

AÇÃO ALELOPÁTICA DE *Holocalyx balansae* Micheli SOBRE *Ipomoea triloba* L.

Tiago Yuiti Kawano 

Universidade Estadual de Maringá –
UEM

tiagokawano2@hotmail.com

**Renata Gomes de Oliveira
Guerreiro** 

Universidade Estadual de Maringá –
UEM

requerreiro15@gmail.com

Tatiane Martins da Silva 

Universidade Estadual de Maringá –
UEM

tatymartins14@hotmail.com

Lindamir Hernandez Pastorini 

Universidade Estadual de Maringá –
UEM

lhpastorini@uem.br

Resumo

A alelopatia constitui interação bioquímica, de efeito prejudicial ou benéfico, entre as plantas. Essa interação ocorre como resultado da liberação de aleloquímicos, provenientes do metabolismo secundário. *Holocalyx balansae* Micheli, é uma espécie arbórea, da família Fabaceae, em que estudos fitoquímicos revelaram a presença de flavonoides e glicosídeos cianogênicos em seus folíolos. Assim, para avaliar a ação alelopática dos extratos de *H. balansae* sobre a germinação, sementes de *Ipomoea triloba* L. foram distribuídas em placas de Petri contendo extrato aquoso (tratamento) e água destilada (controle), sendo mantidas em câmara de germinação a 30 °C e após 48 horas verificou-se a porcentagem de germinação. Em casa de vegetação, sementes de *I. triloba* foram semeadas em vasos contendo areia e substrato orgânico e observou-se a emergência das plântulas, de acordo com o tratamento. No tratamento controle os vasos foram irrigados com água, no pré-emergência os vasos receberam extrato aquoso antes da emergência das plântulas e no tratamento pós-emergência houve a aplicação do extrato somente após a emergência das plântulas. Para obtenção do extrato aquoso na concentração de 10% (m/v), folíolos de *H. balansae* foram secos, pesados, triturados e diluídos em água destilada. O extrato aquoso inibiu a germinação de *I. triloba* em bioensaios laboratoriais e também afetou a emergência, quando aplicado antes da emergência das plântulas, em condições de casa de vegetação. Os resultados obtidos demonstram que *H. balansae* apresenta atividade alelopática sobre *I. triloba*, o que pode estar relacionado aos aleloquímicos dos folíolos utilizados para obtenção dos extratos aquosos.

Palavras-chave: Extrato Aquoso. Germinação. Casa de vegetação. Corda-de-viola. Plântulas.

ALLELOPATHIC ACTION OF *Holocalyx balansae* Micheli ON *Ipomoea triloba* L.

Abstract

Allelopathy constitutes a biochemical interaction, with a harmful or beneficial effect, between plants. This interaction occurs as a result of the release of allelochemicals from secondary metabolism. *Holocalyx balansae* Micheli is a tree species, from the Fabaceae family, in which phytochemical studies revealed the presence of flavonoids and cyanogenic glycosides in its leaflets. Thus, to evaluate the allelopathic action of *H. balansae* extracts on germination, *Ipomoea triloba* L. seeds were distributed in Petri dishes containing aqueous extract (treatment) and distilled water (control), and kept in a germination chamber at 30 °C, and after 48 hours the germination percentage was verified. In a greenhouse, *I. triloba* seeds were sown in pots containing sand and organic substrate and seedling emergence was observed, according to the treatment. In the control treatment the pots were irrigated with water, in the pre-emergence the pots received aqueous extract before the seedlings emerged and in the post-emergence treatment the extract was applied only after the seedlings emerged. To obtain the aqueous extract at a concentration of 10% (w/v), *H. balansae* leaflets were dried, weighed, crushed and diluted with distilled water. The aqueous extract inhibited the germination of *I. triloba* in laboratory bioassays and also affected emergence, when applied before seedling emergence, under greenhouse conditions. The results obtained demonstrate that *H. balansae* presents allelopathic activity on *I. triloba*, which may be related to the allelochemicals of the leaflets used to obtain the aqueous extracts.

