

Efeitos alelopáticos de seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd. Ex A.Juss.) Müll.Arg.) na germinação e crescimento inicial da alface (*Lactuca sativa* L.)

Allelopathic effects of rubber tree (*Hevea brasiliensis* (Willd. Ex A.Juss.) Müll.Arg.) on germination and initial growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.)

Efectos alelopáticos del árbol del caucho (*Hevea brasiliensis* (Willd. Ex A. Juss.) Müll.Arg.) sobre la germinación y el crecimiento inicial de la lechuga (*Lactuca sativa* L.)

Recebido: 13/10/2021 | Revisado: 21/10/2021 | Aceito: 23/10/2021 | Publicado: 25/10/2021

Larissa Ferreira Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6560-1200>
Universidade Federal de São Carlos, Brasil
E-mail: larissarochafe@gmail.com

Bruno Santos Francisco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8586-3750>
Universidade Federal de São Carlos, Brasil
E-mail: brunofrancisco@estudante.ufscar.br

Felipe Bueno Dutra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6280-7307>
Universidade Federal de São Carlos, Brasil
E-mail: fbduttra@estudante.ufscar.br

Bruna Santos Teração

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3766-8672>
Universidade Federal de São Carlos, Brasil
E-mail: bruna.teracao@estudante.ufscar.br

Lausanne Soraya de Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8689-580X>
Universidade Federal de São Carlos, Brasil
E-mail: lausannesoraya@gmail.com

Emerson Viveiros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0215-0585>
AES Brasil, Brasil
E-mail: emerson.viveiros@aes.com

Fatima Conceição Márquez Piña-Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8713-448X>
Universidade Federal de São Carlos, Brasil
E-mail: fpinarodrigues@gmail.com

José Mauro Santana da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0662-4132>
Universidade Federal de São Carlos, Brasil
E-mail: josemauro@ufscar.br

Resumo

O conhecimento sobre alelopatia pode auxiliar no sistema de cultivo e feitos sobre interações positiva ou negativa entre as plantas. Sendo assim de grande importância o seu conhecimento para auxiliar nas estratégias ecológicas e de manejo da seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg.), espécie de destaque econômico no setor de látex mundial. O objetivo do trabalho foi testar o efeito alelopático da seringueira (*H. brasiliensis*) na germinação da espécie bioindicadora Alface (*Lactuca sativa* L.) visando a detecção de possíveis efeitos alelopáticos. Para isso foi utilizado extrato aquoso de folhas adultas de *H. brasiliensis* na concentração de 200g/L. Foi utilizado um tratamento com extrato aquoso de folhas e um controle sem extrato, com dez repetições de 10 sementes por tratamento. Foi empregado ensaio de germinação para avaliação de porcentagem de germinação (G%), comprimento da radícula e atividade da respiração potencial radicular das plântulas com uso do tetrazólio. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Mann-Whitney ($p < 0,05$). O extrato aquoso de *H. brasiliensis* afetou o número de sementes germinadas e a respiração celular. No comprimento da raiz não houve diferença significativa. A identificação de compostos alelopáticos do bioensaio fornece dados preliminares para compreensão do comportamento da *H. brasiliensis*, como também na tomada de decisões estratégicas sobre a interação e dinâmica das comunidades vegetais.

Palavras-chave: Bioherbicida; Extrato aquoso; Respiração celular.

Abstract

The knowledge on allelopathy can assist in the cultivation system and the effects on positive and negative interactions among plants. Therefore, the knowledge on this topic is of great importance to assist on ecological and management strategies of the Rubber-tree (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg.), species of economic prominence in the latex sector worldwide. The objective of this study was to test the allelopathic effect of the rubber tree (*H. brasiliensis*) on the germination of the bioindicator species Lettuce (*Lactuca sativa* L.) in order to detect possible allelopathic effects. For this study, an aqueous extract obtained from the mature leaves of *H. brasiliensis* was used in the concentration of 200g/L. A treatment with the aqueous extract and a control treatment without the extract with 10 repetitions of 10 seeds per treatment were used. A germination assay was employed to test the germination percentage (G%), root length and potential root respiration activity of seedlings using tetrazolium. The data obtained were submitted to the Mann-Whitney test ($p < 0,05$). The aqueous extract of *H. brasiliensis* affected the number of germinated seeds and its cellular respiration. There was no significant difference in root length. The identification of allelopathic compounds in the bioassay provides preliminary data for understanding the behavior of *H. brasiliensis*, as well as in making strategic decisions about the interaction and dynamics of plant communities.

