



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE BIOCÊNCIAS  
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

JAILEIDE LUIZA DOS SANTOS FERREIRA

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DE FLORES DE *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard  
(Fabaceae)**

Recife

2023

JAILEIDE LUIZA DOS SANTOS FERREIRA

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DE FLORES DE *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard  
(Fabaceae)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Antônio Fernando Morais de Oliveira

Recife

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Ferreira, Jaileide Luiza dos Santos.

Potencial alelopático de flores de *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard  
(Fabaceae) / Jaileide Luiza dos Santos Ferreira. - Recife, 2023.  
53 p. : il., tab.

Orientador(a): Antônio Fernando Morais de Oliveira  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de  
Pernambuco, Centro de Biociências, Ciências Biológicas - Bacharelado, 2023.  
Inclui referências, anexos.

1. Aleloquímicos. 2. Cromatografia. 3. Germinação. 4. Fabaceae. 5.  
Sombreiro. I. Oliveira, Antônio Fernando Morais de . (Orientação). II. Título.

580 CDD (22.ed.)

JAILEIDE LUIZA DOS SANTOS FERREIRA

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DE FLORES DE *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard  
(Fabaceae)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do título em Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovada em: 18/04/2023.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Dr. Antônio Fernando Morais de Oliveira (Orientador)

Universidade Federal de Pernambuco

---

Dr. José Jailson Lima Bezerra (Examinador 1)

Universidade Federal de Pernambuco

---

MSc. Viviane Bezerra da Silva (Examinador 2)

Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal - UFPE

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, por me permitir concluir essa etapa em minha vida.

Aos meus amados pais, Jailson e Josicleide, por todos os esforços para que eu sempre tivesse o melhor. Por incentivarem meus estudos e acreditarem em mim.

Ao meu orientador, Prof. Antônio Fernando Morais de Oliveira, por ter aceitado me orientar, ter possibilitado a elaboração deste trabalho e pelos conhecimentos transmitidos.

Aos membros da banca, José Jailson Lima Bezerra e Viviane Bezerra da Silva, pelos comentários e sugestões.

Aos amigos que pude fazer durante a graduação: Carolina, Douglas, Giovanna, Júlia, Leia, Luciana, Mayara, Súsany e Thiago. Obrigada por deixarem esses anos de graduação mais leves e divertidos.

A toda minha família e amigos que torceram por mim.

Por fim, agradeço a Universidade Federal de Pernambuco e aos professores envolvidos na minha formação.

## RESUMO

*Clitoria fairchildiana* R.A. Howard é uma árvore nativa do Brasil conhecida comumente como “sombreiro”. É utilizada como ornamental, principalmente na arborização urbana em muitas regiões do país. Por outro lado, *C. fairchildiana* é considerada uma espécie com potencial invasivo. Um dos fatores responsáveis pelo estabelecimento de uma espécie invasiva é o seu potencial efeito alelopático. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o potencial efeito alelopático de flores de *C. fairchildiana* sobre a germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). Após a coleta das flores, foram preparados extratos por ordem crescente de polaridade, hexânico, acetato de etila, hidroalcólico e aquoso. Da concentração inicial (1:1) foram feitas outras duas concentrações com 50% (1:2) e 25% (1:4) de diluição em cada tipo de solvente. O teste de germinação foi realizado em placas de Petri contendo papel filtro. O volume de 3 ml de cada extrato preparado, em suas diferentes concentrações, foi colocado nas placas. Foram utilizados dois grupos controles, um apenas com água destilada e uma mistura de dimetilsulfóxido (DMSO) e água destilada. O número de sementes germinadas foi verificado após 24, 48 e 72 horas de semeadura. Testes fitoquímicos foram realizados em cada extrato. Comparados com o controle, os extratos testados retardaram a germinação nas primeiras 24 h. Após 48 h, os extratos hexânico, acetato de etila, hidroalcólico e aquoso na menor concentração testada exibiram aproximadamente 26%, 23%, 16% e 33% de germinação, respectivamente. Mas, comparados entre si, não houve diferença significativa. Em geral, os percentuais de germinação dos extratos testados foram baixos em relação ao controle, indicando um efeito alelopático. Na análise fitoquímica, verificou-se que o extrato hexânico apresentou resultados positivos para alcaloides e terpenos; o extrato acetato de etila para fenóis simples, flavonoides e terpenos; o extrato hidroalcólico para alcaloides, fenóis simples, terpenos, flavonoides e saponinas e o extrato aquoso para alcaloides, flavonoides e saponinas. Os compostos presentes nos extratos podem ser os responsáveis pelo efeito alelopático observado.

**Palavras-chave:** Aleloquímicos, Cromatografia, Germinação, Fabaceae, Sombreiro.

## ABSTRACT

*Clitoria fairchildiana* R.A. Howard is a tree native to Brazil commonly known as “sombreiro”. It is used as an ornamental, mainly in urban afforestation in many regions of the country. On the other hand, *C. fairchildiana* is considered a species with invasive potential. One of the factors responsible for the establishment of an invasive species is its potential allelopathic effect. Thus, the objective of this work was to evaluate the potential allelopathic effect of *C. fairchildiana* flowers on lettuce (*Lactuca sativa* L.) seed germination. After collecting the flowers, extracts were prepared in increasing order of polarity, hexane, ethyl acetate, hydroalcoholic and aqueous. From the initial concentration (1:1) another two concentrations were made with 50% (1:2) and 25% (1:4) of dilution in each type of solvent. The germination test was performed in Petri dishes containing filter paper. A volume of 3 ml of each prepared extract, in its different concentrations, was placed on the plates. Two control groups were used, one with only distilled water and a mixture of dimethylsulfoxide (DMSO) and distilled water. The number of germinated seeds was verified after 24, 48 and 72 hours of sowing. Phytochemical tests were performed on each extract. Compared with the control, the tested extracts delayed germination in the first 24 h. After 48 h, the hexane, ethyl acetate, hydroalcoholic and aqueous extracts at the lowest concentration tested exhibited approximately 26%, 23%, 16% and 33% germination, respectively. But, compared to each other, there was no significant difference. In general, the germination percentages of the tested extracts were low in relation to the control, indicating an allelopathic effect. In the phytochemical analysis, it was verified that the hexanic extract presented positive results for alkaloids and terpenes; ethyl acetate extract for simple phenols, flavonoids and terpenes; the hydroalcoholic extract for alkaloids, simple phenols, terpenes, flavonoids and saponins and the aqueous extract for alkaloids, flavonoids and saponins. The compounds present in the extracts may be responsible for the observed allelopathic effect.

**Keywords:** Allelochemicals, Chromatography, Germination, Fabaceae, Sombreiro.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Vias de liberação dos aleloquímicos no ambiente.....	16
Figura 2- Aspecto geral de <i>Clitoria fairchildiana</i> .....	22
Figura 3- Aspecto geral das flores de <i>Clitoria fairchildiana</i> .....	22
Figura 4- Terpenoides fitol e lupeol identificados nas folhas de <i>Clitoria fairchildiana</i> .....	24
Figura 5- Rotenoides clitoriactal e 6- desoxiclitoriactal identificados nas raízes de <i>Clitoria fairchildiana</i> .....	24
Figura 6- Área da coleta das flores de <i>Clitoria fairchildiana</i> (a e b); detalhe do estado da flor coletada (c) .....	29
Figura 7 - Efeito dos extratos hexânico (A), acetato de etila (B), hidroalcolico (C) e aquoso (D) de flores de <i>Clitoria fairchildiana</i> (1:1 p/v) na germinação de sementes de <i>Lactuca sativa</i> após 24 h de observação.....	35
Figura 8- Testes para detecção de alcaloides pelo reagente de Dragendorff. Extratos hexânico (1), acetato de etila (2), hidroalcolico (3) e aquoso (4) de flores de <i>Clitoria fairchildiana</i> .....	38
Figura 9- Cromatograma dos extratos acetato de etila (2) e hidroalcolico (3) de flores de <i>Clitoria fairchildiana</i> confirmando a presença de fenóis simples.....	39
Figura 10- Cromatograma dos extratos acetato de etila (2), hidroalcolico (3) e aquoso (4) de flores de <i>Clitoria fairchildiana</i> confirmando a presença de flavonoides.....	40
Figura 11- Cromatograma dos extratos hexânico (1), acetato de etila (2) e hidroalcolico (3) de flores de <i>Clitoria fairchildiana</i> placa confirmando a presença de terpenos.....	41
Figura 12- Testes para detecção de saponinas pela formação de espuma. Extratos aquoso (1) e hidroalcolico (2) de flores de <i>Clitoria fairchildiana</i> ; extrato aquoso da casca de <i>Ziziphus joazeiro</i> (3).....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Potencial alelopático de <i>Clitoria fairchildiana</i> .....	25
Tabela 2- Metodologias utilizadas para realização dos testes fitoquímicos nos extratos de flores de <i>Clitoria fairchildiana</i> .....	31
Tabela 3- Potencial alelopático de flores de <i>Clitoria fairchildiana</i> na germinação de sementes de alface.....	34
Tabela 4- Resultados da análise fitoquímica dos extratos florais de <i>Clitoria fairchildiana</i> .....	37

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Alelopatia</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Aleloquímicos</b>	<b>14</b>
2.2.1 Liberação dos aleloquímicos	15
2.2.1.1 <i>Volatilização</i>	16
2.2.1.2 <i>Lixiviação</i>	17
2.2.1.3 <i>Exsudação radicular</i>	17
2.2.1.4 <i>Decomposição dos resíduos</i>	17
2.2.2 Modo de ação dos aleloquímicos	18
<b>2.3 Bioensaios de alelopatia</b>	<b>19</b>
<b>2.4 Família Fabaceae</b>	<b>19</b>
<b>2.5 O gênero <i>Clitoria</i> L.</b>	<b>20</b>
<b>2.6 Características da espécie <i>Clitoria fairchildiana</i></b>	<b>20</b>
<b>2.7 Fitoquímica de <i>Clitoria fairchildiana</i></b>	<b>23</b>
<b>2.8 Potencial alelopático de <i>Clitoria fairchildiana</i></b>	<b>25</b>
<b>2.9 Atividade inseticida de <i>Clitoria fairchildiana</i></b>	<b>26</b>
<b>2.10 Atividade farmacológicas de <i>Clitoria fairchildiana</i></b>	<b>27</b>
<b>3 OBJETIVOS</b>	<b>28</b>
3.1 Objetivo geral	28
3.2 Objetivos específicos	28
<b>4 METODOLOGIA</b>	<b>29</b>
4.1 Coleta do material	29
4.2 Obtenção dos extratos	29
4.3 Teste de germinação	30
4.4 Testes fitoquímicos	31
4.5 Análise estatística	32
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>33</b>
5.1 Efeito dos extratos sobre a germinação	33
5.2 Análise fitoquímica	37
<b>6 CONCLUSÃO</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>45</b>
<b>ANEXO</b>	<b>53</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No decorrer do tempo, constatou-se um mecanismo em que as plantas liberam no ambiente compostos químicos que podem ser favoráveis ou desfavoráveis ao desenvolvimento de outras plantas. Esse mecanismo de interferência foi definido como alelopatia (REZENDE *et al.*, 2003). Os compostos liberados são produzidos pelo metabolismo secundário do vegetal e recebem o nome de aleloquímicos. As substâncias aleloquímicas diferem-se com relação à composição, concentração e disposição, localizando-se em todas as partes da planta (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

A liberação dos aleloquímicos para o ambiente pode acontecer por diferentes vias: lixiviação, volatilização, exsudação das raízes e decomposição dos resíduos vegetais (SOARES *et al.*, 2012). Na comunidade vegetal, as plantas competem por recursos, tais como, água, luz e nutrientes. Ao lançarem os compostos alelopáticos no ambiente, as plantas reduzem ou suprimem a disputa por esses recursos (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Os efeitos alelopáticos são produzidos por meio da atividade de diferentes substâncias relacionadas a diversas classes de compostos secundários, sendo considerados três grupos principais: os terpenos, alcaloides e compostos fenólicos (ALVES *et al.*, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2020). Os aleloquímicos são capazes de prejudicar o crescimento, dificultar o desenvolvimento natural e ainda impedir a germinação de sementes de outras plantas (REZENDE *et al.*, 2003).