Keywords: Aqueous extracts. Germination. Greenhouse. Morning glory. Seedlings.

1.INTRODUÇÃO

As interações bioquímicas, de efeito prejudicial ou benéfico entre plantas, são definidas como alelopatia (Borella et al., 2009), sendo que as interações alelopáticas constituem um importante mecanismo ecológico, pois podem atuar no estímulo ou supressão do desenvolvimento e crescimento de outras plantas, influenciando na dominância, sucessão e formação das comunidades naturais, afetando também o manejo e a produtividade de culturas (Novaes, 2011).

Os metabólitos secundários com ação alelopática, também chamados de aleloquímicos, quando liberados no ambiente podem afetar a germinação e o crescimento de plantas vizinhas (Harun et al. 2014). Os aleloquímicos podem ser liberados no ambiente de diferentes formas, como através de exsudatos, volatilização e/ou decomposição de resíduos de tecidos vegetais (Gindri et al., 2020).

Os metabólitos secundários são agrupados em três classes principais, categorizados segundo suas vias de biossíntese e estrutura molecular, sendo eles os terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados (Taiz et al. 2017). Entre os principais compostos com ação alelopática estão os que são derivados de metabólitos como terpenóides e ácidos fenólicos (Cecchin et al., 2017).

Apesar de existirem vários artigos que relatam o efeito de compostos alelopáticos presentes em espécies vegetais no Brasil (Reigosa et al., 2013), estudos ainda são necessários considerando a diversidade da flora brasileira. A espécie *Holocalyx balansae* Micheli (Figura 1), Fabaceae, conhecida popularmente como alecrim-de-campinas, é uma árvore nativa, não endêmica da flora brasileira, apresenta frutos globosos e de coloração verde (Figura 1B). Essa espécie é encontrada nas regiões Nordeste, Centro-oeste, Sudeste e Sul do Brasil e é muito utilizada na arborização urbana (Mansano; Barros, 2010).

Os folíolos de *H. balansae* possuem glicosídeo cianogênico, que é um composto tóxico, provavelmente relacionado ao mecanismo de proteção da planta para evitar o forrageio por insetos e herbívoros. Nesse caso, quando partes vegetais são lesadas, ocorrem processos enzimáticos, produzindo o ácido cianídrico (Carvalho, 2003). Estudos fitoquímicos também revelaram a presença de kamferol nos folíolos, um flavonol glicosídeo com ação anti-inflamatória (Muradian et al., 1975). Além disso, trabalho realizado pelo Departamento de Química (Laboratório FitoSin) da Universidade Estadual de Maringá promoveu a identificação e isolamento do composto canferitrina (dados não publicados), um flavonoide. Estudos revelam

que alguns flavonoides podem causar inibição do crescimento da raiz, redução da divisão celular no meristema apical da raiz e supressão da formação de pelos radiculares (Weston; Mathesius, 2013), estando relacionados à ação alelopática.



Figura 1 – A- Árvore de *Holocalyx balansae*. B- Ramos com frutos.

Fonte: Autores, 2024.

A ocorrência de plantas daninhas em áreas agrícolas tem sido alvo de preocupação para os produtores, que realizam o controle químico dessas plantas, como a principal tática de manejo na agricultura convencional (Trezzi et al., 2016). Entretanto, de acordo com esses autores, a implementação de estratégias para reduzir a dependência do controle químico e mitigar impactos ambientais tem aumentado o interesse pelos estudos alelopáticos, o que pode constituir uma alternativa ao uso dos herbicidas convencionais e possibilitar a sua utilização na agricultura orgânica, através do consórcio com plantas com potencial alelopático ou uso de extratos de plantas.