Keywords: Bioherbicide; Aqueous extract; Cellular respiration.

Resumen

El conocimiento sobre la alelopatía puede ayudar al sistema de cultivo y los hechos sobre interacciones positivas as negativas entre plantas. Por lo tanto, su conocimiento es de gran importancia para ayudar en las estrategias ecológicas y de manejo del árbol del caucho (*Hevea brasiliensis* (Willd. Ex A.Juss.) Müll.Arg.), Una especie de destaque económico en el sector mundial del látex. El objetivo de este trabajo fue probar el efecto alelopático del árbol del caucho (*H. brasiliensis*) sobre la germinación de la especie bioindicadora Lechuga (*Lactuca sativa* L.) con el fin de detectar posibles efectos alelopáticos. Para ello se utilizó un extracto acuoso de hojas adultas de *H. brasiliensis* a una concentración de 200g / L. Se utilizó un tratamiento con extracto acuoso de hojas y un testigo sin extracto, con diez repeticiones de 10 semillas por tratamiento. Se utilizó un ensayo de germinación para evaluar el porcentaje de germinación (G%), la longitud de la raíz y la actividad de respiración potencial de la raíz de las plántulas utilizando tetrazolio. Los datos obtenidos se sometieron a la prueba de Mann-Whitney ($p < 0,05$). El extracto acuoso de *H. brasiliensis* afectó el número de semillas germinadas y la respiración celular. No hubo diferencia significativa en la longitud de la raíz. La identificación de compuestos alelopáticos del bioensayo proporciona datos preliminares para comprender el comportamiento de *H. brasiliensis*, así como para tomar decisiones estratégicas sobre la interacción y dinámica de las comunidades vegetales.

Palabras clave: Bioherbicida; Extracto acuoso; Respiración celular.

1. Introdução

A alelopatia pode ser definida como sendo a ciência que trata das interações bioquímicas entre qualquer tipo de organismo (Souza & Furtado, 2002). Os efeitos alelopáticos são mediados por substâncias que pertencem a diferentes categorias de compostos secundários (Alves et al., 2004) de maneira geral agem como inibidores da germinação ou do crescimento (Povh et al, 2007). E ainda, segundo Ferreira e Borguetti, (2004) as plantas interagem entre si por fenômenos como competição e alelopatia. Sendo estas interferências determinantes para o sucesso ou insucesso da vegetação.

Atualmente, o Brasil possui 140 milhões de hectares de áreas degradadas, segundo dados do Departamento de Florestas do Ministério do Meio Ambiente (MMA), além disso, de acordo com a projeção realizada pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (Inpe), o desmatamento na Amazônia Legal cresce a um ritmo de mais de 20.000 km² por ano. Com isso, faz-se necessário a tomada de medidas mitigadoras, tais como, restauração ecológica, plantios como consórcios e agroflorestas.

Todavia, a implantação de projetos de recuperação de áreas degradadas utilizando-se de espécies nativas é onerosa, devido aos gastos com produção, plantio e manejo de mudas, além do controle das plantas daninhas, o que desestimula a recuperação de ambientes naturais em larga escala. Parte significativa desses custos está relacionada ao uso de métodos pouco eficientes e onerosos de controle de plantas daninhas e aos prejuízos causados por essas plantas, que reduzem o crescimento das espécies nativas plantadas pela competição por luz, nutrientes e água, e ainda por provavelmente exercerem interferência de natureza alelopática (Pitelli, 1987; Pitelli & Marchi, 1991; Gonçalves et al., 2003).

