

Prospecting the action of *Eugenia uniflora* L.: allelopathic effect on an agricultural species and an invasive species, and antimicrobial potential

Prospecção da ação de *Eugenia uniflora* L.: efeito alelopático sobre uma espécie agrícola e uma espécie invasora, e seu potencial antimicrobiano

SIQUEIRA, Izabely Orso de⁽¹⁾; KREIN, Weverton⁽²⁾; JEANFELICE, Bárbara Júlia dos Santos⁽³⁾; SANTOS, Camila Vogt dos⁽⁴⁾; PINTO, Fabiana Gisele da Silva⁽⁵⁾; FORTES, Andréa Maria Teixeira

- ⁽¹⁾  0009-0002-6829-3279; Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, PR, Brasil. isabelyorso16@gmail.com.
⁽²⁾  0009-0001-2624-1131; Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, PR, Brasil. weverton.krein@unioeste.br.
⁽³⁾  0000-0001-9596-7641; Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, PR, Brasil. barbara.jeanfelice@unioeste.br.
⁽⁴⁾  0000-0001-7566-8003; Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, PR, Brasil. cami.vogt@hotmail.com.
⁽⁵⁾  0000-0002-0486-8486; Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, PR, Brasil. fabiana.pinto@unioeste.br.
⁽⁶⁾  0000-0002-2836-9331; Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, PR, Brasil. andrea.fortes@unioeste.br

ABSTRACT

Allelopathy is defined as the mechanism of action of plant secondary metabolism that can affect other organisms beneficially or detrimentally. The objective of this study is to test the allelopathic effect of Brazilian cherry (*Eugenia uniflora* L.), a native tree of Brazil, on the agricultural crop maize (*Zea mays* L.) and on blackjack (*Bidens pilosa* L.). Phytochemical prospecting of dried leaves was performed to identify present metabolites. Laboratory experiments on potential and allelopathic effects were conducted using carrot seeds as bioindicators, employing the aqueous extract of Brazilian cherry leaves, and greenhouse experiments using leaf powder in the substrate. The results indicate that Brazilian cherry leaves exhibit allelopathic effects on blackjack, inhibiting its development but not affecting maize seed germination and growth. The aqueous leaf extract shows antimicrobial activity classified as low to very low.

RESUMO

A alelopatia é definida como o mecanismo de ação do metabolismo secundário das plantas, que pode afetar outros organismos de forma benéfica ou deletéria. O objetivo do presente trabalho é testar o efeito alelopático da pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), árvore nativa do Brasil, sobre a cultura agrícola milho (*Zea mays* L.) e sobre o picão-preto (*Bidens pilosa* L.). Foi realizada a prospecção fitoquímica das folhas secas para verificar quais os metabólitos presentes. Os experimentos de potencial e efeito alelopático foram realizados em laboratório com sementes de cenoura como bioindicadoras, utilizando o extrato aquoso das folhas secas de pitangueira, além do experimento em casa de vegetação utilizando o pó das folhas secas no substrato. Os resultados indicam que as folhas de pitangueira apresentam efeito alelopático sobre o picão-preto, inibindo seu desenvolvimento, porém não afetam a germinação e o crescimento das plântulas de milho. O extrato aquoso das folhas apresenta uma atividade antimicrobiana classificada como baixa e muito baixa.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Histórico do Artigo:

Submetido: 06/10/2025

Aprovado: 23/02/2026

Publicação: 26/02/2026



Keywords:

allelopathy, Brazilian cherry, agroecologia

Palavras-Chave:

Alelopatia, pitangueira, agroecologia

Introdução

A alelopatia é definida como a capacidade de interação entre organismos mediante a produção e liberação de substâncias no meio, que podem influenciar de maneira positiva ou negativa no crescimento de outras espécies (Molisch, 1937). Em 1996, a Sociedade Internacional de Alelopatia (IAS) ampliou essa definição para abranger os processos relacionados à liberação de metabólitos primários e secundários por plantas, líquens, vírus e fungos, os quais exercem influência benéfica ou prejudicial, sobre a germinação, crescimento e desenvolvimento de sistemas biológicos (Silva et al., 2017).

Essa interação pode ter diversas aplicações práticas, como na indústria farmacêutica e principalmente na agricultura, já que a ocupação de uma determinada área sem o estudo prévio, a depender da cultura, os compostos (metabólitos secundários) presentes no local podem causar danos ao crescimento da planta e a produtividade (Ferreira & Aquila, 2000). Tendo em vista essa capacidade, existem diversos trabalhos na literatura acerca do potencial de se produzir produtos biológicos para a agricultura utilizando compostos alelopáticos em substituição aos produtos químicos (Stadink e Talamik, 2012).

No Brasil, cerca de 41% do território é ocupado por áreas destinadas a agricultura, sendo deste total 77% corresponde a agricultura familiar (IBGE, 2017). A agricultura convencional e a familiar são dependentes de agrotóxicos no nosso país e representam riscos não somente para os produtores, bem como para os moradores do entorno e para o consumidor final (Yuantari et al., 2015; Souza et al., 2023).

O uso prolongado de uma única formulação pode resultar no desenvolvimento de resistência ou tolerância de plantas invasoras a determinado químico (Vargas, 2016). No Brasil, uma das principais espécies de invasora no campo é o picão-preto (*Bidens pilosa* L.), que possui desenvolvimento rápido e intenso, além de ser hospedeira de fungos, nematoides e vírus (Vallin, 2022), com capacidade de causar perda de cerca 58% no rendimento de plantações (Rizzardi et al., 2003).

Como alternativa para essa problemática, surge então a possibilidade de se utilizar produtos mais naturais, obtidos a partir de plantas que apresentem metabólitos secundários capazes de inibir ou desacelerar a germinação de plantas invasoras, bem como o combate a possíveis doenças causadas por bactérias fitopatogênicas. A pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), espécie pertencente à família Myrtaceae (Carvalho, 2006) é objeto de estudo em diversas pesquisas devido aos seus compostos, os quais podem alterar significativamente a germinação e desenvolvimento de plantas, assim como também possuem atividade antimicrobiana (Fiúza et al., 2009; Huller e Schok, 2011; Bastos et al., 2016).

A partir disso, é evidente a necessidade de estudos que abordem maneiras sustentáveis de manejos dentro da agricultura convencional, as quais busquem por compostos naturais com atividades biológicas relevantes.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito alelopático sobre a espécie agrícola milho, a invasora picão-preto e o potencial antimicrobiano, a partir das folhas secas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), a fim de verificar a possibilidade de utilização do extrato aquoso como bioherbicida e antimicrobiano natural.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Fisiologia Vegetal – LAFEV e no Laboratório de Microbiologia e Biotecnologia - LAMIBI da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus Cascavel, de agosto de 2023 a março de 2024. As folhas da espécie *E. uniflora* utilizadas no experimento foram coletadas em julho de 2023, no município de Medianeira (latitude: -25.2885, longitude: -54.1275), no Paraná, e seu beneficiamento e armazenamento foi realizado no LAFEV em Cascavel. As amostras foram transportadas de Medianeira até Cascavel em sacos de plástico sem a necessidade de refrigeração.

As folhas coletadas foram secas em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 40 graus Celsius por 3 dias. Após a secagem as folhas foram trituradas em moinho de faca tipo Willey. O pó gerado foi acondicionado ao abrigo de luz e em temperatura ambiente, como na metodologia proposta por Mourão Junior e Souza Filho (2010).

