UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MILAGROS FIORELA VILCHEZ CONTRERAS

COMPOSIÇÃO E POTENCIAL ALELOPÁTICO DO ÓLEO DE CARQUEJA (*Baccharis trimera* LESS) NO CONTROLE DE *Bidens pilosa* E SELETIVIDADE A HORTALIÇAS

Curitiba

2024

MILAGROS FIORELA VILCHEZ CONTRERAS

COMPOSIÇÃO E POTENCIAL ALELOPÁTICO DO ÓLEO DE CARQUEJA (*Baccharis trimera* LESS) NO CONTROLE DE *Bidens pilosa* E SELETIVIDADE A HORTALIÇAS

Artigo apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fitossanidade.
Orientador: Prof. Dr. Arthur Arrobas Martins Barroso

Curitiba

2024

RESUMO

Atualmente um dos problemas mais relevantes na agricultura é a resistência das plantas daninhas aos herbicidas, pois traz consigo o aumento dos custos de controle e aumentos de riscos ambientais. Uma das alternativas a esta demanda é a de se encontrar novas moléculas ou compostos na natureza que apresentem efeito alelopático impedindo o desenvolvimento de plantas específicas. As plantas desenvolvem diferentes rotas metabólicas e produzem metabólitos que podem apresentar novos locais de ação. Estas qualidades podem ser utilizadas no manejo integrado de cultivos. A pesquisa se desenvolveu na Universidade Federal de Paraná, a extração do óleo essencial de *Baccharis trimera*, foi feita em um hidrodestilador tipo Clevenger a partir das folhas secas da planta, também se fez a identificação da composição do óleo por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM), obtido o óleo essencial, se realizou os ensaios de germinação das espécies *Bidens pilosa* e *Lactuca sativa* no laboratório a condições controladas à 27,5 °C com umidade 80% e fotoperíodo de 12 horas luz , se avaliaram dois fatores de interação; a espécie e o fator solução: água destilada + tween 80%+óleo de carqueja ao 1%; água destilada + tween 80%; água destilada (testemunha); se avaliaram a germinação e a massa seca respectiva; para o analise da seletividade se avaliou a germinação de *Solanum lycopersicum*, *Brassica oleracea var. botritys* e *Brassica oleracea var acephala.* A análise estatística dos testes para avalição de inibição do óleo foi utilizada um experimento fatorial com 2 fatores, com um delineamento inteiramente casualizado, enquanto ao segundo para seletividade foi um delineamento inteiramente casualizado; ambos ensaios tiveram 4 repetições, onde cada repetição foi representada por uma gerbox. Quanto ao programa estatístico utilizado foi Agroestat, em ambos casos se fez uma comparação de medias de Tukey a 5% de significância.

Palavras-chave: germinação; plantas daninhas; inibição; tomate; carquejol.

ABSTRACT

One of the most important problems in agriculture today is the resistance of weeds to herbicides, as this leads to higher control costs and increased environmental risks. One of the alternatives to this demand is to find new molecules or compounds in nature that have an allelopathic effect, preventing the development of specific plants. Plants develop different metabolic pathways and produce metabolites that can present new sites of action. These qualities can be used in integrated crop management. The research was carried out at the Federal University of Paraná. The essential oil of *Baccharis trimera* was extracted using a Clevenger-type hydrodistiller from the dried leaves of the plant, and the composition of the oil was also identified using gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS), Once the essential oil had been obtained, germination tests were carried out on the *Bidens pilosa* and *Lactuca sativa* species in the laboratory under controlled conditions at 27.5 °C with 80% humidity and a 12-hour light photoperiod, and two interaction factors were evaluated; the species and the solution factor: distilled water + tween 80% + carqueja oil at 1%; distilled water + tween 80%; distilled water (control); germination and respective dry mass were evaluated; for the analysis of selectivity, the germination of *Solanum lycopersicum*, *Brassica oleracea* var. botritys and *Brassica oleracea* var acephala. The statistical analysis of the tests to assess oil inhibition used a 2-factor factorial experiment, with a completely randomized design, while the second for selectivity was a completely randomized design; both tests had 4 replicates, where each replicate was represented by a gerbox. The statistical program used was Agroestat, and in both cases Tukey's comparison of means was carried out at 5% significance level.

Key words: germination; weeds; inhibition; tomato; carquejol.

1 INTRODUÇÃO

O controle das plantas daninhas é difícil e requer de mudanças na escolha dos herbicidas e nas práticas de manejo em campo, a meio e longo prazo. É importante, encontrar novos compostos químicos com efeitos alelopaticos para o desenvolvimento de novos herbicidas. Posteriormente, as espécies das plantas daninhas se tornaram problemáticas na região sul do Brasil, no caso de vários herbicidas como (glifosato, clorimuron, paraquat e saflufenacil), com resistência a múltiplos grupos dos herbicidas com modos de ação distintos (glifosato-clorimuron,glifosato-clorimuron-paraquat,diuron-paraquat-saflufenacil-glifosato2,4D) (Correia, 2023).

Na natureza as plantas desenvolveram mecanismos de defesa com bastante efetividade contra os herbívoros, dessa forma, a capacidade de desenvolver aleloquímicos é uma homologação sobre suas defesas. Nesse sentido os aleloquímicos podem ser liberados através da exsudação das raízes, a volatilização, os lixiviados da chuva ou a decomposição dos resíduos vegetais, pois existem hipóteses do que os aleloquímicos estão armazenados dentro de alguns tecidos vegetais, até a liberação (Kato-Noguchi; Kato, 2023). Ao início não se identificava as respostas das espécies, sobre o impacto da alelopatia, ainda mais, sobre a um nível de comunidade, já que as interações não são equivalentes, consequentemente os efeitos também não serão iguais, assim mesmo, o tempo pode mudar a tendência do efeito, pois os competidores se adaptaram as novas sustâncias químicas produzidas(Meiners *et al*., 2012). Nos últimos anos, se podem considerar que os aleloquímicos sejam auto tóxicos, inibindo o crescimento, afetando os processos físicos de crescimento e desenvolvimento da mesma planta, incluso a germinação de suas sementes. Os compostos também podem atuar ajudando as plantas no seu crescimento (Cheng *et al*., 2024).

Existem, poucos herbicidas naturais que são derivados de aleloquímicos. Além do mais, esses herbicidas não controlam um grande número de plantas daninhas e não são totalmente efetivos. Por isso, é de grande importância ter produtos que são eficazes no controle de plantas daninhas. De acordo com Chao *et al*. (2022) se devem fazer estudos sobre o isolamento e a identificação de novos produtos com óleos essenciais que levarão ao desenvolvimento de novos herbicidas, o incremento das pesquisas de óleos essenciais, por exemplo: A carqueja de gênero *Baccharis spp* é uma Asteraceae amplamente difundida no Brasil, onde se denomina carqueja (Snatzke *et al*., 1969).Originaria da América do Sul, cujo gênero é *Baccharis* e com espécies conhecidas como: *B. trimera* e *B. crispa;* estes são utilizados na medicina para: a diabetes, a obesidade, os problemas gastrointestinais e os hepáticos (Llaure-Mora *et al*., 2021). De acordo com Da Silva *et al*. (2021) possui propriedades antifúngicas, devido à presença dos sesquiterpenos e monoterpenos compostos químicos da planta, e a interação entre elas, ademais se demostrou sua efetividade na inibição do crescimento micelial (Pedrotti *et al*., 2021). Encontrou que na carqueja está presente em 42% do total do óleo extraído o composto acetato de carquejil (acetato de (1S,6R) - 6-isopropenil-5-metilen-2-ciclohexen-1-ilo) (Snatzke *et al*., 1969).