Portanto, a pesquisa sobre alelopatia é propícia para orientar sobre o esquema de plantação, sistema de cultivo, medida de cultivo na economia de crescimento complexo e também é uma maneira de usar os efeitos vantajosos e evitar os

desvantajosos efeitos entre as plantas. Isso ajuda a manter a diversidade da biologia e da agricultura sustentável (Zhi-hui et al., 2011). Além disso, diferente da competição, na alelopatia não ocorre uma disputa direta dos recursos limitados, como: luz, água e nutrientes. Assim, a principal função dos compostos alelopáticos é diminuir ou anular a competição por recursos e, para este fim, as plantas lançam seus produtos químicos no ambiente (Severino et al., 2005). Estes compostos revelam-se como herbicidas naturais, os quais estariam livres dos efeitos prejudiciais causados pelos herbicidas sintéticos (Calixto & Yunes, 2001).

Uma espécie nativa de grande importância econômica é a Seringueira (*H. brasiliensis*), da família Euphorbiaceae, de ciclo perene (Sebrae/GO, 2018). Apresenta vasta importância econômica com a extração de látex, com tendência de expansão nos próximos anos em destaque de ser matéria-prima renovável e ecologicamente sustentável, num cenário de crescente demanda nacional e mundial ao aumento da frota de carros (Silva et al., 2007). Também se destaca pela geração de empregos as famílias do campo, principalmente as mulheres, que já ocupam 10% do processo de sangria (Sebrae/Go 2018). Além disso, a seringueira é uma alternativa em atividades de florestamento e reflorestamento que envolvem o consórcio seringueira-cacau, com o objetivo de pleitear créditos de carbono do MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo) (Cotta, 2005).

Diante do aumento acentuado de pesquisas voltadas à alelopatia vegetal (Felito et al., 2015; Paula et al., 2015; Oliveira et al., 2016; Malheiros et al., 2016; Carvalho et al., 2016; Kremer et al., 2016; Anese et al., 2016; Gonçalves et al., 2016; Francisco et al., 2021) e na escassez de relatos que evidenciem efeitos de alelopatia química presente na *H. brasiliensis* e, como observação preliminar para compreensão do comportamento da espécie, o presente estudo buscou verificar tal comportamento alelopático na germinação da espécie *L. sativa* (alface), escolhida por se destacar em bioensaios alelopáticos devido a sensibilidade da espécie à compostos, principalmente na fase de germinação e crescimento inicial das plântulas, sendo considerada uma espécie indicadora (Baruah et al., 1994).

2. Material e Métodos

Para avaliação do efeito alelopático foram coletadas folhas adultas de seringueira (*H. brasiliensis*) diretamente dos galhos, de indivíduos com 2,5 anos de idade, cultivadas em condições de campo, no plantio experimental da Universidade Federal de São Carlos, município de Sorocaba, Estado de São Paulo, Brasil (23°35'09.4"S 47°31'10.4"W). Segundo Köppen (1948) a classificação do clima é Cfa (Clima subtropical úmido). O clima na região é quente e temperado, com temperatura média de 20,5°C e pluviosidade média anual de 1219 mm (Climate-date, 2021).

As folhas de *H. brasiliensis* foram utilizadas para produção de um extrato aquoso. As folhas foram secas em estufa por cinco dias a 45°C. Das folhas secas, 200g foram trituradas e receberam 1L de água destilada à temperatura de 80°C (Nishimuta, H.A. et al., 2019), permanecendo em infusão por 24h para extração do composto. Após resfriamento, a mistura foi filtrada e avaliada quanto ao pH através de papel indicador. A solução foi armazenada a 10°C até ser utilizada. O extrato foi avaliado quanto ao pH, obtendo valor de pH 7. Sendo um parâmetro adequado para germinação de sementes quando relacionado a concentração de extratos para ensaio alelopático (Melhorança Filho et al., 2011). Nos testes de alelopatia e atividade fitotóxica são utilizadas, na maioria das vezes, plantas de germinação rápida e sensíveis a baixas concentrações de aleloquímicos, segundo Baruah et al. (1994), a *L. sativa* entra nesta categoria, dado que apresenta respostas eficazes em curto espaço de tempo.

