

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATO AQUOSO FOLIAR DE *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener em *Lactuca sativa* L.

Jéssika Santos de Oliveira¹, Aline dos Santos Bergamin¹, Paula Aparecida Muniz de Lima², Rodrigo Sobreira Alexandre³, José Carlos Lopes², Milene Miranda Praça Fontes¹

¹Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde/ Departamento de Biologia/Laboratório de Citogenética, Alto Universitário, S/N, Guararema – 29500-000 – Alegre – ES, Brasil, jessikaoliveira664@gmail.com, alinebergamin258@hotmail.com, milenemiranda@yahoo.com.br.

²Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde/ Departamento de Agronomia/ Laboratório de Análise e Qualidade de Sementes, aluap-lima@hotmail.com, jclufes@gmail.com,

³Universidade Federal do Espírito Santo/Centro Ciências Exatas, Naturais e da Saúde /Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Avenida Governador Lindemberg, 360, Centro - 29550-000 - Jerônimo Monteiro-ES, Brasil, rodrigossobreiraalexandre@gmail.com.

Resumo

O uso inadequado de agrotóxicos tem crescido, gerando preocupações para a agricultura, ambiente e saúde humana. Para controlar plantas invasoras, o estudo dos efeitos alelopáticos de metabólitos secundários de plantas tem se expandido. Esses compostos podem servir como alternativas sustentáveis, como bioherbicidas. Este estudo buscou analisar o efeito alelopático de extratos aquosos das folhas de *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Deg. (maracujá amarelo), na germinação e crescimento de sementes e plântulas de *Lactuca sativa* L. Os extratos foram obtidos, filtrados e diluídos em concentrações de 12,5; 25; 50 e 100 mg mL⁻¹, com controles de água e glifosato. A análise macroscópica avaliou germinação, índice de velocidade de germinação, crescimento radicular e aéreo, enquanto a análise microscópica abordou a citogenética, incluindo índice mitótico e alterações cromossômicas/nucleares. A maior concentração (100 mg mL⁻¹) inibiu a germinação, aumentando a toxicidade e reduzindo o índice mitótico. O extrato exibiu efeitos genotóxicos e citotóxicos, evidenciados pelas alterações cromossômicas/nucleares observadas.

Palavras-chave: Fitotoxicidade. Maracujazeiro. Citogenotoxicidade.

Área do Conhecimento: Ciências Biológicas.

Introdução

O uso tradicional de herbicidas para o controle de plantas daninhas tem sido eficaz na agricultura, porém acarreta problemas ambientais e de saúde humana. Uma estratégia para abordar esses problemas é a adoção de práticas diversificadas, incluindo a aplicação da alelopatia (CHENG e CHENG, 2015).

A alelopatia é um fenômeno ecológico natural, conhecido e empregado na agricultura desde tempos antigos (ZENG, 2014). Os aleloquímicos podem influenciar a germinação e o crescimento das plantas, permitindo o cultivo de plantações com menos resíduos fitotóxicos no solo e na água (MACIAS *et al.*, 2003; ZENG *et al.*, 2008). Esses compostos podem ser uma alternativa aos herbicidas, pois não deixam resíduos prejudiciais e tóxicos (BHADORIA, 2011).

De acordo com Braga *et al.* (2010), certas espécies frutíferas, como *Passiflora edulis*, contêm substâncias inibidoras, como compostos secundários. O Brasil, como um dos centros de origem do maracujá, possui diversidade genética para diferentes características do fruto e da planta (FALEIRO *et al.*, 2011).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

A espécie mais cultivada no Brasil é o maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *Flavicarpa* Degener), também conhecido como maracujazeiro azedo, cujos frutos são destinados tanto para o consumo *in natura* quanto para industrialização (OCAMPO *et al.*, 2016; COELHO *et al.*, 2018; SOUZA *et al.*, 2018). Comercialmente o maracujá amarelo se destaca como o mais utilizado, apresentando maior produtividade e rendimento de polpa, além de possuir frutos maiores (OCAMPO *et al.*, 2013; YUAN *et al.*, 2017).

A alface (*Lactuca sativa* L.) é considerada uma planta modelo para os estudos de alelopatia devido à sua alta sensibilidade, mesmo em baixas concentrações de aleloquímicos (BORGES *et al.*, 2011; NICOLINI *et al.*, 2012; REICHEL *et al.*, 2013). Com base nesses pontos, o objetivo deste estudo é investigar o efeito alelopático do extrato aquoso das folhas de maracujazeiro *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Deg. (maracujá amarelo) na germinação e no crescimento de sementes e plântulas de *Lactuca sativa* L.