Por outro lado, nos últimos anos, se vem testando os efeitos do potencial alelopatico das plantas em sementes de outras espécies, como nos seguintes exemplos: o óleo essencial de *Acmella radicans (A. radicans)*, inibe a germinação das sementes e reduz a massa seca de *Brassica napus*, *Brassica rapa ssp.* chinensis, e redução do comprimento de *Digitaria sanguinalis* e *Lolium multiflorum* (Yang *et al*., 2024). Outro estudo, demostrou o efeito de

alelopatico dos alcaloides, do óleo essencial de *Teline monspessulana*, sobre mudas de *Nothofagus obliqua,* causando redução da germinação, crescimento das raízes e danos no tecido (Aguilera *et al*., 2023). Por último, a *Centaura cineraria,* demostrou inibir o crescimento da radícula de *Orobanche spp*, por ter compostos bioativos alelopaticos. Por tanto, o manejo das plantas daninhas no campo, estimulam a mais estudos sobre os compostos das plantas que possuíam um efeito, por extensão, o desenvolvimento de novos herbicidas com novos compostos, poderia ser uma ferramenta no manejo agronômico (Jg *et al*., 2024).

Por esse motivo, o objetivo principal desta pesquisa foi determinar se o óleo essencial de *Baccharis trimera* (Less) possui efeito inibitório na germinação e crescimento de *Bidens pilosa* e *Lactuca sativa.* E os objetivos específicos a caracterização, composição do óleo e avaliações da sua seletividade em *Solanum lycopersicum, Brassica oleracea var. botritys* e *Brassica oleracea var acephala.*

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MATERIAL VEGETAL

Partes aéreas de plantas de carqueja (*Baccharis trimera*) foram coletadas, no município de Ponta Grossa (25° 05' 42" S 50° 09' 43" O) no interior do Paraná, em uma quantidade de 400g de folhas frescas e verdes, que foram alocadas em pacotes de papel Kraft. Posteriormente levaram-se ao laboratório de Matologia do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Paraná, para obtenção da massa seca utilizando a estufa de ar forçado. Depois, foram extraídos os óleos essenciais, por hidrodestilação no aparelho Clevenger por duas horas, utilizando o material vegetal seco, juntamente com 1 litro de água. Finalmente o óleo extraído foi armazenado em freezer a -20°C até o momento de análise (Figura 1).

FIGURA 1. IMAGENS DAS AMOSTRAS DE CARQUEJA; FOLHAS VERDES ALOCADAS EM PAPEL KRAFT (A), FOLHAS SECAS DA ESTUFA (B), FOLHAS CORTADAS DENTRO DOS BALÕES PARA A EXTRAÇÃO DO ÓLEO EM HIDRODESTILADOR CLEVENGER (C E D).

FONTE: A autora (2023).

2.2 IDENTIFICAÇÃO DE ÓLEO DE CARQUEJA

Dos óleos obtidos, 10µL foram separados e diluídos em hexano ($C_6 H_{14}$) a uma concentração de 1,00% (m v^{-1}) para análise da composição química no departamento de química da Universidade Federal do Paraná (UFPR), por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM), analisadas em coluna capilar de sílica fundida Rtx-5MS (5% difenil + 95% dimetil polisiloxano) com 30 m x 0,25 mm x 0,25 mm em um cromatógrafo gasoso-espectrômetro de massas Shimazdu GCMS-TQ8040. Como gás de arrasto foi empregado hélio (vazão de 1,02 mL min-1) em modo split 1:90, estando o injetor a 250°C e o sistema de ionização de 70 eV. Foi injetado 1 µL da amostra na rampa de aquecimento de 60°C até 250°C, com aquecimento de 3°C min ^{0}. A identificação dos constituintes químicos foi obtida comparando seus espectros de massa com banco de dados e seus índices de retenção linear, calculados a partir da injeção de uma série homóloga e comparados com dados da literatura. Para a quantificação dos compostos, foi usada CG com detector DIC (ionização por chama) nas mesmas condições descritas acima, exceto pelo gás carreador, que foi o hidrogênio a 1,5 mL min^{-1} (Agilent 7890A). A composição percentual foi obtida pela integração eletrônica do sinal DIC, dividindo a área de cada componente pela área total (%).

2.3 PREPARO DE SOLUÇÕES

As soluções foram obtidas pelo uso da água destilada (solução 1), da diluição da água com solvente Tween 80° (concentração de 0,5v/v – solução 2) e quanto a solução 3, o 1% de óleo de carqueja puro em água destilada mais solvente. Para a diluição das soluções 2 e 3 foram colocadas no agitador magnético 400 mL da água destilada e 0,5 v/v de Tween 80° até que esta apresentou-se homogênea (2 horas).

Retirou-se alíquota de 200 mL e o restante se utilizou para fazer a solução 3, se extraiu 2 mL para ser substituídos com óleo, obtém-se uma concentração de 1%, se colocou no agitador magnético por 2 horas adicionais, após preparadas as soluções foram submetidas à análise do pH utilizando um PHmetro digital. Após medição instalou-se o teste de germinação de sementes que foram previamente desinfestadas com álcool 70° durante 30 segundos e hipoclorito de sódio a 5% por 15 minutos, finalizando com 3 lavagens com água destilada (Tabela 1).

TABELA 1- SOLUÇÕES TESTADAS PARA AVALIAR O EFEITO INIBITÓRIO DE B. TRIMERA EM *B. pilosa* E *L. sativa.*

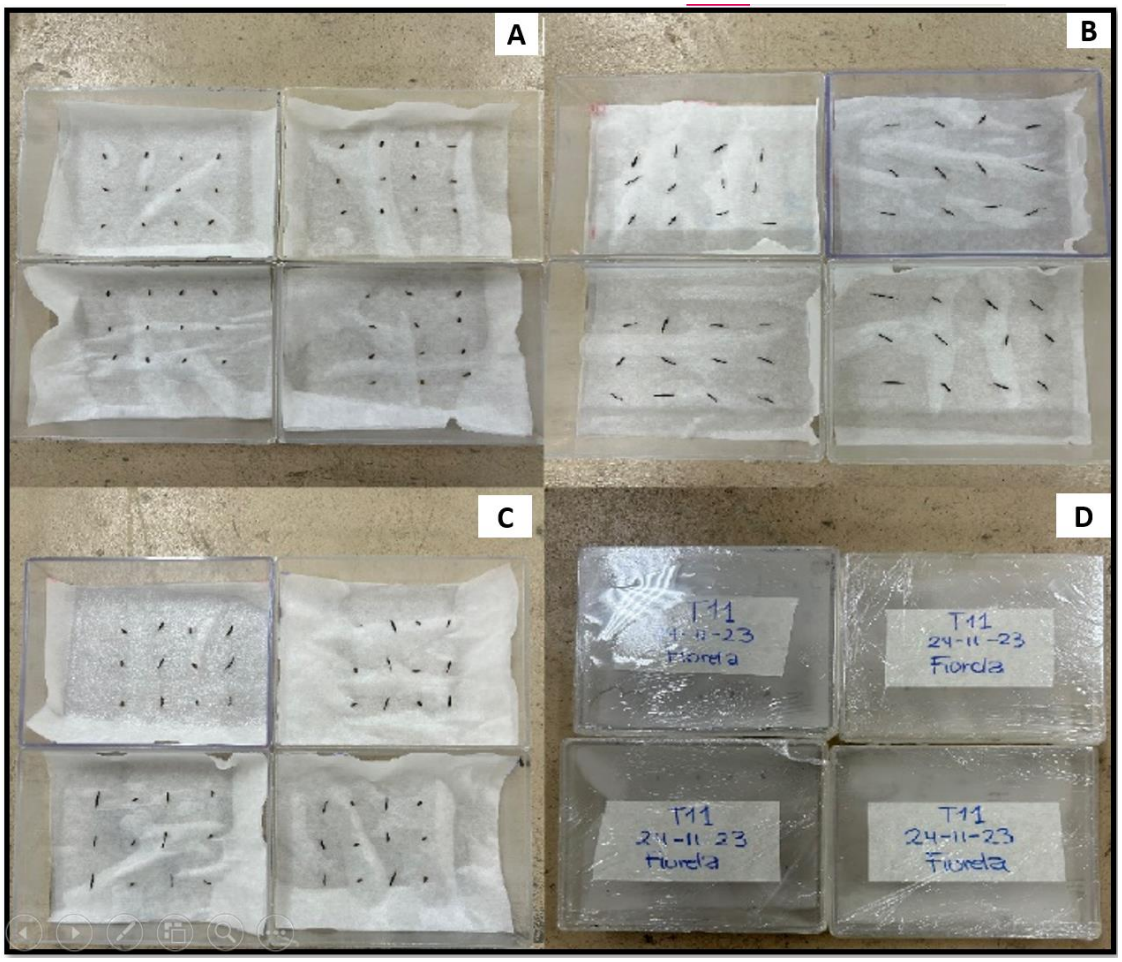
Solução		Volume
Solução 1	Água destilada (Testemunha)	200 ml
Solução 2	Água destilada +Tween 80°	200 ml
Solução 3	Água destilada +Tween 80°+ óleo ao 1%	200 ml

FONTE: A autora (2023).

