos que abordam alelopátia ainda são pontuais, se restringindo à poucas espécies e com metodologias restritas aos laboratórios (exemplos, Souza Filho *et al.*, 2009a; Souza Filho *et al.*, 2009b; Souza Filho *et al.*, 2010; Rodrigues *et al.*, 2010; Barata *et al.*, 2020). Contudo, esses estudos são importantes para formar a base do conhecimento sobre alelopátia de plantas amazônicas.

A família Rubiaceae que é uma das principais famílias botânicas, apresentando alta diversidade em florestas tropicais, como a Amazônia brasileira. As espécies dessa família apresentam forma de vida arbustiva, subarbusto, ervas ou árvore e estar bastante concentrada nos trópicos, sendo que no Brasil ocorrem cerca de 120 gêneros e 1400 espécies e são facilmente reconhecidas pela filotaxia opostas e estípulas interpeciolares (Souza; Lorenzi, 2012). A Rubiaceae se destaca por ser uma grande produtora de uma ampla variedade de metabolitos secundários, como, por exemplo, os iridoides, alcaloides indólicos, antraquinonas, terpenoides, flavonoides e substâncias fenólicas (Martins; Nunez, 2015).

É possível encontrar muitos trabalhos realizados com espécies de Rubiaceae com diagnóstico de potencial efeito alelopático (Tabela 1), dentre as quais se citam: a *Psychotria leiocarpa* que demonstrou efeitos inibitórios em relação à germinação e crescimento inicial de alface (Áquila; Silva, 2006), a *Cuettarda uruguensis* produz compostos químicos que diminuíram a velocidade de germinação da espécie-alvo, além de afetar o crescimento da radícula e a inibição do hipocótilo (Duarte *et al.*, 2018), nos extratos de *Borreria latifolia* apresentou uma modificação no desenvolvimento radicular e no desenvolvimento inicial da parte aérea de três espécies cultivadas (Moreira, 2018), os extratos de folha seca da *Morinda citrifolia* inibiu todos os tratamentos de três espécies testadas (Pinto, 2017), foi observado um potencial alelopático da *Bathysa cuspidata* sobre a germinação e desenvolvimento de sementes de alface e tomate (Pires *et al.*, 2018), os extratos aquosos de *Coffea arabica* reprimiu o desenvolvimento da raiz e a biomassa da soja (Rodrigues *et al.*, 2011), extrato bruto

da *Genipa americana* resultaram uma atividade alelopática inibitória em testes com alface e tomate (Condessa, 2011).

Tabela 1: Espécies de Rubiaceae que foram realizados bioensaios de germinação e crescimentos para identificação do potencial alelopático. Fonte: Elaboração da autora.

Referência	Espécie doadora	germinação	crescimento	Sementes-alvo
Condessa, 2011	<i>Genipa americana</i>	x		Tomate e alface
Andrade <i>et al.</i> , 2015	<i>Palicourea rigida</i>	x	x	alface
Aquila; SILVA, 2006	<i>Psychotria leiocarpa</i>	x	x	alface
Duarte, 2018	<i>Guettarda uruguensis</i>	x	x	alface
Rodrigues <i>et al.</i> , 2011	<i>Coffea arabica</i>	x	x	soja
Moreira, 2018	<i>Borreria latifolia</i>	x	x	trigo, azevém e couve
Pinto, 2017	<i>Morinda cintrifolia</i>	x		alface, picão-preto e digitaria
Pires <i>et al.</i> , 2018	<i>Bathysa cuspidata</i>	x	x	tomate e alface
Formagio <i>et al.</i> , 2014	<i>Palicourea crocea</i>	x	x	alface

O gênero *Palicourea* abrange aproximadamente 340 espécies, com forma de vida arbustivo e sua distribuição ocorre na região Norte e Centro-Oeste (Flora do Brasil, 2022). Existem muitas espécies do gênero *Palicourea* com uma vasta quantidade de substâncias químicas e algumas dessas espécies são tóxicas para animais, pois apresentam uma substância chamada de monofluoroacetato em sua composição, a espécie *Palicourea marcgravii* é uma das principais causadoras de intoxicação em bovinos (Nogueira *et al.*, 2011). Na região de Araguaína, muitos produtores relataram que a planta *Palicourea marcgravii* é responsável por surtos de intoxicação, assim como a *Palicourea juruana* também demonstrou importância nos relatos de intoxicação de animais (Costa *et al.*, 2011), com isso demonstrando que existem algumas espécies do gênero *Palicourea* que apresentam compostos secundários na sua composição que acabam afetando plantas e animais.

Alguns estudos descrevem que determinadas espécies, como, por exemplo, a *Palicourea rigida* apresentaram um efeito negativo na germinação e no crescimento nas sementes *Lycopersicum esculentum*, pois reduziu o índice de velocidade e a média de germinação, afetando no desenvolvimento e o crescimento da radícula (Andrade *et al.*, 2015). O extrato de folhas da *Palicourea crocea* impossibilitou o crescimento normal da raiz e do hipocótilo de alface e, demonstrou uma atividade antifúngica na germinação carpogênica de *Sclerotinia sclerotiorum* (Zanella *et al.*, 2015; Formagio *et al.*, 2013).

Foram identificadas substâncias como  $\beta$ -sitosterol e estigmasterol do extrato hexânico das folhas da *P. nitidella* o qual possuem atividades antibacteriana, anticancerígena, hipotensiva e uma substância conhecida como escopoletina do extrato metanólico dos ramos que é uma cumarina fenólica, possuindo atividades antibacteriana, antifúngica, antitubercular, entre outros (Batista, 2022).

