

Potencial alelopático do extrato aquoso de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) sobre a germinação de sementes de capim amargoso

Allelopathic potential of the aqueous extract of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) on sourgrass seeds germination

Potencial alelopático del extracto acuoso de jengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) sobre la germinación de semillas de hierbas amargas

Recebido: 21/04/2021 | Revisado: 03/05/2021 | Aceito: 10/06/2021 | Publicado: 24/06/2021

Caio Cesar Scharlak Morais

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8006-9475>

Universidade Paranaense, Brasil

E-mail: caios_morais@hotmail.com

Gabriel Botelho de Souza Barros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8882-7306>

Universidade Paranaense, Brasil

E-mail: gbotelho_sbs@hotmail.com

Daiane Almeida Genari

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1286-5055>

Universidade Paranaense, Brasil

E-mail: daiane.genari@edu.unipar.br

Dyovanna Palin

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9747-8718>

Universidade Paranaense, Brasil

E-mail: dyovannapalin@edu.unipar.br

Renato Fernando Menegazzo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1597-4580>

Universidade Paranaense, Brasil

E-mail: renato.menegazzo@edu.unipar.br

Zilda Cristiani Gazim

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0392-5976>

Universidade Paranaense, Brasil

E-mail: cristianigazim@prof.unipar.br

Ana Daniela Lopes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2027-5741>

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

E-mail: anadanielalopes@prof.unipar.br

Resumo

Dentre os fatores bióticos que contribuem para a baixa produtividade das culturas, as perdas ocasionadas por doenças, pragas e plantas daninhas são as que requerem maior esforço para controle. O uso de alelopatia é uma ferramenta que supre essa necessidade de controle biológico. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi investigar o potencial alelopático do extrato de *Zingiber officinale* Roscoe sobre a germinação de sementes de capim amargoso. Para isso foi realizado o teste de germinação em delineamento experimental inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos basearam-se na avaliação do efeito alelopático de 4 concentrações do extrato aquoso de gengibre sendo elas: 1,0%, 0,75%, 0,50% e 0,25. Como controle foi utilizada uma solução de Tween 80 a 1,0% e água destilada. A avaliação do potencial alelopático do extrato foi realizada pela determinação da porcentagem de germinação e do índice de velocidade de germinação (IVG). Os resultados evidenciaram que o aumento da concentração do extrato promoveu maior efeito inibitório na germinação, sugerindo, portanto, efeito alelopático do extrato de gengibre sobre as sementes de capim amargoso.

Palavras-chave: Alelopatia; Bioativo; *Digitaria insularis*.

Abstract

Among the biotic factors that contribute to low crop productivity, losses caused by diseases, pests and weeds are those that require the greatest effort to control. The use of allelopathy is a tool that meets this need for biological control. Therefore, the objective of this work was to investigate the allelopathic potential of *Zingiber officinale* Roscoe extract on sourgrass seed germination. For this, the germination test was carried out in a completely randomized experimental

design with 5 treatments and 4 replications. The treatments were based on the evaluation of the allelopathic effect of 4 concentrations of the aqueous extract of ginger, namely: 1.0%, 0.75%, 0.50% and 0.25. As control, a 1.0% Tween 80 solution and distilled water were used. The evaluation of the allelopathic potential of the extract was performed by determining the germination percentage and the germination speed index (IVG). The results showed that the increase in the concentration of the extract promoted a greater inhibitory effect on germination, suggesting, therefore, an allelopathic effect of the ginger extract on sourgrass seeds.

Keywords: Allelopathy; Bioactive; *Digitaria insularis*.

Resumen

Entre los factores bióticos que contribuyen a la baja productividad de los cultivos, las pérdidas ocasionadas por enfermedades, plagas y malezas son las que requieren un mayor esfuerzo de control. El uso de la alelopatía es una herramienta que responde a esta necesidad de control biológico. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue investigar el potencial alelopático del extracto de *Zingiber officinale* Roscoe en la germinación de semillas de pasto amargo. Para ello, la prueba de germinación se realizó en un diseño experimental completamente al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos se basaron en la evaluación del efecto alelopático de 4 concentraciones del extracto acuoso de jengibre, a saber: 1,0%, 0,75%, 0,50% y 0,25. Como control, se utilizó una solución de Tween 80 al 1,0% y agua destilada. La evaluación del potencial alelopático del extracto se realizó determinando el porcentaje de germinación y el índice de velocidad de germinación (IVG). Los resultados mostraron que el aumento en la concentración del extracto promovió un mayor efecto inhibitorio sobre la germinación, sugiriendo, por tanto, un efecto alelopático del extracto de jengibre sobre semillas de hierba amarga.

