

# BIOMASSA DE CITRONELA COMO ESTRATÉGIA SUSTENTÁVEL PARA O CONTROLE DA TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS

## CITRONELLA BIOMASSA AS A SUSTAINABLE STRATEGY FOR CONTROLLING THE DIAMONDBACK MOTH

Joseila Maldaner<sup>1</sup>, Rosana Matos de Moraes<sup>2</sup>, Madalena Boeni<sup>3</sup>,  
Adriane Luiza Schú<sup>4</sup>, Ionara Fátima Conterato<sup>5</sup> e Juliana Marchesan<sup>6</sup>

### RESUMO

A citronela (*Cymbopogon winterianus*) é uma planta reconhecida por suas propriedades repelente e inseticida, sendo seu óleo essencial (OE) estudado para o controle de diferentes pragas. Neste trabalho, foi investigado o efeito comparativo entre o OE de citronela e a massa verde de suas folhas no controle de pragas na cultura da couve (*Brassica oleracea* L. var *acephala*). Após 30 dias do plantio de mudas comerciais de couve iniciaram-se as aplicações dos tratamentos que incluíram um grupo controle, massa verde de citronela, e duas concentrações do OE (0,5% e 1,0%). A aplicação dos tratamentos foi repetida semanalmente, durante quatro semanas. Para o tratamento com massa verde, foram utilizadas em média 700 g de folhas de citronela cortadas por canteiro. Foi avaliada a diversidade dos organismos de solo com armadilhas de queda (*pitfall*), bem como a massa e o número de folhas produzidas por planta em cada tratamento. A cobertura dos canteiros com folhas de citronela teve um efeito semelhante ao do OE na redução dos danos causados pela traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*) e na redução do número médio de lagartas por planta, quando comparado ao grupo controle. Além disso, a adição da massa verde de citronela, assim como do OE, não comprometeu a produtividade da couve nem a diversidade de organismos de solo. Esses resultados sugerem que a utilização da massa verde de citronela pode ser uma estratégia promissora para o manejo de pragas, contribuindo para práticas agrícolas mais sustentáveis e alinhadas com a demanda por produtos livres de agrotóxicos.

**Palavras-chave:** Planta bioativa; *Cymbopogon winterianus*; Couve; *Brassica oleracea*; *Plutella xylostella*.

### ABSTRACT

*Citronella (Cymbopogon winterianus) is a plant recognized for its repellent and insecticide properties, and its essential oil (EO) has been studied for the control of different pests. In this study, the comparative effect between citronella EO and the green mass of its leaves in the control of pests in cabbage (Brassica oleracea L. var acephala) crops was investigated. After 30 days of planting commercial cabbage seedlings, the applications of treatments began, which included a control group, citronella green mass, and two concentrations of EO (0.5% and 1.0%). The applications of the treatments were repeated weekly for four weeks. For the treatment with green mass, an average of 700 g of citronella leaves cut per bed were used. The diversity of soil organisms was evaluated with pitfall traps, as well as the mass and number of leaves produced per plant in each treatment. Covering the beds with citronella leaves had a similar effect to EO in reducing damage caused by the diamondback moth (Plutella xylostella) and in reducing the average number*

1 E-mail: jomaldaner@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3008-5047>

2 E-mail: rosana-morais@agricultura.rs.gov.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2694-4646>

3 E-mail: madalena-boeni@agricultura.rs.gov.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2202-2011>

4 E-mail: adriane-schu@agricultura.rs.gov.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7792-3562>

5 E-mail: ionara-conterato@agricultura.rs.gov.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3583-9389>

6 E-mail: juliana-marchesan@agricultura.rs.gov.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2167-5862>

of caterpillars per plant, when compared to the control group. In addition, the addition of citronella green mass, as well as EO, did not compromise cabbage productivity or the diversity of soil organisms. These results suggest that the use of citronella green mass may be a promising strategy for pest management, contributing to more sustainable agricultural practices and in line with the demand for pesticide-free products.