Já foram feitos diversos trabalhos a respeito do potencial alelopático de algumas espécies da família Rubiaceae, porém não há registros em relação à *Palicourea nitidella*, assim desponta a necessidade de identificar o seu potencial alelopático, visando principalmente complementar informações acerca da espécie *P. nitidella*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Local de estudo

O município de Tefé é caracterizado por um clima tropical equatorial, marcada por estações úmidas com precipitação em todos os meses do ano, sendo os meses de novembro a junho mais chuvosos. A temperatura média anual da região é de 26,6°C, sendo a temperatura máxima média de 31,5°C e a temperatura mínima média de 21,6°C (INMET, 2016). A precipitação média anual é 2.527 mm; a estação chuvosa ocorre entre novembro e junho, com média mensal de 257 mm, sendo o mês de março mais chuvoso (Figura 1) (INMET, 2016). Entre junho e outubro são registrados menores índices de precipitação, média mensal de 145 mm, sendo o mês de agosto com menores índices de precipitação (Figura 1) (INMET, 2016). A Figura 2 mostra dados climatológicos de um ano antes da coleta realizada neste trabalho.

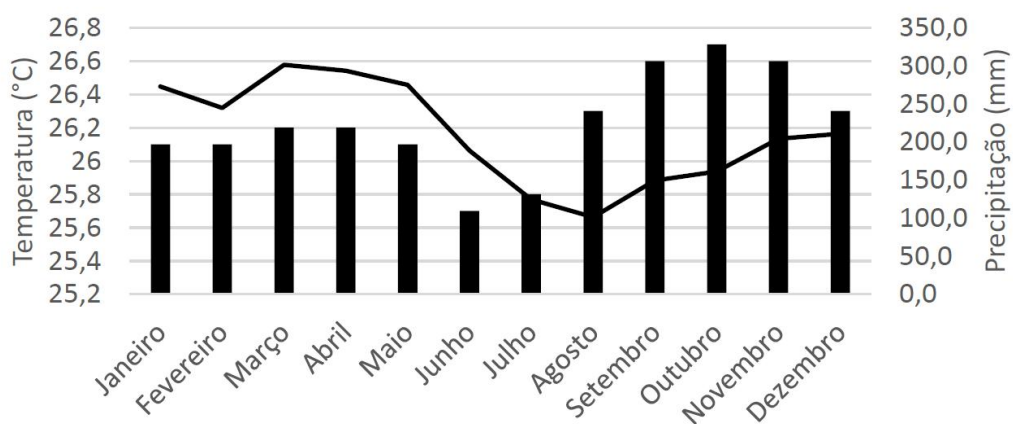


Figura 1: Últimas normais climatológicas de temperatura média e precipitação mensal para o município de Tefé, entre 1961-1990. Fonte: INMET (2016).

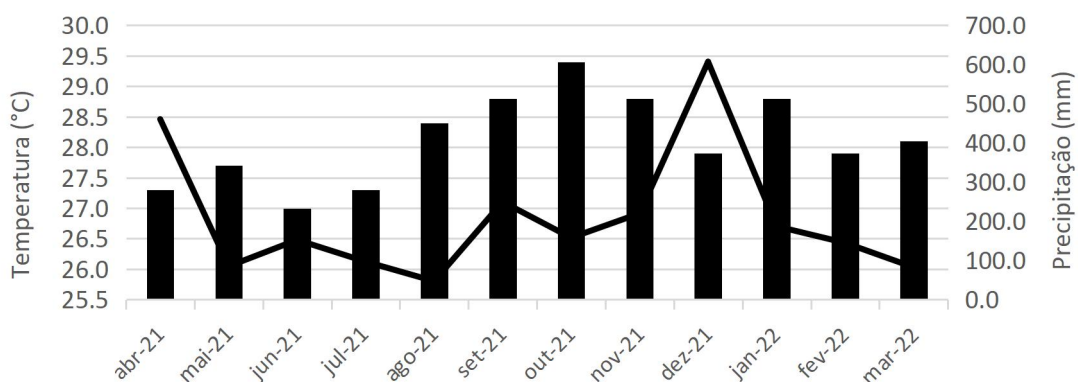


Figura 2: Temperatura média e precipitação mensal para o município de Tefé durante os meses de abril de 2021 a março de 2022. Fonte: TuTiempo<sup>1</sup> (2024)

O material botânico foi coletado durante o mês de março de 2022 em áreas de Floresta de Terra-firme do município de Tefé, AM. O local de coleta, próximo à estrada da Missão (Figura 3), é caracterizado por apresentar vegetação de capoeira com no mínimo quinze anos de idade. A vegetação é alta com sub-bosque denso e os indivíduos de *P. nitidella* crescem sob sombra ou próximo às áreas de borda, um pouco mais iluminadas (Figura 4). Os indivíduos coletados estavam em período de floração.



Figura 3: Área de coleta de amostras de folhas de *Palicourea nitidella*, em Tefé, Amazonas. Dados tratados a partir da base de dados do INMET.



Figura 4: Sub-bosque da área coleta e exemplar de *P. nitidella* em período de frutificação.

Durante as coletas, foram amostradas folhas maduras, expandidas e sadias de 19 indivíduos da espécie selecionada. Também foi coletado material botânico para testemunho, por meio de excisatas. No laboratório de Biologia, as folhas foram secas em estufa de circulação forçada à 65°C até atingirem massa constante. Posteriormente, parte das folhas foram trituradas à pó em liquidificador. O pó e as folhas inteiras foram mantidos em sacos hermeticamente fechados sob refrigeração (aproximadamente 5°C) até a elaboração dos experimentos. As folhas secas inteiras foram mantidas caso fosse necessário repetir o experimento.