2.4 TESTES DE AVALIAÇÃO DE ÓLEO DE CARQUEJA SOBRE *BIDENS PILOSA* E *L. SATIVA*.

Para realizar os testes de germinação se utilizaram gerbox com dimensões (11x11x3,5cm), com papéis filtros (2 unidades) ambos devidamente esterilizados, posteriormente colocou-se 7 mL da alíquota previamente feita do cada tratamento (Tabela 2); seguidamente se se colocou as sementes de cada espécie. Finalmente, cada tratamento (gerbox) foi coberta com plástico filme devidamente rotulado (Figura 2). Se colocaram na estufa do tipo câmara, em condições controladas à 27,5 °C com umidade 80% e fotoperíodo de 12 horas luz, até a contagem da germinação após 14 dias.

FIGURA 2. DISTRIBUIÇÃO DO DISENHO EXPERIMENTAL DO TESTE DA GERMINAÇÃO EM 4 REPETIÇÕES (GERBOX) POR TRATAMENTO; OBSERVE-SE 12 SEMENTES EM FILA DE 3X4 DE *L. SATIVA* (A), 12 SEMENTES EM FILA DE 3X4 DE *B. PILOSA* (B), 3 SEMENTES POR FILA 3X2 PARA AS DUAS ESPECIES SENDO EM TOTAL 6 POR ESPECIE (C) E GERBOX ROTULADOS E COBRIDOS COM PLASTICO FILME(D).



FONTE: A autora (2023).

TABELA 2– TRATAMENTO ESTABELECIDOS PARA AVALIAR EFEITO INIBITÓRIO DE ÓLEO DE CARQUEJA EM *B. pilosa* E *L. sativa.*

N	Tratamento		Repetições
1	Água destilada (Testemunha)	*Lactuca sativa* (12 sementes)	4
2	Água destilada +Tween 80°		4
3	Água destilada +Tween 80°+ óleo ao 1%		4
4	Água destilada (Testemunha)	*Bidens pilosa (12 sementes)*	4
5	Água destilada +Tween 80°		4
6	Água destilada +Tween 80°+ óleo ao 1%		4
7	Água destilada (Testemunha)	*Lactuca sativa + Bidens pilosa* (6 sementes/ especie)	4
8	Água destilada +Tween 80°		4
9	Água destilada +Tween 80°+ óleo ao 1%		4

FONTE: A autora (2023).

Durante os 14 dias, cada tratamento foi umedecido somente com água destilada nos papéis filtros e ao final da avalição se contabilizou a quantidade de sementes germinadas por espécie para cálculo da porcentagem de germinação. Para a massa seca se utilizaram as plântulas germinadas colocadas dentro de um pacote kraft alocando-se na estufa de ar circulatório constante durante 72 horas, para cálculo da massa seca por tratamento por espécie seguindo a seguinte fórmula.

$$\text{Cálculo de massa seca} = \frac{Soma\ de\ massa\ seca\ total\ por\ tratamento\ por\ espécie}{número\ de\ plantulas\ germinadas\ por\ tratamento\ por\ espécie}$$

2.5 AVALIAÇÃO DE SELETIVIDADE DO ÓLEO EM 3 HORTALIÇAS.

A avaliação da seletividade do óleo de *B. trimera* foi avaliada sobre 3 espécies de hortaliças: *Solanum lycopersicum, Brassica oleracea var. Botritys e Brassica oleracea var acephala,* os procedimentos dos ensaios foram os mesmos mencionadas na avalição para *B. pilosa* e *L. sativa* (Tabela 3).

TABELA 3– TRATAMENTO ESTABELECIDOS PARA AVALIAR SELETIVIDADE DE ÓLEO DE CARQUEJA SOBRE 3 ESPECIES DE HORTALIÇÃS: *Solanum lycopersicum*, Brassica oleracea var. botrytis E *Brassica olearacea* var. acephala.

N	Tratamento		Repetições
1	Água destilada (Testemunha)	*Solanum lycopersicum* (12 sementes)	4
2	Água destilada +Tween 80°		4
3	Água destilada +Tween 80°+ óleo ao 1%		4
4	Água destilada (Testemunha)	*Brassica oleracea var.botrytis (12 sementes)*	4
5	Água destilada +Tween 80°		4
6	Água destilada +Tween 80°+ óleo ao 1%		4
7	Água destilada (Testemunha)	*Brassica oleracea var.acephala* (12 sementes)	4
8	Água destilada +Tween 80°		4
9	Água destilada +Tween 80°+ óleo ao 1%		4

FONTE: A autora (2023).

Para análise estatística dos testes para avalição de inibição do óleo foi utilizado um experimento fatorial com 2 fatores, com um delineamento inteiramente casualizado enquanto ao segundo para seletividade foi um delineamento inteiramente casualizado; ambos ensaios tiveram 4 repetições, onde cada repetição foi representada por uma gerbox. O programa estatístico utilizado foi Agroestat, em ambos casos se fez uma comparação de medias de Tukey a 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 IDENTIFICAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DE ÓLEO DE *B. TRIMERA*

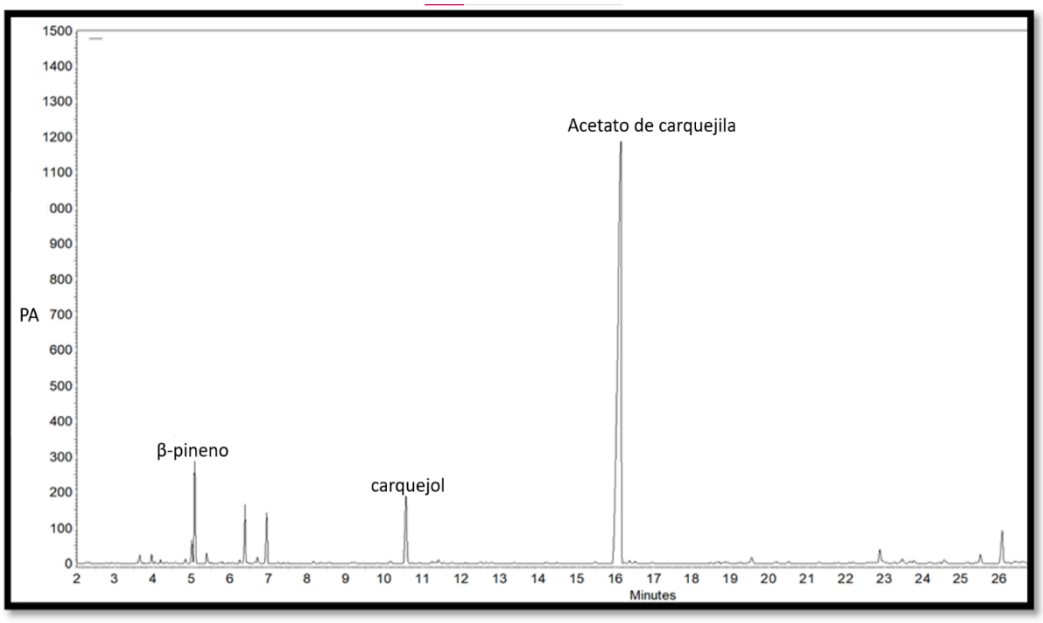
Para a obtenção do óleo, se coletou a carqueja no Paraná; se utilizaram as folhas verdes da planta, posteriormente foram secadas, para a extração. A identificação da composição química do óleo essencial foi realizada pela comparação de seus espectros de massa e valores de índice de Kovats (IK) com compostos conhecidos descritos na literatura, mostro que o composto majoritário foi o acetato de carquejila com 64,36%, seguido de β-pineno com 5,27%, palustrol 4,12%, carquejol 1,94% e 17 compostos adicionais, de fato não se colocaram aqueles compostos no qual a porcentagem se aproxima a zero (Tabela 4). Também se mostra a cromatografia do óleo essencial com os compostos maioritários (Figura 3).