**Keywords:** Bioactive plant; *Cymbopogon winterianus*; Kale; *Brassica oleracea*; *Plutella xylostella*.

## INTRODUÇÃO

A couve, *Brassica oleracea* L. variedade *acephala*, é uma hortaliça da família Brassicaceae de grande importância devido a suas propriedades alimentícias e nutracêuticas (TRANI *et al.*, 2015). Reconhecida como um “superalimento”, a couve é rica em nutrientes essenciais e compostos bioativos que oferecem diversos benefícios à saúde, incluindo propriedades antioxidantes e antitumorais (ŠAMEC *et al.*, 2018). Além disso, é um alimento de relativo baixo custo, o que torna essa hortaliça popular na dieta de muitas pessoas no mundo todo. Vale destacar também sua importância na composição da renda de horticultores que dependem do cultivo dessa hortaliça (ALVES *et al.*, 2020). As espécies do gênero *Brassica* têm despertado crescente interesse em função do seu elevado conteúdo de compostos fitoquímicos - incluindo carotenoides, compostos fenólicos, glucosinolatos e vitaminas, bem como pela sua ampla plasticidade fenotípica, que lhes confere elevada capacidade de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas (BAUER *et al.*, 2022; DÍAZ-URBANO *et al.*, 2022)

Contudo, a produtividade da couve pode ser comprometida por inúmeras espécies fitófagas, tais como traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae), curuquerê-da-couve (*Ascia monuste orseis* Latreille (Lepidoptera, Pieridae), lagarta-mede-palmo (*Trichoplusia ni* Hübner (Lepidoptera, Noctuidae), vaquinha (*Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae), pulgões, (*Brevicoryne brassicae* L. e *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae), mosca-branca (*Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae), entre outras (HOLTZ *et al.*, 2015). É verdade que muitos agroquímicos têm sua eficácia comprovada no controle de pragas (ZAMBERLAN *et al.*, 2017; NUNES, 2021), mas o uso deles está se tornando cada vez mais contestado devido à crescente demanda por práticas sustentáveis e à preservação do meio ambiente. Observa-se um aumento na demanda por alimentos produzidos com menor uso de insumos químicos sintéticos, refletindo a crescente preocupação dos consumidores com a qualidade e a segurança alimentar. Isso tem impulsionado as pesquisas e o desenvolvimento de métodos de controle de pragas que sejam mais seguros para o meio ambiente. Uma alternativa promissora são os biopesticidas, que são derivados de fontes naturais, como plantas e microrganismos, oferecendo uma solução eficaz sem os efeitos negativos associados aos pesticidas convencionais (ALVES *et al.*, 2019; MARUYAMA *et al.*, 2024).

As plantas, ao longo de sua evolução, desenvolveram estratégias de defesa química para se proteger contra insetos herbívoros e outros fatores bióticos e abióticos. Uma dessas estratégias

envolve a síntese de metabólitos secundários, que são compostos químicos que não estão diretamente envolvidos nas funções de crescimento e reprodução da planta, mas desempenham papéis cruciais na defesa. Esses metabólitos podem ter propriedades inseticidas, ou seja, são capazes de causar toxicidade aos insetos. Eles podem atuar de diversas maneiras, como interferindo no sistema nervoso dos insetos, inibindo processos metabólicos essenciais ou causando danos ao sistema digestivo. Além disso, algumas substâncias podem atuar como repelentes, desencorajando a aproximação de organismos predadores e herbívoros (BORGES; AMORIM, 2020).

Dentre os produtos do metabolismo secundário que demonstraram esse tipo de competência, estão os óleos essenciais (OEs) cujo controle de pragas ocorre pela atuação em múltiplos sítios de ação nos insetos, como, por exemplo, no sistema nervoso central, modulando os receptores do ácido  $\gamma$ -aminobutírico (GABA), inibindo a acetilcolinesterase ou competindo pelos receptores nicotínicos de acetilcolina (nAChR) (PAVELA; SEDLAK, 2018). Desta forma, conferem atividade inseticida ou acaricida, repelência, antifedância ou antibiose, provocando prejuízos em processos metabólicos, bioquímicos, fisiológicos e comportamentais de insetos e outros organismos que se constituem pragas das culturas (ISMAN, 2020).

A citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt ex Bor), pertencente à família Poaceae, é amplamente reconhecida por suas propriedades repelentes e inseticidas (DAFLON *et al.*, 2021). Estas propriedades podem ser atribuídas aos compostos majoritários identificados na espécie, trans- $\beta$ -geraniol, cironelal e o  $\beta$ -cironelol. Braga *et al.* (2020) estimaram uma produção de 64,45 Kg ha<sup>-1</sup> de óleo volátil em um cultivo sem adubação.

