

ÓLEO ESSENCIAL DE CRAVO-DA-ÍNDIA (*Syzygium aromaticum*) COMO BIOHERBICIDA NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

Proponente: Isadora de Souza Waligura

Curso: Agronomia

Início do projeto: 15/05/2022

Término do projeto: 28/04/2023

Grupo de pesquisa: Toxicologia e Plantas Tóxicas

Linha da pesquisa: Produção Vegetal e Animal

Assunto/tema:

Óleo essencial de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) como bioherbicida no controle de plantas daninhas

Justificativa:

Justifica-se o presente estudo pela interferência das plantas daninhas em atividades antrópicas, seja de maneira direta ou indireta, ocasionando consequências negativas nas atividades agropecuárias. Além disso, o uso exacerbado de herbicidas como medida de controle de plantas daninhas provoca contaminação humana, animal e ambiental; e aumento dos custos de produção para os agricultores. Sendo assim, faz-se necessário à utilização de métodos alternativos e complementares para o controle das plantas daninhas, com vistas a promover a sustentabilidade do sistema de produção, por meios em constante evolução, tal qual o uso óleo essencial de cravo-da-índia como bioherbicida de moléculas naturais.

Formulação do Problema:

A aplicação de óleo essencial de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) tem potencial bioherbicida causando fitotoxidades em plantas daninhas?

Formulação da Hipótese:

H0: A aplicação de óleo essencial de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) não foi eficaz no controle de plantas daninhas.

H1: A aplicação de óleo essencial de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) apresentou eficácia no controle de plantas daninhas.

Objetivo Geral:

Avaliar a ação do óleo essencial de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) como bioherbicida no controle de plantas daninhas.

Objetivos específicos:

Avaliar a ação do bioherbicida sobre o crescimento de plantas daninhas;

Verificar a eficiência de controle de plantas daninhas submetidas a aplicação de óleo essencial de cravo-da-índia;

Determinar qual concentração de óleo essencial de cravo-da-índia tem efeito fitotóxico sobre as plantas daninhas.

Fundamentação teórica:

Existem inúmeras definições para o termo “plantas daninhas”, assim como a utilização de diversas denominações para identificar estas plantas, como “plantas invasoras” e “ervas daninhas”. Embora, conforme Rana e Rana (2018), a maioria dos autores as definem como plantas que crescem onde não são desejadas. Neste sentido, Brighenti e Oliveira (2011) caracterizam as plantas daninhas como aquelas plantas que não são submetidas a melhoramento genético; apresentam rusticidade; resistência a pragas e doenças; habilidade de produzir grande número de sementes viáveis, o que permite elevada dispersão da espécie; e capacidade de crescer em condições adversas.

Entretanto, Silva e Silva (2007) afirmam que uma planta só pode ser considerada daninha se estiver, direta ou indiretamente, interferindo negativamente em determinada atividade antrópica. Carvalho (2013, p. 49) relata que a interferência são ações negativas causadas pelas plantas daninhas nos cultivos e atividades humanas

De forma direta, a interferência mais recorrente é a competição (PEREIRA, 2020), na qual recursos essenciais como nutrientes, luz, água e espaço, são passíveis de disputa, o que pode acarretar perdas no rendimento da cultura de interesse econômico (VASCONCELOS *et al.*, 2012). Ademais, a alelopatia é outra forma de interferência direta que ocasiona danos significativos. Este termo foi definido por Rice (1974) como o efeito prejudicial de uma planta sobre outra por meio da produção de aleloquímicos liberados no ambiente. Biffe *et al.* (2018, p. 339) esclarecem que a diferença entre estas duas interferências está no fato de a “[...] competição retirar do

meio fatores de crescimento necessários a ambas as plantas, enquanto, para alelopatia, ocorre adição de substâncias ao meio”.