Compostos naturais capazes de inibir o crescimento de plantas daninhas tem sido alvo de estudo para o desenvolvimento de novos herbicidas naturais por provocarem menor impacto ao ambiente e serem facilmente biodegradáveis (Lima et al., 2018). Além disso, compostos naturais com propriedades físico-químicas semelhantes aos herbicidas aplicados no solo podem ser mais eficazes na inibição do crescimento de plantas ao longo do tempo, pois tais compostos lipofílicos não são lixiviados rapidamente para fora da zona radicular (Inderjit; Duke, 2003). Além disso, muitos dos compostos alelopáticos são solúveis ou parcialmente solúveis em meio aquoso, fato que torna mais simples sua aplicação no ambiente, não necessitando de veículos sintéticos (Soltys et al., 2013).

Para o estudo do possível efeito bioherbicida de aleloquímicos utiliza-se plantas invasoras como alvo, o que pode contribuir para o avanço nas pesquisas para o controle de plantas indesejadas, utilizando compostos de ocorrência natural. Estudos alelopáticos ou fitotóxicos, tendo como alvo plantas invasoras, foram realizados por diversos autores (Scrivanti e Anton, 2021; Ximenez et al., 2019; Barbosa et al., 2018; Anese et al., 2015; Imatomi et al., 2015 e Grisiet al., 2013), sendo que entre as plantas invasoras mais utilizadas em bioensaios alelopáticos está a *Ipomoea triloba* L. Essa planta pertence à família Convolvulaceae, é conhecida como corda-de-viola, corriola e campainha, é uma planta anual, trepadeira (Lorenzi, 2008) e nativa na América do Sul. *I. triloba* é considerada infestante de lavouras, especialmente de culturas anuais como milho, soja e trigo (Kissmann; Groth, 1999), o que torna relevante sua utilização em testes alelopáticos.

Tendo em vista que o efeito alelopático de extratos aquosos de *H. balansae* sobre cipselas de *Lactuca sativa* L. e plantas invasoras foi verificado por Ximenez (2014) e Iurk (2019), o presente trabalho tem por objetivo analisar a ação alelopática de *H. balansae* sobre *I. triloba* em bioensaios laboratoriais e condições de casa de vegetação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Ramos de *H. balansae* foram coletados no campus sede da Universidade Estadual de Maringá e levados ao laboratório de Fisiologia de Sementes e Plântulas, onde se realizou a separação dos folíolos, que foram secos em temperatura ambiente por aproximadamente 30 dias. Após esse período, os folíolos secos foram triturados com o uso de liquidificador, filtrados para uma proveta de 100 mL, utilizando-se água destilada até a obtenção do extrato aquoso na concentração de 10% (m/v).

Para as análises do potencial alelopático foram conduzidos dois bioensaios. O primeiro bioensaio foi realizado em laboratório, no qual se utilizou sementes de *I. triloba*, que foram previamente escarificadas em ácido sulfúrico por 40 minutos e após a quebra da dormência, distribuídas em quatro placas de Petri, contendo dois discos de papel filtro e seis mL do extrato aquoso de *H. balansae*, na concentração de 10% (10g/100mL). As placas foram mantidas em câmara de germinação a 30°C e fotoperíodo de 12 horas. Após 48 horas foram contabilizados o total de sementes germinadas para o cálculo da porcentagem germinação de sementes.

O segundo experimento foi realizado em casa de vegetação, no qual sementes de *I. triloba*, previamente escarificadas como descrito acima, foram semeadas em 5 vasos de 1kg (para cada tratamento), contendo areia e substrato orgânico Fertilizare®, na proporção (2:1),

sendo que cada vaso recebeu 5 sementes. O experimento foi subdividido em três tratamentos: Controle (Sem aplicação de extrato aquoso, mas irrigado com água da torneira duas vezes por semana), Pré-emergência (Aplicação de 30 mL de extrato aquoso a 10%, duas vezes por semana), e Pós-Emergência (Irrigação com água até a emergência das plântulas, duas vezes por semana e após a emergência, efetuou-se a aplicação de 30 mL do extrato a 10%, também duas vezes por semana). A aplicação do extrato ocorreu sobre o substrato. A emergência foi acompanhada diariamente e, ao final de 19 dias, foi obtido o número total de plântulas encontradas em cada vaso, por tratamento. Foi auferido o comprimento da parte aérea e da raiz das plântulas que estavam completamente expandidas, como auxílio de um paquímetro digital.