Estudos demonstraram a eficácia do OE extraído dessa planta contra uma variedade de insetos, por exemplo, ação repelente e inseticida contra o mosquito da dengue, *Aedes aegypti* L., e o pernilongo *Culex quinquefasciatus* Thomas Say, ambos pertencentes à ordem Diptera da família Culicidae (SUWANSIRISILP *et al.*, 2013). A citronela também se mostrou eficaz contra o mosquito vetor da malária, *Anopheles gambiae* Giles (Culicidae) (DELETRE *et al.*, 2013), e a lagarta *Spodoptera frugiperda* Smith (Noctuidae) (J. E. SMITH) (SILVA *et al.*, 2016). Além de sua eficácia contra insetos, a citronela também possui propriedades acaricidas, sendo eficaz contra o ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae) (VICENTINI *et al.*, 2015) e carrapatos, como *Rhipicephalus microplus* e *Hyalomma anatolicum* (Ixodidae) (SINGH *et al.*, 2014). Essas propriedades fazem dessa planta bioativa uma alternativa promissora e natural para o controle de pragas, contribuindo para práticas agrícolas mais sustentáveis e alinhadas com a demanda por produtos livres de agrotóxicos.

Apesar de já se conhecer as propriedades inseticidas e repelentes do OE de citronela, poucas informações estão disponíveis sobre o uso da massa verde dessa planta como cobertura de solo para o controle de pragas. Assim, o objetivo desse trabalho é avaliar como duas concentrações do OE de citronela afetam a infestação de traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*) em uma produção experimental de couve e comparar esses efeitos com os resultados da utilização da massa fresca de citronela como cobertura de solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Mudas comerciais uniformes de couve, *Brassica oleracea* L. foram transplantadas em canteiros de 1 m<sup>2</sup> com distanciamento de 70 cm entre plantas e 50 cm entre linhas, totalizando 10 plantas por canteiro. Entre as parcelas foi mantida uma distância de três metros. Cada canteiro foi formado por duas linhas com cinco plantas cada. No dia do plantio, aplicou-se adubação de base com 17,5 g de NPK (fórmula 14-23-18) por planta e 10 g de N em cobertura na forma de ureia conforme CQFS-RS/SC (2016), 15 dias após o transplante.

Após 30 dias do transplante das mudas, iniciaram-se as aplicações dos tratamentos: 1) controle (água destilada); 2) massa verde de citronela; 3) 0,5% de OE de citronela e 4) 1,0 % de OE de citronela. Foram aplicadas duas borrifadas de água destilada por planta, com borrifador comercial, nos tratamentos 1 e 2, o mesmo se repetiu com OE, nas respectivas concentrações, nos tratamentos 3 e 4. Para a aplicação da massa verde de citronela (tratamento 2), folhas da planta foram coletadas, cortadas em frações de cerca de 20 cm e pesadas. Estas concentrações e forma de aplicação foram definidas em testes prévios. Utilizou-se em média 700 g de massa verde por parcela (1 m<sup>2</sup>) em cada aplicação. A colheita e preparo da massa verde foram realizados pela manhã, assim como a solução de OE, sendo imediatamente aplicados nos canteiros conforme a distribuição aleatória dos tratamentos. Os tratamentos foram aplicados a cada sete dias por quatro vezes.

O OE das folhas de citronela foi extraído pela técnica de hidrodestilação por arraste de vapor em aparelho tipo Clevenger modificado, durante 2,5 a 3 horas. Em seguida, os OEs extraídos foram armazenados em microtubos e mantidos a 4 °C até o preparo das soluções.

Trabalhou-se com quatro repetições por tratamento contendo 10 plantas de couve por repetição em delineamento inteiramente casualizado, totalizando 160 plantas na área experimental. Semanalmente, duas plantas por parcela foram sorteadas, totalizando 32 amostras, com avaliação das seguintes variáveis: número total de folhas por planta, número de folhas com danos e com presença de lagartas da traça-das-crucíferas.