Palabras clave: Alelopatía; Bioactivo; *Digitaria insularis*.

1. Introdução

As formas de cultivo em sua totalidade estão sujeitas a diversos fatores ambientais que, direta ou indiretamente, podem comprometer o desenvolvimento das plantas. Dentre os fatores bióticos que contribuem para a baixa produtividade das culturas, as perdas ocasionadas por doenças, pragas e plantas daninhas são as que requerem maior esforço para serem minimizadas Angelotti (2009).

Plantas daninhas são as espécies que se desenvolvem em locais indesejados, sendo exóticas ou não, crescem e produzem sementes em uma ampla variedade de condições climáticas e edáficas. As sementes apresentam diversos mecanismos de dormência e de dispersão; apresentam crescimento inicial rápido; grande longevidade das sementes e descontinuidade de germinação. Algumas espécies produzem mais de uma geração por ano; grande número de sementes por planta; e sistema radicular abundante; sendo dotadas de grande habilidade competitiva por água, luz e nutrientes; e podem em alguns casos apresentar efeito alelopático sobre outras espécies vegetais Pereira et al. (2011).

Conceitualmente alelopatia é a influência de um indivíduo sobre o outro, este pode prejudicar ou favorecer o segundo. Diz-se que o efeito é realizado por biomoléculas produzidas por uma planta e lançadas no ambiente, seja na fase aquosa do solo ou substrato, seja por substâncias gasosas volatilizadas no ar que cerca as plantas terrestres Rizvi et al. (1992). Segundo Miller (1996), o efeito alelopático é classificado em dois tipos: autotoxicidade, que é um mecanismo intraespecífico de alelopatia, ocorrendo quando, uma espécie de planta libera determinada substância química que inibe ou retarda a germinação e o crescimento de plantas da própria espécie; heterotoxicidade, ocorre quando uma substância com efeito fitotóxico é liberada por determinada planta afetando a germinação e o crescimento de plantas de outras espécies.

Moura (2013) avaliou o efeito alelopático do óleo essencial de cravo-da-Índia, canela e alfavaca-cravo sobre picão preto sugerindo que estes são bons candidatos para serem estudados no controle desta planta daninha. Boehm e Simonetti (2014) demonstraram em seus estudos que a utilização do extrato de crambe influenciou de forma negativa a germinação de sementes de capim-amargoso. Tendo em vista que as plantas daninhas podem desenvolver resistência aos métodos de controle químicos, investigar o efeito alelopático de outras espécies sobre sua germinação, e desenvolvimento inicial pode ser uma alternativa promissora no controle das mesmas, especialmente as de difícil controle, como é o caso do capim amargoso, o qual tem gerado grandes perdas nas lavouras.

O capim amargoso, *Digitaria insularis* (L.) Fedde, é uma planta daninha de desenvolvimento lento, depois de 45 dias

de germinação suas raízes formam rizomas que dificultam seu controle e a torna extremamente agressiva. Após instalado em uma área com cultivo de soja, por exemplo, pode ocasionar perdas de até 44% (Gazziero et al., 2012). Dentre as características que torna o capim amargoso extremamente tolerante ao uso de herbicidas, destaca-se, além da presença de rizoma e cera na superfície foliar, a ocorrência de biótipos resistentes ao glifosato (Barroso, 2013).

O controle de plantas daninhas em pastagem pode variar conforme a realidade local, as características da planta invasora, da espécie forrageira, do tamanho da propriedade e do nível tecnológico empregado (Pereira et al., 2011), sendo uma alternativa ao controle químico o uso de aleloquímicos que podem promover alterações nas propriedades do solo, de suas condições nutricionais e nas populações e/ou atividade dos microrganismos. O modo de ação direto ocorre quando o aleloquímico liga-se às membranas da planta receptora ou penetra nas células, interferindo diretamente no seu metabolismo Ferreira e Aquila (2000).