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente, verificando-se a homocedasticidade e a homogeneidade dos resultados. Os dados que atenderam aos pressupostos de homocedasticidade e homogeneidade foram submetidos à Anova One way e analisados pelo teste de Tukey a 5%, (análise da emergência das plântulas) ou submetidos ao teste-*t* (germinação) através do programa GraphPad Prism 7.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sementes de *I. triloba*, que foram mantidas em extrato aquoso de *H. balansae*, apresentaram redução significativa na sua germinação, na qual as sementes do controle apresentaram em média 72% de germinação, enquanto que as sementes que receberam o extrato aquoso apresentaram um total de 5,33% de germinação (Figura 2). Observou-se também que as sementes que receberam o extrato apresentaram embebição, mas não ocorreu a protusão da radícula (Figura 3).

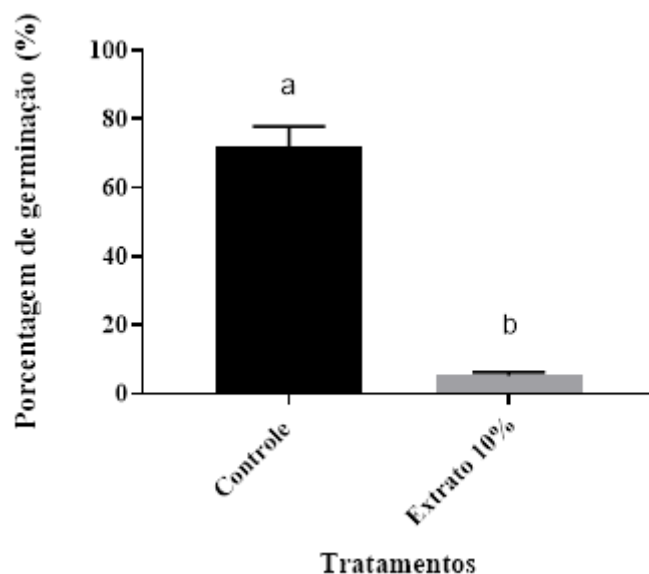


Figura 2 – Germinação de *Ipomoea triloba* mantidas no tratamento controle e sob extrato aquoso de *Holocalyx balansae* a 10%.