Um dia após cada aplicação foram instaladas duas armadilhas (tipo *pitfall*) por canteiro, as quais consistiam de um frasco de vidro (200 mL) com 100 mL de água e detergente neutro comercial, enterrado rente ao solo (8 cm de profundidade), metodologia adaptada de GULLAN & CRANSTON (2012). As armadilhas permaneceram no campo de um a três dias. Os artrópodes coletados foram acondicionados em álcool 70%, e posteriormente identificados até o menor nível taxonômico identificável possível com auxílio de estereomicroscópio e chave taxonômica (FUJIHARA *et al.*, 2016). A abundância média, obtida pelo total de organismos coletado ao longo do período por repetição, foi comparada entre os tratamentos.

Ao final do experimento, uma semana após a última aplicação dos tratamentos, foi realizada a colheita de duas plantas por parcela, as quais foram avaliadas quanto à massa fresca e o número de folhas.

Os resultados dos parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), no programa estatístico BioEstat (AYRES *et al.*, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos com os agentes bioativos, tanto óleo essencial quanto a massa verde de citronela, mostraram-se eficazes no controle da traça-das-crucíferas (Tabela 1). A redução no número médio de folhas danificadas foi notável, com uma diminuição de até 50% em relação ao controle quando se utilizou 1,0% de OE ou a cobertura com massa verde de citronela. Além disso, a aplicação de 0,5% de OE de citronela também resultou em uma redução significativa no número de lagartas por folha. O número médio de lagartas por folha não diferiu significativamente em relação ao controle, embora uma diminuição numérica tenha sido observada. Esses resultados indicam que os tratamentos são promissores para o manejo desse inseto fitófago causador de tantos prejuízos para a cultura.

**Tabela 1** - Número médio de folhas com dano e número de lagartas de traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*) por planta de couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) após quatro semanas em exposição aos tratamentos com agentes bioativos de citronela (*Cymbopogon winterianus*).

	Número médio de folhas com dano	Número médio de lagartas por folha
Controle	12,50 a*	6,00 a
Massa verde Citronela	6,50 b	4,50 ab
0,5% OE Citronela	8,12 b	2,17 b
1,0% OE Citronela	6,50 b	4,33 ab
CV	22,70	33,62

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro. CV= coeficiente de variação.

Fonte: Construção dos Autores

A citronela é uma planta bastante estudada pelo seu potencial como repelente (DAFLON *et al.*, 2021; MARUYAMA *et al.*, 2024), mas ainda há muito a se descobrir sobre os mecanismos que permitem aos insetos perceberem as moléculas odorosas e repelentes e como estas podem desencadear determinadas ações nos insetos (BREER *et al.*, 2019), sendo a maior parte dos estudos atuais concentrados nos mecanismos de detecção de odores para receptores olfativos (KWON *et al.*, 2010; XU *et al.*, 2014).

Além da repelência, outras vias de ação no controle de pragas também têm sido relatadas para essa espécie bioativa, por exemplo, na inviabilização de ovos depositados por adultos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Noctuidae) (ALVES *et al.*, 2019). Gallo *et al.* em 2002 já relatavam diversas vias de atuação dos metabólitos secundários de plantas sobre os insetos, seja por repelência, inibição da oviposição, inibição do crescimento, alterações morfogênicas, alterações do sistema hormonal ou do comportamento sexual. Os OEs atuam como inibidores das ecdises dos insetos,

principalmente através da inibição da acetilcolinesterase (FRANÇA *et al.*, 2017), uma enzima crucial para o funcionamento do sistema nervoso dos insetos. Essa enzima é responsável por regular o sinal neural na fenda sináptica e é um alvo comum de inseticidas químicos, como os organofosforados e carbamatos (SHAHRIARIA *et al.*, 2018). Embora o papel dos compostos que afetam os receptores de octopamina na cutícula dos insetos ainda não esteja totalmente claro, estes podem influenciar a distensão do abdome, o que é importante para a respiração e o processo de ecdise. Como os OEs são compostos variados, é fundamental realizar mais estudos para entender melhor seu modo de ação e ampliar o conhecimento de seu potencial de uso e da especificidade sobre os insetos alvo (MARINHO-PRADO *et al.*, 2019).

A massa verde de citronela demonstrou um efeito comparável ao do OE na diminuição do número de folhas danificadas (Tabela 1). Essa resposta representa uma importante alternativa em termos de aplicabilidade para o produtor, visto que o OE é ainda um produto de relativo alto custo e, portanto, de acessibilidade restrita, ao passo que o cultivo da planta, demanda uma área pequena e poucas práticas de manejo, o que facilita a sua utilização pelo produtor.