A eficiência da alelopatia para esta cultura ainda não está completamente descrita, e diante disso faz-se necessária a investigação de compostos naturais, produtos do metabolismo de plantas, por exemplo, que atuem como biomoléculas eficientes no controle de amargoso, dentre elas o gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) com efeito alelopático relatado para outras culturas. O gengibre é uma planta utilizada especialmente na medicina popular no tratamento de disenteria, malária, reumatismo e resfriados (Sabulal et al., 2006; Magalhães et al., 1997). Seu extrato também apresenta comprovada atividade antimicrobiana frente a diversos patógenos alimentares (Majolo et al., 2014). Contudo, estudos acerca do efeito alelopático do extrato ou do óleo de gengibre, ainda são escassos. Defaveri (2018), por sua vez, relatou efeito positivo do extrato aquoso de gengibre, em diferentes concentrações 1,25%; 2,5%; 5% e 10%, sobre sementes de azevém, picão-preto e nabo.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi investigar o potencial alelopático de diferentes concentrações do extrato aquoso de *Z. officinale* sobre a germinação de sementes de capim amargoso.

2. Metodologia

2.1 Preparo do extrato bruto

Os rizomas de *Zingiber officinale* foram coletados em canteiros experimentais no horto Medicinal da Universidade Paranaense – Unipar, campus II. Estes foram fatiados, secos e pulverizados, obtendo um pó com a granulometria de 850 µm. A técnica para o preparo do extrato foi por maceração dinâmica com renovação do solvente Brasil (2010), utilizando como solvente etanol a 95% Abdulaziz et al. (2013). A seguir o extrato foi concentrado em um evaporador rotativo, até obtenção do extrato bruto.

2.2 Atividade Alelopática

O experimento foi realizado no Laboratório de Biotecnologia de Produtos e de Micro-organismos da Universidade Paranaense – UNIPAR, campus Sede, Umuarama – PR e trata-se de uma pesquisa laboratorial e quantitativa, seguindo as premissas da metodologia científica apresentadas por Estrela (2018).

As análises foram conduzidas em delineamento experimental inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e quatro repetições, sendo eles: extrato aquoso a 1%; extrato aquoso a 0,75%; extrato aquoso a 0,50% e extrato aquoso a 0,25%. Os extratos foram preparados a partir de uma solução padrão do extrato bruto de gengibre diluído em Tween 80% e água destilada. Como controle foi utilizada uma solução de Tween 80 a 1,0% e água destilada.

As sementes foram coletadas de 25 plantas de capim amargoso (*Digitaria insularis*) em infestações naturais localizadas em áreas de confinamento de gado de corte, no município de Santa Mônica, PR, na fazenda Primavera, em junho de 2019, constituindo lotes entre cinco e dez gramas de sementes.

O teste de germinação foi conduzido em caixas de plástico do tipo gerbox (11,0 x 11,0 x 3,5cm) transparentes. Estas

foram previamente limpas com água sanitária comercial (2,5% de cloro ativo) diluída em água a 5% (v/v) e, álcool 70% (v/v). Para cada repetição do teste foram dispostas 50 sementes, previamente imersas em água destilada por 1 hora a fim de minimizar a desuniformidade na germinação, sobre duas folhas de papel germitest previamente autoclavadas a 120 °C por 20 min, e umedecidas com quantidade de extrato ou solução de Tween 1,0% correspondente a 2,5 vezes a massa do papel seco Brasil (2009). As caixas foram mantidas em câmaras B.O.D. com controle de temperatura de 25 °C Brasil (2009) e fotoperíodo diário de 16 horas de luz.

A avaliação do potencial alelopático do extrato de gengibre foi realizada pela determinação da porcentagem de germinação e do índice de velocidade de germinação (IVG). A avaliação dos resultados foi realizada no primeiro dia em que as plantas começarem a germinar (protrusão da radícula). A interpretação do teste de germinação ocorreu diariamente por 14 dias, sendo a primeira contagem aos 7 dias após a instalação do experimento e a última aos 14 dias. A porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação foram realizados de acordo com Labouriau e Valadares (1976) e Maguire (1962). Germinação (G): calculada pela fórmula

$$G = (N/100) \times 100, \text{ em que:}$$

N = número de sementes germinadas ao final do teste.