Metodologia

O experimento foi conduzido no Laboratório de Citogenética e no Laboratório de Análise de Sementes no campus do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES), no município de Alegre-ES. Foram utilizadas folhas de espécies de maracujazeiro, *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* (maracujá amarelo), na germinação e crescimento de sementes e plântulas de *Lactuca sativa* L., procedentes de maracujazeiros cultivados em espaldeira, na Fazenda Ponte da Braúna, em Alegre-ES, latitude 20° 45'S, longitude 41° 30'W e altitude de 250 m.

As folhas do maracujazeiro foram secas em estufa a 60 °C por 48 horas e os tratamentos foram constituídos pelo extrato aquoso obtido com 30 g de folhas colocadas em 300 mL de água destilada aquecida a 100 °C, e mantidas em repouso por 10 minutos. O extrato obtido das folhas foi filtrado em papel filtro e diluído em água destilada para obter as seguintes concentrações: 100; 50; 25 e 12,5 mg mL⁻¹; Controle negativo (água destilada); Controle positivo (glifosato 2%).

A germinação foi realizada em placas de Petri de 9 cm de diâmetro, forradas com papel filtro, umedecido com 3 mL de cada solução. Para cada tratamento foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes. As placas foram lacradas com papel filme e acondicionadas em câmara de germinação BOD (Demanda Bioquímica de Oxigênio) à 24 ± 2 °C, sob luz constante.

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi contabilizado após oito; 16; 24; 32; 40 e 48 horas de exposição aos tratamentos. O crescimento radicular (CR) e o crescimento aéreo (CA) foram avaliados após 48 horas e 120 horas de exposição aos tratamentos, respectivamente.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado e todos os dados foram submetidos à Análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Dunnett a 5 % de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas pelo software GENES (CRUZ, 2016).

Resultados

Nos ensaios macroscópicos foi possível analisar a porcentagem de germinação (G%), o índice de velocidade de germinação (IVG), o crescimento radicular (CR) e o crescimento aéreo (CA), comparando-os com o controle positivo (glifosato) e com o controle negativo (água). As médias foram comparadas pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade e estão expressos na Tabela 1.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Tabela 1 - Parâmetros macroscópicos avaliados em *L. sativa* submetida a diferentes concentrações do extrato aquoso de *Passiflora edulis* var. *flavicarpa*.

Concentrações (mg mL ⁻¹)	%G	IVG	CR	CA
Água (C-)	97b	11.895a	6.87b	9.31b
Glifosato (C+)	96a	11.7275b	2.3325a	6.5175a
12.5	100ab	10.07	6.2125b	10.8425b
25	98ab	7.55	5.48	10.58b
50	53	2.455	1.8025a	1.785
100	0	0	0	0

Médias seguidas pela letra b são estatisticamente iguais a água; médias seguidas pela letra a são estatisticamente iguais ao glifosato; pelo teste de Dunnett ($p < 0.05$). As siglas representam: %G= porcentagem de germinação, IVG= índice de velocidade de germinação, CR= crescimento das raízes, CA= crescimento da parte aérea.