Em relação às interferências indiretas, Embrapa (2022) aponta danos como o aumento do custo de produção, dificuldade de colheita, depreciação da qualidade do produto e hospedagem de pragas e doenças. O efeito sobre o rendimento é variável, embora estimativas realizadas pela Embrapa (2022) apontem que, quando não é realizado o controle das plantas daninhas, a redução pode alcançar até 90%, ficando estas perdas, em média, de 13 a 15% na produção de grãos.

Por outro lado, Silva *et al.* (2018) relatam que os métodos de controle de plantas daninhas são o controle preventivo, cultural, mecânico, físico, biológico e químico. Além disso, afirmam que o método de controle a ser utilizado leva em consideração a atividade agrícola e as plantas daninhas que ocorrem na área, além de fatores relacionados com aspectos de tecnologia e ambientais e que a melhor solução é a integração de diferentes métodos de controle, diversificando as estratégias.

O método preventivo consiste no emprego de medidas que visem impedir a introdução e a disseminação de plantas daninhas em locais onde elas não estão presentes (BIFFE *et al.*, 2018). O controle cultural corresponde ao manejo da própria cultura para controlar as plantas daninhas (CARVALHO, 2013), tal como a utilização de cobertura verde e variação na densidade de plantio. O arranquio, a capina manual, a roçada e o cultivo mecanizado são medidas de controle caracterizadas como mecânicas, enquanto o manejo físico consiste na utilização de métodos como solarização, fogo, inundação e eletricidade no controle das plantas daninhas (SILVA *et al.*, 2018).

A supressão ou a estabilização de populações de plantas daninhas por meio da utilização de determinados organismos que dependem destas plantas para a sua sobrevivência (BIFFE *et al.*, 2018) caracteriza o controle biológico. Por fim, o controle químico, método mais utilizado em grandes cultivos na agricultura convencional, baseia-se no emprego de produtos químicos denominados herbicidas que, aplicados às plantas, interferem em seus processos bioquímicos e fisiológicos, provocando morte ou retardamento significativo do crescimento destas (BIFFE *et al.*, 2018).

O método químico, apesar de apresentar vantagens como praticidade e eficiência quando comparada a outras ferramentas de controle, têm sido utilizado de forma indiscriminada. E tal conduta, conforme Embrapa (2022), provocou a evolução de resistência em inúmeras espécies, tornando os custos de produção onerosos,

inviabilizando a utilização de determinados herbicidas e prejudicando o manejo das plantas daninhas resistentes. Não obstante, Oliveira e Brighenti (2018) apontam outras desvantagens da utilização deste controle: toxicidade ao homem e animais; riscos de danos por deriva a lavouras vizinhas; danos a culturas plantadas em sucessão; contaminação de água e solo; e eficiência diretamente influenciada por condições ambientais.

Diante disto, o uso de biológicos é “uma das alternativas mais utilizadas pela agricultura moderna, também chamada de agricultura sustentável ou alternativa” (TODERO, 2021, p. 24). Ainda, Galon *et al.* (2016) reforçam que, do ponto de vista sustentável e ecológico, o controle biológico é o método mais adequado para controle de plantas daninhas. Villaverde *et al.* (2014) apontam que os agentes de controle biológico são categorizados em macrorganismos, microrganismos, mediadores químicos e substâncias naturais.

Com foco na última categoria, a qual pode ser caracterizada pela utilização de substâncias oriundas de plantas ou animais, têm-se os bioherbicidas. Estes são produtos que se originam naturalmente de organismos vivos ou metabólitos naturais e são classificados como específicos para o hospedeiro e não específicos para o controle de plantas daninhas (BAILEY, 2014; RADHAKRISHNAN *et al.*, 2018).

A ação dos bioherbicidas consiste na redução do crescimento de plantas daninhas devido às baixas taxas de divisão celular, absorção de nutrientes, síntese de pigmentos fotossintéticos e de hormônio de crescimento vegetal, enquanto a produção de espécies reativas de oxigênio (ERO) e hormônios mediados por estresse aumentam (TODERO, 2021). Além disso, Radhakrishnan *et al.* (2018) elucidam que alguns dos metabólitos causam clorose e necrose, impedindo a germinação e o crescimento de sementes das plantas daninhas, suprimindo as atividades de fotossíntese e aumentando as EROs, o ácido abscísico e o etileno.