Prospecção fitoquímica

Os testes referentes à prospecção fitoquímica dos diferentes extratos vegetais de *E. uniflora*, foram realizados segundo metodologia descrita por Matos (1997). Estes testes se basearam na visualização colorimétrica e/ou na formação de precipitado após a adição dos reagentes específicos. As classes de metabólitos secundários investigados foram: saponinas a partir da reação com água destilada e ácido clorídrico P.A.; esteroides e triterpenóides por meio da reação de Liebermann-Burchards; alcaloides empregando o reagente de Dragendorff, reagente de Mayer e reagente de Bouchardat; antocianidinas, antocianinas, auronas, chalconas, flavonas, flavonóis e xantonas a partir de mudanças de pH no meio; cumarinas por meio de reação de fluorescência com hidróxido de potássio e taninos através da reação com cloreto férrico.

Potencial e efeito alelopático

A preparação de extrato das folhas secas de pitangueira foi feita nas concentrações de 2,5%, 5%, 7,5% e 10% (p/v). Para o preparo dos extratos foram pesados 2,5, 5, 7,5 e 10 g de pó das folhas de *E. uniflora*, para cada concentração do extrato, o qual foi homogeneizado em 1 litro de água por um minuto. O extrato permaneceu em repouso protegido da luz por 4 horas,

conforme metodologia descrita por Carvalho et al. (2012). Após o período de repouso o extrato foi filtrado com o auxílio de um filtro de pano. Para a testemunha (extrato na concentração de 0,0%) foi utilizado apenas água destilada.

Para a avaliação do potencial alelopático foram utilizadas sementes de cenoura (*Daucus carota* L.) adquiridas comercialmente, e foram utilizadas como sementes bioindicadoras, que são mais sensíveis aos metabólitos para este experimento e, portanto, nos dão um parâmetro de como o extrato aquoso pode funcionar em outras espécies.

Para o experimento de efeito alelopático, utilizamos sementes de picão-preto (*B. pilosa*) coletadas no mesmo local das folhas de pitangueira, transportadas e acondicionadas no LAFEV em saco plástico, armazenadas em ambiente protegido de luz e umidade.

As sementes foram acondicionadas em Placas de Petri sobre três folhas de papel filtro, as quais foram umedecidas com 6 mL de água para testemunha e 6 mL de extrato aquoso das folhas secas de *E. uniflora* a cada tratamento (2,5%, 5%, 7,5% e 10% p/v), totalizando 5 tratamentos com 4 repetições de 25 sementes, para cada experimento, com cenoura e picão-preto.

Os experimentos foram mantidos em câmara de germinação do tipo B.O.D, sob temperatura constante e luminosidade controladas, a 25°C e fotoperíodo de 12 horas claro/escuro. O delineamento experimental utilizado para os dois experimentos foi o inteiramente casualizado (DIC) e os experimentos foram avaliados por sete dias, todos os dias, contabilizando as sementes germinadas aquelas que apresentaram 2mm de raiz primária.

As variáveis analisadas foram: porcentagem de germinação (PG%), tempo médio de germinação (TMG), segundo Edmond e Drapala (1958), e índice de germinação (IVG), segundo Silva e Nakagawa (1995) e frequência de germinação (Labouriau e Agudo, 1987). Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey à 5% de probabilidade, utilizando o programa RStudio (R Core Team, 2013).

Desenvolvimento inicial em casa de vegetação

Os experimentos referentes ao crescimento inicial do picão-preto e do milho foram realizados separadamente, mas a metodologia realizada é a mesma. Foram necessários 144 vasos plásticos do tamanho 2 com capacidade de 250 mL, preenchidos com o substrato HT® que continha vermiculita, os quais foram regados com três vezes o peso do substrato seco.

O delineamento experimental para este experimento foi em bloco casualizado. Foram realizados 3 tratamentos com 4 repetições de cada, cultivadas no substrato, sendo o T1 regado apenas com água destilada, o T2 adicionado 5,57g de pó das folhas de *E. uniflora* e o T3, adicionado 11,15g do pó, ambos regados também com água destilada. O cálculo da quantidade de pó necessária foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Rizzardi et al. (2008), que permite analisar qual quantidade de pó será proporcional à deposição de serapilheira no

ambiente natural. Os vasos utilizados neste experimento possuem 14 centímetros de diâmetro e área aproximada de 154 cm.

Nos vasos foram colocadas 3 sementes de picão-preto e de milho, separadamente por experimento, os quais foram regados e avaliados diariamente, mas por períodos diferente, isso ocorre porque o tempo de emergência do milho e do picão-preto é diferente, e as condições ambientais também afetam as espécies de maneira distinta. O experimento com milho, foi desmontado em 20 dias com picão-preto com 48 dias.

As variáveis analisadas foram: porcentagem de emergência (PE%), tempo médio de emergência (TME), segundo Edmond e Drapala (1958), e índice de velocidade de emergência (IVE), segundo Silva e Nakagawa (1995), além do comprimento da raiz e da parte aérea e a massa seca de ambas as partes, para o milho e para o picão-preto.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey à 5% de probabilidade, utilizando o programa RStudio (R Core Team, 2013).

Potencial antimicrobiano

O extrato aquoso obtido a partir das folhas secas de *E. uniflora* utilizou da mesma metodologia do potencial alelopático, em concentração de 200 mg/mL e filtrado em filtro de papel.

A atividade antimicrobiana dos extratos vegetais de *E. uniflora* foi avaliada seguindo a metodologia proposta por Scur et al. (2014) com modificações. Os microrganismos utilizados são das coleções American Type Culture Collection (ATCC) e Cefar Diagnóstica (CCD), sendo as bactérias Gram positivas: *Bacillus subtilis* (CCD-04), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923); e as bactérias Gram negativas: *Escherichia coli* (ATCC 25922) e *Salmonella Tiphymurium* (ATCC 14028).

Para os testes, as bactérias foram recuperadas em caldo de enriquecimento Brain Heart Infusion (BHI) e incubadas por 24 horas a $36\pm 1^\circ$ C. Após este período, as cepas foram repicadas em placas contendo meio Ágar Muller Hinton (MH), incubadas a $36\pm 1^\circ$ C por 24 horas. Logo após, foram feitos os inóculos e padronizados em solução salina (0,85%) conforme a escala de 0,5 de McFarland.

Determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM)

Em placas de microdiluição de 96 poços foram adicionados 150 µL caldo Müller-Hinton (MHB) em todos os poços, 150 µL do extrato vegetal foi acrescentado no primeiro poço, com diluições seriadas de 200 até 0,09 µL/mL nos poços posteriores. Em cada foi adicionado 10 µL do inóculo dos microrganismos (preparado anteriormente). As placas foram levemente homogeneizadas e levadas à incubação por 24 horas a $36\pm 1^\circ$ C.

Decorrido este intervalo de tempo, foi adicionado uma alíquota de 10 µL de solução de cloreto de trifetil tetrazolium (TTC) a 0,5% em cada poço das microplacas e elas foram reincubadas por mais três horas a $36\pm 1^\circ$ C. A presença de coloração vermelha nos poços é

interpretada como prova negativa do efeito inibitório do extrato, ou seja, o extrato não apresenta atividade inibitória frente à bactéria testada. Como controle positivo foi utilizado 150 µL solução de Gentamicina para as bactérias na concentração de 200 mg/mL e adicionado 150 µL MHB e 10 µL do inóculo. Para o controle negativo apenas 150 µL MHB e 10 µL do inóculo. Também foi realizado o controle de esterilidade dos extratos. A CIM foi realizada em triplicata.