Algumas espécies utilizadas como ornamentais tiveram sua ação alelopática confirmada, como por exemplo, *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth., *Callistemon viminalis* (Sol. ex Gaertn.) G. Don e *Caesalpinia ferrea* Mart. (SILVA, MACHADO E ALBUQUERQUE, 2018; RIBEIRO *et al.*, 2019; ALVES *et al.*, 2018). O cultivo de plantas ornamentais é uma prática antiga. As características distintivas que chamam a atenção nessas plantas fizeram com que os povos primitivos comesçassem a cultivá-las. Em vários lugares do mundo, a maioria das espécies ornamentais não é natural desses locais e isto pode ocasionar prejuízos nos plantios bem como nos ambientes naturais (HEIDEN; BARUERI; STUMPF, 2006).

A espécie *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard é frequentemente utilizada como ornamental para a arborização de jardins, parques, estradas e outros. Pertencente à família Fabaceae (Leguminosae), subfamília Papilionoideae, *C. fairchildiana* é popularmente conhecida no Brasil como sombreiro, faveira, palheteira e sombra-de-vaca. (LORENZI,2000; SILVA; MÔRO,2008).

*Clitoria fairchildiana* é uma espécie nativa do Brasil, sendo sua área de distribuição natural os estados do Maranhão, Pará, Amapá e Amazonas. Ocorre especialmente em formações secundárias na Floresta Pluvial Amazônica. Entretanto, essa espécie possui ocorrência confirmada em todas as regiões do país (LORENZI, 2000; RANDO; SOUZA, 2015; QUEIROZ; BARRETO, 2020).

Devido oferecer bom sombreamento, o sombreiro foi introduzido na arborização urbana de algumas regiões do Brasil. A espécie adequou-se às diferentes condições do país. Assim, o conhecimento técnico e científico é fundamental para recomendação dessa espécie para plantio. Embora seja uma espécie nativa do Brasil, ela é considerada uma espécie exótica nas regiões onde não ocorre de forma natural (SARTORELLI *et al.*, 2018; XAVIER, 2020).

Fisiologicamente, o sombreiro produz sementes continuamente, por esse motivo se dispersou em alguns ecossistemas (SARTORELLI *et al.*, 2018). A espécie apresenta potencial invasivo em virtude da elevada produção de sementes, alto poder germinativo e rápido crescimento (SANTANA, 2020). O potencial efeito alelopático de *Clitoria fairchildiana* também pode ajudar no estabelecimento da espécie em diferentes locais (XAVIER, 2020).

Poucos trabalhos são encontrados a respeito do potencial alelopático presente nos órgãos de *Clitoria fairchildiana* (MOURA *et al.*, 2006; SIQUEIRA, 2008; MONTEIRO; LOPES; BORGES, 2014). A maioria desses trabalhos utiliza apenas as folhas do sombreiro para avaliação da alelopatia. A espécie *Lactuca sativa* L. (alface) é sensível aos efeitos dos aleloquímicos, sendo bastante utilizada nos trabalhos para verificação da alelopatia (FERREIRA; ÁQUILA, 2000).

É importante verificar se outros órgãos de *C. fairchildiana* também são responsáveis pela atividade alelopática, como as flores, por exemplo, que costumam cair da planta quando não fertilizada. O presente trabalho visa verificar o potencial

efeito alelopático das flores de *C. fairchildiana* e analisar fitoquimicamente os extratos obtidos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Alelopatia

De acordo com Rizvi e Rizvi (1992) o responsável pela criação do termo 'alelopatia' foi Molisch em 1937 e seu conceito relacionava-se às interações bioquímicas prejudiciais e benéficas entre todas as classes vegetais, incluindo microrganismos. A origem desse termo vem de duas palavras do grego *allelon*, 'de um para outro', e *pathos*, 'sofrer'.

A Sociedade Internacional de Alelopatia em 1996 ampliou o conceito de alelopatia, incluindo muitas outras interações, como: "qualquer processo envolvendo metabólitos secundários produzidos por plantas, algas, bactérias e fungos que influenciam no crescimento e desenvolvimento de sistemas biológicos e agrícolas" (IAS, 1996, apud OLIVEROS-BASTIDAS *et al.*, 2009).

A alelopatia é caracterizada como um fator ecológico relevante, pois interfere na sucessão primária e secundária, na estrutura e composição de comunidades vegetais (SCRIVANTI; ZUNINO; ZYGADLO, 2003; MARASCHIN-SILVA; AQUILA, 2006). Desse modo, a vegetação de uma área específica pode apresentar um padrão de sucessão que é influenciado pelas plantas que já estavam presentes e pelas substâncias químicas que elas liberaram no ambiente (FERREIRA; AQUILA, 2000).

O fenômeno alelopático observado nos vegetais pode ser caracterizado ainda em autotoxicidade, onde a planta libera compostos químicos que prejudicam indivíduos de sua própria espécie; e heterotoxicidade, na qual as substâncias lançadas afetam outras espécies (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Os estudos envolvendo alelopatia são bastante relevantes e possuem um grande campo de aplicabilidade, como, controle biológico, cuidado florestal, aumento da produção agrícola, proteção de plantas, entre outros. Esses estudos possibilitam encontrar substâncias de origem vegetal que possuem ação alelopática em substituição aos químicos para o controle de plantas invasoras, principalmente na agricultura, onde diminuem a contaminação do ambiente e preservam os recursos

naturais. Em teoria, os aleloquímicos podem ser usados diretamente na produção de bioherbicidas ou ser alterados, com o intuito de intensificar sua atividade biológica (CHENGXU *et al.*, 2011; PIRES; OLIVEIRA, 2011; FORMAGIO *et al.*, 2010).

## 2.2 Aleloquímicos

As substâncias lançadas no ambiente pelas plantas e microrganismos são chamadas de “agentes aleloquímicos”, “substâncias aleloquímicas” ou somente “aleloquímicos”. Quando a substância liberada afeta apenas negativamente outra planta, é denominada também de “fitotoxina” (REZENDE *et al.*, 2003). Os compostos aleloquímicos são produtos celulares possivelmente sintetizados a partir da rota do acetato (mevalonato ou do ácido chiquímico) ou de uma ligação dessas rotas (ALMEIDA-BEZERRA *et al.*, 2020).

Um organismo é capaz de produzir diversos aleloquímicos que promovem inúmeras interações (SOUZA FILHO; ALVES, 2002). As plantas são capazes de produzir aleloquímicos em todos seus órgãos (folhas, caules, raízes, sementes, rizomas, flores e até pólen), em diferentes concentrações (ALBUQUERQUE *et al.*, 2011).

Há indícios de que o local onde um aleloquímico é encontrado nas plantas parece estar associado ao papel que podem exercer na planta e a facilidade de liberação para o ambiente. Quando as substâncias aleloquímicas participam da defesa das plantas contra a herbivoria, é provável estarem nos tecidos mais externos da planta. Contudo, se estas estiverem relacionadas à interação entre plantas, poderiam ser encontradas em tecidos mais internos, ocorrendo sua liberação quando a sobrevivência da planta estivesse em risco (SOUZA FILHO; TREZZI; INOUE, 2011).

Através dos métodos de extração, isolamento, purificação e identificação, obtém-se conhecimento a respeito dos compostos secundários (FERREIRA; ÁQUILA, 2000). Diversos tipos de compostos foram identificados como aleloquímicos, produzidos por microrganismos ou plantas. Esses compostos

considerados alelopáticos foram agrupados conforme suas similaridades, por Rice (1984) em:

- Ácidos orgânicos solúveis em água, álcoois de cadeia simples, aldeídos alifáticos e cetonas;
- Lactonas insaturadas simples;
- Ácidos graxos de cadeia longa;
- Naftoquinonas, antraquinonas e quinonas complexas;
- Terpenoides e esteroides;
- Fenóis simples, ácido benzóico e derivados;
- Ácido cinâmico e derivados;
- Cumarinas;
- Flavonoides;
- Taninos hidrolisáveis e condensados;
- Aminoácidos e polipeptídeos;
- Alcaloides e cianoidrinas;
- Sulfetos e glicosídeos;
- Purinas e glicosídeos.

Algumas espécies da família Fabaceae, a qual inclui *Clitoria fairchildiana*, dispõem em sua composição química compostos que exercem atividade alelopática. Podendo-se citar as cumarinas, ácidos fenólicos, alcaloides, flavonoides, taninos e terpenoides (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

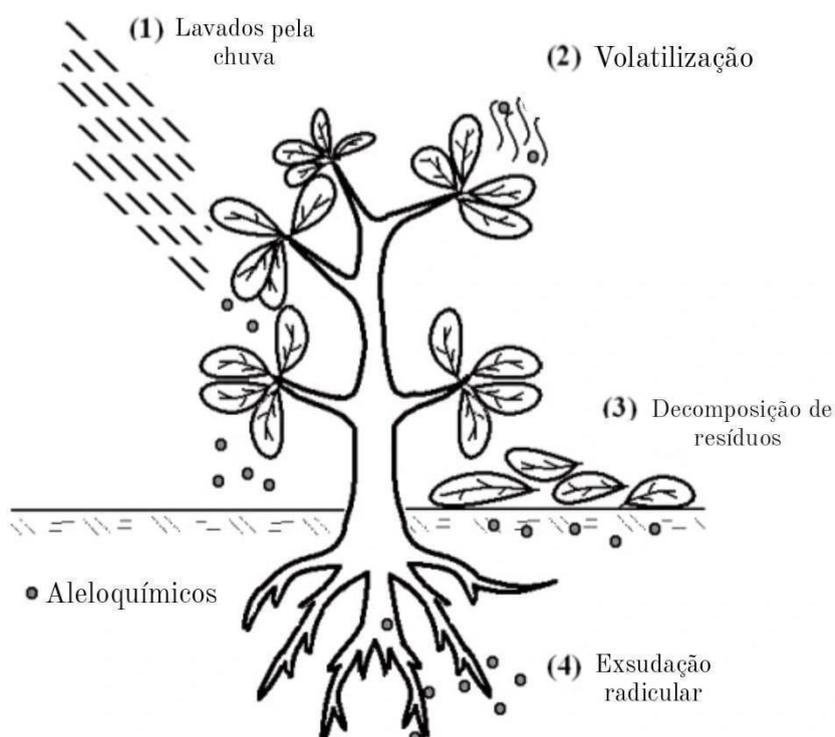
### 2.2.1 Liberação dos aleloquímicos

Quimicamente, os aleloquímicos possuem estruturas mais simples a complexas, de solúveis em água, a voláteis, de persistentes, a estágio breve (SANTOS *et al.*, 2010). A produção e a liberação dos aleloquímicos no decorrer do ciclo vital das plantas podem ser alterados devido aos diferentes tipos de estresses biótico e abiótico, os quais as plantas podem estar sujeitas. Alguns fatores como, limitação de nutrientes, temperatura, seca, irradiação, doenças, danos causados por

insetos, competidores, têm sido considerados responsáveis pelo aumento na liberação dos aleloquímicos pelas plantas (ALBUQUERQUE *et al.*, 2011).

Existem diferentes vias de liberação dos aleloquímicos das plantas para o ambiente (Figura 1).

Figura 1 - Vias de liberação dos aleloquímicos no ambiente.



Fonte: Traduzido de Albuquerque *et al.*, (2011).

### 2.2.1.1 Volatilização

Na liberação por volatilização, ocorre a dissipação dos compostos voláteis das folhas, flores, caules ou raízes que são capazes de ser assimilados por outras plantas (FERREIRA, 2019). Os aleloquímicos liberados dessa maneira são de difícil detecção, identificação e quantificação (PIRES; OLIVEIRA, 2011). Entre os compostos que podem ser encontrados estão o etileno e os terpenoides (ALMEIDA *et al.*, 2008).

### 2.2.1.2 Lixiviação

Os compostos solúveis em água, são lixiviados da parte aérea das plantas, pela chuva ou pelo orvalho, das raízes ou ainda do material vegetal em decomposição (FERREIRA, 2019; REZENDE *et al.*, 2003). É mencionado, especialmente, a lixiviação dos compostos fenólicos, ácidos orgânicos, açúcares, terpenoides, alcaloides, aminoácidos, substâncias pécnicas e giberelina (ALMEIDA *et al.*, 2008).

### 2.2.1.3 Exsudação radicular

Os produtos exsudados pelas raízes são liberados na rizosfera, podendo atuar direta ou indiretamente nas interações planta/planta e planta/microrganismos (TUKEY, 1969). O ácido oxálico, a amidalina, a cumarina e o ácido transcinâmico são compostos que podem ser citados como liberados por esta via (ALMEIDA *et al.*, 2008).

### 2.2.1.4 Decomposição dos resíduos

As folhas ou outras partes da planta que caem no chão, podem sofrer decomposição por ação do intemperismo e pelos microrganismos presentes no solo, ou ação combinada de ambos (TUKEY, 1969). Quando a integridade das membranas celulares é perdida, ocorre a liberação de compostos que causam toxicidade aos organismos próximos. Os principais aleloquímicos liberados por esta via são os glicosídeos cianogênicos, flavonoides, ácidos fenólicos, agropireno e cumarinas (ALMEIDA *et al.*, 2008).