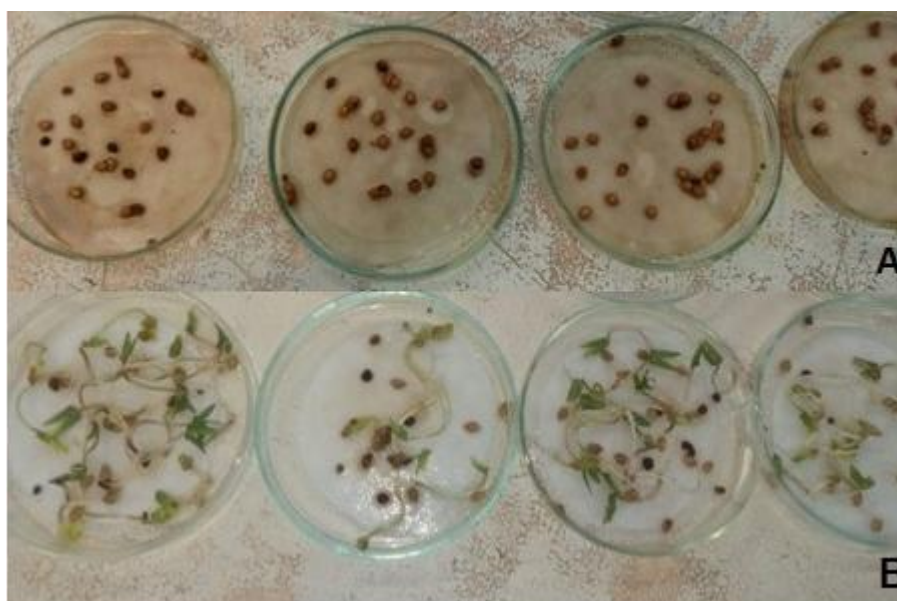


Figura 3 – Germinação de *Ipomoea triloba* mantidas sob extrato aquoso de *Holocalyx balansae* a 10% (A) e no tratamento controle (B).

Os flavonoides compreendem a classe dos compostos fenólicos com grande atividade biológica, podendo ter ação sobre a atividade hormonal além de inibir a atividade enzimática (Formagio et al., 2010). A germinação constitui a retomada da atividade metabólica pela semente, o que depende da atividade enzimática. Observou-se que a embebição das sementes de *I. triloba* não foi afetada, no entanto, a não protusão da radícula indica possível inibição da atividade enzimática associada à alteração da ação hormonal. Além disso, compostos fenólicos

podem inibir a síntese de ATP, reduzir a divisão celular e alterar o transporte polar de auxina (Ximenez et al., 2019) o que pode afetar o alongamento celular, afetando o crescimento e a protusão da radícula durante o processo de germinação.

No segundo bioensaio, realizado em casa de vegetação, verificou-se o crescimento das plantas de *I. triloba* nas condições controle, pós-emergência e pré-emergência (Figura 4), observando-se o maior desenvolvimento da raiz e o aparecimento de folhas cordiformes no tratamento controle, enquanto no tratamento pré-emergência verificou-se o menor crescimento da raiz e somente a presença das folhas cotiledonares. Isto pode estar associado ao atraso na emergência das plântulas, no qual se verificou que as plântulas do tratamento controle emergiram em aproximadamente 8 dias, enquanto que as do tratamento pós-emergência e pré-emergência emergiram tardiamente, em 12 e 14 dias respectivamente. Em média, observou-se 56% de emergência das plântulas nos vasos submetidos ao tratamento controle, 24% de emergência no tratamento pós-emergência e 20% de emergência no tratamento pré-emergência.



Figura 4 – Crescimento de *Ipomoea triloba* em casa de vegetação, de acordo com a aplicação de extrato aquoso de *Holocalyx balansae* a 10%.

O tratamento pré-emergência induziu um menor crescimento da raiz quando comparado ao tratamento controle e pós-emergência, que não apresentaram diferenças significativas entre si (Figura 5). Em relação ao comprimento da parte aérea não se observou diferenças entre os tratamentos.

Observou-se, tanto no tratamento pós-emergência quanto no pré-emergência, que não ocorreu o aparecimento das folhas cordiformes (eófilos), indicando o efeito do extrato aquoso de *H. balansae* sobre o desenvolvimento foliar das plântulas de *I. triloba* (Figura 4). Pode-se ainda verificar que nas raízes das plântulas dos tratamentos pré e pós-emergência há redução

das raízes laterais, que estão presentes no tratamento controle. As raízes laterais originam-se a partir de células do periciclo (Appezato-da-Glória et al., 2022) e o fitormônio auxina tem um papel importante para o desenvolvimento dessas raízes. Os níveis adequados de auxina para a iniciação das raízes laterais dependem de transportadores, conhecidos como proteínas PIN (Laplaze et al., 2007). O transporte polar da auxina é essencial para a regulação do crescimento e desenvolvimento vegetal, possibilitando entre outros processos, o alongamento celular. Diversas pesquisas relatam que os flavonoides estão associados à inibição do transporte de auxina (Yin et al., 2014; Laffont et al., 2010). Assim, a ausência ou redução de raízes laterais em plantas de *I. triloba*, referente aos tratamentos pré-emergência e pós-emergência, respectivamente, pode estar associada à ação de aleloquímicos presentes no extrato aquoso de *H. balansae*.

