SALÃO DO CONHECIMENTO UNIJUÍ 2025
Água, ciência e sustentabilidade: desafios para o futuro
De 20 a 24 de outubro de 2025
XXXIII Seminário de Iniciação Científica
XXX Jornada de Pesquisa
XXVI Jornada de Extensão
XV Seminário de Inovação e Tecnologia
XI Mostra de Iniciação Científica Júnior
III Seminário Acadêmico da Graduação UNIJUÍ

Evento: XXX Jornada de Pesquisa

EFEITO DOS METABÓLITOS SECUNDÁRIOS NA HERBIVORIA: CONTRIBUIÇÕES PARA SISTEMAS AMBIENTAIS [1]

Júlio Portela Arenhart[2], Amanda Moraes Cardoso Arenhart[3], Vidica Bianchi[4]

[1] Trabalho elaborado na disciplina de Interações Ecológicas, do Mestrado em Sistemas Ambientais e Sustentabilidade, UNIJUÍ, Ijuí, RS;
[2] Bolsista CAPES; estudante do curso de Mestrado em Sistemas Ambientais e Sustentabilidade, UNIJUÍ. E-mail: julio.arenhart@sou.unijui.edu.br;
[3] Bolsista UNIJUÍ; estudante do curso de Mestrado em Sistemas Ambientais e Sustentabilidade, UNIJUÍ. E-mail: amanda.arenhart@sou.unijui.edu.br;
[4] Doutora; professora do Corpo Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Sistemas Ambientais e Sustentabilidade, UNIJUÍ. E-mail: vidica.bianchi@unijui.edu.br.

INTRODUÇÃO

Os metabólitos secundários desempenham um papel essencial na mediação das interações entre plantas e herbívoros, funcionando como mecanismos de defesa química. Esses compostos afetam diretamente a palatabilidade, o desenvolvimento e a sobrevivência dos herbívoros, dificultando sua alimentação e, muitas vezes, prejudicando seu crescimento e reprodução. A herbivoria é uma interação ecológica fundamental nesse contexto, na qual insetos e outros animais se alimentam de diversas partes das plantas. O conhecimento dessa interação pode contribuir diretamente para mitigar vários Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU para a agenda 2030, principalmente o uso de metabólitos secundários para controle de herbívoros, (ODS 2), reduzindo a dependência de agroquímicos. Além disso, essas práticas promovem a produção responsável (ODS 12) e ajudam a reduzir os impactos ambientais (ODS 13), minimizando a poluição e preservando os ecossistemas aquáticos (ODS 14) e terrestres (ODS 15). Dessa forma, o objetivo desta pesquisa é apresentar uma reflexão sobre como o estudo e a aplicação dessas defesas naturais podem ser fundamentais para alcançar um desenvolvimento mais sustentável e equilibrado.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão bibliográfica em que a pesquisa foi conduzida em diversas fontes de informação, incluindo periódicos científicos, livros, dissertações e teses. A seleção dos materiais foi realizada de forma criteriosa, utilizando palavras-chave pertinentes ao tema, com o objetivo de assegurar a abrangência e a relevância dos dados coletados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A herbivoria é causada por insetos galhadores, mastigadores ou minadores resultando em interferência substancial em processos não só ecológicos, como evolutivos e econômicos (Farias, 2018; Ramos *et al.*, 2020; Costa *et al.*, 2023). A presença de metabólitos secundários em grandes concentrações não é característica comum a todas as plantas, pois diferentes espécies se comportaram de maneiras diversas durante o processo evolutivo, como espessamento do mesófilo e alteração no modelo ou na taxa de crescimento, enquanto outras concentraram gasto energético na produção química de substâncias que causam afastamento de insetos e/ou microrganismos: os metabólitos secundários (França *et al.*, 2020; Costa *et al.*, 2023). Ao contrário dos metabólitos primários, produzidos pela planta para crescimento e desenvolvimento, os metabólitos secundários são compostos químicos específicos resultantes de estresse, biótico ou abiótico, que a planta produz com ação biológica contra herbívoros e microrganismos, divididos pela literatura em terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados (Borges; Amorim, 2020; França *et al*., 2020).