TABELA 4- COMPOSTOS ENCONTRADOS NO ÓLEO DE *B. trimera* APÓS DE SER AVALIADOS EM UM PROCESSO DE CROMATOGRAFIA POR ARRASTRE GASOSO.

Numero	Compostos	Porcentagem %
1	acetato de carquejila	64.36
2	β-pineno	5.27
3	palustrol	4.12
4	limoneno	3.37
5	(E)-β-ocimeno	2.42
6	γ-muuroleno	2.15
7	carquejol	1.94
8	β-elemeno	1.34
9	ledol	1.11
10	globulol	1.03
11	β-eudesmol	0.95
12	sabineno	0.91
13	elemol	0.64
14	myrceno	0.56
15	(Z)-β-ocimeno	0.55
16	biciclogermacreno	0.49
17	δ-cadineno	0.48
18	(E)-cariofileno	0.36
19	α-cadinol	0.16
20	α-pineno	0.15

FONTE: A autora (2023).

FIGURA 3 – GRAFICA DE CROMATOGRAMA DOS COMPOSTOS ENCONTRADOS NO ÓLEO DE B. TRIMERA APÓS DE SER AVALIADOS EM UM PROCESSO DE CROMATOGRAFIA POR ARRASTRE GASOSO



FONTE: A autora (2023).

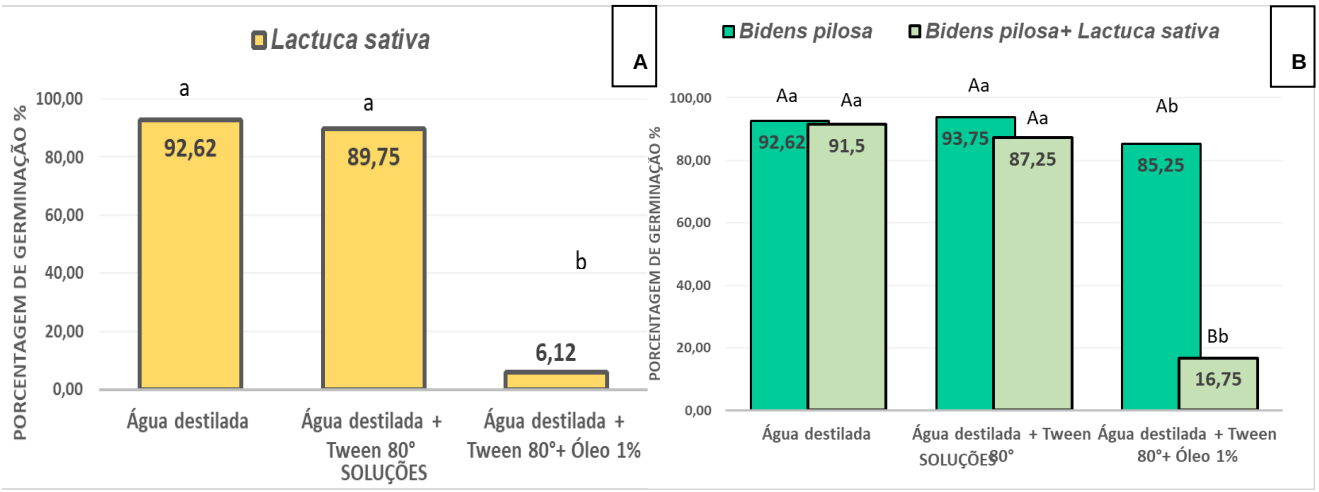
De acordo com Minteguiaga *et al*. (2018) a composição do óleo de carqueja, pode ser influenciada por fatores ambientais como as estações do ano, e geografia, influenciaram na porcentagem mais não houvera compostos adicionais, por exemplo: observou-se a carqueja que cresceu em solos com adubações naturais e químicas, aumenta a concentração do óleo no tecido vegetal, mas não se observaram novos compostos químicos, comparada com áreas sem adubação (Silva *et al*., 2006). Nesse interim, Besten *et al*. (2013) menciona que os compostos químicos das inflorescências coletadas em Paraná e Santa Catarina, apresentaram o acetato de carquejil de 38 a 78%; em contrapartida o carquejol e ledol sendo as mais baixas, com efeito mostram similaridade na composição encontrada na presente pesquisa. Segundo Pedrotti *et al.* (2021) menciona que a composição de acetato de carquejil é de 74,7%, o β-pineno (8,2%), palustrol (5,7%), germacreno D (4,3%) e outros compostos sesquiterpênicos oxigenados (Snatzke *et al*., 1969).

Segundo Adams (2013), a carqueja é regio-seletiva pois a parte amostrada da planta reflete na composição química, na parte aérea são predominantes os flavonóides e no sistema radicular os diésteres terpênicos relacionados com o carquejol , comparando os resultados obtidos, estes divergiriam pois, a analise mostrou aos sesquiterpenoides, terpenoides e ésteres na parte área. Assim mesmo, a Tabela 4 mostra aos terpenoides como o grupo químico maioritário, o que complicaria a análise de agrupamento hierárquico dos principais compostos, pois os quimiotipos da *B. trimera* podem ser iguais (Bastos; Arruda, 2022).

3.2 ANÁLISE DA GERMINAÇÃO

A soluções testadas Tabela 1, tiveram um pH entre neutro e ácido de 7,1; 6,20 e 5,8 respectivamente. Observou-se que a *L. sativa* tive uma diminuição de 86,65% na germinação na presença do óleo comparada com a testemunha (Figura 4a e 5d,f). Para o fator espécie, não houve interações quando as sementes se encontravam junto com *B. pilosa (*Figura 5g,5h*),* sendo não significativo estatisticamente. Por outro lado, nas sementes de *B. pilosa*, se observou uma interação tanto para o fator espécie e a presença do óleo, pois a germinação diminuiu em 74.75% e estando sem a presença da *L. sativa* em 7,37% comparada com a testemunha (Figura 4b e Figura 5i).

FIGURA 4. PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO (%) DE L. SATIVA NA PRESENÇA DE SEMENTES DE *B. pilosa* (A) E GERMINAÇÃO DE *B. pilosa* NA PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE SEMENTES DE *L. sativa* (B) AOS 14 DIAS APÓS A INSTALAÇÃO NAS DIFERENTES SOLUÇÕES. Letras maiúsculas representam efeito da interação significativa entre fatores enquanto letras minúsculas os efeitos das soluções para o teste de Tukey à 5% de probabilidade.