Unidade: %.

O índice de velocidade de germinação (IVG): foi calculado pela fórmula

$$IVG = \sum (n_i / t_i), \text{ em que:}$$

n_i = número de sementes que germinaram no tempo 'i';

t_i = tempo após instalação do teste; $i = 1 \rightarrow 63$ dias.

Unidade: adimensional.

2.3 Análise dos dados

Os parâmetros avaliados foram analisados estatisticamente por meio da análise de variância aplicando-se o teste F. Os parâmetros qualitativos foram analisados pelo teste de Tukey e análise de regressão em nível de 5 % de probabilidade de erro. As análises foram realizadas no programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

3. Resultados e Discussão

A variável porcentagem de germinação foi significativa ($p \leq 0,05$) na 1ª e 2ª contagem (contagem final). Em ambas as contagens se observou redução no percentual de germinação conforme aumento na concentração do extrato de gengibre. O maior valor de porcentagem de germinação, observada 7 dias após a instalação do experimento, foi verificado no tratamento controle, com valor observado de 27,50% (Tabela 1), o qual recebeu apenas a solução de Tween 80%. Este tratamento diferiu estatisticamente dos demais ($p \leq 0,05$), os quais utilizaram o extrato de gengibre, em diferentes concentrações, como potencial agente inibidor da germinação. As concentrações testadas não diferiram estatisticamente entre si, embora, a concentração de 1,0% tenha apresentado apenas uma semente germinada na primeira contagem. Na segunda, e última contagem, avaliada 14 dias após o início do experimento foi possível verificar maior número de sementes germinadas nas concentrações de 0,25 (67%), 0,50% (47,50%) e no tratamento controle (60,50%), os quais não diferiram estatisticamente entre si. Ainda na última

contagem observou-se redução no percentual de germinação para a concentração de 1% (apenas 6%), que diferiu dos demais tratamentos, com exceção da concentração de 0,75%.

Tabela 1 - Efeito alelopático do extrato aquoso de gengibre sobre a porcentagem de germinação (%G) aos 7 (1ª contagem) e 14 dias (contagem final) após a instalação do experimento, e Índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de capim-amargoso

Concentrações	%G		IVG
	1ª contagem	2ª contagem (final)	
Controle	27,50a	60,50ab	4,58a
0,25	9,50b	67,00a	4,09a
0,50	10,00b	47,50ab	2,56ab
0,75	5,00b	27,50bc	1,46bc
1,0	1,00b	6,00c	0,35c
CV	57,95	36,72	37,77

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. CV=Coeficiente de variação. Fonte: Autores.

Melo et al. (2018) destacaram a eficiência do uso de *Crotalaria juncea* na redução da germinação de capim amargoso, evidenciado pelo efeito alelopático desta, o qual foi associado à pirrolizidina, um alcalóide encontrado na mesma, ressaltando ainda que os níveis de redução de germinação foram mais elevados nos tratamentos que continham maior disposição de biomassa de *C. juncea*. Alcaloides, assim, como o ácido cinâmico, flavonoides, terpenoides e esteroides constituem os cinco grupos descritos por Whittaker e Feeny (1971) como potenciais aleloquímicos, podendo atuar na fotossíntese, respiração, assimilação de nutrientes, síntese de proteínas, atividades enzimáticas, permeabilidade da plasmalema e no desenvolvimento da planta (Almeida, 1988; Siqueira et al., 1991).

O gengibre contém várias substâncias bioativas, como os monoterpenos, terpenóides, uma comprovada classe com potencial alelopático (Whittaker & Feeny, 1971) e sesquiterpenos (Mesomo, 2013). Monoterpenos podem afetar a taxa respiratória de algumas plantas, conforme evidenciado por Einhelling (1986) o qual verificou, em plantas de trigo (*Triticum aestivum*), redução, ou aumento da respiração, conforme o monoterpeno avaliado. A reativação do processo respiratório, requer a pré-existência de enzimas mitocondriais nos embriões das sementes, sem as quais o incremento da atividade respiratória fica comprometida interferindo, portanto, no desenvolvimento do embrião e na germinação da semente (Taiz et al., 2017).