### 2.2.2 Modo de ação dos aleloquímicos

O modo de ação dos aleloquímicos são variados e podem ser divididos em ação direta e indireta (FERREIRA; ÁQUILA, 2000). A ação indireta dos aleloquímicos pode compreender efeitos mediante modificações da propriedade do solo, da sua condição nutricional, população alterada e atividade de organismos danosos ou benéficos. Enquanto a ação direta compreende os efeitos dos aleloquímicos em certos aspectos do crescimento e metabolismo da planta (RIZVI; RIZVI, 1992).

Os aleloquímicos podem afetar de diversas formas o metabolismo das plantas receptoras, agindo sobre a respiração, fotossíntese, abertura estomática, síntese de pigmento, hormônios, síntese de proteína, material genético, absorção de minerais, inibição da atividade enzimática e do transporte de membrana (OLIVEIRA *et al.*, 2020; RIZVI; RIZVI, 1992).

A combinação de efeitos produzidos pelos diversos aleloquímicos é responsável pelos sintomas observados na planta-alvo, mesmo após identificados, é complicado determinar qual deles causam os sintomas (SOUZA FILHO; ALVES, 2002).

Os efeitos dos aleloquímicos podem ser regulados devido a algumas condições, como por exemplo a concentração, temperatura e muitas outras condições ambientais (REIGOSA; SÁNCHEZ-MOREIRAS; GONZÁLEZ, 1999). Por não apresentar uma ação específica, os aleloquímicos são capazes de afetar mais de uma função nos organismos atingidos (SANTOS *et al.*, 2001). As cumarinas, por exemplo, são mencionadas como sendo capazes de causar danos em algumas funções fisiológicas da planta, que incluem desde a inibição da fotossíntese, a respiração e a síntese proteica (SOUZA FILHO; ALVES, 2002).

### **2.3 Bioensaios de alelopatia**

Os bioensaios são muito relevantes para verificação da atividade alelopática, pois permitem o controle de algumas variáveis como temperatura e disponibilidade de água, possibilitando a investigação dos mecanismos que estão interagindo (GATTI; PEREZ; LIMA, 2004).

A maioria dos estudos de alelopatia inclui bioensaios de plantas ou extratos de solos, baseado na germinação de sementes e no crescimento de mudas. As análises biológicas compreendem ainda a viabilidade da semente, morfologia da parte aérea e da raiz, avaliação do peso e comprimento de determinadas partes da planta (GNIAZDOWSKA; BOGATEK, 2005).

A preparação de extratos brutos é um dos procedimentos empregados ao iniciar-se a prospecção da atividade alelopática. Geralmente, os estudos que abrangem esta técnica, usam extratos de alta polaridade como os extratos aquosos, hidroalcolólicos ou mesmo metanólicos. As plantas produzem metabólitos com diferentes polaridades, por isso quando não há dados sobre a espécie estudada, é aconselhável preparar tanto extratos de baixa polaridade como de alta polaridade (SOUZA FILHO; GUILHON; SANTOS, 2010).

### **2.4 Família Fabaceae**

A família Fabaceae inclui cerca de 751 gêneros e por volta de 19500 espécies, representando a terceira maior família de angiospermas. Encontra-se distribuída em três subfamílias: Caesalpinioideae, Mimosoideae e Papilionoideae. No Brasil, é considerada a família com maior número de espécies dentro das angiospermas, com 221 gêneros e 2811 espécies (DIAS-FILHO, 2022).

As espécies de Fabaceae podem ser encontradas em regiões tropicais, subtropicais e temperadas, ocorrendo como árvores enormes ou pequenas ervas (DIAS-FILHO, 2022). Estudos relatam que representantes dessa família são capazes de desempenhar efeitos alelopáticos sobre outras espécies. Os extratos

aquosos de flores e folhas de *Chloroleucon tortum* e folhas de *Albizia blanchetii*, por exemplo, são citados por apresentarem efeito inibitório na germinação de sementes de alface (OLIVEIRA *et al.*, 2020; OLIVEIRA *et al.*, 2005).

## 2.5 O gênero *Clitoria* L.

O gênero *Clitoria* L. compreende em torno de 40 espécies, encontradas em regiões tropicais e subtropicais. Apresentam-se como arbóreas, arbustivas ou herbáceas, eretas ou volúveis, de flores brancas, róseas ou violáceas (SILVA; MÔRO, 2008). O nome *Clitoria* origina-se de clitóris, devido ao formato da corola da flor ser parecido com o aparelho genital feminino (QUEIROZ, 2008).

Algumas espécies do gênero *Clitoria* são utilizadas para fins medicinais, como, *Clitoria macrophylla* Benth. usada para tratamento de doenças de pele. Raízes de *Clitoria ternatea* L. são utilizadas no tratamento de infecções pulmonares e dores de garganta (SILVA; PARENTE, 2002). Foi relatado que o extrato da flor de *C. ternatea* possui atividade anti-inflamatória e analgésica (SHYAMKUMAR; ISHWAR, 2012). Além disso, foi observada atividade alelopática no extrato das flores de *C. ternatea* (LEÃO *et al.*, 2018).

## 2.6 Características da espécie *Clitoria fairchildiana*

*Clitoria fairchildiana* R.A. Howard. cuja sinonímia botânica é *Clitoria racemosa* Benth., é uma espécie arbórea que pode alcançar até 12 metros de altura (Figura 2). Possui um tronco curto coberto por uma casca fina e lisa. Sua copa frondosa exibe folhas compostas trifolioladas, estipuladas, longo-pecioladas, e os folíolos, coriáceos, na face adaxial glabros e na abaxial seríceo-pubescentes (LORENZI, 2000; SILVA; MÔRO, 2008).

As flores de *C. fairchildiana* são aromáticas dispostas em ráceros pêndulos que podem ser roxas, azuis ou brancas (Figura 3). O fruto é um legume deiscente e de cor marrom. As sementes são exalbuminosas, possuem um formato orbicular e

achatado, com tegumento de cor castanho-esverdeado (BÁEZ; PINO; MORALES, 2011; SILVA; MÔRO, 2008).

A germinação de sementes de *C. fairchildiana* é considerada do tipo fanerocotiledonar epígea, começando no quinto dia depois da sementeira. As características morfológicas do fruto e da semente, bem como a formação de plântulas, são homogêneas em todas as fases, sendo assim, são úteis para identificar a espécie (COSTA; SILVA; GOMES, 2014).

*Clitoria fairchildiana* é uma planta decídua, classificada como heliófita e seletiva higrófila. Mostra nítida predileção por solos férteis e úmidos. O florescimento acontece durante o verão, no entanto, pode estender-se até abril-maio em algumas regiões. O amadurecimento dos frutos ocorre em maio-julho no período que começa a queda das folhas (LORENZI, 2000).

Devido ao seu rápido crescimento, é utilizada nos reflorestamentos heterogêneos destinados à recuperação de áreas degradadas e à reconstituição da vegetação. O sombreiro possui a capacidade de nodular e fixar nitrogênio atmosférico, podendo, assim, contribuir para a recuperação da fertilidade do solo (SILVA; CARVALHO, 2008). A madeira do sombreiro é relativamente pesada e de média resistência, sendo aplicada na construção civil como forros, divisórias internas, para fabricação de brinquedos e caixotaria (LORENZI, 2000).

Figura 2- Aspecto geral de *Clitoria fairchildiana*.



Fonte: A autora (2023).

Figura 3- Aspecto geral das flores de *Clitoria fairchildiana*.



Fonte: Queiroz (2012).

## 2.7 Fitoquímica de *Clitoria fairchildiana*

Gomes *et al.* (2005) isolaram e identificaram a flavona naringenina e as isoflavonas biochanina A, genisteína e prunetina a partir do extrato de galhos do sombreiro. Também isolaram o rotenoide 6-desoxiclitoriaacetato, antes encontrado nas sementes desta espécie.

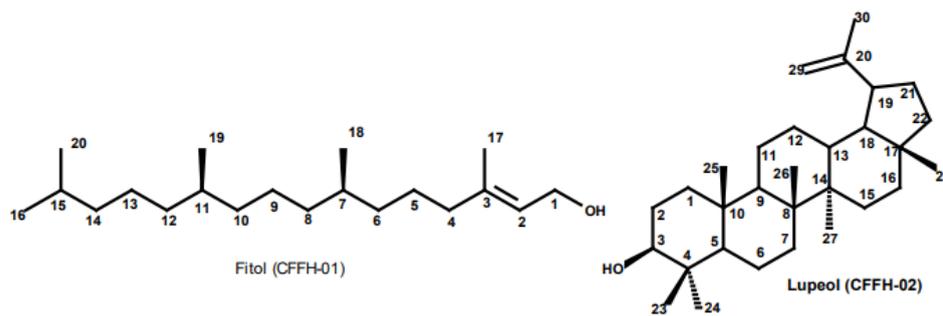
Uma classe importante de metabólitos secundários encontrados em *C. fairchildiana* são os terpenoides. O extrato hexânico de folhas do sombreiro permitiu o isolamento de dois terpenóides: fitol e lupeol (Figura 4) e os esteróides campesterol, estigmasterol e  $\beta$ -sitosterol. Além disso, foi isolado do extrato hidroalcolico um dissacarídeo: a sacarose peracetilada (QUEIROZ, 2008).

Em um estudo fitoquímico, o extrato metanólico das folhas de *C. fairchildiana* permitiu o isolamento de sete flavonoides: 3,3',4',5,7-pentaidroxiflavonol, 5,7,4'-triidroxiglicopiranosilflavonol, 5,7,3',4'-tetraidroxiglicopiranosilflavonol, 3,5,4'-triidroxiglicopiranosilflavonol, 3,5,3',4'-tetraidroxiglicopiranosilflavonol, 5,7,4'-triidroxiglicopiranosil-(1'' $\rightarrow$ 6'')-O $\alpha$ -L-rhamnopiranosil-(1''' $\rightarrow$ 2''')-flavonol, 5,7,3',4'-tetraidroxiglicopiranosil-(1'' $\rightarrow$ 6'')-O $\alpha$ -L-rhamnopiranosil-(1''' $\rightarrow$ 2''')-flavonol (QUEIROZ, 2008).

O sombreiro mostrou ser uma excelente fonte de flavonoides, principalmente do grupo dos rotenoides. Foram isolados desta espécie os rotenoides clitoriacetato, 6-desoxiclitoriacetato, estemonal e estemonona. Os rotenoides clitoriacetato e 6-desoxiclitoriacetato (Figura 4) ocorrem em maior parte nas raízes, não sendo observados nas folhas e pétalas. Os flavonoides canferol, quercetina (Figura 5), vitexina, astragalina e os fitoesteróides  $\beta$ -sitosterol e estigmasterol foram isolados através do estudo químico das raízes e pétalas de *C. fairchildiana* (SANTOS, 2014).

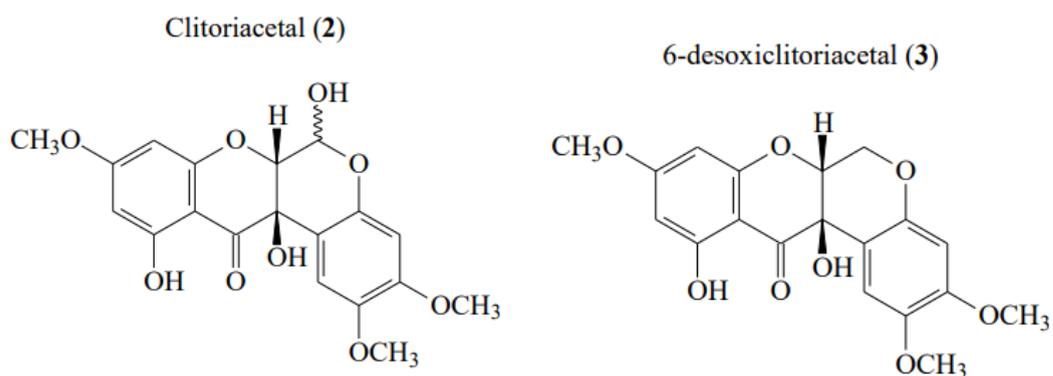
Negrão *et al.* (2020) realizaram um estudo fitoquímico a partir do extrato bruto etanólico das folhas de *C. fairchildiana*. Observou-se que a espécie contém altas taxas de flavonoides e apresenta catequinas, ácidos orgânicos, açúcares redutores, polissacarídeos, fenóis e taninos, depsídeos e depsidonas.