## 2.2. Espécie alvo

Sementes de alface (*Lactuca sativa*) e tomate (*Solanum lycopersicum*) foram utilizadas como espécie-alvo. Essas sementes são comumente usadas em estudos de potencial alelopático, pois são consideradas sensíveis aos compostos aleloquímicos, por isso são amplamente utilizadas em estudos semelhantes (Ferreira; Áquila, 2000). Elas também apresentam rápida e uniforme germinação, sendo ideais para testes em laboratório (Ferreira; Áquila, 2000).

## 2.3. Preparação dos extratos

Foram feitos extratos aquosos de folhas de *Palicourea nitidella* em diferentes concentrações (massa seca/volume de água). Para preparação desses extratos foi

utilizado o pó de folhas secas, que foi diluído em água destilada nas seguintes massas: 1 g, 1,5 g, 2 g e 2,5 g de pó para cada 100 mL de água (concentração de 1%, 1,5%, 2% e 2,5% do peso/volume) (Figura 5a). As preparações foram mantidas refrigeradas a 5°C por 24 horas e posteriormente filtradas com papel filtro (Figura 5b). O extrato aquoso filtrado foi utilizado para realização dos bioensaios.



Figura 5: a. Extratos aquosos de *Palicourea nitidella* em diferentes concentrações. b. Preparação do extrato para processo de filtragem dos resíduos sólidos.

#### 2.4. Bioensaio de germinação *in vitro*

As sementes foram coladas em placas de Petri esterilizadas (9 cm de diâmetro), forradas com duas folhas de papel filtro para germinação. As placas de Petri e as folhas de papel filtro foram previamente esterilizados em autoclave à 120 °C por duas horas. O papel filtro foi umedecido com 8 mL dos extratos aquosos de folha seca ou água destilada (controle). O experimento foi conduzido com 10 repetições (placa de Petri) para cada tratamento (quatro concentrações e um controle), com 10 sementes em cada réplica para cada espécie-alvo. As placas de Petri foram mantidas em uma câmara de germinação e postas de maneira aleatórias nas prateleiras, com fotoperíodo de 12 horas, a 25 °C, durante sete dias. Sementes foram consideradas germinadas após a emissão de 2 mm de raiz primária (Borghetti; Ferreira, 2004). A germinação das sementes foi quantificada em intervalos de 24h.

#### 2.5. Bioensaio de crescimento *in vitro*

Como padronização, sementes foram colocadas para germinar em placas de Petri (9 cm de diâmetro) forradas com papel filtro e umedecidas com 10 mL de água destilada. O papel filtro e as placas de Petri foram previamente esterilizados em autoclave à 120°C por duas horas. Após a emissão da raiz (em torno de 2 a 3 mm), as sementes foram transferidas para potes de germinação transparentes forradas com

duas folhas de papel filtro e umedecidas com 10 mL de extrato ou água destilada (controle). O experimento foi conduzido com 10 réplicas (potes de germinação) para cada tratamento (quatro concentrações e um controle), com 10 sementes pré-germinadas em cada para cada espécie-alvo. Os potes de germinação foram mantidas em câmara de germinação, colocadas de maneira aleatórias nas prateleiras a 25°C com fotoperíodo de 12h, durante sete dias. Após esse período, as plântulas de cada pote foram transferidas para solução de álcool 70%, mantendo-as preservadas e paralisando o crescimento. Cada plântula foi analisada em estereomicroscópio para quantificação de necroses e medições dos parâmetros de desenvolvimento com auxílio de paquímetro. Após, o conjunto de plântulas de cada pote foi seco em estufa de circulação forçada à 25°C para posterior medição da massa seca em balança analítica.

## 2.6. Análise estatística

Para o bioensaio de germinação, foi calculada a porcentagem média de germinação para cada tratamento. Também foi determinado o Tempo médio de germinação (TMG): calculado pela fórmula  $TMG = (\sum ni ti) / \sum ni$ , em que:  $ni$  = número de sementes germinadas por dia;  $ti$  = tempo de incubação;  $i = 1 \rightarrow 7$  dias. Unidade: dias. Também o Índice de velocidade de germinação (IVG): calculado pela fórmula  $IVG = \sum (ni / ti)$ , em que:  $ni$  = número de sementes que germinaram no tempo 'i';  $ti$  = tempo após instalação do teste;  $i = 1 \rightarrow 7$  dias. Unidade: adimensional.

Para o bioensaio de crescimento, após sete dias, foram medidos os seguintes parâmetros de desenvolvimento: comprimento total (CT) da plântula (caule + raiz primária), em mm, quantificadas as raízes secundárias (RS), a presença ou ausência de necroses (NE) e massa seca (MS), em g. Para parâmetros estatisticamente diferentes do controle, foi verificado a taxa de inibição a partir da comparação com o controle, a partir da fórmula  $TI = [(100 \times \text{Média do parâmetro no extrato}) / \text{Média do parâmetro no controle}] - 100$ ; em %.

Todos os dados foram submetidos a teste de normalidade. Para dados paramétricos foram realizados Análise de Variância, seguida do teste de Tukey. Para dados não-paramétricos foram realizados teste de Kruskal-Wallis, seguida do teste de Dunn. Todas as análises consideraram 0,05% e foram realizadas no programa Past versão 3.13 (Hammer *et al.*, 2001).



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Parâmetros de germinação das sementes de alface e tomate

Os extratos aquosos obtidos das folhas secas de *P. nitidella* revelaram estatisticamente efeitos negativos nos parâmetros de germinação das sementes de alface e tomate (Tabela 2). Portanto, os extratos aquosos de *P. nitidella* podem ser caracterizados como inibidores da germinação de alface e tomate. Como afirmado acima, essas espécies de sementes são importantes para padronização de estudos alelopáticos e graças às suas sensibilidades aos aleloquímicos auxiliam na prospecção de espécies com potencial alelopático (Ferreira; Áquila, 2000).