Os testes de germinação foram realizados em placas de petri de oito centímetros de diâmetro, forradas com duas camadas de papel filtro umedecido com dois ml de extrato. No tratamento controle o papel filtro foi umedecido com água destilada. As sementes de *L. sativa* não requerem quebra de dormência. Foram utilizadas dez repetições com 10 sementes cada para cada tratamento (folhas e testemunha), totalizando 200 sementes por espécie. Todos os tratamentos, discriminados por

tipo de extrato e controle, foram compostos por 10 repetições, distribuídos inteiramente ao acaso em uma câmara de germinação tipo mangelsdorf, a 25 °C, sob iluminação de 12 horas por dia, mantida por quatro lâmpadas fluorescentes brancas conforme Instruções Para Análise de Sementes de Espécies Florestais (Brasil, 2013). O bioensaio foi conduzido por dez dias.

Os parâmetros analisados foram porcentagem de germinação (G%), comprimento das radicular das plântulas e respiração potencial radicular das plântulas utilizando o teste de tetrazólio. Para a contagem da germinação, considerou as sementes com pelo menos 0,5 cm de comprimento (Piña-Rodrigues & Lopes, 2001). Para comprimento radicular das plântulas foi realizado aos dez dias, as medições ocorreram com o auxílio de um paquímetro e papel quadriculado (Merino, et all, 2018).

Para estimar a respiração potencial radicular das plântulas de *L. sativa* foi utilizado o teste de tetrazólio, que tem como princípio a redução do 2,3,5 – trifênil cloreto de tetrazólio em um composto vermelho e não difusível chamado trifênilformazan, por meio da atividade enzimática das desidrogenases, funcionando como um indicador de tecidos vivos pela existência de atividade respiratória nas células, distinguindo-os dos tecidos brancos e mortos em que a reação não ocorre (França Neto, 1999).

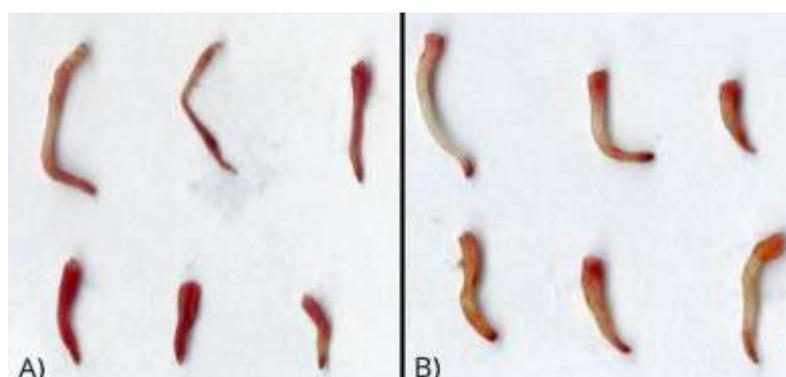
Após a realização de pré-testes foi definida a concentração e tempo de imersão mais adequados para a coloração das raízes, sendo colocadas em caixas plásticas na cor preta contendo a solução de tetrazólio (pH 6,5 a 7,0) a 0,075%, e acondicionadas em câmara de germinação BOD, na ausência de luz, a 25 °C durante 4 horas. Ao final do período de incubação, a solução de tetrazólio foi descartada e as raízes lavadas em água corrente e permanecendo no escuro. Em seguida, cada raiz foi analisada individualmente e, com o auxílio de uma lupa estereoscópica (2x a 4x), observada a extensão dos tecidos coloridos.

A normalidade e homogeneidade dos dados foram testadas a 5% de significância estatística, após isso os dados foram submetidos ao teste de Mann-Whitney para verificar se havia diferença entre os tratamentos. O teste de Mann-Whitney pode ser utilizado como teste não paramétrico para verificar se dois grupos pertencem à mesma população (Pires at all, 2018). As análises foram realizadas através do software R (R Development Core Team 2021).

3. Resultados e Discussão

A partir do teste de tetrazólio, foi possível verificar que embora as sementes germinassem, as substâncias alelopáticas afetaram a respiração celular das raízes (Figura 1). Os efeitos alelopáticos podem afetar alguma parte do desenvolvimento da planta (Piña-Rodrigues & Lopes, 2001; Gatti, Perez & Ferreira, 2007; Silva et al., 2021). Estudos sobre alelopatia demonstram dois tipos de efeitos, os inibitórios e os estimulatórios, que podem se manifestar mesmo em concentrações baixas, dependendo da combinação de substâncias capazes de causar efeito sobre a planta-alvo (Maraschin-Silva et al., 2006).