Figura 4- Terpenoides fitol e lupeol identificados nas folhas de *Clitoria fairchildiana*.



Fonte: Queiroz (2008).

Figura 5-. Rotenoides clitoriacetal e 6- desoxiclitoriacetal identificados nas raízes de *Clitoria fairchildiana*.



Fonte: Santos (2014).

## 2.8 Potencial alelopático de *Clitoria fairchildiana*

Tabela 1 - Potencial alelopático de *Clitoria fairchildiana*.

Órgão da planta	Extrato	Espécie receptora	Resultados	Referência
Folhas	Extrato aquoso	<i>Lactuca sativa</i> L.	Verificou-se que a eliminação dos derivados fenólicos estimulou a fitotoxicidade de <i>C. fairchildiana</i> .	Soares <i>et al.</i> (2012)
Folhas	Extrato aquoso	<i>Lactuca sativa</i> L. <i>Daucus carota</i> L.	Observou-se retardamento da germinação e do índice de velocidade de germinação em ambas as espécies.	Moura <i>et al.</i> (2006)
Folhas	Extrato aquoso	<i>Zea mays</i> L.	Constatou-se o efeito inibitório sobre a germinação e crescimento em todas concentrações testadas.	Siqueira (2008)
Folhas	Extrato aquoso	<i>Brassica napus</i>	Verificou-se que a maior concentração testada inibiu a germinação.	Monteiro, Lopes e Borges (2014)

Fonte: A autora (2023).

O potencial alelopático de *C. fairchildiana* tem sido verificado em suas folhas (Tabela 1). Soares *et al.* (2012), por exemplo, analisaram o efeito do extrato aquoso das folhas de *C. fairchildiana* sobre a germinação e sobre o crescimento radicular de alface (*Lactuca sativa* L.). O extrato aquoso com e sem a presença de derivados

fenólicos foi utilizado para os testes de germinação. Verificou-se que a eliminação dos derivados fenólicos estimulou a fitotoxicidade de *C. fairchildiana*. Provavelmente a presença de fenólicos diminui o efeito tóxico de algum outro tipo de substância produzida por essa espécie.

Moura *et al.* (2006) investigaram a atividade alelopática de diferentes concentrações de extrato de folhas de *C. fairchildiana* sobre a germinação e vigor das sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) e cenoura (*Daucus carota* L.). A porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação (IVG) foram avaliados. Constatou-se que os extratos promoveram o retardamento significativo da germinação e do IVG em ambas as espécies.

Siqueira (2008) examinou o potencial alelopático do sombreiro sobre a germinação e o crescimento de sementes de milho (*Zea mays* L.). O extrato aquoso das folhas de *C. fairchildiana*, em todas as concentrações testadas, inibiu a germinação das sementes e o crescimento do milho. O aspecto que determinou o efeito alelopático inibitório foi a anormalidade de plântulas, observada, especialmente nas raízes atrofiadas.

Foi testado o efeito de diferentes concentrações de extratos aquosos de folhas frescas do sombreiro sobre a germinação e crescimento de *Brassica napus* (canola). A maior concentração testada interferiu na germinação da canola e nos outros tratamentos não houve diferença significativa. Também houve diferença significativa ao observar a biomassa foliar, numa relação dose-dependente. Os resultados foram iguais ao observar a altura e o comprimento da raiz, demonstrando a atividade alelopática do sombreiro sobre a canola (MONTEIRO; LOPES; BORGES, 2014).

## **2.9 Atividade inseticida de *Clitoria fairchildiana***

A espécie *C. fairchildiana* se destaca como potencial fonte de compostos inseticidas, em virtude de suas sementes serem extremamente resistentes à predação por insetos (DEL CRISTO; BERTONCELI; SALES, 2021).

Bertonceli *et al.* (2022a) analisaram a toxicidade das proteínas presentes nas sementes de *C. fairchildiana* sobre o desenvolvimento e sobrevivência de larvas de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae). Identificaram uma proteína semelhante à vicilina que causou efeitos prejudiciais ao desenvolvimento larval de *C. maculatus*. Quando utilizada na concentração de 0,05% na dieta do inseto, a fração mais tóxica (solúvel em propanol) reduziu 66,1% o peso larval.

Bertonceli *et al.* (2022b) identificaram rotenoides nas sementes de *C. fairchildiana* que foram tóxicos para larvas de terceiro instar de *Aedes aegypti* L., causaram descolamento da cutícula, alterações no exoesqueleto e perfurações no tórax e abdome da larva.

Oliveira *et al.* (2015) constataram a existência de um inibidor de tripsina isolado de sementes de *C. fairchildiana*, com capacidade de reduzir a atividade de enzimas digestivas de larvas de quarto instar de *Aedes aegypti* L.

Foi descrita a presença de um inibidor de proteases em sementes de *C. fairchildiana*, que possui atividade inibitória contra as enzimas tripsinas do intestino médio das larvas de *Anagasta kuehniella*, *Diatraea saccharalis* e *Heliothis virescens* (DANTZGER *et al.*, 2015).

## **2.10 Atividade farmacológicas de *Clitoria fairchildiana***

Leite *et al.* (2012) verificaram uma lectina isolada das sementes de *C. fairchildiana* composta por duas bandas com pesos moleculares de aproximadamente 100 e 116 kDa, apresentou capacidade de ligar-se a eritrócitos de coelho. Além disso, as lectinas demonstraram ação antinociceptiva e anti-inflamatória.

Silva e Parente (2002) isolaram os rotenoides presentes nas raízes de *C. fairchildiana* e relataram que as substâncias isoladas demonstraram atividade anti-inflamatória. Dentre os rotenoides isolados a partir do extrato metanólico das raízes de *C. fairchildiana*, os principais compostos responsáveis pelas atividades biológicas foram o clitoriactal e o 6-desoxiclitoriactal (SANTOS; DAVID; DAVID, 2016). A atividade antifúngica dos rotenoides isolados das raízes e sementes de *C. fairchildiana* também foi observada (SANTOS *et al.*, 2018).

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo geral

Avaliar o potencial alelopático das flores de sombreiro (*Clitoria fairchildiana*) sobre a germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.).

#### 3.2 Objetivos específicos

- Verificar o potencial alelopático de extratos hexânicos, acetato, hidroalcolico e aquoso das flores de *Clitoria fairchildiana* sobre a germinação de sementes de *Lactuca sativa*.
- Realizar uma análise fitoquímica dos extratos e identificar as classes de metabólitos secundários presentes nas flores de *Clitoria fairchildiana*.

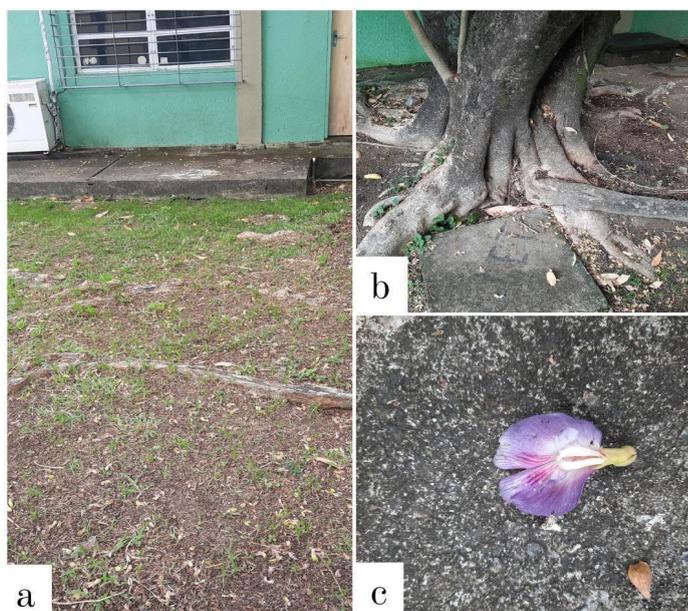
## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Coleta do material

Flores de *C. fairchildiana* foram coletadas nos dias 28 de fevereiro, 2 de março e 7 março de 2023 de três espécimes presentes no Centro de Biociências da UFPE, Campus Recife, nas coordenadas geográficas 8° 03 '01.3 "S e 34° 56' 54.1"W.

As flores que caíam e se acumulavam no solo foram coletadas. Foi utilizado como critério de seleção as que apresentavam coloração arroxeada indicando ainda estarem frescas. Após a coleta, as flores foram desidratadas em estufa a 50 °C por cinco dias.

Figura 6- Área da coleta das flores de *Clitoria fairchildiana* (a e b); detalhe do estado da flor coletada (c).



Fonte: A autora (2023).

### 4.2 Obtenção dos extratos

Após a desidratação, 34 g de flores foram colocadas em um Erlenmeyer e submetidas a extração com aproximadamente 200 ml *n*-hexano. O procedimento extrativo realizado em temperatura ambiente durou 24 h. Após este período, o material foi filtrado e as flores submetidas a um novo processo extrativo por ordem

crescente de polaridade com acetato de etila, etanol (66%) e água com igual volume de solvente e tempo de extração.

Os extratos hexânicos, acetato e hidroalcoólico foram concentrados em evaporador rotativo até um volume final de 34 ml cada. O extrato aquoso foi concentrado em banho-maria até atingir o mesmo volume. Todos os quatro extratos tiveram uma concentração final de 34 g/34 ml, ou seja, uma relação admitida como sendo de 1:1 peso/volume. A partir da concentração inicial (1:1) foram preparadas outras duas concentrações com 50% (1:2) e 25% (1:4) de diluição em cada tipo de solvente.

### 4.3 Teste de germinação

Foram utilizadas 42 placas de Petri de 9 cm de diâmetro forradas com papel de filtro. Extratos hexânico e acetato, em suas diferentes concentrações, foram dispensados em volume de 3 ml no interior das placas. As placas permaneceram abertas durante 72 h para a completa eliminação dos solventes. Este procedimento não foi adotado para os extratos hidroalcoólico e aquoso em virtude destes conterem apenas água após passagem no evaporador e banho-maria.

Após eliminação dos solventes (hexano e acetato) cada placa recebeu 3 ml de uma solução de DMSO e H<sub>2</sub>O (5 µl/ml). O DMSO foi utilizado para facilitar a solubilidade dos extratos de baixa polaridade. Para os extratos hidroalcoólico e aquoso, 3 ml destes foram dispensados diretamente nas placas. Dois grupos controles foram estabelecidos. No primeiro grupo foi utilizado apenas água destilada e no segundo uma mistura de DMSO e água destilada (5 µl/ml).

As placas foram distribuídas aleatoriamente em uma bancada utilizando um sistema de sorteio (<https://sorteador.com.br/>). Foram utilizadas sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) variedade Americana (Lettuce Great Lakes 659, Feltrin Sementes LTDA, Farroupilha, RS) com germinação de 99%. Foram distribuídas 30 sementes por placa, totalizando 1.260 sementes para as 42 placas. Como critério de germinação foi considerada a emissão da radícula. O registro do número de sementes germinadas foi realizado após 24, 48 e 72 horas após semeadura. As

temperaturas mínima, média e máxima e a umidade relativa do ar foram monitoradas.

#### 4.4 Testes fitoquímicos

Os extratos foram analisados quanto a presença de alcaloides, fenóis simples, flavonoides, terpenos e saponinas segundo Wagner e Bladt (1996). Exceto para alcaloides e saponinas, as classes foram identificadas através de cromatografia de camada delgada (CCD) em sílica gel 60 com indicador de fluorescência (Fluka). A presença de alcaloides foi averiguada por reação de precipitação e mudança de coloração; as saponinas pelo teste de formação de espuma em tubos de ensaio. Neste caso, apenas os extratos hidroalcoólico e aquoso de *C. fairchildiana* foram utilizados neste procedimento. A Tabela 1 ilustra o screening fitoquímico realizado.

Tabela 2- Metodologias utilizadas para realização dos testes fitoquímicos nos extratos de flores de *Clitoria fairchildiana*.

Classe	Fase móvel	Revelador	Tipo de teste
Alcaloides	na	Dragendorff	Coloração/precipitação
Fenóis simples	Tolueno/éter (1:1 v/v)	KOH etanólico 10% + UV 366 nm	CCD
Flavonoides	Tolueno/éter/ácido acético (1:1:0,5 v/v)	NP-PEG + UV 366 nm	CCD
Terpenos	Tolueno/acetato de etila (73:27 v/v)	Anisaldeído sulfúrico + aquecimento 110 °C	CCD
Saponinas	na	na	Agitação

na = não aplicável; CCD = cromatografia em camada delgada.