De acordo com Weston e Mathesius (2013) certos flavonóides, como catequina, cianidina, kamferol, naringenina e quercetina causam inibição do crescimento da raiz, redução da divisão celular no meristema apical da raiz e supressão da formação de pelos radiculares, ocasionando a redução do crescimento e da germinação, como verificado nas plantas submetidas ao extrato aquoso de *H. balansae*, referente aos tratamentos pós-emergência e pré-emergência.

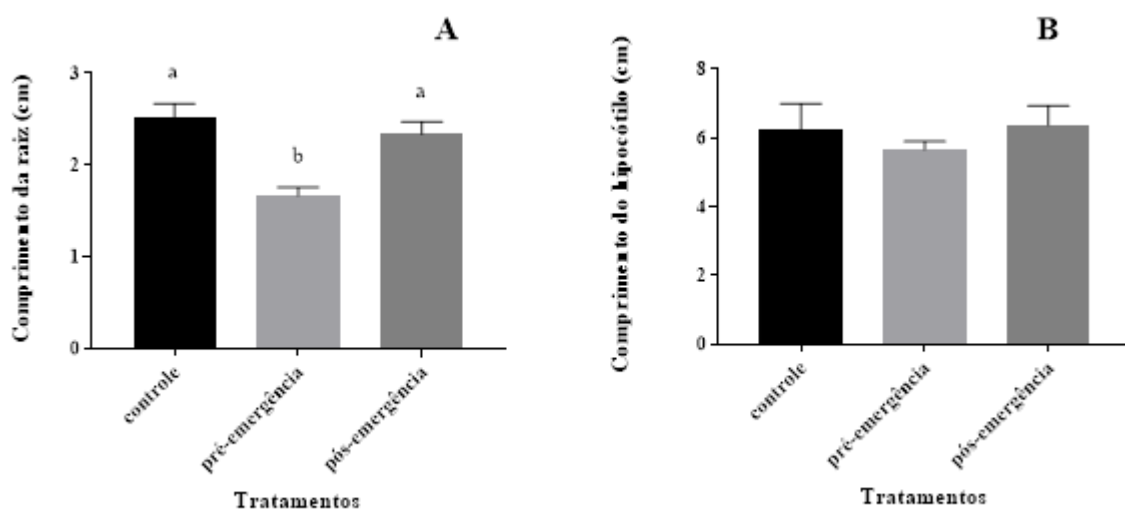


Figura 5 – Comprimento da raiz (A) e do Hipocótilo (B) de *Ipomoea triloba* em casa de vegetação, considerando a aplicação de extrato aquoso de *Holocalyx balansae* a 10%. Letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos de acordo com o Teste de Tukey a 5%.

Em estudo realizado por Lopes Ovejero et al. (2013) com diferentes plantas invasoras verificou-se que *I. triloba* apresentou resistência maior à aplicação de herbicidas, sendo que a

aplicação de Sulfentrazone e diclosulam no tratamento pré-emergência, seguido de aplicações sequenciais de glifosato no pós-emergência resultou em um melhor controle de *I. triloba*. Rocha et al. (2021) verificaram maior controle de *I. triloba* ao utilizarem Glifosato + Flumioxazin e Glifosato + Lactofen no pós-emergência, quando as plantas apresentavam 9 folhas, com 100% de mortalidade após 7 dias de aplicação. O uso do extrato aquoso de *H. balansae* foi efetivo para o atraso da emergência e redução do crescimento das plântulas de *I. triloba*, principalmente para o tratamento pré-emergência, o que provavelmente está associado à inibição da germinação, ocasionando efeito negativo sobre a emergência. Isso corrobora com os resultados obtidos no presente estudo durante os bioensaios de germinação, no qual se observou inibição significativa da germinação (Figura 2).