Figura 1. Coloração das raízes de *Lactuca sativa* L. submetidas ao teste de tetrazólio a concentração de 0,075%. (Ampliado 1x).



A) Tratamento controle. B) Tratamento com extrato aquoso. A coloração (vermelho carmin uniforme) na radícula indica o tecido vivo.
Fonte: Autores.

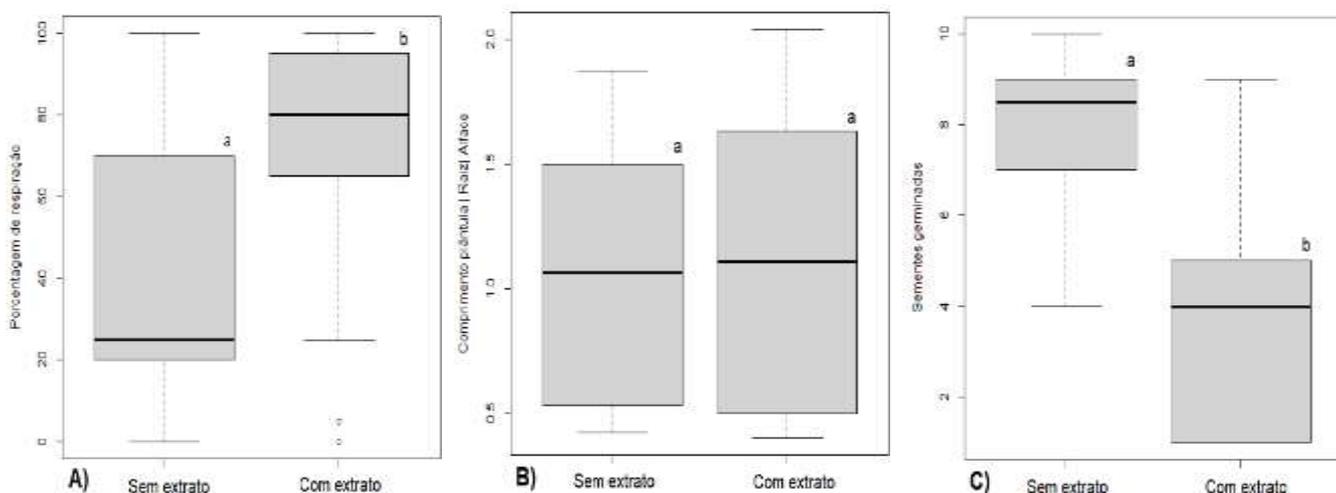
Para o comprimento não foi observado diferença significativa ($p > 0.05$) entre os tratamentos (Tabela 1). De acordo com Ferreira e Borghetti (2004), o efeito alelopático não necessariamente ocorre na germinabilidade (porcentagem final de germinação no tempo), mas sim na velocidade de germinação. Os resultados mostraram que o efeito do extrato aquoso pode surgir durante o desenvolvimento inicial, com a morte do tecido, como visto no teste de tetrazólio. Os efeitos dos aleloquímicos podem variar conforme o órgão da planta e interagir na mesma de forma a inibir ou estimular. Esta sensibilidade pode ser reflexo da fisiologia de cada órgão e em como os aleloquímicos interagem aos fitormônios (Maraschin-Silva et al., 2006).

Tabela 1. Valores de significância (p) dos testes de Mann-Whitney com nível de significância à 5%. Dados expressos em relação ao tratamento testemunha.

<i>L. sativa</i>	Teste ($p > 0.05$)
Germinação	0,003243*
Comprimento Raiz	0,9698
Respiração Celular	0,001727*

(*) Representa diferença significativa entre os tratamentos.
Fonte: Autores.

Figura 2. Boxplot da porcentagem de respiração celular (A), do comprimento das raízes (B) e do número de sementes germinadas (C) no extrato de *H. brasiliensis* sobre a espécie *L. sativa*.



A letra “a” evidência que não houve diferença entre os tratamentos a 5% de probabilidade pelo teste de Mann-Whitney.
Fonte: Autores.