Meseldžija *et al.* (2017) avaliaram o efeito herbicida do óleo essencial de cravo-da-índia sobre espécies de figueira brava (*Datura stramonium*) e esparguta (*Stellaria media*) nas concentrações de 5% e 10% (v/v) aplicado quando estas espécies apresentavam de 2 a 4 folhas verdadeiras. Os autores observaram fenômenos fitotóxicos nas formas de perda de turgescência, manchas cloróticas e posteriormente necróticas, logo após 1h de aplicação do óleo. O efeito completo na supressão das plantas foi verificado após 48h de aplicação.

Por outro lado, Alves (2017) observou que o uso da substância eugenol, extraída do óleo essencial de cravo-da-índia, apresenta potencial para manejo de alface e sorgo, apresentando em seus resultados positiva toxicidade. De maneira análoga, este trabalho pretende realizar a análise de fitotoxicidade em sementes de algumas espécies daninhas, posto que a substância eugenol, conforme Stoklosa *et al.* (2012), apresenta efeito tóxico, atuando nas membranas e promovendo o vazamento de eletrólitos, que pode ser agravado progressivamente, à medida que a planta modelo for submetida a maiores intensidades luminosas. Logo, como o eugenol é componente majoritário do óleo essencial de cravo-da-índia (TORRES, 2017), espera-se que apresente efeitos deletérios em plantas daninhas.

Encaminhamentos metodológicos:

O presente trabalho foi conduzido no período de setembro a dezembro de 2022, em ambiente protegido (casa de vegetação) instalado na Fazenda Escola do Centro Universitário Assis Gurgacz, localizada no município de Cascavel, região Oeste do Paraná, com latitude 24° 57' 21" S e longitude 53° 27' 19" W e altitude média de 781 m.

O óleo essencial de cravo-da-índia foi adquirido comercialmente. A aplicação dos tratamentos foi realizada em ambiente protegido, mediante preparação da calda para aplicação com diferentes concentrações do óleo essencial e utilizando água como solvente. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo as seguintes proporções de soluto e solvente: 0:1000, 20:1000, 40:1000, 60:1000, 80:1000 mL mL⁻¹, ou seja, 0; 2%; 4%; 6% e 8% de óleo essencial, respectivamente.

Os vasos utilizados foram com volume de 8 L, preenchidos com solo da camada de 0 a 20 cm coletado a campo. As sementes de algumas espécies daninhas, eudicotiledôneas e monocotiledôneas, foram coletadas na Fazenda Escola e semeadas nos vasos para garantir que houvesse plantas para controle. A aplicação do bioherbicida foi feita quando as plantas daninhas apresentarem de 2 a 6 folhas verdadeiras (Figura 1).

Foi avaliada a eficiência de controle por meio do uso de escala, apresentando os valores em porcentagem de controle, avaliada aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias após a aplicação dos tratamentos. As avaliações serão visuais e com base na classificação da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995). Será

coletada a parte aérea viva ou morta das plantas daninhas presentes no vaso para determinação de massa seca, estas serão secas em estufa com circulação forçada de ar e, posteriormente, pesadas em balança de precisão. Por fim, será avaliado se ocorreu a rebrota das plantas daninhas aos 21 dias após a aplicação do bioherbicida.

Os dados serão submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias dos tratamentos serão comparadas entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade de erro, utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2019).

Figura 1 – Imagens das plantas daninhas no momento da aplicação dos tratamentos e 7 dias após.



Resultados e discussão

Verificando a análise das plantas daninhas, utilizando diferentes doses de cravo-da-índia, observa-se na Tabela 1 que as plantas que estavam nas bandejas e apresentavam entre 5 e 10 cm, não verificou-se diferença entre os tratamentos, com média de 0,53 g de massa seca. Já as plantas maiores que estavam nos vasos (10 a 20 cm de altura) foi observado diferença estatística significativa entre os tratamentos.