Determinação da Concentração Bactericida Mínima (CBM)

Antes de adicionar o TTC a 0,5 % nos poços, foi retirado 2 µL do inóculo de cada poço e adicionados a placas de Petri contendo Ágar Müller-Hinton (MHA). As placas foram incubadas por 24 horas a 36±1° C. Para determinar a CBM será observado se houve crescimento microbiano em MHA. A menor concentração em que houve ausência de crescimento microbiana foi considerada a CBM. Os ensaios da CBM também foram realizados em triplicata.

A CIM e a CBM dos extratos vegetais foram classificadas de acordo com Pandini et al. (2015), a atividade será enquadrada em uma das 4 classes: elevada (12,5 mg/mL), moderada (12,5 a 25 mg/mL), baixa (50 a 100 mg/mL) e muito baixa (>100 mg/mL).

Resultados e Discussão

O teste de fitoquímica do extrato aquoso de folhas secas de *E. uniflora* comprovou a presença de compostos das classes saponinas, terpenoides (triterpenóides), alcalóides, fenóis e flavonóides (flavonas) (Tabela 1). Estudos realizados por Zanusso et al. (2003), referente a fitoquímica de *E. uniflora* corroboram com os resultados observados no presente trabalho. Outras pesquisas, porém, com óleo essencial das folhas e extratos das cascas do gênero *Eugenia* e da família Myrtaceae, também confirmam os resultados aqui obtidos (Marin et al., 2004; Ogunwande et al., 2005; Santos et al., 2021).

Tabela 1.

Prospecção fitoquímica do extrato aquoso de folhas secas de *E. uniflora*.

Extrato aquoso de <i>E. uniflora</i>	
Classes dos metabólitos	
Saponinas	+
Esteroides	-
Triterpenóides	+
Alcalóides	+
Fenóis	+
Taninos	-
Cumarinas	-
Antocianinas	-
Flavonóides	+
Flavonas	+

Nota: Os autores.

A literatura destaca que os compostos presentes podem variar dependendo do modo de extração. Por exemplo, em extratos etanólicos de folhas da mesma espécie do presente estudo, observa-se a presença de glicosídeos cardiotônicos, taninos, cumarinas e antraquinonas (Silva e Lima, 2016; Zanusso et al., 2023). Essas diferenças são atribuídas ao uso de diferentes tipos de solventes, os quais possuem estruturas moleculares, polaridades e solubilidades distintas (Fernández-Agulló et al., 2013; Cabana et al., 2013). Além disso, é importante destacar que o período de coleta das folhas, temperatura, tipo de solo e disponibilidade de água também pode alterar a presença de metabólitos secundários na mesma espécie (Gobbo-Neto e Lopes, 2007), assim como visto por Auricchio e Bacchi (2003) que compararam as composições de metabólitos presentes em *E. uniflora* coletadas em diferentes lugares.

De acordo com a Tabela 2, verificou-se que o extrato aquoso das folhas secas de *E. uniflora* influenciou todas as variáveis analisadas no experimento de potencial alelopático. Observamos que a aplicação do extrato aquoso de pitanga a partir da concentração de 2,5% resultou em uma redução na porcentagem final de germinação (PG%) das sementes de cenoura. Nas concentrações de 7,5% e 10% do extrato, a germinação foi reduzida para 17% e 12%, respectivamente, representando uma redução de mais de 70% na germinação nestes tratamentos.

Tabela 2.

Germinação (PG%), Tempo Médio de Germinação (TMG/dias) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de *D. carota* submetidas ao extrato aquoso de *E. uniflora* nas proporções de 0, 2,5, 5, 7,5 e 10% (p/v).

Concentração do extrato (%)	PG%, TMG e IVG do potencial alelopático de folhas secas de <i>E. uniflora</i> sobre <i>D. carota</i> .		
	PG%	TMG	IVG
0	57 a	3,63 c	5,58 a
2,5	30 b	3,84 bc	2,21 b
5	29 b	5,83 ab	1,45 bc
7,5	12 c	4,61 bc	0,73 c
10	17 bc	6,76 a	0,83 c
CV%	21,14%	19,21%	22,73%

Valores acompanhados de letras diferentes, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Também foi verificado diferenças estatísticas significativas para o TMG, enquanto na testemunha as sementes levaram em média 3 dias para germinar, as sementes no tratamento a 10% (p/v) passaram a demorar em média 6 dias para concluir o processo de germinação. Também podemos observar que o IVG apresentou os maiores valores para a testemunha e a aplicação de todas as concentrações do extrato aquoso de pitanga reduziu essa variável (Tabela

2), fenômeno que pode ser explicado pela ação alelopática dos metabólitos identificados na Tabela de prospecção fitoquímica já apresentada.

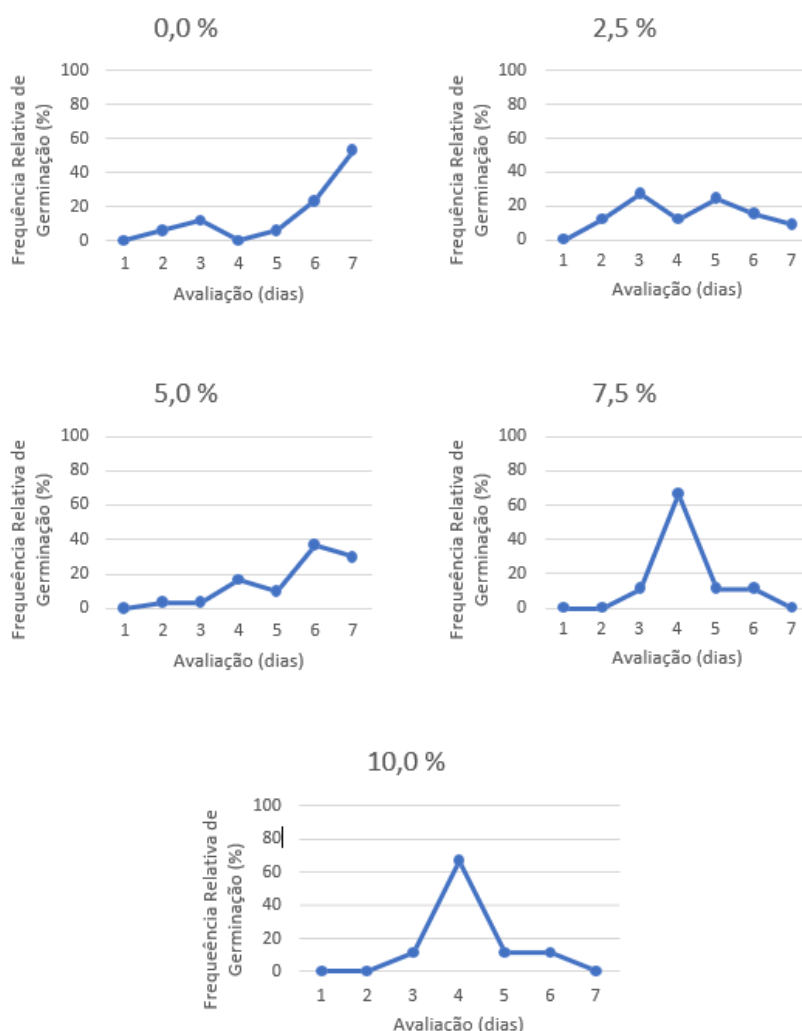
Os resultados obtidos por Boiago et al. (2018) corroboram com os deste trabalho, pois os extratos de folhas de *E. uniflora* influenciaram na germinação de sementes de alface e milho, concluindo que os extratos das folhas frescas de pitangueira eram mais fitotóxicos do que os extratos obtidos através da infusão das folhas. Os resultados de experimentos utilizando outras espécies da família Myrtaceae também validam os obtidos no presente trabalho, como visto por Giotto et al. (2007) os quais utilizaram o extrato aquoso de folhas de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* Mart. Ex DC. Berg.), Sausen et al. (2009) trabalhando com extrato aquoso de folhas de cerejeira (*Eugenia involucrata* Dc.) e goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* (O.Berg) Burret), além de Gusman et al. (2014), que utilizaram extrato aquoso de folhas de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum* L.), confirmando assim o mecanismo de ação alelopática presente na família Myrtaceae.