Assim, o resultado obtido no presente trabalho mostrou-se promissor para o controle de *I. triloba*, especialmente no tratamento pré-emergência, no qual observou-se a inibição no crescimento da raiz, o que pode comprometer o estabelecimento da planta invasora e sua capacidade de competir pelos recursos do solo.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que o extrato aquoso de *H. balansae* apresentou efeito inibitório sobre *I. triloba* em testes laboratoriais, e também, afetou a emergência e o crescimento de raiz das plântulas, principalmente no tratamento pré emergência realizado na casa de vegetação.

Os metabólitos secundários, como flavonóides, que estão presentes nos folíolos de *H. balansae*, possuem grande potencial para agirem como bioherbicidas sobre algumas espécies de plantas invasoras como a corda-de-viola, afetando o seu crescimento e a germinação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa de iniciação científica (PIBIC) disponibilizada ao primeiro autor e agradecem à Universidade Estadual de Maringá pelo apoio e infra-estrutura.

REFERÊNCIAS

ANESE, S. et al. Phytotoxic potential of *Drimys brasiliensis* Miers for use in weed control. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 37, n. 4, p. 505-516, 2015. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v37i4.19476>

- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; HAYASHI, A.H.; SOARES, M.K.M. Raiz. In: APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. **Anatomia Vegetal**. 4ª edição. Viçosa, Minas Gerais: Ed.UFV, 2022, p. 254-270.
- BARBOSA, J.de A. et al. Allelopathy of aqueous *Pachyrhizus erosus* L. extracts on *Euphorbia heterophylla* and *Bidens pilosa*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 1, p. 59-65, 2018. <https://doi.org/10.1590/1983-40632018v4851117>
- BORELLA, J. et al. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Persea americana* Mill. sobre *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, n. 3, p.260-265, 2009.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras, vol. 1. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, p. 1.039, 2003.
- CECCHIN, K. et al. Allelopathy and allelochemicals of *Eragrostis plana* (Poaceae) and its relation with phenology and nitrogen fertilization. **Planta Daninha**, v35, p. e017157907, 2017. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582017350100028>
- FORMAGIO, A. S. N. et al. Potencial alelopático de cinco espécies da família Annonaceae. **Revista Brasileira de Biociências**. V.8, n.4, 349-354, 2010.
- GINDRI, D.M. et al. Herbicidal bioactivity of natural compounds from *Lantana camara* on the germination and seedling growth of *Bidens pilosa*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, e57746, 2020. <https://doi.org/10.1590/1983-40632020v5057746>
- GRISI, P.U. et al. Effect of *Serjania lethalis* ethanolic extract on weed control. **Planta Daninha**, v. 31, n. 2, p. 239-248, 2013.
- HARUN, M.A.Y.A.; JOHNSON, R.W.R.; UDDIN, M.Z. Allelopathic potential of *Chrysanthemoides monilifera* subsp. *monilifera* (Boneseed): a novel weapon in the invasion processes. **South African Journal of Botany**. v.93, p.:157-166. 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sajb.2014.04.008> 0254-6299/
- IMATOMI, M. et al. Phytotoxic effects of aqueous leaf extracts of four Myrtaceae species on three weeds. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 37, n. 2, p. 241-248, 2015. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v37i2.19079>
- INDERJIT; DUKE, S. O. Ecophysiological aspects of allelopathy. *Planta*, v.217, p. 529–539, 2003.
- IURK, M.M.G. **Potencial alelopático de *Holocalyx balansae* sobre a germinação e crescimento inicial de plantas invasoras**. 2019. 14f. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Tecnologia em Biotecnologia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2019.
- KISSMANN, K. G.; GROTH, D. Convolvulaceae Juss. In: KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF Brasileira, p. 673-693, 1999.
- LAFFONT, C. et al. The Compact Root Architecture1 Gene Regulates Lignification, Flavonoid Production, and Polar Auxin Transport in *Medicago truncatula*. **Plant Physiology**, v. 153, p. 1597–1607, 2010.