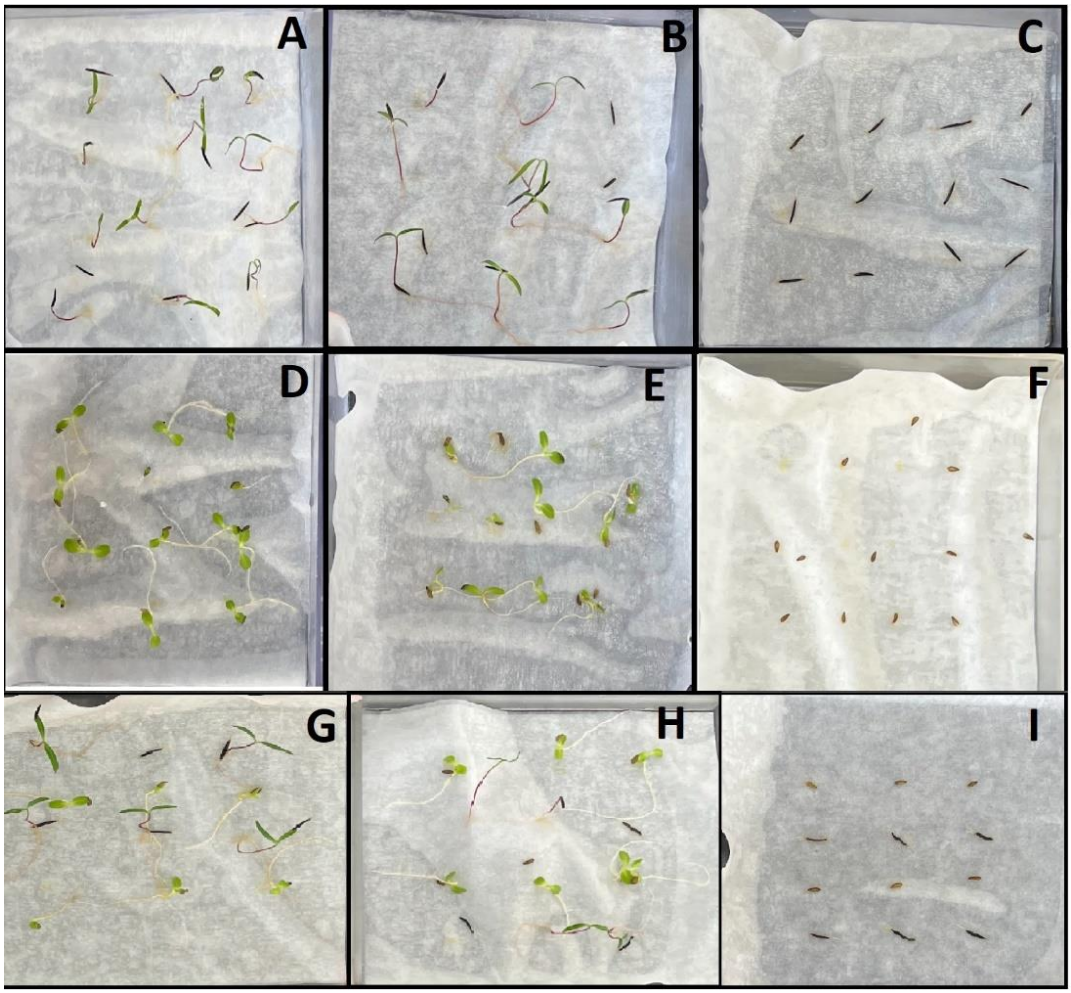
FONTE: A autora (2023).

Os resultados demostrariam que o tratamento com a solução 3 tive um efeito negativo na germinação das sementes da *L. sativa* e *B. pilosa*, sendo a primeira mais inibida, pode explicar-se que o composto químico maioritário dentro do óleo o acetato de carquejilla tenha relação no efeito observado, ou caso contrário algum composto minoritário por exemplo: Carquejol mostre o efeito semelhante.

Por outro lado, considere-se o pH=5,8 da solução 3 pode influenciar no resultado (Figura 4). Se sabe que, níveis altos do pH e salinidade influenciam indiretamente sobre o crescimento positivo da *L. sativa* (Chamily *et al*., 2025), pois a absorção dos nutrientes disponíveis será mais efetivo no alcalino (Paterlini *et al*., 2019), consequentemente, para inferir do que o *pH* influenciou na condutividade elétrica ou disponibilidade dos nutrientes as plantas devem ter raízes (Tombion *et al*., 2016), mas nesta pesquisa o teste da germinação as mudas obtiveram seus recursos do endospermo e a porcentagem da germinação da solução 2 que foi acida (pH=6,20) em ambas espécies germinaram, demonstrando que o efeito do pH não mascarou o efeito do óleo.

Enquanto ao crescimento das mudas, se observou que, a alface não cresceu na presença do óleo. No entanto, comparando morfologicamente a *L. sativa* com a *B. pilosa*, a primeira tem folhas mais curtas e um crescimento mais fino do epicótilo; consequentemente não consegue competir frente a uma planta com epicótilo mais espesso e folhas estritas como *B. pilosa*, incluindo na solução da testemunha (Figura 5).

FIGURA 5. IMAGENS DA GERMINAÇÃO DAS SEMENTES APÓS 14 DIAS DA INSTALAÇÃO, *B. pilosa* COM SOLUÇÃO 1(A), *B. pilosa* COM SOLUÇÃO 2 (B), *B. pilosa* COM SOLUÇÃO 3(C); *L. sativa* COM SOLUÇÃO 1(D), *L. sativa* COM SOLUÇÃO 2 (E), *L. sativa* COM SOLUÇÃO 3(F); *L. sativa* E *B. pilosa* COM SOLUÇÃO 1 (G), *L. sativa* E *B. pilosa* COM SOLUÇÃO 2(H) E *L. sativa* E *B. pilosa* COM SOLUÇÃO 3 (I).



FONTE: A autora (2023).

A alface é um cultivo que vem sido melhorado geneticamente através dos anos, nesse sentido, as características como planta nativa são quase imperceptíveis, como a plasticidade e a adaptação; que se perderam com o melhoramento. De antemão, estudos anteriores demostram que, a família Asteraceae possui efeito na inibição na germinação e crescimento das espécies nativas, pela competitividade do habita, alta taxa de reprodução, além de ser altamente adaptável, frente as plantas nativas, terminam sendo susceptíveis aos compostos alelopaticos (Nagy *et al*., 2024). De fato, a alface sendo geneticamente modificada, há uma probabilidade de ter perdido o efeito alelopaticos de suas raízes, nesse sentido, se observou no resultado que a alface não reduziu a germinação da *B. pilosa* (Figura 5g).

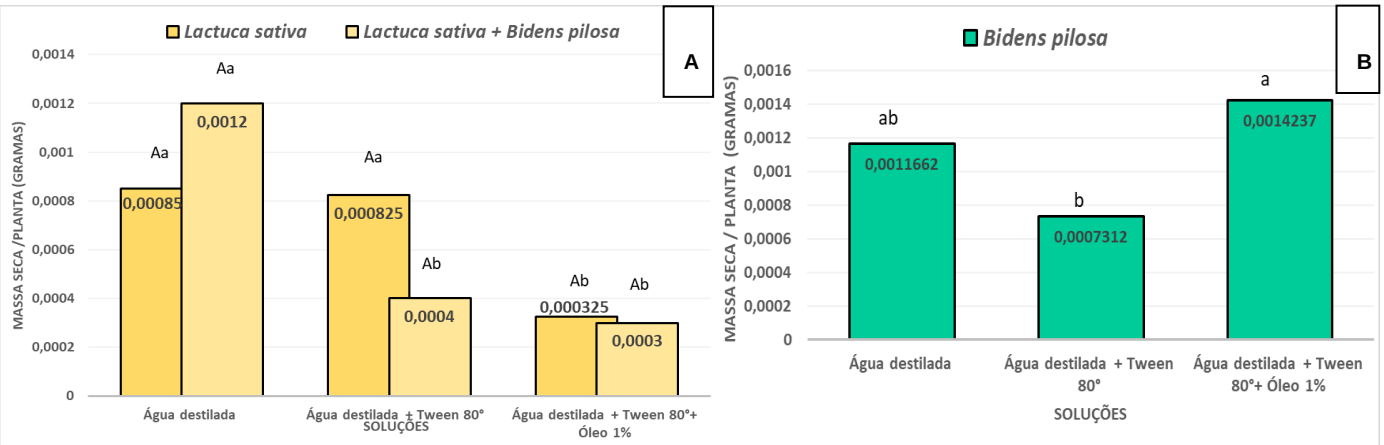
Conforme o efeito inibitório de *B. pilosa* sobre o alface, se demostra que há semelhanças nos resultados e estudos anteriores onde o efeito dos exsudados das raízes de *B. pilosa*, diminui o crescimento das plântulas da *L. sativa*, assim com a massa seca delas em um 38%, após os 14 dias (Stevens; Tang , 1985).