Uma das explicações para o aumento no tempo médio de germinação pode ser devido a presença dos triterpenóides, já que essa classe de metabólitos pode levar a alterações nos processos bioquímicos das plantas, aumentando assim a atividade de enzimas como peroxidases e polifenoloxidasas, interferindo no processo de germinação de espécies próximas (Chowhan et al., 2011; Areco et al., 2014). Os compostos fenólicos, também identificados neste trabalho, podem alterar reações enzimáticas, induzir o estresse e inibir a síntese de enzimas da fotossíntese e proteínas (Mersie e Singh, 1993; Barkosky e Einhellig, 2003; Zhang et al., 2013), afetando as espécies como observado neste experimento.

Ao verificar o comportamento de germinação das sementes de cenoura, de acordo com os gráficos de frequência de germinação (%) (Figura 1) verifica-se que a germinação está distribuída ao longo do período do experimento, exibindo padrão polimodal para a testemunha e nas concentrações de 2,5 e 5,0% de extrato. Nas concentrações de 7,5 e 10% observam-se um padrão unimodal com deslocamento para a direita, evidenciando que os metabólitos identificados foram capazes de atrasar a germinação das sementes de cenoura e comprova os resultados de TMG e IVG apresentados na Tabela 2.

Figura 1.

Gráficos de Frequência Relativa de Germinação de sementes de cenoura (*D. carota*) submetidas ao extrato aquoso de *E. uniflora* nas proporções de 0, 2,5, 5, 7,5 e 10% (p/v).



Nota: Os autores.

O experimento para a avaliação do efeito alelopático do extrato de *E. uniflora* sobre as sementes de *B. pilosa* demonstrou que a porcentagem de germinação não apresentou diferenças estatísticas significativas entre a testemunha e as diferentes concentrações de extrato aplicados (Tabela 3). A literatura destaca muitas vezes que o efeito alelopático não afeta o processo de germinação, mas sim a velocidade de germinação, por isso a importância de o acompanhamento da germinação ser diário (Ferreira e Áquila, 2000).

Tabela 3.

Porcentagem de Germinação (PG%), Tempo Médio de Germinação (TMG/dias) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de picão-preto (*B. pilosa*) submetidas ao extrato aquoso de *E. uniflora* nas proporções de 0, 2,5, 5, 7,5 e 10% (p/v).

Concentração do extrato (%)	PG%, TMG e IVG do potencial alelopático de folhas secas de <i>E. uniflora</i> sobre <i>B. pilosa</i>		
	PG%	TMG	IVG
0	44	3,35 b	3,45 a
2,5	42	4,90 a	2,41 ab
5	47	4,64 a	2,7 ab
7,5	34	4,36 a	1,76 ab
10	22	6,80 a	0,97 b
CV%	35,81%	11,93%	37,07%

Valores acompanhados de letras diferentes, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o tempo médio de germinação do *B. pilosa*, observa-se que a testemunha difere de todos os tratamentos com extrato aquoso de folhas de *E. uniflora*, sendo que no tratamento a 10% de concentração do extrato foram necessários o dobro de dias para a germinação ocorrer comparado com a testemunha, ademais no IVG também verificamos diferença entre a testemunha e o tratamento a 10%, evidenciando que a alelopatia interferiu significativamente na germinação.

Huller e Schok (2011) comparando o extrato de três espécies de *Eugenia* observaram que apenas o IVG das sementes de alface apresentou diferença estatística quando submetidas ao extrato de *E. uniflora* e de *E. involucrata*, enquanto a aplicação do extrato de *E. pyriformes* interferiu no percentual de germinação e no IVG dessa espécie, o que indica efeito alelopático das espécies pertencentes ao gênero *Eugenia*.

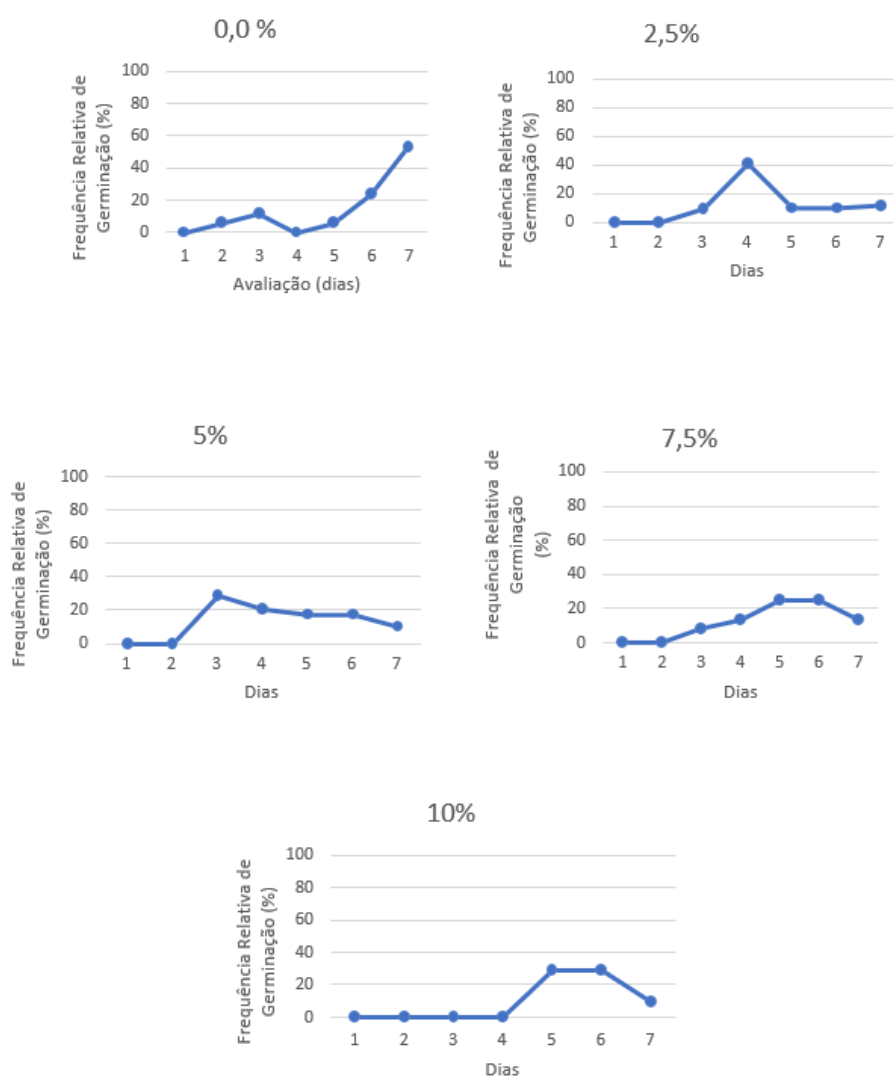
O atraso na germinação das sementes de *B. pilosa* submetidas a diferentes concentrações do extrato de *E. uniflora* é evidente nos gráficos de frequência de germinação (Figura 2). Nos tratamentos com a presença de extrato, é possível observar que as curvas se deslocaram consideravelmente para a direita. Além disso, as sementes começaram a germinar somente após o segundo dia de experimento, em contraste com a testemunha, a qual a germinação iniciou no primeiro dia. O início da germinação apenas no quarto dia das sementes