#### **4.5 Análise estatística**

Os dados foram expressos como média ( $n = 3$ ) mais desvio padrão. Para comparar o efeito alelopático dos extratos em relação aos controles, os resultados foram submetidos a ANOVA e teste de Tukey com nível de significância de 5%. As análises estatísticas foram realizadas usando o software Microsoft® Excel® 2016.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Efeito dos extratos sobre a germinação

Neste estudo o potencial alelopático de *C. fairchildiana* foi averiguado experimentalmente sobre a germinação de sementes de alface. Durante 72 h de observação, a temperatura e a umidade relativa do ar foram em média 27,7 °C e 68,5%, respectivamente. Nas primeiras 24 h, as sementes de *L. sativa* do grupo controle (água destilada) apresentaram aproximadamente 98% de germinação. A média de germinação do segundo grupo controle formado por DMSO e H<sub>2</sub>O foi de 74%, o que se conclui que o DMSO, ainda que seja utilizado para solubilizar os extratos apolares, exerceu uma influência negativa na germinação das sementes. Devido ao alto percentual de germinação nas primeiras 24 h, o número de sementes germinadas após este período foi próximo a zero para ambos os controles (Tabela 2).

Sementes de *L. sativa* submetidas aos extratos hexânico, acetato de etila, hidroalcólico e aquoso de *C. fairchildiana*, independente da concentração, só apresentaram germinação após 48 h, indicando um retardamento da germinação em relação aos controles nas primeiras 24 h (Figura 7). Em 48 h de observação, os percentuais de germinação de sementes foram significativamente inferiores em relação aos controles, caracterizando um efeito alelopático para os extratos testados. Na menor concentração testada os extratos hexânico, acetato de etila, hidroalcólico e aquoso apresentaram aproximadamente 26%, 23%, 16% e 33% de germinação, respectivamente. Quando comparado entre si, o efeito dos extratos na germinação não diferiu significativamente. Ao final da avaliação (72 h), não houve mais nenhuma semente germinada, tanto para sementes dos grupos controles quanto para as sementes tratadas (Tabela 2).

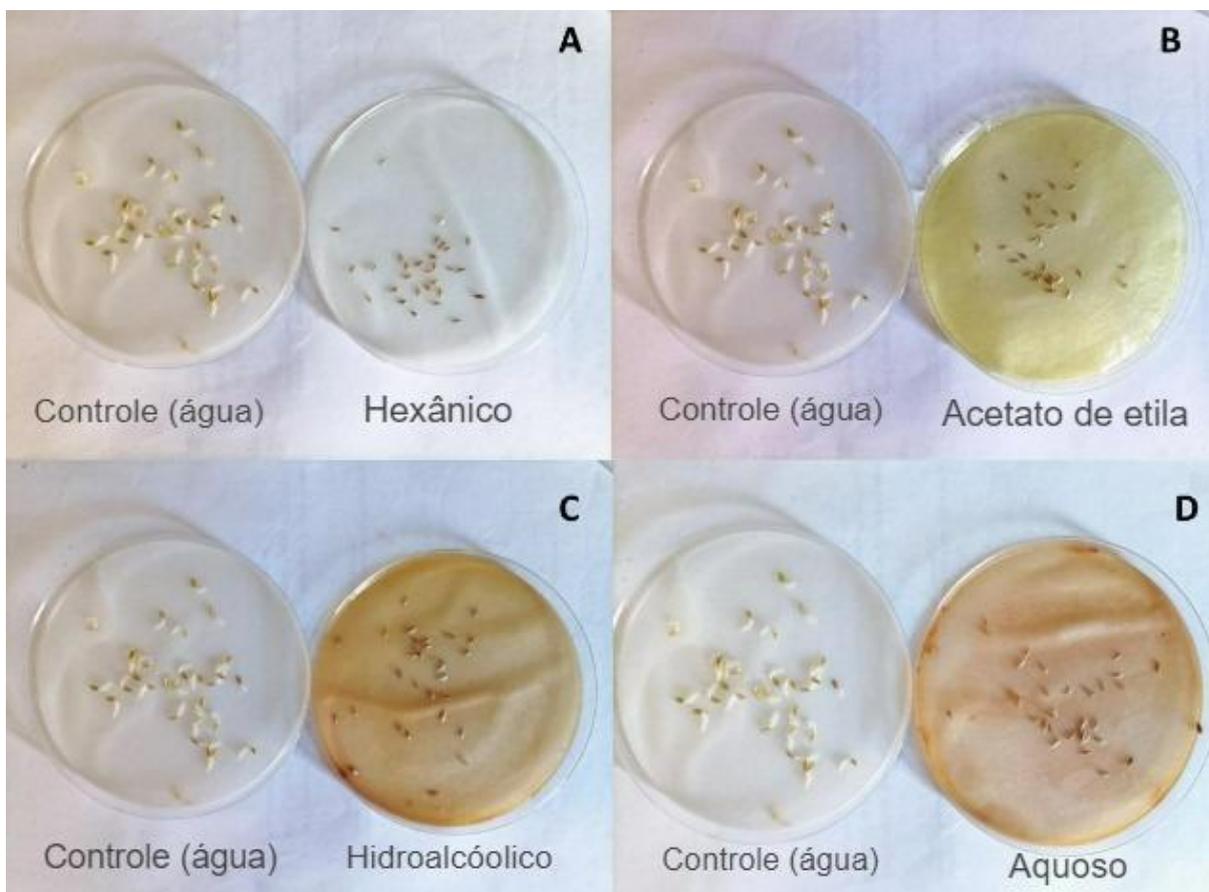
Tabela 3– Potencial alelopático de flores de *Clitoria fairchildiana* na germinação de sementes de alface.

Extrato	Tempo / % germinação		
	24 h	48 h	72 h
Hexânico (1:1)	0,0 ± 0	20,0 ± 6,6c	0,0 ± 0
Hexânico (1:2)	0,0 ± 0	23,3 ± 3,3c	0,0 ± 0
Hexânico (1:4)	0,0 ± 0	26,6 ± 3,3c	0,0 ± 0
Acetato de etila (1:1)	0,0 ± 0	20,0 ± 3,3c	0,0 ± 0
Acetato de etila (1:2)	0,0 ± 0	20,0 ± 6,6c	0,0 ± 0
Acetato de etila (1:4)	0,0 ± 0	23,3 ± 3,3c	0,0 ± 0
Hidroalcólico (1:1)	0,0 ± 0	16,6 ± 6,6c	0,0 ± 0
Hidroalcólico (1:2)	0,0 ± 0	23,3 ± 3,3c	0,0 ± 0
Hidroalcólico (1:4)	0,0 ± 0	16,6 ± 3,3c	0,0 ± 0
Aquoso (1:1)	0,0 ± 0	26,6 ± 3,3c	0,0 ± 0
Aquoso (1:2)	0,0 ± 0	30,0 ± 6,6c	0,0 ± 0
Aquoso (1:4)	0,0 ± 0	33,3 ± 10,0c	0,0 ± 0
DMSO/H <sub>2</sub> O*	74,3 ± 10,6b	1,1 ± 1,3d	0,0 ± 0
Controle (H <sub>2</sub> O)	98,6 ± 1,3a	0,0 ± 0	0,0 ± 0

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); \* = 5 µl/ml

Fonte: A autora (2023)

Figura 7 - Efeito dos extratos hexânico (A), acetato de etila (B), hidroalcólico (C) e aquoso (D) de flores de *Clitoria fairchildiana* (1:1 p/v) na germinação de sementes de *Lactuca sativa* após 24 h de observação.



Fonte: A autora (2023)

Segundo Ferreira e Áquila (2000), o tempo que as sementes de alface requerem para sua germinação é de 24 a 48 horas. Em nosso estudo, foi observado que em 24 h praticamente todas as sementes do controle ( $H_2O$ ) germinaram, o que corrobora os dados dos autores.

O processo de germinação é estimulado quando as sementes estão embebidas com água e a mitose inicia-se no embrião, porém, junto com a água, podem penetrar substâncias com capacidade de inibir ou retardar a multiplicação ou crescimento celular, assim como retardar a germinação (GONZÁLEZ; MEDEROS; SOSA, 2002). Este pode ter sido o caso observado no presente estudo, caracterizado por um efeito alelopático.

Moura *et al.*, (2006), por exemplo, observaram que o extrato aquoso de folhas de *C. fairchildiana* nas concentrações de 50%, 75% e 100%, apresentaram aproximadamente 42%, 32% e 27% de germinação, respectivamente. Assim, mostrou-se efetivo no retardamento da germinação em relação ao controle (65,7%). Além disso, analisaram os efeitos do extrato aquoso de folhas *C. fairchildiana* sobre a germinação de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.). Os autores observaram que a porcentagem de sementes germinadas na menor concentração (25%) foi de 46%, indicando um retardamento da germinação quando comparada ao controle onde a porcentagem de sementes germinadas foi de 67%. Em ambas as espécies receptoras, verificaram que o efeito de inibição ou retardamento do extrato cresceu em função do aumento da concentração.

Em milho, a diminuição da germinação e do crescimento de raízes e de plântulas foi proporcional à medida que a concentração do extrato aquoso do sombreiro foi aumentada. Segundo Siqueira (2008), é provável que esta observação tenha acontecido devido à presença de algum aleloquímico inibindo o crescimento e caracterizando efeito alelopático. O fator determinante do efeito da substância alelopática presente em *C. fairchildiana* foi a anormalidade das plântulas. Constatou-se que o percentual de plântulas anormais aumentou significativamente a partir da menor concentração do extrato, chegando a 93% na concentração 100%.

Monteiro, Lopes e Borges (2014) verificaram que o extrato aquoso de folhas de sombreiro na concentração de 100% influenciou na germinação de canola, quanto aos demais tratamentos, não houve diferença. Estudando o potencial alelopático de outra espécie do gênero (*C. ternatea*), Leão *et al.*, (2018), observaram que o extrato das flores nas concentrações 50,0 e 35,0 g L<sup>-1</sup> apresentaram ação alelopática, inibindo a germinação das plântulas de alface em 96,5% e 84%, respectivamente.

Baseado nos estudos acima, nossos achados mostraram que não foi verificado uma relação concentração x efeito. O extrato aquoso de folhas de *C. fairchildiana* na menor concentração testada por Moura *et al.* (2006), apresentou aproximadamente 55% de sementes de alface germinadas. Enquanto no presente estudo, pode-se observar que o extrato aquoso das flores de *C. fairchildiana* na menor concentração testada apresentou aproximadamente 33% de germinação.

Portanto ficou evidenciado, que os extratos obtidos a partir das flores de *C. fairchildiana* foram mais eficazes em relação aos obtidos a partir das folhas.

O estudo de Leão *et al.*, (2018) com flores de outra espécie do gênero, é o que mais se aproxima dos nossos achados, confirmando que flores de *Clitoria* spp. possuem substâncias com alto potencial alelopático.

## 5.2 Análise fitoquímica

De acordo com a Tabela 4, a análise fitoquímica revelou a presença de algumas classes de metabólitos secundários nos diferentes extratos das flores de *C. fairchildiana* (Tabela 4). Pelo teste de Dragendorff, resultados positivos para a presença de alcaloides foram encontrados nos extratos hexânico, hidroalcolico e aquoso (Tabela 4, Figura 8). Através da cromatografia em camada delgada (CCD), foi possível confirmar a presença de fenóis simples nos extratos acetato de etila e hidroalcolico (Tabela 4, Figura 9). A CCD também permitiu verificar a existência de flavonoides nos extratos acetato de etila, hidroalcolico e aquoso (Tabela 4, Figura 10). A presença de terpenos foi confirmada em todos os extratos, exceto para o aquoso (Tabela 4, Figura 11). Este último foi positivo para saponinas, assim como o extrato hidroalcolico (Tabela 4, Figura 12).

Tabela 4- Resultados da análise fitoquímica dos extratos florais de *Clitoria fairchildiana*.