A produtividade da couve, avaliada com base na massa fresca e no número total de folhas por planta, não foi significativamente afetada pelos tratamentos aplicados (Tabela 2). Embora não se esperasse que a aplicação do óleo essencial (OE) ou da massa verde de citronela promovesse um aumento na produção, o fato de esses tratamentos não comprometerem o desenvolvimento das plantas nem a produtividade constitui um resultado relevante.

**Tabela 2** - Número total de folhas e de massa fresca (gramas) por planta de couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) após quatro semanas em exposição aos tratamentos com agentes bioativos de citronela (*Cymbopogon winterianus*).

	Número total de folhas	Massa fresca (g)
Controle	19,125 a*	0,3850 a
Massa verde Citronela	20,625 a	0,4562 a
0,5% OE Citronela	21,00 a	0,4362 a
1,0% OE Citronela	20,75 a	0,4537 a
CV	8,15	11,84

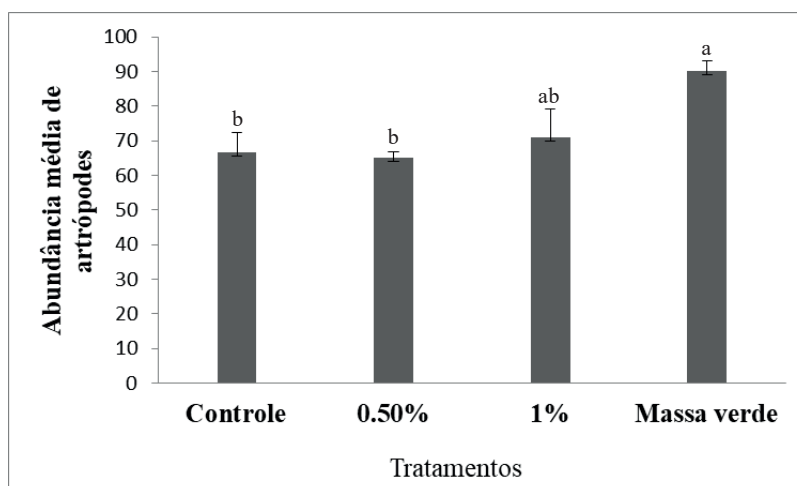
\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro. CV= coeficiente de variação.

Fonte: Construção dos Autores

De um modo geral, tanto o OE como a massa verde de citronela apresentam a vantagem de atuarem como inseticidas ou repelentes botânicos não específicos. Isso significa que podem ajudar a combater uma variedade de insetos-praga ao mesmo tempo, o que é muito útil, especialmente quando várias pragas atacam a mesma cultura e, no caso da aplicação de pesticidas químicos específicos, demandaria a aplicação de mais de um produto. No entanto, no presente estudo, outros insetos-praga da couve não foram abordados nos resultados por não estarem presentes na área no período de realização do ensaio.

O uso de massa verde não comprometeu a abundância de artrópodes que foram interceptados pela armadilha de queda (Figura 1), pelo contrário, os canteiros com presença de massa verde apresentaram, inclusive, maior abundância que os do controle, sugerindo que a cobertura vegetal pode ter servido como abrigo aos organismos edáficos. Diversos grupos estiveram presentes, totalizando 1170 artrópodes amostrados nos canteiros (Tabela 3).

**Figura 1** - Abundância média ( $\pm$  erro padrão) de artrópodes coletados em armadilha de *pitfall* em cultivo de couve após quatro semanas em exposição aos tratamentos com agentes bioativos de citronela (massa verde e óleo essencial a 0,5% e a 1%) e à água destilada (controle).



**Tabela 3** - Abundância de artrópodes coletados em armadilhas de *pitfall* instaladas em canteiros de couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) expostos a tratamentos com agentes bioativos de citronela.