de picão-preto submetidas a 10% de concentração de extrato também tem relação com os valores já relatados de TMG e IVG.

Os experimentos conduzidos por Ribeiro et al. (2020), nos quais diferentes solventes foram utilizados para extrair o extrato de *Eugenia dysenterica* DC. sobre sementes de *B. pilosa*, validam os resultados obtidos neste estudo, o qual observou diferenças estatísticas nos valores de velocidade de germinação com o extrato aquoso e diferenças no percentual de germinação com o extrato hidroalcolico. Similarmente à *E. uniflora*, *E. dysenterica* também contém flavonoides e terpenoides em suas folhas (Couto et al., 2009), confirmando o potencial destes compostos para influenciar os efeitos observados na germinação do picão-preto.

Figura 2.

Gráficos de Frequência Relativa de Germinação de sementes de *B. pilosa* submetidas ao extrato aquoso de *E. uniflora* nas proporções de 0, 2,5, 5, 7,5 e 10% (p/v).



Nota: Os autores.

Nos experimentos conduzidos em casa de vegetação com *B. pilosa* também foi possível observar que as folhas secas de *E. uniflora* influenciaram no processo de germinação, indicando mais uma vez o efeito alelopático dessa espécie (Tabela 4). A presença de compostos fenólicos, triterpenóides e saponinas presentes na folha pode explicar os resultados obtidos, uma vez que estão relacionados com a inibição de germinação, são capazes de alterar o ciclo celular e causar alterações cromossômicas, além de estarem associados com a citotoxicidade generalizada (Rice, 2012; Latif et al., 2017; Bezerra et al., 2020).

Tabela 4.

Porcentagem de Emergência (PE%), Tempo Médio de Emergência (TME/dias) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE) de sementes de *B. pilosa* submetidas ao pó das folhas secas de *E. uniflora*, em casa de vegetação.

Quantidade de pó das folhas (g)	Efeito alelopático de folhas secas de <i>E. uniflora</i> sobre <i>B. pilosa</i> em casa de vegetação		
	PE(%)	TME	IVE
0	23,61 ab	7,24 b	0,69 a
5,57	26,38 a	9,9 a	0,57 ab
11,15	19,44 b	8,01 ab	0,51 b
CV%	31,86%	31,75%	32,47%

Valores acompanhados de letras diferentes, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os baixos valores do percentual de emergência tanto na testemunha como nos tratamentos com o extrato aquoso de pitangueira podem estar associados ao fenômeno de dormência, um mecanismo de defesa comum na maioria das espécies invasoras. Esse mecanismo permite que as sementes permaneçam no solo por meses ou anos, aguardando condições ambientais ideais para desencadear sua germinação (Vivian et al., 2008). Mesmo com a possível dormência das sementes, foi possível observar diferença estatística entre os tratamentos, principalmente no tratamento com 11,15g de pó, o qual inibiu a germinação de cerca de 27% das sementes e apresentou o menor valor de IVE entre todos os tratamentos, indicando atraso na germinação.

Existem vários estudos na literatura relacionados ao uso de extratos de plantas visando inibir a germinação de invasoras como o picão-preto (Corsato et al., 2010; Krenchinski et al. 2017; Kapoor et al. 2019; Mousavi et al. 2021). Assim como na pitangueira, os compostos fenólicos também estão presentes nas espécies utilizadas nestes estudos e são associados como a classe na qual se encontra a maior parte dos compostos relacionados com a atividade alelopática (Rice, 1984), os quais podem afetar principalmente a atividade mitocondrial e a elasticidade da parede celular da planta (Weir et al., 2004). Também presente nas folhas, os

alcalóides são conhecidos por serem inibidores de germinação, uma vez que se depositam no solo por meio do processo de lixiviação e tornam o ambiente tóxico para a semente germinar (Levitt e Lovett, 1985; Rice, 2012).

Não foram identificadas diferenças nas medidas de comprimento da parte aérea (cm), raiz (cm) e massa seca (mg) de ambas as partes das plântulas de *B. pilosa* (Tabela 5). Os resultados deste diferem dos obtidos por Pires et al. (2001), os quais observaram redução no crescimento e deformação no limbo foliar de picão-preto com a aplicação do extrato aquoso de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) no solo dos vasos em casa de vegetação, sendo que essa redução e deformação afeta diretamente suas medidas de comprimento e massa. Tal efeito fitotóxico pode ser explicado pela presença de alcalóides, classe de aleloquímicos em comum entre a leucena e a pitangueira, relatado por Pires et al. (2001) e na Tabela 1 deste trabalho.

Tabela 5.

Comprimento da parte aérea (cm), comprimento da raiz (cm), massa seca da parte aérea (g) e massa seca da raiz (g) de plântulas de *B. pilosa* submetidas ao pó das folhas secas de *E. uniflora*, em casa de vegetação.

Quantidade de pó das folhas (g)	Efeito alelopático de folhas secas de <i>E. uniflora</i> sobre <i>B. pilosa</i> em casa de vegetação			
	Parte área P.A (cm)	Raiz (cm)	Massa seca P.A (mg)	Massa seca Raiz (mg)
0	3,47 a	7,74 a	5,00 a	4,00 a
5,57	4,22 a	8,03 a	1,00 a	3,00 a
11,15	5,07 a	14,57 a	8,00 a	3,00 a
CV%	35,95%	70,46%	70,45%	99,08%

Valores acompanhados de letras diferentes, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para os experimentos realizados com sementes de milho em casa de vegetação, observa-se que não houve diferença estatística entre as variáveis analisadas (Tabela 6). Em consórcios como o da pitangueira com culturas agrícolas como o milho, é importante que os compostos não afetem a produtividade, evitando prejuízos.

Tabela 6.

Porcentagem de Emergência (PE%), Tempo Médio de Emergência (TME/dias) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE) de sementes de milho (*Zea mays*) submetidas ao pó das folhas secas de *E. uniflora* nas proporções de 0, 2,5, 5, 7,5 e 10% (p/v), em casa de vegetação.