Por outro lado, tendo em consideração os resultados mencionados, a germinação pode ser afetada também em capacidade e persistência, causando impacto no tempo de germinação. Sendo assim, tem possibilidade que as sementes amostradas possuíam uma geminação precoce, o que conduz a ter benefício a uma menor concorrência frente as outra plantas dentro de um ecossistema, ademais de uma maior obtenção de recursos do meio, atribuindo a uma supressão na germinação e estabelecimento das plantas com germinação tardia (Kato-Noguchi; Kurniadie, 2024). Finalmente, o efeito alelopaticos das plantas pode se considerar um dos fatores limitantes para o aumento da produtividade das culturas, e a interferência do cultivo e as plantas daninhas, assim mesmo, quando ambas plantas mencionadas pertencem à mesma família botânica consequentemente o controle é limitado só a herbicidas seletivos (Agostinetto *et al.*, 2001).

3.3 ANÁLISE DA MASSA SECA FRENTE AO EFEITO ALELOPÁTICO DE ÓLEO DE CARQUEJA.

Nos resultados da massa seca da *L. sativa* teve seu crescimento reduzido apenas quando a presença do óleo, pois a germinação foi afetada consequentemente não teve muita folha e menor desenvolvimento comparada com *B. pilosa* no mesmo tratamento na solução 2 (água destilada+ Tween 80°) (Figura 6a). Quanto a *B. pilosa* esta conseguiu crescer independentemente da solução onde se encontrou, pois tanto para a solução 2 e 3, não tem diferenças significativas frente a testemunha (Figura 6b).

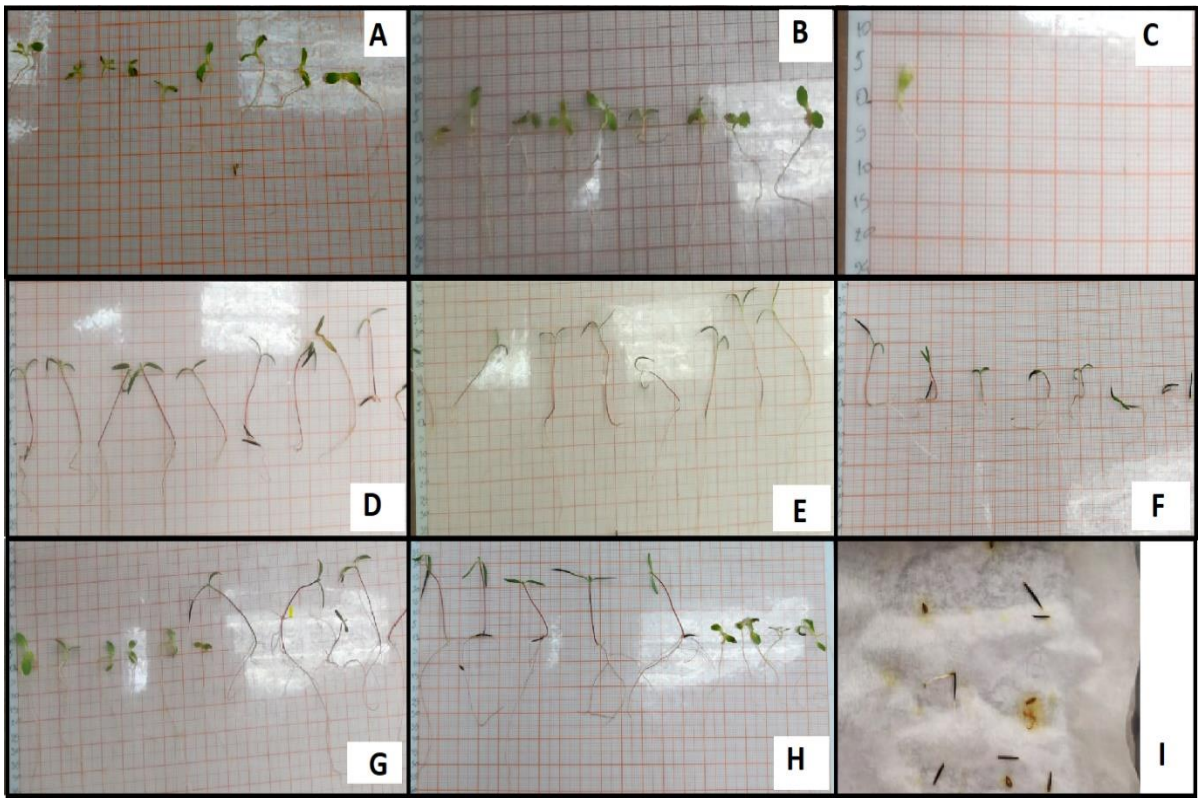
FIGURA 6. MASSA SECA EM GRAMAS NOS TESTES DE *L. SATIVA* NA PRESENÇA DE SEMENTES DE *B. pilosa* (A), MASSA SECA DE *B. pilosa* NA AUSÊNCIA DE SEMENTES DE *L. sativa* (B) AOS 14 DIAS APÓS A INSTALAÇÃO NAS DIFERENTES SOLUÇÕES. Letras maiúsculas representam efeito da interação significativa entre fatores enquanto letras minúsculas os efeitos das soluções para o teste de Tukey à 5% de probabilidade.



FONTE: A autora (2023).

Respeito a redução de crescimento de *L. sativa*, quando estava junto com a outra espécie, concordaria com um estudo anterior, que demostra a alta capacidade de competividade no crescimento de *B. pilosa* frente as outras plantas, consequentemente, se identificaram compostos com potencial alelopaticos dentro dela, na função da defesa, ademais traz interações com os cultivos das famílias como: Poaceae, Begoniaceae, Solanaceae, Balsaminaceae, Caryophyllaceae e Convolvulaceae. De fato, outorgam uma redução na produtividade e qualidade deles (Kato-Noguchi; Kurniadie, 2024). Observe-se o fator morfológico de ambas divergem a pesar de pertencer a família Asteraceae, *B. pilosa* possui um caule mais alongado e robusto comparada com a outra, esta descrição pode explicar que maior área foliar e espessura do caule influênciam no valor da massa seca, destacando que a planta daninha apresenta plasticidade em resposta aos fatores externos, pelo que se reflete que o desenvolvimento foliar sempre foi maior comparado com *L. sativa* a pesar de estar no mesmo tratamento (Figura 7).

FIGURA 7. IMAGENS DOCRESCIMENTO DAS MUDAS APÓS 14 DIAS DA INSTALAÇÃO, *B. pilosa* COM SOLUÇÃO 1(A), *B. pilosa* COM SOLUÇÃO 2 (B), *B. pilosa* COM SOLUÇÃO 3(C); *L. sativa* COM SOLUÇÃO 1(D), *L. sativa* COM SOLUÇÃO 2 (E), *L. sativa* COM SOLUÇÃO 3(F); *L. sativa* E *B. pilosa* COM SOLUÇÃO 1 (G), *L. sativa* E *B. pilosa* COM SOLUÇÃO 2(H) E *L. sativa* E *B. pilosa* COM SOLUÇÃO 3 (I).