As sementes das duas espécies-alvo expostas ao extrato obtiveram menores médias de PG em comparação ao grupo controle (Tabela 2), sendo as sementes de alface mais sensíveis aos extratos, pois nestas condições a PG variou entre 0 e 2%; enquanto nas sementes de tomate, a PG nos extratos variou entre 22% e 64%.

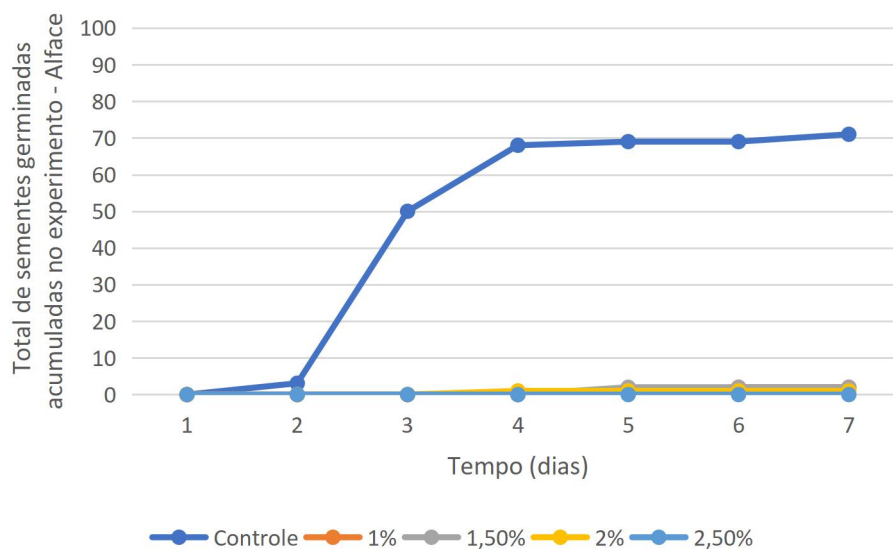
Tabela 2: Porcentagem de germinação (PG), tempo médio de germinação (TMG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de alface e tomate submetidas ao controle e os extratos de 1%, 1,5%, 2% e 2,5% de *Palicourea nitidella* durante 7 dias. Letras iguais na mesma coluna representam médias estatisticamente iguais considerando  $p=0,05$ .

	PG		TMG		IVG	
	alface	tomate	Alface	tomate	Alface	tomate
Controle	72 ± 11 a	97 ± 4,8 a	3,0 ± 0,4 a	3,1 ± 0,6 c	2,7 ± 0,6 a	3,4 ± 0,6 a
1%	2 ± 6,3 b	64 ± 2,1 b	0,5 ± 1,7 b	4,3 ± 0,6 b	0,04 ± 0,1 b	1,6 ± 0,5 b
1.5%	2 ± 4,2 b	66 ± 2,7 b	1,0 ± 2,1 b	5,0 ± 0,5 a	0,04 ± 0,1 b	1,4 ± 0,6 b
2%	1 ± 3,2 b	44 ± 2,7 bc	0,4 ± 1,3 b	5,4 ± 0,5 a	0,03 ± 0,1 b	0,9 ± 0,5 c
2.5%	0 ± 0 b	22 ± 1,5 c	0,0 ± 0,0 b	5,2 ± 2,1 a	0,00 ± 0,0 b	0,4 ± 0,3 d

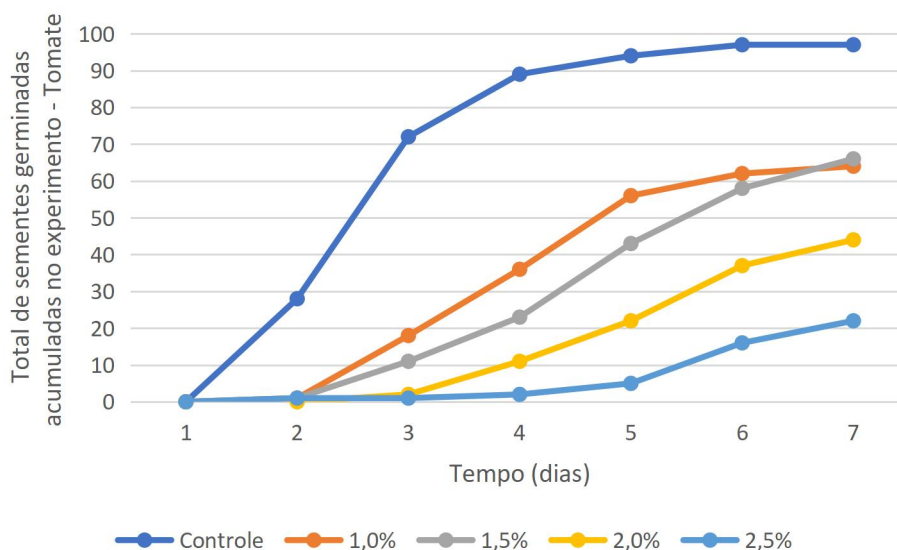
Não houve variação entre as médias de TMG dos extratos, portanto o efeito inibitório dos extratos de *P. nitidella* é considerado igual em todos os extratos. Assim, mesmo na menor concentração, a redução do tempo de germinação das sementes de alface já se aproxima ao resultado da concentração máxima. Nos extratos de 1%, 1,5% e 2%, as poucas sementes de alface que germinaram, começaram a germinar no quinto dia de experimento; enquanto no controle, as sementes germinaram a partir do segundo dia (Figura 3A). Demonstrando que os extratos de *P. nitidella* atrasaram a germinação das sementes de alface. A média do parâmetro do TMG das sementes de