Tabela 1 - Valores médios da massa no controle de plantas daninhas submetidas a diferentes doses de óleo essencial de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) como bioherbicida.

Tratamentos	Massa seca de plantas em vasos (g)	Massa seca de plantas em bandejas (g)
0%	6,30 ab	0,40 a
2%	6,30 ab	0,60 a
4%	9,07 a	0,62 a
6%	4,75 ab	0,37 a
8%	4,00 b	0,65 a
Fonte de variação	Quadrado médio	
Blocos	2,6205	0,0193
Tratamentos	15,162*	0,0692 ns
Média geral	6,09	0,53
CV(%)	32,67	43,81

C.V. = Coeficiente de variação; ns = não significativo; *Significativo pelo p-valor menor ou igual a 5%.

O tratamento com utilização de 8 % de óleo de cravo resultou em redução da massa de plantas em relação ao tratamento com 4 %, sendo igual aos demais tratamentos. A aplicação de 4 % de óleo de cravo resultou na maior média numérica entre os tratamentos testados, pressupondo efeito benéfico de sua aplicação. De acordo com Mazaffera (2003), o extrato etanólico do cravo-da-índia possui efeito alelopático, inibindo a germinação e o desenvolvimento de várias espécies, como crotalária, trigo, azevém e outras, o mesmo, também obteve resultados positivos com extratos de cravo-da-índia inibindo a germinação das plantas.

Outros trabalhos também identificaram efeitos alelopáticos do cravo-da-índia, como o de Formagio (et al., 2012) utilizando diferentes doses sobre *Camelina sativa*. Moura et al. (2013) observou em seu trabalho que o comprimento de plântulas de picão preto e pimentão foi menor em relação a testemunha quando utilizado o óleo de cravo-da-índia nas folhas a 1% de concentração, assim como em outro trabalho Moura (et al., 2014) ainda utilizando óleo de cravo-da-índia com 1% de concentração obteve efeito inibitório sobre sementes e plântulas de picão preto e tomate.

Ocorreu requeima imediata nas plantas após a aplicação de óleo de cravo, mas como estas estavam dentro de estufa plástica, o seu efeito posterior pode ter sido reduzido pela menor presença de luz, concomitante com dia nublado após a aplicação. Sugere-se novos estudos com doses e plantas a pleno sol para verificar a ação do óleo e até mesmo seu uso como indutor do crescimento em plantas.

Conclusão:

Os resultados obtidos neste trabalho mostram que quando submetidos a diferentes doses de óleo de cravo-da-índia as plantas daninhas, não apresentam efeito redutor em plantas, indicando que não houve efeito alelopático sobre essas espécies.

Referências:

ALVES, T. A.; *et al.* Fitotoxicidade do eugenol e do ácido eugenoxiacético sobre a germinação e crescimento de alface e sorgo. *In*: XXI ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, XVII ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO E VII ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA. 2017, Alegre. **Anais**. Alegre: Universidade do Vale do Paraíba, 2017. p. 01-05.

BAILEY, K. L. The bioherbicide approach to weed control using plant pathogens. *In*: Abrol, D., P. **Integrated pest management: current concepts and ecological perspectives**. San Diego: Elsevier, 2014, p. 245-266.

BIFFE, D. F.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S. Interferência das plantas daninhas nas plantas cultivadas. *In*: BRANDÃO FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L.; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R. **Hortaliças-fruto**. Maringá: EDUEM, 2018, p. 339-355.

BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. Biologia de plantas daninhas. *In*: OLIVEIRA JÚNIOR, R., S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011, p. 1-36.

CARVALHO, L. B. **Plantas daninhas**. Lages: edição pelo autor, 2013.

EMBRAPA. **Plantas daninhas**. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-plantas-daninhas/sobre-o-tema#:~:text=As%20perdas%20estimadas%20ocasionadas%20pelas,15%25%20na%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20gr%C3%A3os>. Acesso em: 30 ago. 2022.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, dez. 2019.