Os terpenos formam a maior e mais complexa classe de metabólitos secundários e são responsáveis por importantes funções de defesa para as plantas, apresentando toxidade para muitos insetos e mamíferos herbívoros, como por exemplo a espécie crisântemo, rica em piretróides, que são ésteres de monoterpenos, responsáveis por ação inseticida contra vários insetos e que, atualmente, compõe formulações de inseticidas comerciais por ter baixa toxidade nos mamíferos, alta resposta tóxica em insetos e permanência bastante curta no ambiente (Khan *et al*., 2018; Kortbeek *et al*., 2019; Borges; Amorim, 2020). A presença de terpenos pode ser facilmente percebida em espécies de plantas aromáticas, ou seja, aquelas que produzem óleos essenciais, conferindo-lhes aromas e sabores característicos, como o orégano, tomilho, manjericão, casca de frutos cítricos, manjerona, lavanda, entre outros, demonstrando funções bioativas contra insetos, fungos e alguns patógenos. Eles não interferem, entretanto, na maioria dos organismos de mamíferos ou peixes, o que os classifica como inseticidas de risco reduzido, possuindo ainda, baixo ou irrelevante impacto ambiental (Koul *et al.*, 2008; Singh; Pandey, 2018; Borges; Amorim, 2020).

Os compostos fenólicos são uma classe de químicos distribuídos de forma ampla no reino vegetal, caracterizados por possuírem pelo menos um grupo fenol, sendo este um anel

aromático (benzênico) ligado a um ou mais grupos hidroxila que, dependendo das estruturas formadas, resultam em diversas substâncias com características e funções distintas nas diferentes espécies vegetais onde são encontrados, podendo ser flavonoides, fenóis simples, taninos e ligninas, por exemplo, que são conhecidamente inibidores da ação de herbívoros e patógenos. Alguns fenóis simples possuem, ainda, ação alelopática, interferindo no crescimento de plantas lindeiras (Özeker, 1999; Rosa *et al.*, 2019; Borges; Amorim, 2020). O composto fenólico lignina é a substância orgânica presente em maior quantidade nas plantas, sendo responsável por elementos de formação da parede celular, com destaque para o xilema (Moura *et al*., 2010; Borges; Amorim, 2020). A lignificação das paredes celulares atua como uma barreira física, dificultando a alimentação dos herbívoros e limitando a disseminação de patógenos associados. Aliado a isso, a defesa química pelo efeito tóxico ou repelente contra herbívoros proporcionada pela produção de metabólitos secundários possui ativação sistêmica em complexa interação entre diferentes vias de sinalização hormonal na regulação dessas respostas (Taiz; Zeiger, 2009; War *et al.*, 2018).

Os taninos são outro exemplo de compostos fenólicos com propriedades defensivas, sendo toxinas que, não só servem como defesa vegetal contra microrganismos quando ingeridas, como também reduzem substancialmente a sobrevivência e o crescimento de diferentes herbívoros (Taiz; Zeiger, 2009; Solla *et al*., 2016; Borges; Amorim, 2020). Dentro do grupo destaca-se os flavonoides, a maior classe de fenólicos vegetais, responsáveis por essenciais mecanismos de interação planta-animal, como o estabelecimento de sinais visuais e olfativos, além das interações presa-predador, e estão subdivididos em antocianinas, flavonas, flavonóis e isoflavonas, sendo as isoflavonas os flavonoides com mais relatada ação inseticida (Taiz; Zeiger, 2009).