alface no controle foi 3,0 (desvio padrão = 0,4) sendo estatisticamente maior do que as sementes submetidas a todas as concentrações do extrato. Contudo, através do gráfico da Figura 3A, percebe-se que o tempo menor de germinação das sementes de alface submetidas extratos é resultado da alta taxa de inibição total da germinação destas, uma vez que em todo o experimento apenas cinco sementes de alface germinaram nas condições de extratos (total de sementes de alface nos extratos = 400). Desta forma, o resultado do TMG nos extratos levam à conclusão errônea de que as sementes nos extratos germinaram em menor tempo, portanto, a fórmula de TMG não se mostrou um bom parâmetro do real tempo de germinação quando a PG se aproxima do zero.

O índice de velocidade de germinação das sementes de alface do controle foi maior que de todos os extratos (Tabela 2), confirmando que os extratos tornaram o processo germinativo mais lento. Para experimentos com taxas de germinação próxima ao zero das sementes submetidas à extratos, o IVG mostra-se o parâmetro mais adequado para medir o atraso da germinação. A redução deste indica uma diminuição gradual da capacidade germinativa da semente e da uniformidade da germinação.



a.



b.

Figura 3: Total de sementes germinadas acumuladas no experimento, submetidas ao controle e os extratos de 1%, 1,5%, 2% e 2,5% de *Palicourea nitidella* durante 7 dias. A: alface. B: tomate.

Na análise da porcentagem de germinação (PG) das sementes de tomate submetidas aos extratos de *Palicourea nitidella*, pode se observar uma diminuição na germinação, na qual o grupo de tratamento de 2,5% foi o grupo que obteve menos sementes germinadas (Tabela 2). Há uma expressiva diferença entre as médias de PG das sementes submetidas aos extratos de 1% ( $64 \pm 2,1$ ) e 1,5% ( $66 \pm 2,7$  b) quando comparadas ao extrato de 2,5% ( $22 \pm 1,5$ ), indicando que a atuação dos aleloquímicos de *P. nitidella* são dose-dependentes, e variam de acordo com a concentração.

Estatisticamente, o tempo médio de germinação (TMG) variou entre o grupo controle e o grupo de tratamento. Os tratamentos de 1,5%, 2% e 2,5% tiveram o tempo médio de germinação mais alto, ou seja, demoraram mais para germinar durante os sete dias do bioensaio. Esse fato é mais bem ilustrado na Figura 3B, em que mostra que no controle, as sementes iniciam a germinação a partir do segundo dia no controle, enquanto nos extratos o processo germinativo iniciou a partir do terceiro dia. Esse atraso torna-se mais expressivo a partir do quarto dia, quando no controle, 89% das sementes já haviam germinado e no extrato de menor concentração, 1%, apenas 36% das sementes haviam germinado.

As médias de IVG das sementes de tomate nos tratamentos em extratos de folhas de *Palicourea nitidella* foram significativamente distintas da média do controle (Tabela 2). É evidente que quanto maior é a concentração dos extratos, menor é a

velocidade de germinação, ou seja, menor é o número de sementes germinadas por dia. Esse fenômeno pode afetar a semente, pois se a semente germinar mais lentamente e ficam expostas mais dias no ambiente natural, ela ficará mais vulnerável aos predadores e aos microrganismos decompositores, além de que uma vez que ativado os processos fisiológicos germinativos, mas o processo de germinação for lento, a reserva nutricional da semente pode-se esgotar antes de emergir a plântula.

Côrrea *et al.* (2008) realizou testes de germinação com extrato aquoso de *Psychotria leiocarpa* (uma espécie de sub-bosque da Floresta Atlântica, que ocorre em aglomerados altamente densos) na concentração de 4%, os autores observaram que  $77.5 \pm 10.5\%$  das sementes de alface germinaram nestes extratos. Os autores ressaltam que em todos os parâmetros foram observados efeitos inibitórios dos extratos aquosos de folhas *P. leiocarpa*, sendo que a concentração do extrato é considerada inferior ao identificado em outros estudos. Comparativamente, os extratos de *P. nitidella* aqui testados também apresentaram efeitos inibitórios nos parâmetros germinativos, sendo as concentrações testadas ainda menores, o que pode demonstrar o potencial deletério e fitotóxico de *P. nitidella*.

Andrade *et al.* (2015) testaram extratos aquosos da folha da *Palicourea rigida*, uma espécie típica do Cerrado, sobre a germinação de sementes de tomate. Apesar da metodologia deles diferirem em algumas partes processo de extração deste trabalho, ainda assim com aqui relatado, ocorreu uma redução da porcentagem e do índice de velocidade de germinação de sementes de tomate a partir de extratos aquosos com menor concentração da folha de *P. rigida*. Os nossos resultados corroboram o potencial alelopático inibitório do gênero *Palicourea*, reafirmando a importância de Rubiaceae para pesquisas com alelopatia.

Foram identificados em *P. rigida* várias substâncias de metabolismo secundário, como os flavonóides, que fazem parte dos compostos fenólicos (Andrade *et al.*, 2015). Para essa espécie, Inácia *et al.* (2013) identificaram que compostos fenólicos presentes nas sementes são capazes de provocar dormência, atrasando o processo de germinação e dificultando o cultivo da planta. Ao testar o extrato aquoso das sementes de *P. rigida*, Inácia *et al.* (2013) também identificaram inibição da germinação

de sementes de alface, confirmando o efeito inibitório dos compostos fenólicos em processos germinativos.