Fonte: o autor

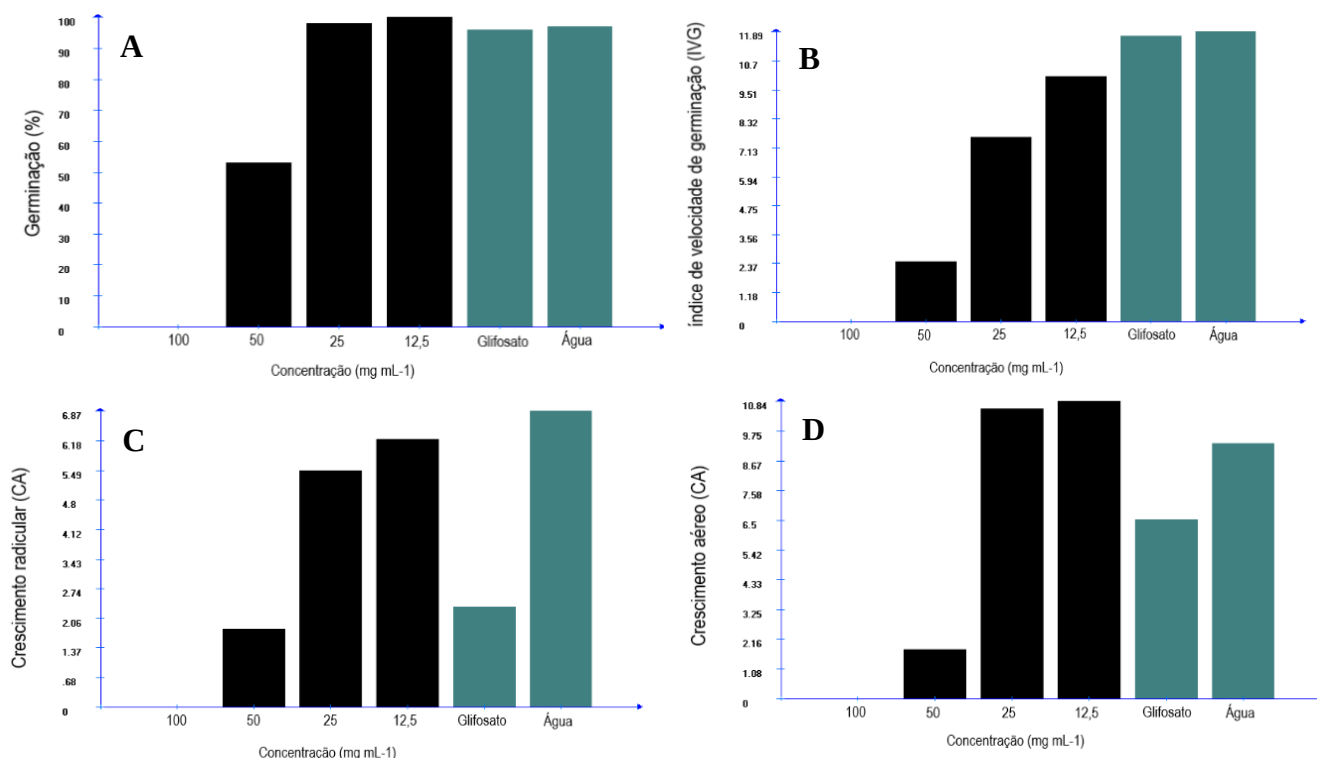
Observou-se que as sementes de *L. sativa* tratadas com a concentração mais alta (100 mg mL⁻¹) do extrato aquoso do maracujá amarelo mostraram diferenças estatísticas em relação aos controles, o que indica a presença de efeitos alelopáticos (Figura 1A).

Em relação ao vigor das sementes de alface submetidas a várias concentrações dos extratos, o IVG demonstrou uma diminuição à medida que a concentração do extrato aumentou (Figura 1B). Essa diminuição foi significativamente distinta aos controles.

As sementes de alface submetidas a concentração de 100 mg mL⁻¹, não apresentou germinação, resultando na ausência de CR. Tanto o CR quanto o CA (Figuras 1C e 1D) foram reduzidos à medida que as concentrações aumentaram, exibindo efeitos aleloquímicos mais acentuados quando comparados aos efeitos do glifosato.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Figura 1- Efeito do extrato aquoso na germinação, índice de velocidade de germinação, crescimento radicular e crescimento aéreo em *Lactuca sativa*.



Fonte: o autor

Discussão

Os resultados obtidos revelaram um efeito inibitório sobre a germinação e crescimento das plântulas da espécie receptora, com efeitos mais pronunciados na concentração mais alta. Estes resultados sugerem que os extratos derivados das folhas do maracujazeiro podem conter substâncias com atividade alelopática e potencial fitotóxico.

A manifestação dos aleloquímicos pode influenciar a germinação, mas seus efeitos são mais notáveis no crescimento radicular, conforme observado por outros pesquisadores (BALIČEVIĆ *et al.*, 2014; KONSTANTINOVIĆ *et al.*, 2014).

Os testes de germinação e crescimento realizados demonstraram que a germinação foi mais suscetível à concentração mais alta, resultando em uma inibição completa de 100% na taxa de germinação. Os extratos aquosos com propriedades alelopáticas podem resultar em efeitos inibitórios, principalmente na raiz primária e seu desenvolvimento. Isso se deve ao maior tempo de exposição direta ao extrato, resultando em uma maior redução no comprimento da raiz primária em relação ao hipocótilo (MARASCHIN *et al.*, 2005).