Boehm e Simonetti (2014), avaliando o efeito de extrato vegetais, verificaram alto índice de sementes mortas e desenvolvimento de plântulas anormais de capim-amargoso, após tratamento com aplicação de extrato do fruto de crambé, evidenciando seu potencial alelopático. Estudos direcionados à investigação do extrato de gengibre sobre sementes de capim-amargoso ainda são escassos, mas seu potencial alelopático vem sendo estudo sobre outras espécies.

Defaveri (2018) aplicou extrato de funcho (*Foeniculum vulgare*) e gengibre (*Z. officinalis*), nas concentrações de 0% (testemunha); 1,25%; 2,5%; 5% e 10%, sobre as espécies de nabo (*Raphanus raphanistrum*), azevém (*Lolium multiflorum*) e picão (*Bidens pilosa*), e verificou que ambas as espécies testadas apresentaram potencial alelopático, contudo, o extrato de funcho mostrou-se mais eficiente sobre as espécies de nabo, azevém e picão preto, destacando, portanto, que o extrato de gengibre ainda necessita de novos estudos, para comprovar o seu efeito sobre espécies daninhas. Conforme observado em nosso trabalho o aumento da concentração dos extratos resultou em redução do percentual e do índice de velocidade de germinação.

A variável índice de velocidade de germinação também foi significativa ($p \leq 0,05$), indicando redução na velocidade de germinação conforme aumento da concentração do extrato de gengibre (Tabela 1). Esta variável expressa o tempo gasto para a

germinação de todas as sementes avaliadas, portanto, valores maiores para IVG, conforme observado no controle e concentrações de 0,25% e 0,50% indicaram que as sementes germinaram mais rapidamente; ao contrário do que foi observado para as maiores concentrações do extrato de gengibre. Estes resultados sugerem que o extrato aquoso de gengibre apresenta potencial atividade alelopática sobre o capim-amargoso, retardando o início da germinação e, podendo, eventualmente, ser utilizado como uma alternativa no controle desta planta daninha.

Diante disso, novos estudos serão considerados com o objetivo de analisar o perfil fitoquímico do extrato de gengibre, destacando os compostos majoritários e sua correlação com o potencial alelopático desta espécie sobre capim-amargoso.

4. Conclusão

O extrato aquoso de gengibre apresenta potencial atividade alelopática sobre o capim amargoso, retardando o início da germinação e tendo impacto direto sobre o percentual de germinação, sugerindo assim seu uso como controle pré-emergente *D. insularis*.