Batista (2022) analisou as folhas da *Palicourea nitidella* e identificou diferentes substâncias produzidas pelo metabolismo secundário, como  $\beta$ -sitosterol e estigmasterol, que são extremamente importantes em termos biológicos, estando presentes em certos medicamentos e utilizados pela indústria alimentícia. Além disso, foi constatado uma substância conhecida como escopoletina do extrato metanólicos dos ramos, que se destaca pelas suas propriedades medicinais. Assim, a presença destes compostos fenólicos em sua constituição, provavelmente, resulta na ação alelopática do extrato de *P. nitidella*, agindo como inibidor nos processos de germinação das sementes de tomate e alface.

Segundo Ferreira e Aquila (2000), quando as sementes receptoras são expostas aos aleloquímicos podem apresentar anormalidades na estrutura da plântula durante o seu desenvolvimento, no entanto, na fase da germinação é mais fácil quantificar as sementes, pois observamos apenas dois resultados, germina ou não germina, sendo considerado um parâmetro discreto. Ao analisar a quantidade de dias para uma semente germinar (TMG) e o número de sementes germinadas por dia (IVG), o processo germinativo torna-se um parâmetro contínuo, facilitando identificar alterações do processo como todo.

### **3.2. Parâmetros para o desenvolvimento de plântulas de alface**

Diante de uma análise acerca do potencial alelopático da *Palicourea nitidella* em relação ao desenvolvimento de plântulas de alface, percebe-se que em todos os tratamentos, as médias de comprimento total (CT) foram iguais ao controle (Tabela 3), demonstrando que os extratos não alteraram o crescimento das plântulas. Contudo, os outros parâmetros analisados demonstraram resultados diferentes (Tabela 3).

Tabela 3. Comprimento total (CT), Comprimento do limbo (CL), Peso seco (PS), número de raízes secundárias (RS), número de necroses (NN) de plântulas de alface sobre influência de diferentes concentrações de extratos aquosos de folhas de *P. nitidella*.

Tratamento	CT	CL	PS	RS	NN(%)
0%	2,4 ± 0,2 ab	4,04 ± 0,09 a	0,0083 ± 0,0005 a	0,70 ± 0,36 a	41,7 ± 19,4 a
1%	2,6 ± 0,2 b	3,6 ± 0,19 b	0,0061 ± 0,0004 b	0,43 ± 0,35 ab	81,7 ± 16,0 b
1,50%	2,0 ± 0,2 a	3,23 ± 0,15 c	0,0066 ± 0,0005 b	0,12 ± 0,09 bc	70,0 ± 19,0 b
2%	2,2 ± 0,3 ab	3,01 ± 0,24 cd	0,0070 ± 0,0006 b	0,1 ± 0,17 bc	73,3 ± 25,8 b
2,50%	2,2 ± 0,2 ab	2,82 ± 0,11 d	0,0075 ± 0,0005 a	0,03 ± 0,07 c	73,3 ± 10,3 b

O comprimento do limbo (CL) foi dose-dependente à concentração do extrato, quanto mais concentrado o extrato menor foi o comprimento do limbo, como observado nas médias de CL da Tabela 3. A taxa de inibição de CL variou entre - 10,9% e - 30,2% em comparação ao controle (Tabela 4). Menores índices de crescimento foliar podem indicar também um potencial efeito alelopático deletério de *P. nitidella* nas taxas de fotossíntese, respiração e outras funções fisiológicas da folha, que estão intimamente correlacionadas à área do limbo.

Tabela 4: Taxa de inibição, em %, do Comprimento do limbo (CL), massa seca (MS), número de raízes secundárias (RS), número de necroses (NN) de plântulas de alface sobre influência de diferentes concentrações de extratos aquosos de folhas de *P. nitidella*. Valores negativos indicam inibição, valores positivos indicam estímulo. \* Parâmetro estatisticamente diferente do controle, p=0,05.

Tratamentos	CL	MS	RS	NE
1%	-10,9*	-26,5*	-38,6	95,9*
1,50%	-20,0*	-20,5*	-82,9*	67,9*
2%	-25,5*	-15,7*	-85,7*	75,8*
2,50%	-30,2*	-9,6	-95,7*	75,8*

No que diz respeito, à massa seca das plântulas, houve efeito alelopático negativo para os tratamentos 1 %, 1,5% e 2% (Tabela 3), portanto nesses extratos, as plântulas apresentaram menor incorporação de biomassa comparada ao controle. A média da MS das plântulas no extrato de 2,5% foi estatisticamente igual ao controle (Tabela 3). Nos extratos 1 %, 1,5% e 2%, a taxa de inibição do MS foi inversamente proporcional à concentração do extrato, quanto maior o extrato, menor foi a taxa de inibição, essas taxas variaram entre -15,7% e - 26,5%, enquanto na maior concentração (2,5%), a taxa de inibição de -9,6% não representou diferença estatística em relação ao controle. Portanto, as plântulas de alface podem ter algum mecanismo compensatório para manter a MS quando submetidas aos extratos de *P. nitidella*. Outra possibilidade, é que em maiores concentrações, os compostos aleloquímicos de

*P. nitidella* não alteraria a biomassa ou aumentariam a incorporação de biomassa, estudos mais longos e com extratos de concentração maior poderiam confirmar essas hipóteses.