O extrato aquoso de *H. brasiliensis* afetou a germinação das sementes e a porcentagem de respiração celular das sementes germinadas (Figura 2a e 2c). Esse fato pode estar associado aos compostos alelopáticos que podem afetar as espécies de diferentes maneiras, principalmente na germinação e desenvolvimento inicial das plântulas (Silva et al., 2021) o que prejudica a formação de plantas adultas normais (Da Rocha et al., 2018; Bernardes et al., 2020; Fioresi et al., 2021). Resultados similares foram observados na germinação em extrato aquoso de *H. brasiliensis* com níveis diferentes de concentrações por Resmi e Vijay (2015) em sementes de *Vigna radiata* L. e por Debnath et al. (2016) em *Cicer arietinum* L., *Lens culinaris* Medik. e *Vigna radiata* L.

Como já relatado, substâncias alelopáticas podem estar presentes e liberadas pelo caule e, principalmente, pelas folhas e raízes (Piña-Rodrigues & Lopes, 2001; Kremer et al., 2016; Ribeiro et al., 2019). Além disso, o efeito alelopático pode afetar alguma parte do desenvolvimento da planta, como germinação, crescimento ou estabelecimento (Gatti et al., 2007).

4. Conclusão

O extrato aquoso de folhas de *H. brasiliensis* na concentração de 200g/L apresentou potencial alelopático inibitório nas condições de germinação e respiração celular de *L. sativa*. Os efeitos alelopáticos do bioensaio fornecem dados preliminares para compreensão do comportamento de *H. brasiliensis*, sendo o próximo passo testar o potencial alelopático de outros tecidos vegetais da espécie.

Agradecimentos

Os presentes autores agradecem à CAPES pelo auxílio à pesquisa e à empresa Gripmaster pela concessão de bolsas de pesquisa. Ao Laboratório de Sementes e Mudanças Florestais (LASEM) da UFSCar, por realizar o experimento de germinação de sementes em condições controladas e por toda equipe que participou em todos os processos da pesquisa.

Referências

- Alves, M. D. C. S., Medeiros Filho, S., Innecco, R., & Torres, S. B. (2004). Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 39, 1083-1086.
- Anese, S., Grisi, P. U., Imatomi, M., de Cassia Pereira, V., & Gualtieri, S. C. J. (2016). Fitotoxicidade de extratos etanólicos de frutos e folhas de *Banisteriopsis oxyclada* (A. Juss.) B. Gates sobre o crescimento de plantas daninhas. *Biotemas*, 29(1), 1-10.
- Brasil. (2013). Instruções Para Análise de Sementes de Espécies Florestais. *Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/MAPA*. Fonte: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/laboratorios/arquivos-publicacoes-laboratorio/florestal_documento_pdf-ilovepdf-compressed.pdf
- Baruah, N. C., Sarma, J. C., Sarma, S., & Sharma, R. P. (1994). Seed germination and growth inhibitory cadinenes from *Eupatorium adenophorum* Spreng. *Journal of chemical ecology*, 20(8), 1885-1892.
- Bernardes, V. A. P., de Souza R. P. & Alves, V. S. (2020) Aspectos do potencial alelopático do extrato aquoso das folhas de *Mimosa ramosissima* Benth. na germinação e crescimento inicial de *Panicum maximum* cv. aruana e *Amaranthus retroflexus* L. *Research, Society and Development*, 9(9), e691997757. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7757>
- Calixto, J. B., & Yunes, R. A. (2001). Plantas medicinais sob a ótica da química medicinal moderna. Chapecó: Argos, 500.
- Carvalho, W. P., Teixeira, L. G. V., Neto, D. O. A., Moreira, J. M. S., & da Cunha, C. E. (2016). Alelopatia de resíduos de plantas de cobertura no controle de braquiária cv. Marandu. *Revista brasileira de Biociências*, 14(2).
- Climate-Data. (2021). *Clima Sorocaba (Brasil)*. Fonte: [Climate-data.org: https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sao-paulo/sorocaba-756/](https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sao-paulo/sorocaba-756/)
- Cotta, M. K. (2005). Quantificação de biomassa e análise econômica do consórcio seringueira-cacau para geração de créditos de carbono.
- da Rocha, V. D., dos Santos, T. A., Bispo, R. B., Zortéa, E. M. & Rossi, A. A. B. (2018) Efeito alelopático de extratos aquosos de *Solanum paniculatum* L., na germinação e crescimento inicial de alface. *Revista de Ciências Agroambientais*, 16(1), 72-79. <https://doi.org/10.5327/rcaa.v16i1.1805>
- Debnath, B., Debnath, A., Paul, C., & Chakraborty, K. (2016). Allelopathic effects of *heveabrsiliensis*. *International Journal of Current Research*, 8(1), 24987-24901.
- Felito, R. A., Göttert, V. G., Ortis, R. C., Gonçalves, G. S., & Yamashita, O. M. (2016). Potencial alelopático do feijão de porco (*canavalia ensiformes*) no desenvolvimento de alface (*Lactuca sativa* L.) sob diversas concentrações. *Cadernos de Agroecologia*, 10(3).
- Ferreira, A. G., & Borghetti, F. (2004). Germinação: do básico ao aplicado. *Artmed*, p. 323.
- Fioresi, R. S., Rodrigues Filho, J., Perin, I. T. A. L., da Silva, R. W., dos Santos, C. R., Corte, V. B. & Frabça, H. S. (2021) Efeito alelopático de *Solanum pimpinellifolium* L. sobre a germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* e *Bidens pilosa*. *Scientia Plena*, 17(6). <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2021.060201>
- Francisco, B. S., Dutra, F. B., Viveiros, E., Passareti, R., Martins, R. P., Teração, B. S., Almeida, L. S., Rocha, L., Silva, J. M. S., Pinã-Rodrigues, F. C. M. (2021) Allelopathic effects of *Waltheria indica* L.:Biocontrol potential in ecological Restoration, *Research, Society and Development*, 10(13), e235101321263. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21263>
- França Neto, J. B. (1999). Teste de tetrazólio para determinação do vigor de sementes. *Abrates*, 218.