Quantidade de pó das folhas (g)	Efeito alelopático de folhas secas de <i>E. uniflora</i> sobre <i>Z. mays</i> em casa de vegetação		
	PE(%)	TME	IVE
0	70,83 a	2,44 a	6,18 a
5,57	84,72 a	2,93 a	7,31 a
11,15	81,94 a	2,85 a	6,97 a
CV%	17,03%	16,28%	18,37%

Valores acompanhados de letras diferentes, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Assim como na Tabela 6, para as variáveis de emergência o pó das folhas secas de *E. uniflora* também não interferiu nas médias de comprimento e massa seca da parte aérea e raiz das plântulas de milho (Tabela 7).

Os resultados aqui obtidos podem ser considerados positivos em um contexto de consórcio entre culturas agrícolas e árvores nativas em um Sistema Agroflorestal (SAFs). Estes sistemas visam uma prática agrícola mais sustentável, interagindo com árvores nativas que promovam melhorias na fertilidade e recuperação dos solos, redução da dependência de insumos externos, além de gerar benefícios socioeconômicos para os produtores (Abdo et al., 2008; Carvalho, 2020; Maceno et al., 2021).

Da mesma forma que observado neste trabalho, em experimento realizado em laboratório Menegon et al. (2023) também constataram o efeito alelopático da sibipiruna (*Poincianella pluviosa* DC.) sobre sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) e tomate (*Solanum lycopersicum* L.) como bioindicadoras, mas os metabólitos não afetaram a germinação e o comprimento da parte aérea do milho, o que pode sugerir consórcio entre as espécies em um contexto de SAFs.

Tabela 7.

Comprimento da parte aérea (cm), comprimento da raiz (cm), massa seca da parte aérea (g) e massa seca da raiz (g) de plântulas de milho (*Zea mays*) submetidas ao pó das folhas secas de *E. uniflora*, em casa de vegetação.

Quantidade de pó das folhas (g)	Efeito alelopático de folhas secas de <i>E. uniflora</i> sobre <i>Z. mays</i> em casa de vegetação			
	Parte área P.A (cm)	Raiz (cm)	Massa seca P.A (mg)	Massa seca Raiz (mg)
0	30,82 a	42,38 a	510,0 a	370,0 a
5,57	28,94 a	41,28 a	590,0 a	410,0 a
11,15	21,72 a	32,97 a	590,0 a	430,0 a
CV%	33,19%	36,61%	19,27%	17,5%

Valores acompanhados de letras diferentes, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Além dos resultados obtidos através da interação entre plantas, o presente estudo também verificou a atividade alelopática ao inibir o crescimento de bactérias, destacando a possibilidade de utilizar deste mecanismo de defesa das plantas não só como bioherbicida, bem como antibióticos naturais que podem auxiliar tanto na indústria farmacêutica, como para inibir doenças fitopatogênicas.

A Tabela 8 apresenta os valores de Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Bactericida Mínima (CBM) do extrato aquoso das folhas secas de pitangueira, indicando atividade antimicrobiana tanto na CIM quanto na CBM, em quantidade baixa e muito baixa de eficiência de acordo com Pandini et al. (2015).

Tabela 8.

Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Bactericida Mínima (CBM) do extrato aquoso de *E. uniflora* frente a microrganismos padrões.

	CIM (mg/mL)	CBM (mg/mL)
Gram (+)		
<i>B. subtilis</i>	200	100
<i>S. aureus</i>	100	50
Gram (-)		
<i>E. coli</i>	100	-
<i>S. Typhimurium</i>	100	-

A atividade antimicrobiana de *E. uniflora* também foi testada em outros estudos utilizando o extrato com diferentes solventes. Wuerges e Gandra (2016) identificaram a atividade antimicrobiana do extrato de

E. uniflora frente a microrganismos como *Candida albicans*, *Salmonella spp.*, *Streptococcus salivarius*, assim como Fiúza et al. (2009), que através do extrato etanólico observaram inibição no crescimento de *Enterobacter cloacae*, *E. coli* e *Pseudomonas aeruginosa*. Oliveira et al. (2008) também identificou atividade antimicrobiana do extrato obtido por infusão das folhas frescas de pitangueira, o que complementa os resultados aqui obtidos.

Além disso, a literatura apresenta diversos trabalhos relacionados com as atividades do óleo essencial das folhas de pitangueira, como visto por Ogunwande (2005), Alves et al. (2010) e Souza et al. (2018), o que confirma a atividade antimicrobiana das folhas de pitangueira assim como os experimentos do presente trabalho confirmaram.

A partir dos resultados expostos, portanto, são necessários mais estudos relacionados ao efeito alelopático da pitangueira tanto sobre outras plantas, como sobre outras bactérias. A

compreensão mais aprofundada destes efeitos pode contribuir para aplicações práticas e o desenvolvimento de novos produtos baseados nos compostos presentes na pitangueira.

Conclusões

Foi observado que o extrato aquoso das folhas secas de *E. uniflora* apresentou atividade alelopática sobre picão-preto em casa de vegetação, mas não afetou a germinação do milho além de apresentar atividade antimicrobiana frente as bactérias testadas, o que sugere a possibilidade de utilizar essa espécie como bioherbicida e antibiótico natural.

REFERÊNCIAS

- Abdo, M. T., Valeri, S. V., Martins, A. L. M. (2008) Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. *Rev Tecnol Inov Agropecu.* 12:50-59.
Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/261706306_SISTEMAS_AGROFLORES_TAIS_E_AGRICULTURA_FAMILIAR_UMA_PARCERIA_INTERESSANTE].
- Alves, L. A., Freires, I. A., Castro, R. D. C. (2010) Efeito Antibacteriano de Óleos Essenciais sobre Bactérias Formadoras do Biofilme Dentário. *Rev Bras Cienc Saude.* 14(2):57-62.
- Areco, V. A., Figueroa, S., Cosa, M. T., Dambolena, J. S., Zygadlo, J. A., Zunino, M. P. (2014) Effect of pinene isomers on germination and growth of maize. *Biochem Syst Ecol.* 55(s/n):27-33.
- Auricchio, M. T., Bacchi, E. M. (2003) Folhas de *Eugenia uniflora* L. (pitanga): Revisão. *Revista do Instituto Adolfo Lutz.* 62(1):55-61.
- Barkosky, R. R., Einhellig, F. A., (2003) Allelopathic interference of plant-water relationships by para-hydroxybenzoic acid. *Bot Bull Acad Sin.* 44:s/n(53-58).
- Bastos, R. G., Rosa, C. P., Oliver, J. C., Silva, N. C., Dias, A. L. T., Rocha, C. Q., Vilegas, W., Silva, G. A., Silva, M. A. (2016) Chemical characterization and antimicrobial activity of hydroethanolic crude extract of *Eugenia florida* DC (Myrtaceae) leaves. *Int J Pharm Pharm Sci.*; 8:110-115.
- Almeida-Bezerra, J. W., Viana, J. W. M., Silva, V. B., Costa, A. R., Costa, M. H. N., Santos, M. F., Macedo, G. F., Lima, E. E., Torquato, I. H. S., Rodrigues, J. L. G., Teixeira, P. H. R., Oliveira, J. P. C., Batista, A. P., Sousa, F. V. A., Pereira, C. M., Correia, D. B. (2020). Alelopatia? Não sei! Nunca Vi! Eu só ouço falar! *Research, Society and Development.* 9(12).