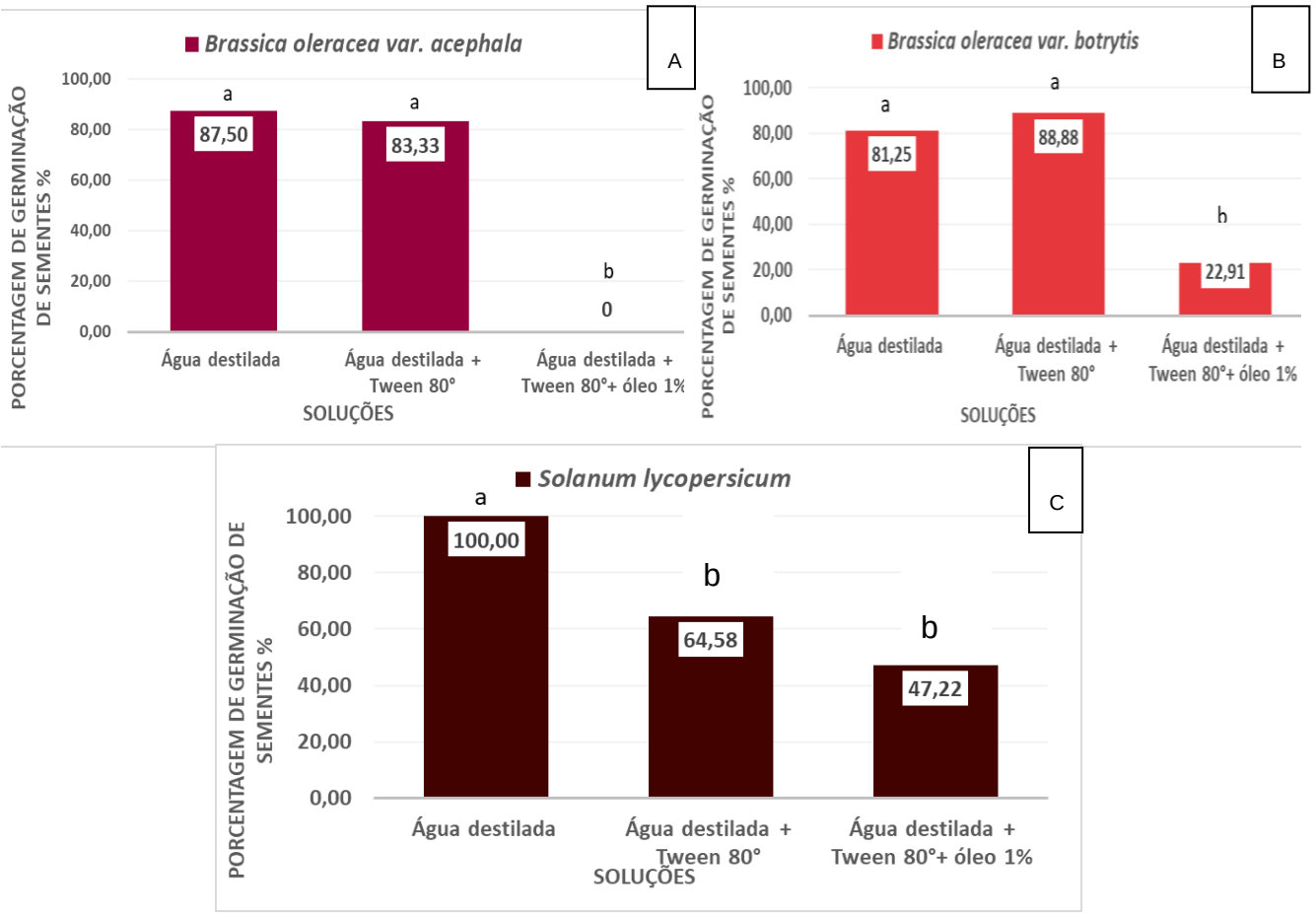
FONTE: A autora (2023).

3.4 DETERMINAÇÃO DA SELETIVIDADE DE ÓLEO *BACCHARIS TRIMERA* FRENTE A HORTALIÇAS

O feito da seletividade foi testado para ter uma amplitude do efeito do óleo em outras espécies que não sejam plantas daninhas, posto que se considerou a possibilidade que certas hortaliças não sejam afetadas. Assim pois, seguindo com os objetivos do trabalho, se avalio o efeito em as seguintes espécies: *Brassica oleracea* var. acephala, *Brassica oleracea* var. botrytis e *Solanum lycopersicum*. Se escolheram estas espécies por ter os mesmos requerimentos de temperatura e umidade para a germinação portanto, não influenciam o fator de germinação no teste.

Observe-se o efeito do óleo em *B. oleraceae* var. Acephala está reduz sua germinação em 87% comparada com a testemunha (Figura 8a), consequentemente, sendo não seletivo, ao contrário, para a *B. oleracea* var. Botrytis e *S. lycopersicum*; que a germinação se reduz em 62,15% e um 52,78% ambas comparadas com a testemunha respectivamente (Figura 8b,8c), sendo em todas as espécies no seletivas na germinação em contato com o óleo de *B. trimera*.

FIGURA 8. PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO (%) DE *Brassica oleracea* var. acephala (A), GERMINAÇÃO DE *Brassica oleracea* var. botrytis (B) E GERMINAÇÃO DE *Solanum lycopersicum* (C) AOS 14 DIAS APÓS A INSTALAÇÃO NAS DIFERENTES SOLUÇÕES. Letras maiúsculas representam efeito da interação significativa entre fatores enquanto letras minúsculas os efeitos das soluções para o teste de Tukey à 5% de probabilidade.



FONTE: A autora (2023).

Se destaca o efeito sobre a redução do metabolismo foliar das plantas testadas, no tamanho reduzido tanto das folhas e raízes de *S. lycopersicum* comparadas com a testemunha (Figura 9). De fato, a germinação se reduz mais em um 50% em todas as hortaliças testadas, mas o efeito no metabolismo se destacou. Nesse sentido, o óleo de carqueja ao 1% teria uma característica inibidora não seletiva, a atividade foi testada nas folhas estritas (dicotiledôneas), a possibilidade de aplicação antes da semeadura das hortaliças aumentaria o efeito de que o herbicida agir sobre as plantas daninhas como *B. pilosa* segundo o resultado. Devemos considerar também que frequentemente os herbicidas não seletivos persistem no solo por exemplo: em solos lateríticos ricos em óxidos de ferro/alumínio pode gerar um impacto sobre a estrutura e diversidade do microbiota do solo (He *et al.*, 2023). Efeito toxico em plantas e minhocas de terra, mas depende das concentrações residuais no solo (Soares *et al*., 2023).

FIGURA 9. IMAGENS DO CRESCIMENTO DAS MUDAS DE *S. lycopersicum* NA SOLUÇÃO 1 (A), SOLUÇÃO 2 (B) E SOLUÇÃO 3 (C) AOS 14 DIAS APÓS A INSTALAÇÃO.

FONTE: A autora (2023).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O óleo de *Baccharis trimera* está composto por ésteres, flavonoides e sesquiterpenoides e o composto químico maioritário encontrado foi o acetato de carquejilla na (CG-EM), mas os fatores ambientais podem modificar as porcentagens da composição do óleo. Por extensão se sugere fazer testes de germinação e seletividade com os compostos isolados do óleo sobre dicotiledôneas e monocotiledôneas.

Se considera que o óleo de *B. trimera* na concentração de 1% tem efeito na redução da germinação das sementes de *L. sativa* e *B. pilosa* e destacou-se o efeito no metabolismo foliar das mudas, mostrando redução foliar e das raízes ambas espécies dicotiledôneas, se conclui que se devem realizar os mesmos testes para espécies monocotiledôneas.

Em particular o óleo de *B. trimera* demostrou-se como um composto no seletivo nas hortaliças destacando-se redução na germinação maior ao 50% em *Solanum lycopersicum*, *Brassica oleracea* var. botrytis e *Brassica olearacea* var acephala, se conclui que o óleo pode se considerar no futuro como ferramenta no manejo de plantas daninhas do verão ou antes do transplante das mudas das hortaliças ou pre-semeadura em semeadura direta, no entanto deve considerar-se testes em campo com tratamentos específicos para outras culturas, e também testar com pulverização localizada.