- Gatti, A. B., Perez, S. C. J. G. A. & Ferreira, A. G. Avaliação da atividade alelopática de extratos aquosos de folhas de espécies de Cerrado. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, 5, 174-176, 2007.
- Gonçalves, J.L.M.; Nogueira Júnior, L.R.; Ducatti, F. Recuperação de solos degradados. Restauração ecológica de ecossistemas naturais. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, p.111-163, 2003.
- Gonçalves, V. D., Coelho, M. D. F. B., Camili, E. C., & Valentini, C. M. A. (2016). Allelopathic potential of *Inga laurina* leaf extract on lettuce seed germination. *Científica*, 44(3), 333-337.
- Kremer, T. C. B., Yamashita, O. M., Felito, R. A., Ferreira, A. C. T., & de ARAÚJO, C. F. (2016). Atividade alelopática de extrato aquoso de *Croton glandulosus* L. na germinação e no desenvolvimento inicial de alface. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, 14(1), 890-898.
- Koepfen, W. (1948). Climatología: con un estudio de los climas de la Tierra. *Fondo de Cultura Economica*.
- Malheiros, R. P., Mapeli, A. M., & Machado, L. L. (2016). Atividades antioxidante e alelopática de extratos foliares obtidos de *Eugenia dysenterica*. *Ciência e Natura*, 38(2), 601-609.
- Maraschin-Silva, F., & Aquila, M. E. A. (2006). Contribuição ao estudo do potencial alelopático de espécies nativas. *Revista Árvore*, 30(4), 547-555.
- Melhorança Filho, A. L., Oliveira, W. S., Oliveira Junior, P. P., & Araújo, M. L. (2011). <https://revista.pgsskroton.com/index.php/ensaioeciencia/article/view/2850>. V. 15(5).
- Merino, F. J. Z., Ribas, D. F., Silva, C. B. D., Duarte, A. F. S., Paula, C. D. S., Oliveira, M. D., Miguel, O. G. (2018). A study of the phytotoxic effects of the aerial parts of *Senecio westermanii* Dusén (Asteraceae) on *Lactuca sativa* L. and *Allium cepa* L. seeds. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*.
- Nishimuta, H. A., Rossi, A. B., Yamashita, O. M., Pena, G. F., Santos, P. D., Giustina, L. D., & Rossi, F. S. (2019). Leaf and Root Allelopathic Potential of the *Vernonanthura brasiliensis*. *Planta Daninha*. doi:10.1590/s0100-83582019370100142
- Oliveira, A., Coelho, M., Torres, S., & Diógenes, F. (2016). Alelopatia de extratos de espécies da caatinga sobre sementes de meloeiro. *Semina: Ciências Agrárias*, 37, 557-566.
- Paula, C. S., Canteli, V. C. D., da Silva, C. B., Miguel, O. G., & Miguel, M. D. (2015). Potencial fitotóxico com enfoque alelopático de *Bauhinia unguolata* L. sobre sementes e plântulas de alface e cebola. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, 36(3).
- Piña-Rodriguez, F. M., & Lopes, B. M. (2001). POTENCIAL ALELOPÁTICO DE *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth SOBRE. *Floresta e Ambiente*, v. 8(1), 130-136. Fonte: <https://floram.org/article/588e21f8e710ab87018b45c6/pdf/floram-8-%C3%BAnico-130.pdf>