Classe	Extratos			
	Hexânico	Acetato de etila	Hidroalcolico	Aquoso
Alcaloides	+	-	+	+
Fenóis simples	-	+	+	-
Flavonoides	-	+	+	+
Terpenos	+	+	+	-
Saponinas	na	na	+	+

+ = positivo; - = negativo; na = não aplicado

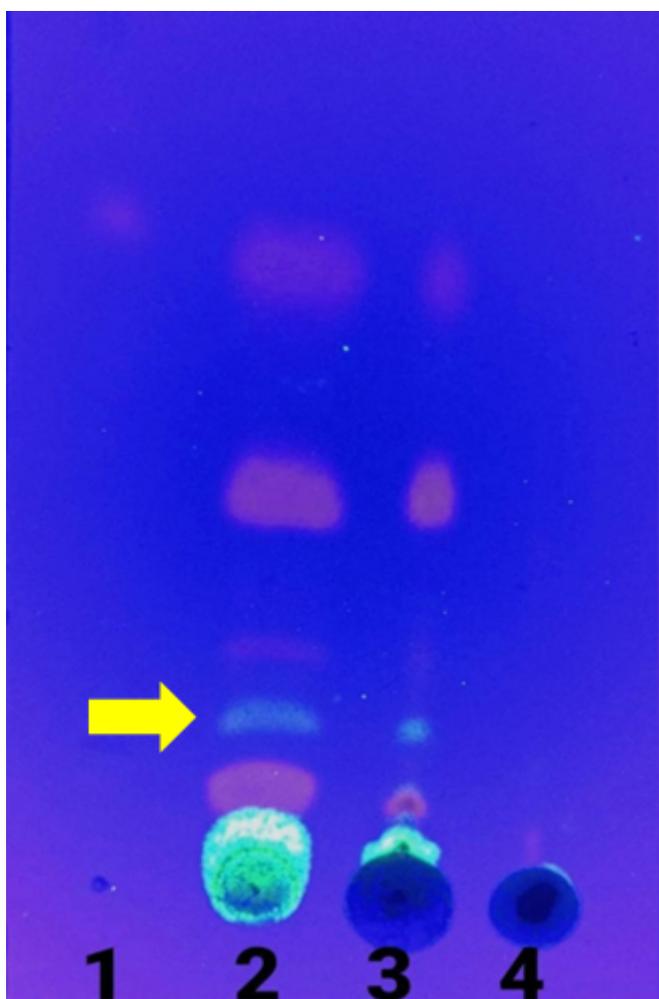
Fonte: A autora (2023)

Figura 8- Testes para detecção de alcaloides pelo reagente de Dragendorff. Extratos hexânico (1), acetato de etila (2), hidroalcolico (3) e aquoso (4) de flores de *Clitoria fairchildiana*. Buscopan foi utilizado como padrão para o teste de alcaloides.



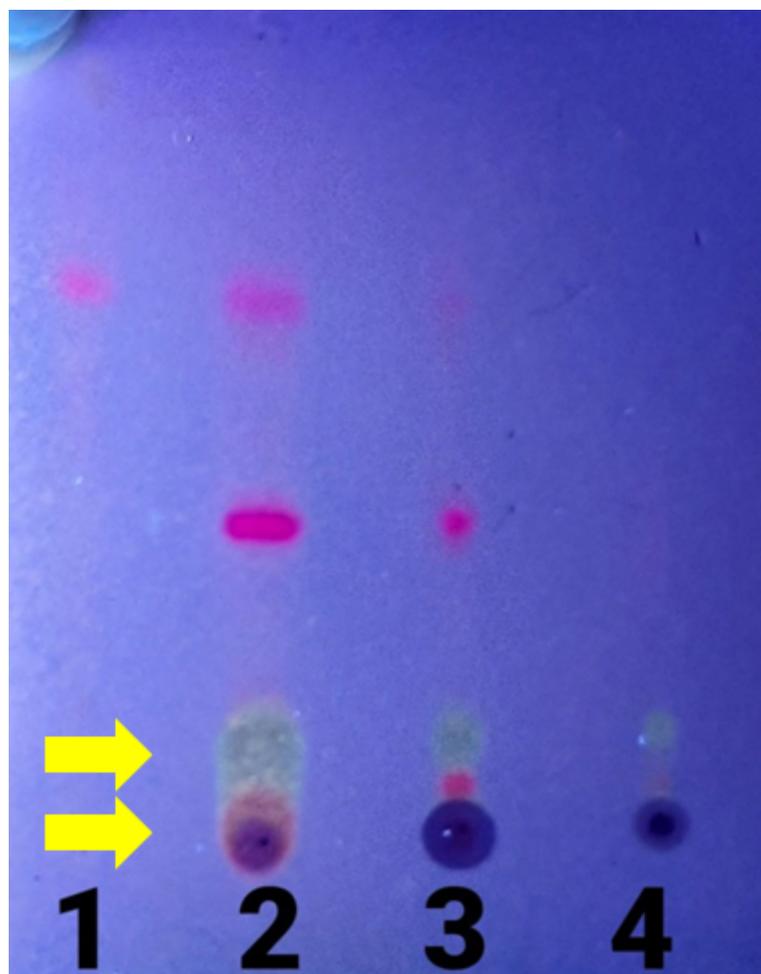
Fonte: A autora (2023).

Figura 9- Cromatograma dos extratos acetato de etila (2) e hidroalcolico (3) de flores de *Clitoria fairchildiana* confirmando a presença de fenóis simples (seta). Setas indicam a presença de fenóis simples. Fase móvel: tolueno/éter (1:1 v/v), revelador: KOH etanólico 10% + UV 366 nm.



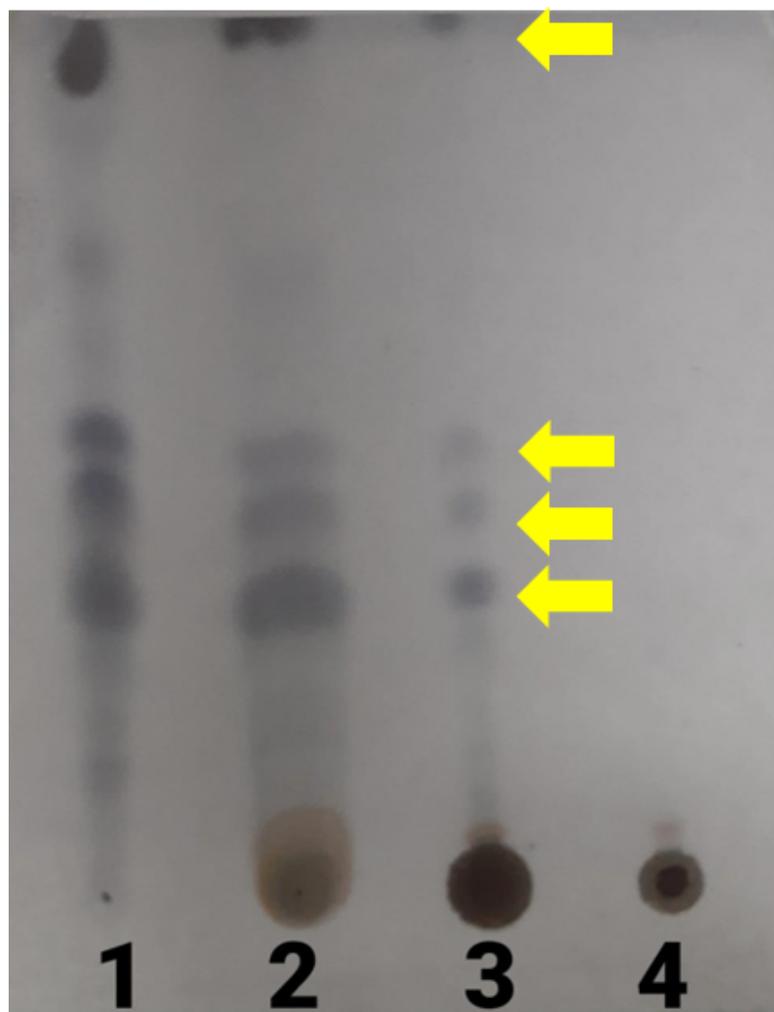
Fonte: A autora (2023).

Figura 10- Cromatograma dos extratos acetato de etila (2), hidroalcolico (3) e aquoso (4) de flores de *Clitoria fairchildiana* confirmando a presença de flavonoides (setas). Setas indicam a presença de flavonoides. Fase móvel: tolueno/éter/ácido acético (1:1:0,5 v/v), revelador: NP-PEG + UV 366 nm.



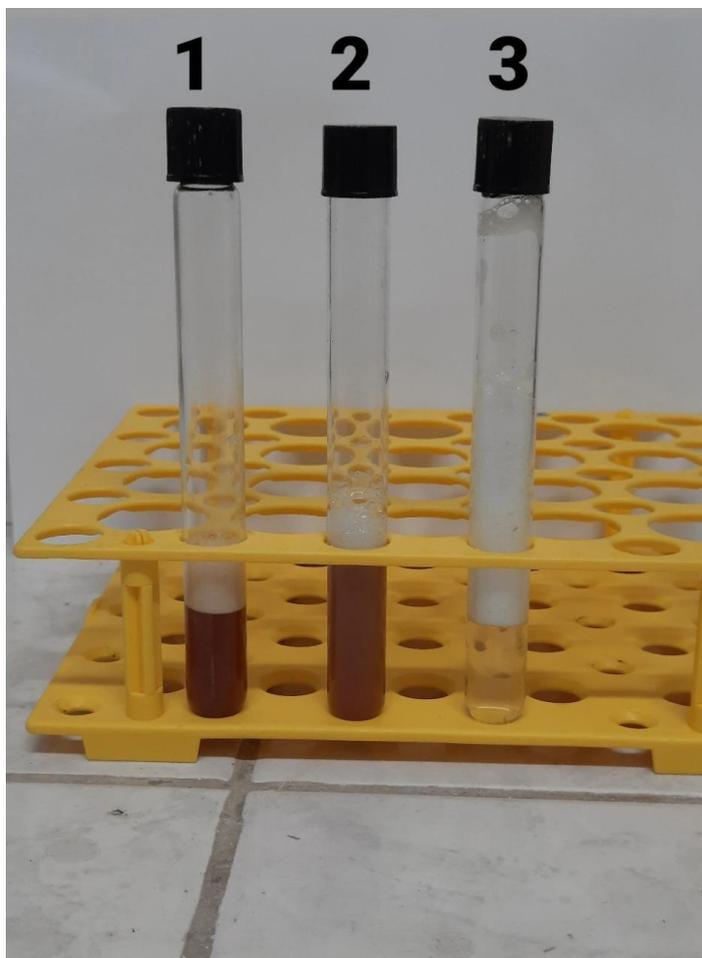
Fonte: A autora (2023).

Figura 11- Cromatograma dos extratos hexânico (1), acetato de etila (2) e hidroalcolico (3) de flores de *Clitoria fairchildiana* placa confirmando a presença de terpenos (setas). Setas indicam a presença de terpenos. Fase móvel: tolueno/acetato de etila (73:27 v/v), revelador: anisaldeído sulfúrico + aquecimento a 110 °C.



Fonte: A autora (2023)

Figura 12- Testes para detecção de saponinas pela formação de espuma. Extratos aquoso (1) e hidroalcolico (2) de flores de *Clitoria fairchildiana*; extrato aquoso da casca de *Ziziphus joazeiro* (3) foi utilizado como padrão para o teste de saponinas.



Fonte: A autora (2023).

Alguns estudos analisaram quimicamente diferentes extratos baseados em *C. fairchildiana*. Lunz *et al.* (2007), por exemplo, observaram no extrato metanólico obtido da madeira de *C. fairchildiana* uma forte presença de alcaloides e triterpenoides. A presença de saponinas também foi confirmada por estes autores. Em razão do seu poder quelante ou citotóxico, acredita-se que os alcaloides são capazes de atuar como hormônios reguladores do crescimento, possivelmente inibidores de germinação (HENRIQUES *et al.*, 2007). As saponinas, por outro lado, apresentam comportamento anfifílico e podem formar complexos com proteínas, esteroides e fosfolipídios, assim são capazes de alterar a permeabilidade das

membranas celulares e causar sua destruição (SCHENKEL; GOSMANN; ATHAYDE, 2007).

Negrão *et al.* (2020) relataram que a partir da análise do extrato bruto etanólico de folhas de *C. fairchildiana*, foi possível verificar a presença de vários metabólitos, entre eles os fenóis. Os compostos fenólicos são conhecidos por possuírem diversas funções nos vegetais, incluindo a redução do crescimento de plantas vizinhas. Muitos compostos fenólicos têm sido mencionados como alelopáticos (TAIZ; ZEIGER, 2004). Ainda que os estudos supracitados não tenham sido baseados nas flores, nossos achados confirmam a presença de alcaloides e compostos fenólicos para a espécie, os quais podem ter atuado como aleloquímicos.

De acordo com dados da literatura, os flavonoides podem ser encontrados em diferentes órgãos de *C. fairchildiana*. Há relatos de flavonoides isolados de pétalas, folhas, raízes e madeira (LUNZ *et al.*, 2007; QUEIROZ, 2008; SANTOS, 2014; NEGRÃO *et al.*, 2020). A partir do extrato clorofórmico das pétalas dessa espécie foram isolados os flavonoides canferol e quercetina (SANTOS, 2014). Portanto, nossos achados corroboram os dados da literatura para a presença de flavonoides nas flores de *C. fairchildiana*, os quais, igualmente com os outros metabólitos detectados nos extratos, podem ser os responsáveis pela inibição de germinação verificada.