Examinando a quantidade de necroses, as plântulas que ficaram expostas aos extratos da *Palicourea*, demonstraram uma quantidade maior de tecidos necrosados na sua estrutura, basicamente, as plântulas nos tratamentos de 1,5%, 2% e 2,5% apresentaram quase o dobro de necrose, tendo maior concentração nas suas folhas. Houve também efeito alelopático negativo para o número de raízes secundárias, nos tratamentos 1,5%, 2% e 2,5% (Tabela 3). A taxa de inibição de RS em relação ao controle foi alta, especialmente a partir da concentração de 1,5% (Tabela 4), demonstrando que o sistema radicular também é afetado.

As substâncias alelopáticas podem causar o surgimento de plântulas anormais; um dos sintomas mais comuns é a necrose da radícula (Ferreira; Aquila, 2000), no entanto, as necroses observadas nesse estudo teve um número maior nas suas folhas. É possível que se obteve este resultado devido à baixa dimensão das raízes e maior comprimento do limbo. Além disso, Ferreira e Aquila (2000) dizem que, os aleloquímicos têm, em geral, um impacto significativamente maior no crescimento da planta quando o papel de filtro é usado como substrato. Isso porque não ocorrem reações químicas entre as substâncias dos extratos e do papel, enquanto ao utilizar solo como substrato, mesmo em solo autoclavado, haverá reações químicas entre nutrientes e compostos químicos do solo e os aleloquímicos, que podem ser alterados quimicamente e em sua disponibilidade.

Neste trabalho, foi adotado parâmetros de desenvolvimento não usuais em outros trabalhos semelhantes de alelopatia. Comumente, são utilizados parâmetros de comprimento dos eixos do hipocótilo, radícula e massa seca. Alguns trabalhos também quantificam clorofilas. Assim, adotar novos parâmetros, como comprimento do limbo (CL), números de necroses (NN) e quantidade de raízes secundárias (RS), podem fornecer informações que adicionam complexibilidade às análises e aos efeitos da alelopatia sobre o desenvolvimento das plântulas. Os efeitos dos aleloquímicos nas plantas são apenas uma sinalização secundária das mudanças que ocorreram anteriormente no corpo da planta. Dessa forma, os estudos sobre o impacto dos

aleloquímicos na germinação e crescimento das plantas são representações secundárias dos efeitos que ocorrem inicialmente a nível molecular e celular (Ferreira; Aquila, 2000). O funcionamento dos mecanismos de ação dos agentes alelopáticos ainda possuem poucas informações, pois muitos compostos que são encontrados, apenas um pequeno número deles são estudados para verificar os seus possíveis efeitos alelopáticos.

#### 4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos conclui-se que os extratos das folhas de *Palicourea nitidella* apresentaram um efeito negativo na germinação de sementes alface e de tomate. No entanto, o efeito foi maior nas sementes de alface, demonstrando alta sensibilidade desta espécie aos extratos. A respeito ao desenvolvimento das plântulas de alface, todos os parâmetros sofreram um efeito alelopático negativo, com exceção do comprimento total, portanto os parâmetros adotados foram importantes para descrever um melhor quadro dos efeitos alelopáticos de *P. nitidella* no desenvolvimento de plântulas. Tais efeitos podem ser atribuído a presença de aleloquímicos que são produtos do metabolismo secundário, atuando como inibidores na germinação e no crescimento da plântula. Pesquisas para identificação dos aleloquímicos, utilizando semente-alvos nativas e solo nativo podem trazer mais informações sobre os mecanismos de atuação alelopática de *P. nitidella* e sobre a sua ecologia.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D. G.; ZUCOLOTO, M.; ZETUN, M.C.; COELHO, I.; SOBREIR, F.M. Estresse oxidativo em células vegetais mediante aleloquímicos. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, v. 61, n. 1, p. 4237-4247, 2008.

ANDRADE, A. O., DA SILVA, M. A. P., DE OLIVEIRA, A. H., DOS SANTOS, M. A. F., GENERINO, M. E. M., TORQUATO, I. H. S. Potencial alelopático de *Palicourea rigida* Kunth na germinação e desenvolvimento de *Lycopersicon esculentum* Mill. **Cad Cult Cienc**, v. 14, n. 2, p. 25-34, 2015.

AQUILA, M. E. A.; SILVA, F. M. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L.(Asteraceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 61-69, 2006.



BARATA, A. C., ANTUNES, N. T. B., PAIVA, R. C., NOGUEIRA, S. R. P., NUNES, J. S., & FREITAS, O. do S. P. Análise fitoquímica e potencial alelopático do extrato etanólico das folhas de *Protium calendulinum* (Burseraceae) na germinação de *Lactuca sativa*. *Diversitas Journal*, v. 5, n. 4, p. 2660-2675, 2020.

BATISTA, J. L. F. . Estudo químico e biológico de *Palicourea nitidella* (Müll. Arg.) Standl. 2022.

BORGES, L. P.; AMORIM, V. A. Metabólitos secundários de plantas secondary plant metabolites. **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v.11, n.1, p.54-67, 2020.

BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). *Germinação do básico ao aplicado*. Ed. 2, Porto Alegre: Artmed, p. 209-222, 2004.

CONDESSA, M. B. . Avaliação da atividade antioxidante e alelopática de plantas medicinais. 2011.

CÔRREA, L.R.; SOARES, G.L.G.; FETT-NETO, A.G. Allelopathic potential of *Psychotria leiocarpa*, a dominant understorey species of subtropical forests. **South African Journal of Botany**, n.74, p. 583-590, 2008.

COSTA, A. M. D.; SOUZA, D. P. M.; CAVALCANTET, T. V.; ARAÚJO, V. L.; RAMOS, A. T.; MARUO, V. M. Plantas tóxicas de interesse pecuário em região de Ecótono Amazônia e Cerrado. Parte II: Araguaína, norte do Tocantins. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 5, n. 3, p. 317-324, 2011.