FORMAGIO, A.S.N.; MASETTO, T.E.; VIEIRA, M.C.; ZARATE, N.A.H.; COSTA, W.F. FATORI, L.N.; SARRAGIOTTO, M.H. Potencial alelopático de *Tropaeolum majus* L. na germinação e crescimento inicial de plântulas de picão-preto. **Ciencia Rural**, v.42, n.1, p.83-89, 2012.

GALON, L. *et al.* Manejo biológico de plantas daninhas – breve revisão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 15, n. 1, p. 116-125, jan./mar. 2016.

MAZZAFERA, P. Efeito alelopático do extrato alcoólico do cravo-da-índia e eugenol. **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, n.2, p.231-238, 2003.

MESELDŽIJA, M.; BABEC, I.; DUDIĆ, M. Efekti etarskih ulja karanfilića (*Syzygium aromaticum* L.) i cimeta (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) i kao potencijalnih bioherbicida na *Datura stramonium* L. i *Stellaria media* (L.) Vill. **Acta herbologica**, v. 26, n. 1, p. 59-68, 2017.

MOURA, G. S.; DO AMARAL JARDINETTI, V.; NOCCHI, P. T. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; FRANZENER, G. Potencial alelopático do óleo essencial de plantas medicinais sobre a germinação e desenvolvimento inicial de picão-preto e pimentão. **Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 17, n. 2, 2013.

MOURA, Gabriela Silva et al. Potencial alelopático do óleo essencial de plantas medicinais sobre germinação e desenvolvimento inicial de picão preto e pimentão. **Ensaio e ciência: ciências biológicas, agrarias e da saúde**, v. 17. N 2., p-51-62. 2014.

OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, A. M. **Controle de plantas daninhas: métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia**. Brasília: Embrapa, 2018.

PEREIRA, E. L. **Efeito alelopático de óleos e extratos para controle de plantas daninhas**. 2020. Monografia (Graduação em Agronomia) – Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2020.

RADHAKRISHNAN, R.; ALQARAWI, A. A.; ALLAHB, E. F. A. Bioherbicides: Current knowledge on weed control mechanism. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 158, p. 131-138, ago. 2018.

RANA, S. S.; RANA, M. C. **Principles and practices of weed management**. 2^a ed. Palampur: CSK Himachal Pradesh Krishi Vishvavidyalaya, 2018.

RICE, E. L. **Allelopathy**. Orlando: Academic Press, 1984.

SBCPD - SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV, 2007.

SILVA, A. F. et al. Métodos de controle de plantas daninhas. In: OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, A. M. **Controle de plantas daninhas: métodos físicos, mecânico, cultural, biológico e alelopatia**. Brasília: Embrapa, 2018. p. 11-33.

STOKŁOSA, A. et al. Phytotoxic activity of clove oil, its constituents, and its modification by light intensity in broccoli and common lambsquarters (*Chenopodium album*). **Weed Science**, v. 60, n. 4, p. 607-611, jan. 2017.

TODERO, I. **Formulação e aplicação de metabólitos produzidos por *Fusarium fujikuroi* com ação bioherbicida**. 2021. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2021.

TORRES, N. M. P. O. **Uso do ácido lipoico para obtenção de agentes antiglicantes**. 2017. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

VASCONCELOS, M. C. C.; SILVA, A. F. A.; LIMA, R. S. Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 1, p. 01-06, jan./mar. 2012.

VILLAYERDE, J. J. *et al.* Biopesticides in the framework of the European pesticide regulation (EC) nº 1107/2009. **Pest Management Science**, v. 70, n. 1, p. 02-05, out. 2014.

Palavras-chaves:

Palavras-chaves: Substâncias naturais. Manejo biológico. Bioherbicida.

Equipe de Pesquisa:

Nome	Função	Carga horária
Isadora de Souza Waligura	Pesquisador	50
Augustinho Borsoi	Dr. Orientador	20