O uso de uma molécula natural não garanta ser inofensivos na composição e incluso induzir toxicidade ao consumidor e animais do ecossistema, é por isso que se precisam mais estudos sobre o impacto da toxicidade ao consumidor ou avalições de impacto sobre os controladores biológicos no ambiente.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Quadrupole Mass Spectroscopy. **Carol Stream**, 15., v. 16, n. 2, p. 65–120, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/CFY3XWVTbXbwTXWKYkhvMgv/>.

AGOSTINETTO, D.; FLECK, N. G.; MENEZES, V. G. Non-selective herbicides applied at the maturity phase of flooded rice. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 2, p. 277–285, 2001.

AGUILERA, N.; GUEDES, L. M.; ALVARADO, U.; SÁEZ-CARRILLO, K. Teline monspessulana Can Harm the Chilean Native Tree Nothofagus obliqua: Effects on Germination and Initial Growth. **Plants**, v. 12, n. 19, p. 3419, 2023. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/12/19/3419>. Acesso em: 23/4/2024.

BASTOS, J. KENUPP.; ARRUDA, C. **Chemistry and biological activities of phenolic compounds from *Baccharis genu***. Universidade de São Paolo, 2022.

BESTEN, M. A.; NUNES, D. S.; WISNIEWSKI JR., A.; et al. Chemical composition of volatiles from male and female specimens of *Baccharis trimera* collected in two distant regions of Southern Brazil: A comparative study using chemometrics. **Quimica Nova**, v. 36, n. 8, p. 1096–1100, 2013.

CHAMILY, F. A.; MOHIUDDIN, M.; MOSTAKIM, M. S.; et al. Production performance and biochemical profile of sea lettuce (Ulva lactuca): Influence of site-specific ecological factors and cultivation strategies. **Aquaculture**, v. 594, 2025.

CHAO, W.; RAO, S.; CHEN, Q.; et al. Advances in Research on the Involvement of Selenium in Regulating Plant Ecosystems. **Plants**, v. 11, n. 20, p. 2712, 2022. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/11/20/2712>. Acesso em: 23/4/2024.

CHENG, Y.; LI, M.; XU, P. Allelochemicals: A source for developing economically and environmentally friendly plant growth regulators. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 690, p. 149248, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006291X23013426>. Acesso em: 23/4/2024.

CORREIA, N. M. Interference of glyphosate-resistant *conyza sumatrensis* in soybean crops in Central Brazil. **Advances in Weed Science**, v. 41, p. e020230071, 2023. Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas - SBCPD. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aws/a/jhSHXDmjzRhNksMQVS9XNKv/?lang=en>. Acesso em: 23/7/2024.

HE, X.; WU, C.; TAN, H.; DENG, X.; LI, Y. Impact of Combined Exposure to Glyphosate and Diquat on Microbial Community Structure and Diversity in Lateritic Paddy Soil. **Sustainability (Switzerland)**, v. 15, n. 11, 2023.

JG, Z.; M, I.; A, C. P.; et al. Sesquiterpene Lactones Isolated from Centaurea cineraria L. subsp. cineraria Inhibit the Radicle Growth of Broomrape Weeds. **Plants (Basel, Switzerland)**,

v. 13, n. 2, 2024. Plants (Basel). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38256732/>. Acesso em: 23/4/2024.

KATO-NOGUCHI, H.; KATO, M. Evolution of the Secondary Metabolites in Invasive Plant Species Chromolaena odorata for the Defense and Allelopathic Functions. **Plants**, v. 12, n. 3, p. 521, 2023. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/12/3/521>. Acesso em: 28/4/2024.

KATO-NOGUCHI, H.; KURNIADIE, D. The Invasive Mechanisms of the Noxious Alien Plant Species Bidens pilosa. **Plants**, v. 13, n. 3, p. 356, 2024. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/13/3/356>. Acesso em: 28/4/2024.

LLAURE-MORA, A. M.; GANOZA-YUPANQUI, M. L.; SUÁREZ-REBAZA, L. A.; BUSSMANN, R. W. *Baccharis genistelloides* (Lam.) Pers. “carqueja”: a review of uses in traditional medicine, phytochemical composition and pharmacological studies. **Ethnobotany Research and Applications**, v. 21, p. 1–37, 2021. Disponível em: <https://ethnobotanyjournal.org/index.php/era/article/view/2737>. Acesso em: 5/5/2024.

MEINERS, S. J.; KONG, C.-H.; LADWIG, L. M.; PISULA, N. L.; LANG, K. A. Developing an ecological context for allelopathy. **Plant Ecology**, v. 213, n. 12, p. 1861–1867, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11258-012-0121-6>. Acesso em: 28/4/2024.

MINTEGUIAGA, M.; MERCADO, M. I.; PONESSA, G. I.; CATALÁN, C. A. N.; DELLACASSA, E. Morphoanatomy and essential oil analysis of *Baccharis trimera* (Less.) DC. (Asteraceae) from Uruguay. **Industrial Crops and Products**, v. 112, p. 488–498, 2018.

NAGY, K. N.; KARDOS, L. V.; ORBÁN, Z.; BAKACSY, L. The allelochemical potential of an invasive ornamental plant, the Indian blanket flower (Gaillardia pulchella Foug.). **Plant Species Biology**, v. 39, n. 2, p. 102–108, 2024. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1442-1984.12441>. Acesso em: 28/4/2024.

PATERLINI, H.; GONZÁLEZ, M. V.; PICONE, L. I. Lettuce production in a soil with application of poultry litter compost. **Ciencia del Suelo**, v. 37, n. 1, p. 38–50, 2019.

PEDROTTI, C.; MAGON, C.; ALESSIO, A.; et al. Antifungal activity of *Baccharis trimera* and Foeniculum vulgare essential oils for control of bitter rot in apple. **Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 5, n. 9, p. 44–50, 2021. Disponível em: <https://sou.ucs.br/revistas/index.php/ricaucs/article/view/93>. Acesso em: 6/5/2024.

SILVA, F. G.; PINTO, J. E. B. P.; CARDOSO, M. G.; et al. Influence of manure and fertilizer on *Baccharis trimera* (Less.) D.C. growth and essential oil yield. **Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants**, v. 12, n. 1–2, p. 1–11, 2006.

DA SILVA, T. G.; DA SILVA, J. C. P.; CARNEIRO, J. N. P.; et al. Phytochemical characterization and inhibition of Candida sp. by the essential oil of *Baccharis trimera* (Less.) DC. **Archives of Microbiology**, v. 203, n. 6, p. 3077–3087, 2021.

SNATZKE, G.; THOMAS, A. F.; OHLOFF, G. Die absolute Konfiguration von Carquejol und verwandten o-Menthan-Derivaten. **Helvetica Chimica Acta**, v. 52, n. 5, p. 1253–1258, 1969.

SOARES, C.; FERNANDES, B.; PAIVA, C.; et al. Ecotoxicological relevance of glyphosate and flazasulfuron to soil habitat and retention functions – Single vs combined exposures. **Journal of Hazardous Materials**, v. 442, 2023.

STEVENS, G. A.; TANG, C.-S. Inhibition of seedling growth of crop species by recirculating root exudates ofBidens pilosa L. **Journal of Chemical Ecology**, v. 11, n. 10, p. 1411–1425, 1985. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF01012141>. Acesso em: 28/4/2024.

TOMBION, L.; PUERTA, A. V.; BARBARO, L. A.; et al. Substrate characteristics and lettuce (*Lactuca sativa* l.) seedling quality depending on the vermicompost dose. **Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences**, v. 32, n. 2, p. 110–116, 2016.

YANG, K.; YANG, Y.; WU, X.; et al. Allelopathic Potential and Chemical Composition of Essential Oil from the Invasive Plant Acmella radicans. **Agronomy**, v. 14, n. 2, p. 342, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/14/2/342>. Acesso em: 23/4/2024.