	Controle (H <sub>2</sub> O <sub>d</sub> )	0,5% (OE)	1% (OE)	Massa verde	Abundância total
<b>Arachnida</b>					
Acari	1				1
Araneae	8	3	3	5	19
<b>Crustacea</b>					
Isopoda		2	1		3
<b>Hexapoda</b>					
Collembola	133	118	141	154	546
<b>Insecta</b>					
Hymenoptera	86	101	98	107	392
Diptera	25	23	21	75	144
Coleoptera	6	6	8	10	30
Hemiptera	2	6	9	2	19
Orthoptera	4	1	1	5	11
Lepidoptera	1		1	2	4
Thysanoptera			1		1
<b>Total</b>	<b>266</b>	<b>260</b>	<b>284</b>	<b>360</b>	<b>1170</b>

Collembola foi o grupo mais abundante em todos os tratamentos, perfazendo 46,7% do total de organismos coletados (Tabela 3). Os colêmbolos são artrópodes de solo, de modo geral, muito numerosos e dominantes (MARTINS *et al.*, 2020). Além de que, são bioindicadores da qualidade

do solo em decorrência de alta sensibilidade em relação às mudanças no sistema (MACHADO *et al.*, 2019), e estão diretamente envolvidos com a ciclagem de nutrientes, regulação das populações microbianas e porosidade do solo (PESSOTTO *et al.*, 2020).

A ordem Hymenoptera foi a segunda mais abundante (33,5%), composta quase exclusivamente por formigas (Formicidae). Os formicídeos são considerados os predadores mais numerosos e relevantes, principalmente em plantas jovens e vegetação de pequeno porte (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990), sendo comumente coletados em grandes quantidades em estudos com armadilhas de solo (SOARES *et al.*, 2010; ORSOLON-SOUZA *et al.*, 2011; HARADA *et al.*, 2017; LIVIA; SÁNCHEZ, 2019). Além de sua abundância e ampla distribuição, destaca-se a importância ecológica desses organismos devido à diversidade de hábitos alimentares, sendo que há espécies que utilizam outros insetos como fonte proteica, bem como espécies coletoras de sementes, onívoras, fungívoras, polívoras e nectarívoras (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; TRIPLEHORN; JOHNSON, 2011).

Alguns grupos predadores, embora tenham sido registrados em menor abundância nas amostras, desempenham um papel relevante no consumo de insetos fitófagos e precisam ser citados. As aranhas (Araneae) são predominantemente carnívoras e, por apresentarem distintas estratégias de caça são capazes de predação pragas agrícolas de diferentes grupos (CHATTERJEE *et al.*, 2009). Os estafilínídeos (Coleoptera, Staphylinidae) representaram quase a totalidade dos coleópteros coletados; são besouros de hábitos variados, mas muitas espécies atuam como predadoras de pequenos invertebrados, contribuindo para o controle biológico em diferentes estágios de desenvolvimento (CASARI; IDE, 2012).

## CONCLUSÃO

A aplicação da massa vegetal de citronela sobre os canteiros mostrou-se tão eficiente quanto o uso do óleo essencial, nas concentrações testadas, para a redução dos danos causados pela traça-das-crucíferas no cultivo da couve. Além disso, essa prática não apresentou impactos significativos sobre a fauna de invertebrados associada ao sistema, tampouco comprometeu o desenvolvimento e a produtividade da cultura. Dessa forma, configura-se como uma ferramenta eficiente, sustentável e de fácil acesso aos agricultores para o manejo de insetos-praga em hortas.

## REFERÊNCIAS

ALVES, M. S. *et al.* Efficacy of lemongrass essential oil and citral in controlling *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae), a post-harvest cowpea insect pest. **Crop Protection**, v. 119, p. 191-196, 2019.

ALVES, T. n. *et al.* Desempenho produtivo da couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) consorciada com quiabeiro sob manejo orgânico. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, e34891210943, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i12.10943>.

AYRES, M.; AYRES JR., M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. de A. S. dos. **BioEstat 5.0: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Brasília, DF: Sociedade Civil Mamirauá: CNPq, 2007. 290 p.

BAUER, n. *et al.* Mechanisms of kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) tolerance to individual and combined stresses of drought and elevated temperature. **International Journal of Molecular Sciences**, 23(19), 11494, 2022. DOI: 10.3390/ijms231911494

BRAGA, K. A. S. *et al.* Influência das condições de cultivo sobre a produção de óleo essencial do capim citronela (*Cymbopogon nardus*). **Brazilian Journal of Health and Pharmacy**, 2(1): 49-59, 2020.  
BORGES, L. p. ; AMORIM, v. A. Metabólitos Secundários De Plantas Secondary Plant Metabolites. **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, 11, 1: 54-67, 2020.