## 6 CONCLUSÃO

Nosso estudo demonstrou um efeito inibitório na germinação de sementes de *L. sativa* nas primeiras 24 h, confirmando o potencial alelopático dos extratos obtidos das flores de *C. fairchildiana*.

A presença de alcaloides, fenóis simples, flavonoides, terpenos e saponinas nos extratos testados, podem responder pelos efeitos inibitórios observados. Ensaio com frações isoladas poderão elucidar os aleloquímicos envolvidos na inibição da germinação.

Esse estudo contribuiu para ampliar o conhecimento alelopático da espécie *C. fairchildiana*. Assim, os aleloquímicos presentes nas flores de *C. fairchildiana* poderão colaborar com estudos envolvendo a produção de herbicidas naturais.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M. B. de *et al.* Allelopathy, an alternative tool to improve cropping systems. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 31, p. 379-395, 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1051/agro/2010031>. Acesso em: 18 mar. 2023.
- ALMEIDA-BEZERRA, J. W. *et al.* Alelopatia? Não sei! Nunca vi! Eu só ouço falar! **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, p.e19391210873, 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/347809429\\_Alelopatia\\_Nao\\_sei\\_Nunca\\_Vi\\_Eu\\_so\\_ouco\\_falar](https://www.researchgate.net/publication/347809429_Alelopatia_Nao_sei_Nunca_Vi_Eu_so_ouco_falar). Acesso em: 26 mar. 2023.
- ALMEIDA, G. D. de *et al.* Estresse oxidativo em células vegetais mediante aleloquímicos. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, v. 61, n. 1, p. 4237-4247, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v61n1/a01v61n1.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2023.
- ALVES, M. da C. S. *et al.* Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 39, p. 1083-1086, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/nKbJcTxpKSFyggp8SswfKTp/?lang=pt>. Acesso em: 08 fev. 2023.
- ALVES, R. *et al.* Potencial alelopático de folhas secas de *Caesalpinia ferrea* Mart. Em diferentes períodos de decomposição sobre a germinação de *Vigna unguiculata* (L.) Walp, cv. Canapu. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, 2018. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/579>. Acesso em: 19 abr. 2023.
- BÁEZ, D.; PINO, J. A.; MORALES, D. Scent composition in some Cuban flowers: *Clitoria fairchildiana* RA Howard, *Brunfelsia nitida* Benth. and *Crinum oliganthum* Urban. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 14, n. 4, p. 383-386, 2011. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0972060X.2011.10643590>. Acesso em 05 fev. 2023.
- BERTONCELI, M. A. A. *et al.* A vicilin-like protein extracted from *Clitoria fairchildiana* cotyledons was toxic to *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 184, p. 105129, 2022a. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048357522000967?fr=RR-2&ref=pdf\\_download&rr=7ae2400ffe90a6c0](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048357522000967?fr=RR-2&ref=pdf_download&rr=7ae2400ffe90a6c0). Acesso em: 28 fev. 2023.
- BERTONCELI, M. A. A. *et al.* Rotenoids from *Clitoria fairchildiana* R. Howard (Fabaceae) seeds affect the cellular metabolism of larvae of *Aedes aegypti* L.(Culicidae). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 186, p. 105167, 2022b. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048357522001341?casa\\_token=STtSPnmQDRAAAAAA:K\\_SETeA56jAWX\\_e-mWFz2XfYOkorINUnh-FDSnZoZ4tKXy7SkZCPBH-uy6kjinKXeVBmN8kPZ2Q](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048357522001341?casa_token=STtSPnmQDRAAAAAA:K_SETeA56jAWX_e-mWFz2XfYOkorINUnh-FDSnZoZ4tKXy7SkZCPBH-uy6kjinKXeVBmN8kPZ2Q). Acesso em: 28 fev. 2023.

CHENGXU, W. *et al.* Review on allelopathy of exotic invasive plants. **Procedia Engineering**, v. 18, p. 240-246, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705811028402>. Acesso em: 07 mar. 2023.

COSTA, L. G. da; SILVA, A.I G. da; GOMES, D. R. Morfologia de frutos, sementes e plântulas, e anatomia das sementes de sombreiro (*Clitoria fairchildiana*). **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 57, n. 4, p. 414-421, 2014. Disponível em: <https://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/1596>. Acesso em: 01 mar. 2023.

DANTZGER, M. *et al.* Bowman–Birk proteinase inhibitor from *Clitoria fairchildiana* seeds: Isolation, biochemical properties and insecticidal potential. **Phytochemistry**, v. 118, p. 224-235, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003194221530073X>. Acesso em: 05 mar. 2023.

DEL CRISTO, V.; BERTONCELI, M. A. A.; SALES, K. V. Ação inseticida de proteínas de sementes de *Clitoria fairchildiana* sobre o desenvolvimento do inseto *Tribolium castaneum*. In: XIII CONFICT - VI CONPG, 2021, Campos dos Goytacazes. **Anais eletrônicos...** Campinas, Galoá, 2021. Disponível em: <https://proceedings.science/confict-conpg-2021/papers/acao-inseticida-de-proteinas-de-sementes-de-clitoria-fairchildiana-sobre-o-desenvolvimento-do-inseto-tribolium-castaneum?lang=pt-br>. Acesso em: 30 mar. 2023.

DIAS-FILHO, M. B. In CORADIN, L.; CAMILLO, J.; VIEIRA, I. C. G. (Ed.). Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Norte. Brasília, DF: MMA, 2022. (Série Biodiversidade; 53). 1452 p. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/manejo-e-uso-sustentavel/flora>. Acesso em: 19 abr. 2023.

FERREIRA, A.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista brasileira de fisiologia vegetal**, v. 12, n. 1, p. 175-204, 2000. Disponível em: <http://www.lpv.esalq.usp.br/sites/default/files/8%20-%20Semana%204%20-%20Alelopatia%20na%20agricultura%20-%20referencia%20leitura%20-%20referencia%20leitura.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2023.

FERREIRA, E. V. R. **Atividade alelopática e compostos fenólicos de plantas daninhas pelo método sanduíche**. Tese. (Doutorado em Proteção de Plantas). Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, p.108, 2019. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/jspui/bitstream/riufal/5538/1/Atividade%20alelop%C3%A1tica%20e%20compostos%20fen%C3%B3licos%20de%20plantas%20daninhas%20pelo%20m%C3%A9todo%20sandu%C3%ADche.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2023.

FORMAGIO, A. S. N. *et al.* Potencial alelopático de cinco espécies da família Annonaceae. **Revista brasileira de Biociências**, v. 8, n. 4, 2010. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/rbrasbioci/article/view/114954/62250>. Acesso em 08 fev. 2023.

GATTI, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. de A.; LIMA, M. I. S. Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, p. 459-472, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/TtGZz5y7RbXTJXHsgtTtSmd/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 02 abr. 2023.

GNAZDOWSKA, A.; BOGATEK, R. Allelopathic interactions between plants. Multi site action of allelochemicals. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 27, p. 395-407, 2005. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11738-005-0017-3>. Acesso em: 07 mar. 2023.

GOMES, M. S. da R. *et al.* Flavonoides isolados de *Clitoria fairchildiana* Howard (Leguminosae). 28a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2005. Disponível em: [https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/38/111/38111208.pdf](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/38/111/38111208.pdf). Acesso em: 20 mar. 2023.

GONZALEZ, H. R.; MEDEROS D. M.; SOSA, I. H. Efectos alelopáticos de restos de diferentes especies de plantas medicinales sobre la albahaca (*Ocimum basilicum* L.) en condiciones de laboratorio. **Rev Cubana Plant Med**, Ciudad de la Habana, v. 7, n. 2, 2002. Disponível em: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-47962002000200002&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962002000200002&lng=es&nrm=iso). Acesso em: 10 abr. 2023.

HEIDEN, G.; BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. Considerações sobre o uso de plantas ornamentais nativas. **Ornamental Horticulture**, v. 12, n. 1, 2006. Disponível em: <https://rbho.emnuvens.com.br/rbho/article/view/60>. Acesso em: 05 fev. 2023.

HENRIQUES, A. T. *et al.* In SIMÕES, C. M. O. *et al.* **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2007.

LEÃO, N. S. *et al.* Alelopatia das flores de cunhã (*Clitoria ternatea* L.) – Fabaceae. In: **XXXI CBCPD**, 2018, Rio de Janeiro. Resumos. Disponível em: <https://www.sbcpd.org/publicacao/alelopatia-das-flores-de-cunha-clitoria-ternatea-l.-fabaceae/pt/>. Acesso em: 15 mar. 2023.

LEITE, J. F. M. *et al.* Antinociceptive and anti-inflammatory effects of a lectin-like substance from *Clitoria fairchildiana* R. Howard seeds. **Molecules**, v. 17, n. 3, p. 3277-3290, 2012. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/17/3/3277>. Acesso em: 26 dez. 2022.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2000.

LUNZ, A. M. *et al.* Prospecção fitoquímica de três leguminosas e associação com incidência de coleópteros xilófagos. **Floresta e Ambiente**, v. 14, n. 1, p. 6-13, 2012. Disponível em: <https://floram.org/article/588e2215e710ab87018b4644/pdf/floram-14-1-6.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2023

MARASCHIN-SILVA, F.; AQUILA, M. E. A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, p. 61-69, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/RK6ZTmWfp8ggNMfLnqmPdLf/>. Acesso em: 21 mar. 2023.

MONTEIRO, A. C. P. ; LOPES, A. P.; BORGES, K. C. A. de S. Efeito alelopático do extrato aquoso de folhas de *Clitoria fairchildiana* H. sobre *Brassica napus* L. In: **Colóquio técnico-científico do UniFOA: ciência e tecnologia para o desenvolvimento social**, nº 8, 2014, Volta Redonda. Resumos. Volta Redonda: FOA, 2014. Disponível em: <http://editora.unifoa.edu.br/wp-content/uploads/2014/10/VIII-coloquio-unifoa.pdf> Acesso em: 31 mar. 2023.

MOURA, E. G. de *et al.* Efeito alelopático de *Clitoria fairchildiana* Howard sobre a germinação de diferentes espécies olerícolas. In: **Congresso Brasileiro de Olericultura**, nº 46, 2006 , Goiânia. Anais. Disponível em: [http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/46\\_0147.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/46_0147.pdf) f. Acesso em: 06 fev. 2023.

NEGRÃO, J. C. F. *et al.* Estudo fitoquímico da planta *Clitoria fairchildiana* RA Howard (palheteira/sombreiro). **Arigó-Revista do Grupo PET e Acadêmicos de Geografia da Ufac**, v. 3, n. 2, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/arigoufac/article/view/5556#:~:text=Os%20estudos%20fitoqu%C3%ADmicos%20da%20planta,em%20%20litros%20de%20etanol.> Acesso em: 18 jan. 2023.

OLIVEIRA, L. O. de *et al.* A Trypsin inhibitor from *Clitoria fairchildiana* cotyledons is active against digestive enzymes of *Aedes aegypti* larvae. **Protein and Peptide letters**, v. 22, n. 10, p. 893-902, 2015. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/content/ben/ppl/2015/00000022/00000010/art00007>. Acesso em: 02 mar. 2023.

OLIVEIRA, Y. R. *et al.* Potencial alelopático de espécies da família Fabaceae Lindl. **Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 24, n. 1, p. 65-74, 2020 Disponível em: <https://revista.pgsskroton.com/index.php/ensaioeciencia/article/view/7435>. Acesso em: 07 fev. 2023

OLIVEIRA, M. N. S. de *et al.* Efeitos alelopáticos de seis espécies arbóreas da família Fabaceae. **Revista Unimontes Científica**, v. 7, n. 2, p. 121-128, 2005. Disponível em:

<https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/unicientifica/article/view/2399/2460>. Acesso em: 29 mar. 2023.

OLIVEROS-BASTIDAS, A. de J. *et al.* Exudados de la raíz y su relevancia actual en las interacciones alelopáticas. **Química nova**, v. 32, p. 198-213, 2009. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/qn/a/3dP55YM7pzCkFYsWMWczVzD/?lang=es>. Acesso em: 13 mar. 2023.

PIRES, N. de M; OLIVEIRA, V. R. In OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de; CONSTANTIN, J; INOUE M. H. *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba, PR: Omnipax, 2011. 348 p.

Disponível em:[https://upherb.com.br/ebook/livro\\_jamil.pdf](https://upherb.com.br/ebook/livro_jamil.pdf) Acesso em: 09 abr. 2023.