Referências

- Abdulaziz Bardî, D., Halabi, M. F., Abdullah, N. A., Rouhollahi, E., Hajrezaie, M., & Abdulla, M. A. (2013). In vivo evaluation of ethanolic extract of *Zingiber officinale* rhizomes for its protective effect against liver cirrhosis. *BioMed Research International*, 2013.
- Almeida, F. S. A. Alelopatia e as plantas. Circular 53. Instituto Agrônomo do Paraná. 1988. 60 p.
- Angelotti, F. (2009). Mudanças climáticas e os problemas fitossanitários. In Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Seminário Brasileiro De Produção Integrada De Frutas, 11.; Seminário Sobre Sistema Agropecuário De Produção Integrada, 3., 2009, Petrolina. Produção integrada: base de sustentabilidade para a agropecuária brasileira. Petrolina: Embrapa Semi-Árido: Valexport, 2009.
- Barroso, A. A. M. (2013). Caracterização genética e foliar de capim-amargoso resistente ao herbicida glyphosate e eficácia de seu controle com associação de herbicidas (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Boehm, N. R., & Simonetti, A. P. M. M. (2014). Interferência alelopática do extrato de crambe sobre sementes de capim-amargoso. *Revista Cultivando o Saber*, 7(1), 83-93.
- Brasil (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. MAPA/ACS. 399p.
- Brasil, A. (2010). Farmacopéia brasileira. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 546, 2v.
- Defaveri, A. (2018). Atividade alelopática de gengibre e funcho sobre germinação e desenvolvimento inicial de plantas daninhas (Master's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná).
- Einhellig, F. A. (1986). Mechanisms and modes of action of allelochemicals. In: Putnam, A. R. & Tang, C. S. (Eds). *The Science of Allelopathy*. EUA: John Wiley & Sons. p. 171-188.
- Estrela, C. (2018). Metodologia científica: ciência, ensino, pesquisa. Artes Médicas.
- Ferreira, A. G., & Aquila, M. E. A. (2000). Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 12(1), 175-204.
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 5.1Build 72. Lavras: DEX/ UFLA.
- Gazziero, D. L. P., Voll, E., Fornarolli, D., Vargas, L., & Adegas, F. S. (2012). Efeitos da convivência do capim-amargoso na produtividade da soja. In Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Congresso Brasileiro Da Ciência Das Plantas Daninhas, 28., 2012, Campo Grande. A ciência das plantas daninhas na era da biotecnologia: anais. SBCPD, 2012. 6 p. Trab. 733.
- Labouriau, L. G.; & Valadares, M. B. (1976). On the germination of seeds of *Calotropis procera*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 48:174-186.
- Magalhães, M. T., Koketsu, M., Gonçalves, S. L., Cornejo, F. E. P., & Marques, L. M. R. (1997). Gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) brasileiro: aspectos gerais, óleo essencial e oleoresina. parte 2-secagem, óleo essencial e oleoresina. *Food Science and Technology*, 17(2), 132-136.
- Maguire, J.D. (1962). Velocidade de germinação - Ajuda na seleção e avaliação para emergência e vigor de plântulas 1. *Crop science*, 2 (2), 176-177.
- Majolo, C., Nascimento, V. P. D., Chagas, E. C., & Chaves, F. C. M. (2014). Atividade antimicrobiana do óleo essencial de rizomas de açafrão (*Curcuma longa* L.) e gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) frente a salmonelas entericas isoladas de frango resfriado. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 16(3), 505-512.
- Melo, T. S., da Silva, L. B. X., Marques, R. F., & Concenço, G. (2018). Efeito alelopático de *Crotalaria juncea* sobre capim amargoso. In Embrapa Clima Temperado-Resumo em anais de congresso (ALICE). In: jornada de iniciação à pesquisa da EMBRAPA, 2017, Dourados. Resumos... Dourados, Embrapa Agropecuária Oeste, 2018.

- Mesomo, M. C. (2013). Obtenção de extrato de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) usando CO₂ supercrítico e propano comprimido: cinética de extração e Atividade biológica.
- Miller, D. A. (1996). Allelopathy in forage crop systems. *Agronomy Journal*, 88(6), 854-859.
- Moura, G. S., do Amaral Jardimetti, V., Nocchi, P. T. R., Schwan-Estrada, K. R. F., & Franzener, G. (2013). Potencial alelopático do óleo essencial de plantas medicinais sobre a germinação e desenvolvimento inicial de picão-preto e pimentão. *Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde*, 17(2).
- Pereira, F., Verznigassi, J. R., Arias, E. R. A., de Carvalho, F. T., & Paula e Silva, A. D. (2011). Controle de plantas daninhas em pastagens. Embrapa Gado de Corte-Documentos (INFOTECA-E).
- Rizvi, S. J. H., Haque, H., Singh, V. K., & Rizvi, V. (1992). Uma disciplina chamada alelopatia. Em *Alelopatia* (pp. 1-10). Springer, Dordrecht.
- Sabulal, B., Dan, M., Kurup, R., Pradeep, N. S., Valsamma, R. K., & George, V. (2006). Caryophyllene-rich rhizome oil of *Zingiber nimmonii* from South India: Chemical characterization and antimicrobial activity. *Phytochemistry*, 67(22), 2469-2473.
- Siqueira, J. O., Nair, M. G., Hammerschmidt, R., Safir, G. R. & Putnam, A. R. Significance of phenolic compounds in plant-soil-microbial systems. *Critical Reviews in Plant Science*, 10: 63-121, 1991.
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. N., & Murphy, A. (2017). *Fisiologia e Desenvolvimento vegetal*. Artmed, (6a ed.).
- Whittaker, R. H., & Feeny, P. P. (1971). *Allelochemicals: chemical interactions between species*. *Science*, 171(3973), 757-770.