- Pires, M. C., Castro, M. B., Lieber, Z. V., Menezes, T. P., & Aoki, R. S. (2018). *Estatística não paramétrica básica no software*. Universidade Federal de Minas Gerais. Fonte: http://www.est.ufmg.br/portal/arquivos/rts/RTE_02_2018.pdf
- Pitelli, R. A. (1987). Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. *Série técnica IPEF*, 4(12), 1-24.
- Pitelli, R. A., & Marchi, S. R. F. (1991). Interferência das plantas invasoras nas áreas de reflorestamento. *Seminário técnico sobre plantas daninhas e o uso de herbicidas em reflorestamento*, 3, 1-11.
- Povh, J. A., Pinto, D. D., Corrêa, M. O. G., & Ono, E. O. (2007). Atividade alelopática de *Machaerium acutifolium* Vog. na germinação de *Lactuca sativa* L. *Revista Brasileira de Biociências*, 5(S2), 447-449.
- R Development Core Team. (2021). R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing*. Fonte: <http://www.R-project.org/>
- Resmi, L., & Vijay, A. S. (2015). Allelopathic effects of the leaf extract of *Hevea brasiliensis* (Muell. Arg.) and *Quisqualis indica* L. on seed germination and early seedling growth of *Vigna radiata* (L.) R. Wilcz. *International Journal of Tropical Agriculture*, V. 33(4), pp. 3711-3717. Fonte: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20173067949>
- Ribeiro, M. V., Valmorbidia, R., Hartman, K. C. D., Porto, E. C., Almeida, J., Corsato, M. J. & Fortes, A. M. T. (2019) Efeito alelopático de *Leucaena leucocephala* e *Hovenia dulcis* sobre germinação de *Mimosa bimucronata* e *Peltophorum dubium*. *Iheringia, Série Botânica*, 74, e2019006. <https://doi.org/10.21826/2446-82312019v74e2019006>
- Sebrae/GO. (2018). Cartilha Simplificada de Gestão de Custos em Seringais.pdf.
- Severino, L. S., Lima, R., Albuquerque, R. C., & Beltrão, E. (2005). Alelopatia de plantas daninhas sobre a mamoneira. In II Congresso Brasileiro de Mamona. Campina Grande.
- Silva, J. Q., De Souza, M. I. T., Gonçalves, P. S., Aguiar, A. T. E., Gouvêa, L. R. L. & Pinotti, R. K. (2007) Viabilidade econômica de diferentes sistemas de sangria em clones de seringueira, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 42(3), 349-356.
- Silva, M. D., Silva, J. N., Alves, R. M., Gonçalves, E. P., & Viana, J. S. (2021). Alelopatia de espécies da Caatinga. *Research, Society and Development*, V. 10(4). doi:<https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.14328>
- Souza, I. F., & Furtado, D. A. S. (2002). Caracterização de aleloquímicos do centeio (*Secale cereale*) e seu potencial alelopático sobre plantas de alface (*Lactuca sativa*). *Ciência e Agrotecnologia*, 26(5), 1097-1099.
- Zhi-hui, C., Chun-hui, W., Xue-mei, X., & Khan, M. A. (2011). Allelopathic effects of decomposing garlic stalk on some vegetable crops. *African Journal of Biotechnology*, 10(69), 15514-15520.