Conclusão

O extrato aquoso das folhas de *P. edulis* var. *flavicarpa* na concentração de 100 mg mL⁻¹ apresentou efeito alelopático, com desempenho superior ao controle positivo glifosato, inibindo a germinação das sementes, apresentando aumento da fitotoxicidade.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Referências

- BALIČEVIĆ, R.; RAVLIĆ, M.; KNEŽEVIĆ, M.; SEREZLIJA, I. Allelopathic effect of field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) water extracts on germination and initial growth of maize. **The Journal of Animal and Plant Sciences**, v. 24, n. 6, p. 1844-1848, 2014.
- BORGES, C.S.; CUCHIARA, C.C.; SILVA, S.D.A.; BOBROWSKI, V.L. Efeitos citotóxicos e alelopáticos de extratos aquosos de *Ricinus communis* utilizando diferentes bioindicadores. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 5, p. 15-20, 2011.
- BRAGA, A.; MEDEIROS, T. P. de; ARAÚJO, B. V. de. Investigação da atividade antihiperglicemiante da farinha da casca de *Passiflora edulis* Sims, Passifloraceae, em ratos diabéticos induzidos por aloxano. **Revista Brasileira Farmacognosia**, v. 20, p. 186-191, 2010.
- CHENG, F.; CHENG, Z. Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, n. 1, p. 116, 2015.
- COELHO, E. M.; DE AZEVEDO, L. C.; VIANA, A. C.; RAMOS, I. G.; GOMES, R. G.; LIMA, M. D. S.; UMZA-GUEZ, M. A. Physicochemical properties, rheology and degree of esterification of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) peel flour. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, n.1, p. 166-173, 2018.
- CRUZ, C.D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.
- FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; OLIVEIRA, E.J.; PEIXOTO, J.R., COSTA, A.M. **Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro**: histórico e perspectivas. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011. 36 p. (Documentos/Embrapa Cerrados Nº 307).
- KONSTANTINOVIĆ, B.; BLAGOJEVIĆ, M.; KONSTANTINOVIĆ, B.; SAMARDŽIĆ, N. Allelopathic effect of weed species *Amaranthus retroflexus* L. on maize seed germination. **Romanian Agricultural Reserach**, v. 31, p. 315- 321, 2014.
- MACIAS, F. A.; MARIN, D.; OLIVEROS-BASTIDAS, A.; VARELA, R. M.; SIMONET, A. M.; CARRERA, C. Allelopathy as a new strategy for sustainable ecosystems development. **Biol. Sci. Space**, v. 17, p.18–23, 2003. doi: 10.2187/bss.17.18
- MARASCHIN, F. S.; AQUILA, M. E. A. Contribution to the study of native species allelopathic potential. **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 547-555, 2005.
- NICOLINI, J. T.; BIDO, G. S.; ZONETTI, P. C. Efeito do extrato aquoso de *Passiflora edulis* Sims sobre a germinação e crescimento inicial de alface. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**. v. 5, p. 191-203, 2021.
- OCAMPO, J.; ARIAS, J. C.; URREA, R. Interspecific hybridization between cultivated and wild species of genus *Passiflora* L. **Euphytica**, v. 209, n. 2, p. 395-408, 2016.
- REICHEL, T., BARAZETTI, J.F., STEFANELLO, S.; PAULERT, R.; ZONETTI, P.C. Allelopathy of leaf extracts of jatropha (*Jatropha curcas* L.) in the initial development of wheat (*Triticum aestivum* L.). **Idesia**, v. 30, p. 45-52, 2013.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

SOUZA, P. U.; LIMA, L. K. S.; SOARES, T. L.; DE JESUS, O. N.; COELHO FILHO, M. A.; GIRARDI, E. A. Biometric, physiological and anatomical responses of *Passiflora* spp. to controlled water deficit. *Scientia Horticulturae*, v. 229, n. 1, p. 77-90, 2018.

ZENG, R. "Allelopathy in Chinese ancient and modern agriculture," in *Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry*, eds R. Zeng, A. Mallik and S. Luo (New York: Springer New York Press), p. 39–59, 2008. doi: 10.1007/978-0-387-77337-7_3

ZENG, R. S. Allelopathy—the solution is indirect. *J. Chem. Ecol.* v, 40, p. 515–516, 2014. doi: 10.1007/s10886-014-0464-7

Agradecimentos

Os autores do presente trabalho agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por todo apoio.