DUARTE, A. F. S.; KRAUSE, M. S.; DA COSTA MARTINS, A. L.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O. G. Atividade fitotóxica de *Guettarda uruguensis* (rubiaceae) sobre a germinação e crescimento de sementes de *Lactuca sativa*. **Visão acadêmica**, v. 18, n. 4, 2018.

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

FORMAGIO, A. S. N., MASETTO, T. E., VIEIRA, M. D. C., ZÁRATE, N. A. H., MATOS, A. D., VOLOBUFF, C. R. F. Potencial alelopático e antioxidante de extratos vegetais. **Biosci. J**, v. 30, p. 629-638. 2014.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P. D. . Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v.4, n.1, p. 9, 2001.

INÁCIA, M.C.; MORAES, R.M.; MENDONÇA, P.C.; MOREL, L.J.F.; FRANÇA, S.C.; BERTONI, B.W.; PEREIRA, A.M.S. Phenolic compounds influence seed dormancy of *Palicourea rigida* H.B.K. (Rubiaceae), a medicinal plant of the Brazilian Savannah. *American Journal of Plant Sciences*, v. 4, p. 129-133, 2013

INMET, 2016. Instituto Nacional de Meteorologia. Dados da normal climatológica 1961-1992 do município de Tefé, AM. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acessado em: 20 de setembro de 2022.

MARTINS, D.; NUNEZ, C.V. Secondary Metabolites from Rubiaceae Species. **Molecules**, p. 13422- 13495, 2015.

MILLER, D. A. Allelopathy in forage crop systems. **Agron J**, p. 854-859, 1996.

MOREIRA, A. C. Potencial alelopático de extrato de poaia (*Borreria latifolia* (Aub.) K. Schum.) sobre espécies cultivadas. 2018.

NOGUEIRA, V. A.; PEIXOTO, T. C.; FRANÇA, T. N.; CALDAS, S. A.; PEIXOTO, P. V. Intoxicação por monofluoroacetato em animais. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, n. 10, p. 823-838, 2011.

*Palicourea* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB32626>>. Acesso em: 22 ago. 2022

PINTO, R. C. R. Efeito alelopático de *Morinda citrifolia* L. (Rubiaceae) na germinação de sementes de alface, picão-preto e digitaria. 2017.

PIRES, E. efeito alelopático de *Bathysa cuspidata* sobre a germinação e desenvolvimento de sementes de alface e tomate. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 3, n. 1, p. e6581-e6581, 2018.

PIRES, N. M.; OLIVEIRA, V. R. Alelopatia. In: OLIVEIRA Jr, R.S.; CONSTANTIN, J. (Ed.). **Biologia e Manejo de plantas daninhas**. Curitiba, PR: Omnipax, p. 95-123, 2011.  
RICE, E.L. Allelopathy. 2nd ed. **New York: Academic Press**, p. 422, 1984

RODRIGUES, M. D. S., PERON, F., BIDO, G. D. S., LÚCIO, L. C. Avaliação do efeito alelopático do extrato aquoso de *Coffea arabica* L. sobre o desenvolvimento inicial de soja (*Glycine max* L. Merrill). 2011.

RODRIGUES, I. M. C., SOUZA FILHO, A. P. S., FERREIRA, F. A., & DEMUNER, A. J. Prospecção química de compostos produzidos por *Senna alata* com atividade alelopática. *Planta Daninha*, v. 28, p. 1-12, 2010.

SILVA, E. S., SANTOS, C. A., DIAS, K. S., SOUZA, M. A., SANTOS, A. F. DOS, & SILVA JÚNIOR, J. M. Cenário das pesquisas sobre alelopatia no Brasil e seu potencial como estratégia na diminuição da utilização de pesticidas que provocam poluição ambiental: uma revisão integrativa. **Diversitas Journal**, v. 3, n. 2, p. 442–454, 2018.

SOUZA FILHO, A. P. da S., VASCONCELOS, M. A. M. de ., ZOGHBI, M. das G. B., & CUNHA, R. L. Efeitos potencialmente alelopáticos dos óleos essenciais de *Piper hispidinervium* C. DC. e *Pogostemon heyneanus* Benth sobre plantas daninhas. *Acta Amazonica*, v. 39, p. 389-395, 2009.

SOUZA FILHO, A. P. S., BAYMA, J. C., GUILHON, G. M. S. P., & ZOGHBI, M. G. B.. Atividade potencialmente alelopática do óleo essencial de *Ocimum americanum*. *Planta Daninha*, v. 27, p. 499-505, 2009.

SOUZA FILHO, A. P. S., GURGEL, E. S. C., QUEIROZ, M. S. M., & SANTOS, J. U. M. Atividade alelopática de extratos brutos de três espécies de *Copaifera* (Leguminosae-Caesalpinioideae). *Planta Daninha*, v. 28, p. 743-751, 2010.

SOUZA, L. S.; VELINI, E. D.; MAIOMONI-RODELLA, R. C. S. Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). **Planta daninha**, v. 21, p. 343-354, 2003.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: Guia ilustrado para identificação de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado no APG II. 3ª ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2012.

TUTTIEMPO. **Web site Tutiempo network**. Clima Tefé. Dados climáticos: 1973-2024. Disponível em: <https://pt.tutiempo.net/clima/ws-823170.html>. Acessado em: 12 fev. 2024.

ZANELLA, C. D. S., GAVASSONI, W. L., BACCHI, L. M. A., & FORMAGIO, A. S. N. Atividade de óleos e extratos vegetais sobre germinação carpogênica e crescimento micelial de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 82, p. 1-8. 2015.