QUEIROZ, D. C. de. **Constituintes químicos e avaliação citotóxica e antioxidante de folhas de *Clitoria fairchildiana* Howard: uma contribuição para o estudo do Gênero *Clitoria* (Fabaceae)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais). Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 2008.

QUEIROZ, R. T. Fabaceae - *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard. **Fabaceae - Leguminosae no Brasil**. João Pessoa, 23 mar. 2012. Disponível em:

<http://rubens-plantasdobrasil.blogspot.com/2012/03/clitoria-fairchildiana-ra-howard.html>. Acesso em: 21 mar. 2023.

QUEIROZ, L.P. ; BARRETO, K.L. 2020. *Clitoria in Flora do Brasil 2020*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em:

<https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB29540>. Acesso em: 10 abr. 2023

RANDO, J.G.; SOUZA, V.C. 2015 *Clitoria in Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em:

<http://floradobrasil2015.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB29540>. Acesso em: 26 mar. 2023.

REIGOSA, M. I. J.; SÁNCHEZ-MOREIRAS, A.; GONZÁLEZ, L. Ecophysiological approach in allelopathy. **Critical reviews in plant sciences**, v. 18, n. 5, p. 577-608, 1999. Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07352689991309405>. Acesso em: 30 mar. 2023.

REZENDE, C. de P. *et al.* Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens. Lavras: UFLA, 2003. p.18. (Boletim Agropecuário). Disponível em:

<http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/48263>. Acesso em: 08 fev. 2023.

RIBEIRO, J. P. O. *et al.* Efeito alelopático do extrato aquoso das folhas de *Callistemon viminalis* (Sol. ex Gaertn.) G. Don sobre a germinação de picão-preto (*Bidens pilosa* L.). *Revista Fitos*, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 270-277, 2019.

Disponível em:<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/39990>. Acesso em: 19 abr. 2023.

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

RIZVI, S. J. H; RIZVI, V. **Allelopathy: Basic and applied aspects**. 1. ed. London: Chapman & Hall, 1992. 480 p.

SANTANA, C. A. A. Estrangeiros na cidade do Rio de Janeiro: características e histórias de algumas espécies exóticas presentes no cotidiano carioca (recurso eletrônico). Rio de Janeiro, 2020. 129 p.il. Disponível em: <https://www.ruraltecv.com.br/documentos/LIVRO%20ESTRANGEIROS%20NA%20CIDADE%20DO%20RIO%20DE%20JANEIRO%20-%20CLAUDIO%20SANTANA%202020.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.

SANTOS, R. A. F; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Detection and quantification of rotenoids from *Clitoria fairchildiana* and its lipids profile. **Natural Product Communications**, v. 11, n. 5, p. 1934578X1601100519, 2016. Disponível em: <https://journals-sagepub-com.ez16.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1177/1934578X1601100519>. Acesso em: 05 mar. 2023.

SANTOS, R. A. F. *et al.* Antifungal activities of rotenoids from seeds and roots of *Clitoria fairchildiana*. **Revista Fitos**, v.12(1), p 83-89,2018. Disponível em: <https://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/download/574/html?inline=1>. Acesso em: 27 mar. 2023.

SANTOS, R. A. F. Estudo fitoquímico e avaliação biológica dos flavonoides isolados de *Clitoria fairchildiana* RA Howard. 2014. Tese. (Doutorado em Química). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/19139>. Acesso em: 18 jan. 2023

SANTOS, C. C. *et al.* Alelopatia entre leguminosas arbóreas e feijão-caupi. **Scientia Agraria**, v. 11, n. 3, p. 187-192, 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/995/99515056001.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2023.

SANTOS, J. C. F. *et al.* **Estudos alelopáticos relacionados ao café**. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 2001. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/703812/estudos-alelopaticos-relacionados-ao-cafe>. Acesso em: 31 mar. 2023.

SARTORELLI, P. A. R. *et al.* Guia de plantas não desejáveis na restauração florestal. **São Paulo: Agroicone**, 2018. Disponível em: <https://www.agroicone.com.br/portfolio/guia-de-plantas-nao-desejaveis-na-restauracao-florestal/>. Acesso em: 26 mar. 2023.

SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; ATHAYDE, M. L. In SIMÕES, C. M. O. *et al.* **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2007.

SCRIVANTI, L; R.; ZUNINO, M. P.; ZYGADLO, J. A. *Tagetes minuta* and *Schinus areira* essential oils as allelopathic agents. **Biochemical systematics and ecology**, v. 31, n. 6, p. 563-572, 2003. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305197802002028>. Acesso em: 21 mar. 2023.

SHYAMKUMAR, I. B.; ISHWAR, B. Anti-inflammatory, analgesic, and phytochemical studies of *Clitoria ternatea* Linn flower extract. **Int Res J Pharm**, v. 3, n. 3, p. 208-210, 2012. Disponível em: [https://www.irjponline.com/admin/php/uploads/935\\_pdf.pdf](https://www.irjponline.com/admin/php/uploads/935_pdf.pdf). Acesso em: 16 mar. 2023.

SILVA, B. P. da; PARENTE, J. P. Antiinflammatory activity of rotenoids from *Clitoria fairchildiana*. **Phytotherapy Research**, v. 16, n. S1, p. 87-88, 2002. Disponível em: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ptr.807?casa\\_token=2cY5uzrUr\\_YAAA AA:0z\\_gky2uf8fX5czukKtCRoDXWgz6rHAaGYQRvFt6syeCLaKngDjdBqz8vZueH-u3\\_wUfkr9IDS2H9MU](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ptr.807?casa_token=2cY5uzrUr_YAAA AA:0z_gky2uf8fX5czukKtCRoDXWgz6rHAaGYQRvFt6syeCLaKngDjdBqz8vZueH-u3_wUfkr9IDS2H9MU). Acesso em: 05 fev. 2023.

SILVA, B. M. da S; CARVALHO, N. M. de. Efeitos do estresse hídrico sobre o desempenho germinativo da semente de faveira (*Clitoria fairchildiana* RA Howard. - Fabaceae) de diferentes tamanhos. **Revista brasileira de sementes**, v. 30, p. 55-65, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/qLWpXMnysHTj4gVFMNCfXLd/?lang=pt>. Acesso em: 28 fev. 2023

SILVA, B. M. da S; MÔRO, F. V. Aspectos morfológicos do fruto, da semente e desenvolvimento pós-seminal de faveira (*Clitoria fairchildiana* RA Howard.-Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, p. 195-201, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/GPvKbKMTdYfXbZG3KDRjTvw/#>. Acesso em: 27 jan. 2023.

SILVA, E. dos S; MACHADO, M. A. B. L.; ALBUQUERQUE, K. A. D. Efeito alelopático de extrato aquoso de folhas de *Tabebuia aurea* (SILVA MANSO) BENTH. & HOOK F. EX S. MOORE sobre a germinação de sementes de *Lactuca sativa* L. **Revista Ouricuri**, v. 8, n. 2, p. 010-025, 2018. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/ouricuri/article/view/4089/4878>. Acesso em: 19 abr. 2023.

SIQUEIRA, H. D. S. **Substâncias húmicas do solo e alelopatia de leguminosas arbóreas na germinação e no crescimento do milho (*Zea Mays* L.)**. Dissertação. (Mestrado em Agroecologia). Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2008. Disponível em: <http://repositorio.uema.br/jspui/handle/123456789/444>. Acesso em: 06 fev. 2023.

SOARES, G. L.G. *et al.* Potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de algumas leguminosas arbóreas brasileiras. **Floresta e Ambiente**, v. 9, n. único, p.119-126,2012 Disponível em: <http://www.floram.periodikos.com.br/article/588e21ffe710ab87018b45e3>. Acesso em: 06 fev. 2023.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. 2002. **Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 206 p. Disponível em: <https://www.embrapa.gov.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/387781/alelopatia-principios-basicos-e-aspectos-gerais>. Acesso em: 10 dez. 2022.

SOUZA FILHO, A. P. S.; TREZZI, M. M.; INOUE, M. H. Sementes como fonte alternativa de substâncias químicas com atividade alelopática. *Planta daninha*, v. 29, p. 709-716, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/jxLss3yjjSGVhKC5DnTbsTG/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 01 abr. 2023.

SOUZA FILHO, A. P. da S.; GUILHON, G. M. S. P; SANTOS, L. da S. Metodologias empregadas em estudos de avaliação da atividade alelopática em condições de laboratório: revisão crítica. *Planta daninha*, v. 28, p. 689-697, 2010. Disponível em: 29 mar. 2023. <https://www.scielo.br/j/pd/a/J47VcHyqnkKnPkPHz8KTvPM/?lang=pt>. Acesso em:

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TUKEY, H. B. Implications of allelopathy in agricultural plant science. *The botanical review*, v. 35, n. 1, p. 1-16, 1969. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02859885>. Acesso em: 17 mar. 2023.

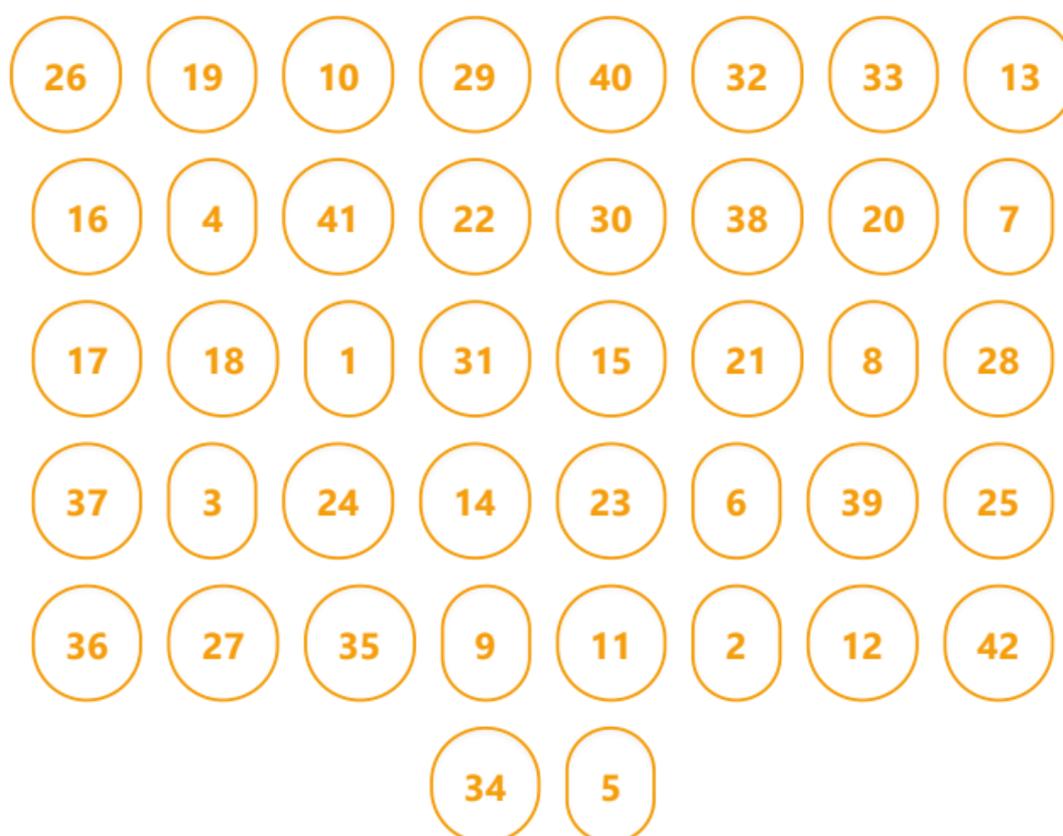
WAGNER, H.; BLADT, S. **Plant Drug Analysis: A Thin Layer Chromatography Atlas**. 2 ed., Springer-Verlag, Berlin, 1996

XAVIER, C. N. **Avaliação da madeira de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação**. Tese. (Doutorado em Ciências e Tecnologia da Madeira). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2020. Disponível em: [positorio.ufla.br/bitstream/1/42949/2/TESE\\_Avaliação%20da%20madeira%20de%20espécies%20exóticas%20invasoras%20em%20Unidade%20de%20Conservação.pdf](https://positorio.ufla.br/bitstream/1/42949/2/TESE_Avaliação%20da%20madeira%20de%20espécies%20exóticas%20invasoras%20em%20Unidade%20de%20Conservação.pdf). Acesso em: 20 mar. 2023.

## ANEXO



Os números sorteados foram:



Sistema de sorteio (<https://sorteador.com.br/>) utilizado para distribuição das placas de Petri.