Os compostos nitrogenados, por sua vez, são um grupo bastante grande, incluindo os alcalóides, glicosídeos cianogênicos e aminoácidos não proteicos. Os alcalóides são os principais compostos nitrogenados e são encontrados em aproximadamente 20% das espécies de plantas vasculares, mais frequentemente em dicotiledôneas herbáceas (Taiz; Zeiger, 2009; Pagare *et al*., 2015). O uso mais conhecido dos alcaloides é o farmacológico em mamíferos, e a sua principal função como metabólito secundário é a defesa vegetal contra predadores. Possui elevada toxidade nos mamíferos, inclusive humanos, que quando expostos a altas doses podem ter como consequência a morte, e, em dosagens controladas, têm grande

utilidade farmacológica, como as conhecidas estricnina, atropina e coniína (Taiz; Zeiger, 2009; Borges; Amorim, 2020). Outros dois grupos importantes de compostos nitrogenados que atuam na defesa química vegetal, além dos alcaloides, são os glicosídeos cianogênicos e os glucosinolatos, e, como uma característica bastante peculiar, não são tóxicos por si só, mas apenas quando há lesão nos tecidos da planta alvo de herbivoria, permitindo a reação destes com uma enzima também presente na planta, produzindo o ácido cianídrico (Taiz; Zeiger, 2009; Borges; Amorim, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As interações entre plantas e herbívoros, mediadas pelos metabólitos secundários, são importantes para a sobrevivência e adaptação das espécies, além de desempenharem um papel essencial na manutenção da biodiversidade, redução de impacto ambiental e estabilidade ecológica. A preservação desses processos é vital para a resiliência dos ecossistemas e a continuidade dos sistemas ambientais, fundamentais para o bem-estar humano e ambiental.

Palavras-chave: Herbivoria. Interações ecológicas. Metabólitos secundários. Sistemas ambientais.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul e à Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

COSTA, A. C. B. *et al*. Análise da herbivoria foliar em Schinus terebinthifolius Raddi em espaços públicos urbanos. **Scientia Naturalis**, v. 5, n. 1, p. 93-103, 2023.

FARIAS, R. P. **Herbivoria e defesas de samambaias em Florestas Tropicais**. 2018. Tese de Doutorado em Biologia Vegetal. Centro de Biociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

FRANÇA, B. S. *et al*. Padrão temporal de herbivoria e defesas antiherbivoria em população natural de Laguncularia racemosa (Combretaceae) em manguezal predado maciçamente por Hyblaea puera (Lepidoptera). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 07, p. 3151–3158, 2020.

KHAN, S. A. *et al*. In vitro manipulations for value addition in potent herbal insecticidal activities of *Chrysanthemum cinerariaefolium*. KUMAR, N. (ed.). **Biotechnological approaches for medicinal and aromatic plants.** Singapore: Springer, p. 245-262, 2018.

KORTBEEK, R. W. J. *et al*. Endogenous plant metabolites against insects. **European Journal of Plant Pathology**, v. 154, p. 67–90, 2019.

KOUL, O. *et al*. Essential oils as green pesticides: potential and constraints. **Biopesticides International**, v. 4, n. 1, p. 63–84, 2008.

MOURA, J. C. M. S. *et al*. Abiotic and biotic stresses and changes in the lignin content and composition in plants. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 52, n. 4, p. 360–376, 2010.

ÖZEKER, E. Phenolic compounds and their importance. **Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi**, v. 9, n. 2, p. 114-124, 1999.

PAGARE, S. *et al.* Secondary Metabolites of Plants and Their Role: Overview. **Current Trends in Biotechnology and Pharmacy**, v. 9, n. 3, p. 293-304, 2015.

RAMOS, I. F. *et al*. Influência de fatores ambientais na herbivoria foliar no gênero Protium em duas fitofisionomias de restinga do Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari-ES. **Jornada Científica e Cultural FAESA**, 19, p. 33-37, 2020.

SOLLA, A. *et al*. Genetic determination of tannins and herbivore resistance in Quercus ilex. **Tree Genetics & Genomes**, v. 12, p. 117, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal 4ª Ed**. Artmed, Porto Alegre, RS, 2009.

WAR, A. R. *et al*. Plant defence against herbivory and insect adaptations. **AoB PLANTS**, v. 10, n. 4, p. 1-19, ago., 2018.