CASARI, S.A.; S. IDE. 2012. **Coleoptera Linnaeus, 1758**. In: J. A. Rafael, G. A. R. Melo, C. J. B. Carvalho, S. A. Casari, R. Constantino. (Org.). *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. Insetos do Brasil, 1ed. Ribeirão Preto: Holos Editora, v. I, p. 453-535.

CHATTERJEE, S.; ISAIA, M.; VENTURINO, E. Spiders as biological controllers in the agroecosystem. **Journal of Theoretical Biology**, v. 258, p. 352-362, 2009.

COMISSÃO de QUÍMICA e FERTILIDADE do SOLO - RS/SC. (2016). Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul. - [s. l.] : Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC

DAFLON, T. M. *et al.* O uso da citronela no controle da dengue: revisão. **Saúde e Meio Ambiente**, v. 10, p. 170-182, 2021.

DELETRE, E. *et al.* Repellent, irritant and toxic effects of 20 plant extracts on adults of the malaria vector *Anopheles gambiae* mosquito. **PLoS One**, v. 8, n. 12, p. e82103, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082103>.

DÍAZ-URBANO, M., *et al.* Metabolism reorganization in kale (*Brassica oleracea* L. var *acephala*) populations with divergent glucosinolate content under thermal stresses. **Agronomy**, 12(11), 2652, 2022. DOI: 10.3390/agronomy12112652

FRANÇA, S. M. *et al.* **The sublethal effects of insecticides in insects**. In: SHIELDS, v. D.C. (Ed.) *Biological control of pest and vector insects*. London: IntechOpen. 2017. 347 p

FUJIHARA, R. T., FORTI, L. C., ALMEIDA, M. C. DE BALDIN, E. L. L. *Insetos - de importância econômica: guia ilustrado para a identificação de famílias*. 1º Ed., Botucatu: Editora FEPAF, 2016. 111p.

GALLO, D. *et al.* **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. v. 10, 920p 10- GUIMARÃES, J. A.; FILHO, M. M.; MOURA, A. p. de. *Vaquinha*. Ageitec. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cenoura/arvore/CONT000gujr76sb02wx7ha0g934vgybwopsa.html>. Acesso em: maio 2019.

GULLAN, p. J. & CRANSTON, p. S. *Os insetos: um resumo de entomologia*. 4º Ed., São Paulo: Editora Rocca, 2012. 480p.

HARADA, A.; FERREIRA, T. M.; FERNANDES, M. E.; CASTRO, R. Primeiro registro de *Campoplex brettessi* Forel, 1899 (Hymenoptera: Formicidae: Formicinae) para o Brasil. **Boletim Do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, v. 11, n. 2, p. 191-195, 2017.

HOLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: Harvard University. 1990. 772p.

HOLTZ, A. M.; RONDELLI, v. M.; CELESTINO, F. n. ; BESTETE, L. R.; CARVALHO, J. R. **Pragas das brássicas**. 1ª ed. Colatina: IFES, 2015. 230 p.

ISMAN, M. Botanical insecticides in the twenty-first century-fulfilling their promise? **Annual Review of Entomology**, v. 62, p. 233-249, 2020.

KWON, Y. *et al.* *Drosophila* TRPA1 channel is required to avoid the naturally occurring insect repellent citronellal. **Current Biology**, v. 20, p. 1672-1678, 2010.

LIVIA, C.; SÁNCHEZ, G. Soil insects associated with lucumo (*Pouteria lucuma* L.) trees in La Molina, Lima, Peru. **Peruvian Journal of Agronomy**, v. 3, n. 1, p. 16-23, 2019.

MACHADO, J. S. *et al.* Morphological diversity of springtails (Hexapoda: Collembola) as soil quality bioindicators in land use systems, **Biota Neotropica**, v. 19, n. 1, p. 1-11, 2019. DOI: 10.1590/1676-0611-BN-2018-0618.

MARTINS, A. M. *et al.* Caracterização da fauna de Collembola em diferentes formações vegetais no município de Santa Bárbara, estado do Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, v. 15, n. 2, p. 393-407, 2020a. DOI: 10.46357/bcnaturais.v15i2.110.