- LAPLAZE, L. et al. Cytokinins act directly on lateral root founder cells to inhibit root initiation. **The Plant Cell**, v. 19:, p. 3889–3900, 2007.
- LIMA, H. R. P. et al. Alelopatia: potencialidades do seu uso no controle do mato. In: OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, A. M. (ed.). *Controle de plantas daninhas: métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia*. Brasília, DF:Embrapa, 2018. p. 148-164.
- LOPES OVEJERO, R.F. et al. Residual herbicides in weed management for glyphosate resistant soybean in Brazil. **Planta Daninha**, v. 31, n. 4, p. 947-959, 2013.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3ª. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora; 2008.
- MANSANO, V.F.; BARROS, L.A.V. de *Holocalyx*. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB31005>>. Acesso em: 28 Mar. 2024.
- MURADIAN, J.; FERREIRA, P.C.; BRAZ-FILHO, R. Contribuição ao estudo químico do alecrim de Campinas. **Ver Farm Bioquim . Univ São Paulo** v.13, p. 173-182, 1975.
- NOVAES, P. **Alelopatia e bioprospecção em *Rapanea ferrugineae* e de *Rapanea umbellata***. Tese de Doutorado [Programa de pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais]. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP, 2011.
- REIGOSA, M.J. et al. Allelopathic research in Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v.27, n.4, p. 629-646, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062013000400001>
- ROCHA, R.A.S. et al. Sinergismo entre herbicidas no controle da corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*) em pós-emergência. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, e215101220429, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20429>
- SCRIVANTI, L.R.; ANTON, A.M. Germination inhibitory activity of aqueous extracts of native grasses from South America. **Rodriguésia**, v. 72, p. e01672019, 2021. <https://doi.org/10.1590/2175-7860202172028>
- SOLTYS, D. et al. **Allelochemicals as Bioherbicides — Present and Perspectives (Chapter 20)**. In: Herbicides - Current Research and Case Studies in Use, Dr. Andrew Price. Rijeka: Intech, 2013. p. 517-542.
- TAIZ, L. et al. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. Artmed, 6ª ed. Porto Alegre-RS, 888 p. 2017.
- TREZZI, M.M. et al. Allelopathy: driving mechanisms governing its activity in agriculture, **Journal of Plant Interactions**, v.11, n.1, p.53-60, 2016. <https://doi.org/10.1080/17429145.2016.1159342>
- XIMENEZ, G.R. **Efeito do pH e da temperatura no desempenho de cipselas de *Lactuca sativa* L. sob extratos aquosos *Holocalyx balansae* Micheli**. 2014. 24f. Trabalho de

Conclusão de Curso – Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014.

XIMENEZ, G.R. et al. Phytotoxic potential of the crude extract and leaf fractions of *Machaerium hirtum* on the initial growth of *Euphorbia heterophylla* and *Ipomoea grandifolia*. **Planta Daninha**, v. 37, p. e019180433, 2019.
Doi:10.1590/S0100-83582019370100015

WESTON, L.A.; MATHESIUS, U. Flavonoids: their structure, biosynthesis and role in the rhizosphere, including allelopathy. **Journal Chemical of Ecology**, v.39, p. 283-297, 2013.
Doi: [10.1007/s10886-013-0248-5](https://doi.org/10.1007/s10886-013-0248-5)

YIN, R. et al. Kaempferol 3-O-rhamnoside-7-O-rhamnoside is an endogenous flavonol inhibitor of polar auxin transport in *Arabidopsis* shoots. **New Phytologist**, v. 201, p. 466–475, 2014. <https://doi.org/10.1111/nph.12558>