- Boiago, N. P., Fortes, A. M. T., Pilatti, D. M., da Silva, P. S. S. (2018) Allelopathic bioactivity of fresh and infused aqueous extracts of Brazilian cherry (*Eugenia uniflora* L.) on lettuce and maize. *Acta Sci Biol Sci.* 40: 1-9.
- Cabana, R., Silva, L. R, Valentão, P., Viturro, C. I, Andrade, P. B. (2013). Effect of different extraction methodologies on the recovery of bioactive metabolites from *Satureja parvifolia* (Phil.) Epling (Lamiaceae). *Ind Crops* 48:49-56.
- Carvalho, A. G. (2020) Desempenho inicial da pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) em associação com espécies adubadeiras perenes em um sistema agroflorestal. Disponível em: [https://repositorio.unifesp.br/items/cbc91f80-b16a-4321-b486-f4441a78f43d].
- Carvalho, P. E. R. (2006) *Espécies arbóreas brasileiras*, Volume 2: Pitangueira *Eugenia uniflora*. Brasília: Embrapa; [citado em 26 abr 2024]. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/232519/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-2- Pitangueira.pdf.
- Carvalho, W. P., Carvalho, G. J., Andrade, M. J. B., Fonseca, G., Andrade, L., Oliveira, D. P., Valaci, F. (2012) Alelopatia de adubos verdes sobre feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). *R.bras.Bioci.* 10(1):86.
- Chowhan, N., Singh, H. P., Batish, D. R., Kohli, R. K. (2011) Phytotoxic effects of β -pinene on early growth and associated biochemical changes in rice. *Acta Physiol Plant.* 33(6):2369-2376.
- Corsato, J. M., Fortes, A. M. T., Santorum, M., Leszczynski, R. (2010) Efeito alelopático do extrato aquoso de folhas de girassol sobre a germinação de soja e picão-preto. *Sem. Ci. Agr*, 31(2):353-60. D
- Couto, R. O., Valgas, A. B., Bara, M. T. F., Paula, J. R. (2009) Caracterização físico-química do pó das folhas de *Eugenia dysenterica* DC. (Myrtaceae). *Rev Eletrônica Farm.* 6(3):59-69.
- Edmond, J. B., Drapala, W. J. (1958) The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. *Proc Am Soc Hort Sci.* 71:428-434.
- Fernández-Agulló, A., Pereira, E., Freire., M. S., Valentão, P., Andrade, P. B., González Álvarez J. A., Pereira J. A. (2013) Influence of solvent on the antioxidant and antimicrobial properties of walnut (*Juglans regia* L.) green husk extracts. *Ind Crops Prod.* 42:126–132.
- Ferreira, A. G., Áquila, M. E. A. (2008) Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. *Rev Bras Fisiol Veg.* 2000; 12:175-204. Edição especial.
- Fiúza TS, Sabóia-Morais SMT, Paula JR, Tresvenzol LMF, Pimenta FC. Evaluation of antimicrobial activity of the crude ethanolextract of *Eugenia uniflora* L. leaves. *Rev Ciênc Farm Básica Apl.* 29(3):245-250.

- Fiúza, T. S., Sabóia, M. S. M. T., Paula, J.R., Tresvenzol, L. M. F., Pimenta, F. C. (2008) Evaluation of antimicrobial activity of the crude ethanol extract of *Eugenia uniflora* L. leaves. *Rev Ciênc Farm Básica Apl.* (3):245-250.
- Giotto, A. C., Caldas, S. C., Silva, J. G. P. (2007) Efeito alelopático de *Eugenia dysenterica* Mart. ex DC. Berg (Myrtaceae) na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). *Rev Bras Biocienc.* 5(Supl.2):600-602.
- Gobbo, N. L., Lopes, N. P. (2007) Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Quim Nova.* 30(2):374-381.
- Gusman, G. S., Vieira, L. R., Vestena, S. (2014) Atividade alelopática e moluscicida de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry (Myrtaceae). *Evidência.* 14(2):113-128.
- Hüller, A., Schock, A. A. (2011) Avaliação do potencial alelopático de três espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae) sobre o processo germinativo de *Lactuca sativa* L. *Rev Ciên Ambient.* 5(1):25-37.
- IBGE. Censo Agro (2017): *População ocupada nos estabelecimentos agropecuários cai 8,8%*. Agência de Notícias IBGE. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/25789-censo-agro-2017-populacao-ocupada-nos-estabelecimentos->
- Kapoor, D., Tiwari, A., Sehgal, A., Landi, M., Brestic, M., Sharma, A. (2019) Exploiting the Allelopathic Potential of Aqueous Leaf Extracts of *Artemisia absinthium* and *Psidium guajava* Against *Parthenium hysterophorus*, a Widespread Weed in India. *Plants.* 8(12):552. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/plants8120552>.
- Krenchinski, F. H., Albrecht, L. P., Albrecht, A. J. P., Costa, Z. P., Tessele, A., Barroso, A. A. M., Placido, H. F. (2017) Allelopathic Potential of 'Cymbopogon Citratus' Over Beggarticks (*Bidens* sp.) Germination. *AJ Crop Sci.* 11(3):277-283. Disponível em: <https://doi.org/10.21475/ajcs.17.11.03.pne362>.
- Labouriau, L. G., Agudo, M. (1987) On the physiology of seed germination in *S. hispanica* L. Temperature effects. *An acad bras cienc.* 59(1):37-56.
- Latif, S. G. (2017) Allelopathy and the role of allelochemicals in *plant defense*. *Adv Bot Res.* 82:19-54.
- Levitt, J., Lovett, J. V. (1958) Alkaloids, antagonisms and allelopathy. *Biol Agric Hortic.* 2(4):289-301.
- Maceno, A. B., Devede, A. C. P., Peruchi, F., Guaraci, B. O., Barcellos, I. F., Silva, K. C. B., Nunes, R. (2024) Sistemas Agroflorestais com Uso de Espécies Nativas. Disponível em [chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.cati.sp.gov.br/portal/themes/unify/arquivos/produto-s-e-servicos/acervo-tecnico/safcomnativavonlinefinal.pdf].