MARINHO-PRADO, J. S.; MORAIS, L. A. S.; PAZIANOTTO, R. A. A. Efeito deletério de óleos essenciais sobre *Anticarsia gemmatalis* e *Helicoverpa armigera*. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. **Embrapa Meio Ambiente**, Jaguariúna, SP, 2019.

MARUYAMA, W. I. *et al.* Citronela como repelente de *Aedes aegypti*. **Revista Barbaquá**, v. 6, publicação contínua, p. 1-14, e8383, 2024. DOI: <https://doi.org/10.61389/bbq.v6.e8383>.

NUNES, E. L. Os consumidores confiam no produto orgânico ou acham que é organicwashing? **Revista Ibero - Americana de Humanidades, Ciências e Educação- REASE**, v. 7. n. 12, p. 322-345, 2021.

ORSOLON-SOUZA, G. *et al.* Comparison between Winkler's extractor and pitfall traps to estimate leaf litter ants richness (Formicidae) at a rainforest site in southeast Brazil. **Brazilian Journal Biologist**, v. 71, n. 4, p. 873-880, 2011.

PAVELA, R., SEDLAK, p. Post-application temperature as a factor influencing the insecticidal activity of essential oil from *Thymus vulgaris*. **Industrial Crops and Products**, v. 113, p. 46-49, 2018.

PESSOTTO, M.D F. *et al.* Relação do uso do solo com a diversidade e a atividade da fauna edáfica. **Nativa**, v. 8, n. 3, p. 397- 402, 2020. DOI: 10.31413/nativa.v8i3.9769.

ŠAMEC, D., URLIC, B., & SALOPEK-SONDI, B. Kale (*Brassica oleracea* var. acephala) as a superfood: Review of the scientific evidence behind the statement. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 1, n. 12, p. 2411-2422, 2018. doi:10.1080/10408398.2018.145.

SHAHRIARIA, M. *et al.* Effects of  $\alpha$ -pinene, transanethole, and thymol as the essential oil constituents on antioxidant system and acetylcholine esterase of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 150, p. 40-47, 2018.

SILVA, C. T. S. *et al.* Biochemical parameters of *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) treated with citronella oil (*Cymbopogon winterianus* Jowitt ex Bor) and its influence on reproduction. **Acta Histochemica**, v. 118, n. 4, p. 347-352, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.acthis.2016.03.004>.

SINGH, n. K. *et al.* Acaricidal activity of *Cymbopogon winterianus*, *Vitex negundo* and *Withania somnifera* against synthetic pyrethroid resistant *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Parasitology Research**, v. 113, n. 1, p. 341-350, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00436-013-3660-4>

SOARES, S. A.; ANTONIALLI-JUNIOR, W. F.; LIMA-JUNIOR, S. E. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera, Formicidae) em dois ambientes no Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 1, p. 76-81, 2010.

SUWANSIRISILP, K. *et al.* Behavioral responses of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) to four essential oils in Thailand. **Journal of Pest Science**, v. 86, n. 2, p. 309-320, 2013. DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s10340-012-0464-8>.

TRANI, p. E.; TIVELLI, S.W.; BLAT S. F.; PRELA-PATANO A.; TEIXEIRA, E. p. ; ARAUJO, H. S.; FELTRAN, J. C.; PASSOS F. A.; FIGUEIREDO, G. J. B.; NOVO M. C. S. S. (2015). **Couve de folha: do plantio à pós-colheita**. Instituto Agrônômico, Instituto Agrônômico de Campinas, IAC, 214, 36p.

TRIPLEHORN, C.A.; JOHNSON, n. F. **Estudo dos insetos**. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2011, 809p

VICENTINI, v. B. *et al.* Ethanol extract of *Cymbopogon winterianus* on mortality and number of eggs of *Tetranychus urticae*. **Ciência Rural**, v. 45, n. 7, p. 1154-1159, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140175>.

XU, p. , Y. M.; CHOO, A. R.; LEAL, W. S. Mosquito odorant receptor for DEET and methyl jasmonate. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, p. 16592-16597, 2014.

ZAMBERLAN, L. *et al.* Alimentos orgânicos: atributos, consequências e valores percebidos no consumo. **Revista de la Agrupación Joven Iberoamericana de Contabilidad y Administración de Empresas (AJOICA)**. n. 17, p. 14 - 28, 2017.