- Marin, R., Pizzoli, G., Limberger, R., Apel, M., Zuanazzi, J. A. S., Henriques, A. T. (2004) Propriedades nutracêuticas de algumas espécies frutíferas nativas do sul do Brasil. In: *Espécies frutíferas nativas do sul do Brasil*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; 2004. p. 107-122.
- Matos, F. J. A. (1997) Introdução à Fitoquímica Experimental. 2nd ed. Fortaleza: Edições UFC;
- Menegon, S. J., Souza, L., Feitosa, A. J. G., Taveira, A. L. M., Fortes, A. M. T. (2023) Análise do potencial alelopático do extrato aquoso de *Poincianella pluviosa* (DC.) L.P Queiroz sobre a germinação de bioindicadoras e na germinação e desenvolvimento inicial do milho (*Zea mays* L.). *J agron sci Umuarama*. 12(1):1-13.
- Mersie, W., Singh, M. (1993) Phenolic acids affect photosynthesis and protein synthesis by isolated leaf cells of velvet- leaf. *J Chem Ecol*. 19(7):1293-1301.
- Molisch, H. (1937) Der Einfluss einer Pflanze auf die andere: Allelopathie. *Jena: Fischer*;
- Mourão, J. M., Souza, F. A. P. S. (2010) Diferenças no padrão da atividade alelopática em espécies da família Leguminosae. *Planta Daninha*. 28:939-951.
- Mousavi, S. S., Karami, A., Haghighi, T. M., Alizadeh, S., Maggi, F. (2021) Phytotoxic Potential and Phenolic Profile of Extracts from *Scrophularia Striata*. *Plants*. 10(1):135. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/plants10010135>.
- Ogunwande, I. A., Olawore, N.O., Schmidt, J. M., Setzer, W. N., Ekundayo, O., Walker, T. M.(2005) Studies on the essential oils composition, antibacterial and cytotoxicity of *Eugenia uniflora* L. *International Journal of Aromatherapy*. 15: 147-152.
- Oliveira, C. B., Soares, D. G. S., Paulo, M. Q., Padilha, W. W. N. (2008) Atividade antimicrobiana in vitro da *Eugenia uniflora* L. (Pitanga) sobre bactérias cariogênicas [Antibacterial activity in vitro of *Eugenia uniflora* L. (pitanga) against cariogenic bacteria]. *Rev Bras Ciênc Saúde*. 12(3):239-250.
- Pandini, J. A., Gisele, F. G. S., Scur, M. C., Francisco, L., Alves, A., Martins, C. C. (2015) Antimicrobial, insecticidal, and antioxidant activity of essential oil and extracts of *Guarea kunthiana* A. Juss. *J Med Plants Res*. 9(3):48-55.
<https://doi.org/10.5897/JMPR2014.5551>
- Pires, N. M., Prates, H. T., Filho, I. A. P., Oliveira, Jr. R. S., Faria, T. C. L. (2001) Atividade alelopática da leucena sobre espécies de plantas daninhas. *Scientia Agricola*. 58(1):61-65.
- R Development Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. Vienna (Austria): R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: [\[http://www.R-project.org/\]](http://www.R-project.org/).
- Ribeiro, M. B., Malheiros, R. S. P., Machado, L. L., Mapeli, A. M. (2020) Phytotoxic activity of extracts obtained from cagaita (*Eugenia dysenterica* DC. - Myrtaceae) on the growth of black-jack (*Bidens pilosa* L.). *Iheringia, Série Botânica*. 75:e2020005.

- Rice, E. L. (1984) *Allelopathy*. 2nd ed. New York: Academic Press.
- Rice, E.L. (2012) *Allelopathy*. Academic Press.
- Rizzardi, M. A., Fleck, N. G., Mundstock, C. M., Bianchi, M. A. (2003) Perdas de rendimento de grãos de soja causadas por interferência de picão-preto e guaxuma. *Ciência Rural*. (4):621-627. DOI: 10.1590/S0103- 84782003000400005.
- Santos, C. V., Mallman, A. P., Toledo, A. G., Bandeira, D. M., Costa, W. F., Marins, D. M. Á., Corrêa, J. M., Pinto, F. G. S. (2021) Composição química, atividade antimicrobiana e antioxidante do óleo essencial de folhas *Myrcia palustris* DC. (MYRTACEAE). *Research, Society and Development*. 10(3):e20510313303.
- Sausen, T. L., Löwe, T. R., Figueiredo, L. S., Buzatto, C. R. (2009) Avaliação da atividade alelopática do extrato aquoso de folhas de *Eugenia involucrata* DC. e *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret. *Polibotanica*. (27):145-158.
- Scur, M. C., Pinto, F. G. da S., Bona, E. A. M., Weber, L. D., Alves, L. F. A., Moura, A.C. (2014). Occurrence and antimicrobial resistance of Salmonella serotypes isolates recovered from poultry of Western Paraná, Brazil. *Afr J Agric Res*. 9(9):823-830. <https://doi.org/10.5897/AJAR2013.8202>
- Silva, A. C. O., Lima, R. A. (2016) Identificação das classes de metabólitos secundários no extrato etanólico dos frutos e folhas de *Eugenia uniflora* L. *Rev Eletr Gestão Educ Tecnol Ambient*. 20(1):381-388.
- Silva, E. R., Overbeck, G. E., Soares, G. L. G. (2017). Something old, something new in allelopathy review: what grassland ecosystems tell us. *Chemoecology*, 27(6), 217-231.
- Silva, J. B., Nakagawa, J. (1995) Estudos de fórmulas para cálculo de velocidade de germinação. *Inf ABRATES*. 62- 73.
- Souza, I. V., Silva, T. A., Pinheiro, F. A. (2023) Uso de agrotóxicos na agricultura familiar: percepção de risco e comportamento dos agricultores familiares do Vale do Salitre, Juazeiro-BA. *Acta Sci., Human and Social Sciences*. 45: e69174. DOI: 10.4025/actascihumansoc.v45i2.69174.
- Souza, J. M., Rodrigues, M. V. P., Cirqueira, R. T., Alves, M. J. Q. F., Lordelo, E. P., Oliveira, C. F., Pietro, R. C. L. R. (2018) Evaluation of antimicrobial, hypotensive and diuretic effect of *Eugenia uniflora* extracts. *Mundo da Saúde*. 42(2):269- 282.
- Stadnik, M. J., Talamini, V. (2012) Legislação e uso de produtos naturais em países do Cone Sul. *Manejo Ecológico de Doenças de Plantas*. Florianópolis: CCA/UFSC; p. 63-82.
- Vallin, G. (2022) *Picão-preto: conheça os detalhes sobre essa espécie de daninha e seu manejo*. Disponível em: <https://blog.syngentadigital.ag/picao-preto/>.
- Vargas, L., Adega, F., Gazziero, D. L., Karam, D., Agostinetti, D., da Silva, W. T. (2016) Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil: histórico, distribuição,

- impacto econômico, manejo e prevenção. A era glyphosate: agricultura, meio ambiente e homem. Londrina: *Midiograf II*; p. 219-239.
- Vivian, R., Silva, A. A., Gimenes, Jr. M., Fagan, E. B., Ruiz, S. T., Labonia, V. (2008). Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência – breve revisão. *Planta Daninha*. 26(3):695-706.
- Weir, TL., Park, S. W., Vivanco, J.M. (2004) Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. *Curr Opin Plant Biol*. 7:472-479.
- Wuerges, K. L., Gandra, E. A. (2016) Atividade antimicrobiana do óleo essencial e extratos de folhas e frutos de pitanga (*Eugenia uniflora* L.): uma revisão. *Rev Cienc Exatas Naturais*. 18(1).
- Yuantari, M. G., Van Gestel, C. A., Van Straalen, N. M., Widianarko, B., Sunoko, H. R., Shobib, M. N. (2015) Knowledge, attitude, and practice of Indonesian farmers regarding the use of personal protective equipment against pesticide exposure. *Environ Monit Assess*. 187(1):1-7. DOI: 10.1007/s10661-015-4371-3.
- Zanusso, P. W., Albano Marino, P., Maldaner, G., Gonçalves, R. P. (2023) Avaliação fitoquímica de extratos das folhas de *Eugenia uniflora* L. *Research, Society and Development*. 12(4): e14012441060.
- Zhang, Z. Z., Sun, Z. H., Chen, W. H., Lin, W. X. (2013) Allelopathic effects of organic acid allelochemicals on melon. *Acta Ecol Sin*. 33(s/n):4591-4598.