

EFEITO OVICIDA DE ÓLEO ESSENCIAL DE FOLHAS E FRUTOS DE *Piper fuliginum* (PIPERACEAE) SOBRE OVOS DE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA)

OVICIDAL EFFECT OF ESSENTIAL OIL FROM LEAVES AND FRUITS OF *Piper fuliginum* (PIPERACEAE) ON *Spodoptera frugiperda* EGGS (LEPIDOPTERA)

EFECTO OVICIDA DEL ACEITE ESENCIAL DE HOJAS Y FRUTOS DE *Piper fuliginum* (PIPERACEAE) SOBRE HUEVOS DE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA)

Karen Danielle Pinheiro^{1*}; **Kamilla Ferreira Rezende²**; **Diones Krinski³**

¹Graduanda de Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil; ²Bióloga, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola (PPGASP), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil; ³Doutor, Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professor Adjunto do Curso de Ciências Biológicas da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil.

*Autor correspondente: karen.pinheiro@unemat.br

Recebido: 25/06/2022 | Aprovado: 27/06/2022 | Publicado: 10/08/2022

Resumo: *Spodoptera frugiperda*, principal praga do milho, tem demonstrado resistência aos inseticidas convencionais. Por isso, a busca por novos produtos para seu controle tem sido constante, e os óleos essenciais (OEs) vegetais aparecem como uma opção, pois algumas plantas produzem OEs em grande quantidade, como a espécie *Piper fuliginum* (Piperaceae) por exemplo. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito ovicida dos OEs de folhas e frutos de *P. fuliginum* sobre ovos da mariposa *S. frugiperda*. Para isso, sete tratamentos (concentrações de 0,25, 0,5, 1,0, 2,0 e 4,0% e dois controles, um com água destilada e outro com acetona P.A. min. de 99,5%) foram realizados com ovos de *S. frugiperda* de até 24 h de oviposição. Cada tratamento teve 10 repetições com 15 ovos pulverizados em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x7 (OE de duas partes vegetais e sete tratamentos) totalizando 14 tratamentos. Após a pulverização os ovos foram deixados secar em temperatura ambiente (aprox. 30 m) e depois cada repetição foi individualizada em tubos de ensaio. A eclosão larval foi avaliada no quinto, sexto e sétimo dia após a oviposição. Os dados foram analisados por Análise de Variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5%. Os OEs de ambas as partes (folhas e frutos) inviabilizam os ovos a partir na menor concentração testada, mas foi a partir da concentração de 1%, que os OEs das folhas de frutos apresentaram efeito ovicida de fato, inviabilizando 90% e 71% dos ovos, respectivamente. Nossos dados mostram que *P. fuliginum* é uma espécie vegetal promissora para mais estudos visando sua bioprospecção.

Palavras-chave: Metabólitos Secundários. Bioprospecção. FitoInseticida. Biopesticida. Inseticida Vegetal.

Abstract: *Spodoptera frugiperda*, the main pest of corn, has shown resistance to conventional insecticides. Therefore, the search for new products for its control has been constant, and vegetable essential oils (EOs) appear as an option, as some plants produce EOs in large quantities, such as the *Piper fuliginum* species (Piperaceae) for example. Thus, the aim of this study was to evaluate the ovicidal effect of OEs from leaves and fruits of *P. fuliginum* on eggs of the moth *S. frugiperda*. For this, seven treatments (concentrations of 0.25, 0.5, 1.0, 2.0 and 4.0% and two controls, one with distilled water and the other with acetone P.A. min. of 99.5%) were performed with eggs of *S. frugiperda* of up to 24 h of oviposition. Each treatment had 10 replications with 15 eggs sprayed in a completely randomized design in a 2x7 factorial scheme (OE of two plant parts and seven treatments) totaling 14 treatments. After spraying the eggs were allowed to dry at room temperature (approx. 30 m) and then each replicate was individualized in test tubes. Larval hatching was evaluated on the fifth, sixth and seventh day after oviposition. Data were analyzed by Analysis of Variance (ANOVA) and means compared by Scott-Knott test at 5%. The EOs from both parts (leaves and fruits) make eggs unfeasible from the lowest concentration tested, but it was from the concentration of 1%, that the OEs of the fruit leaves showed an ovicidal effect in fact, making 90% and 71% of the eggs unfeasible, respectively. Our data show that *P. fuliginum* is a promising plant species for further studies aiming its bioprospecting.

Keywords: Secondary metabolites. Bioprospecting. Phytoinsecticide. Biopesticide. Vegetable Insecticide.

Resumen: *Spodoptera frugiperda*, la principal plaga del maíz, ha mostrado resistencia a los insecticidas convencionales. Por ello, la búsqueda de nuevos productos para su control ha sido constante, y los aceites esenciales vegetales (AE) aparecen como una opción, ya que algunas plantas producen AE en grandes cantidades, como la especie *Piper fuliginum* (Piperaceae) por ejemplo. Así, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto ovicida de los EO de hojas y frutos de *P. fuliginum* sobre huevos de la polilla *S. frugiperda*. Para ello, siete tratamientos (se realizaron concentraciones de 0.25, 0.5, 1.0, 2.0 y 4.0% y dos controles, uno con agua destilada y otro con acetona P.A. min. de 99.5%) con huevos de *S. frugiperda* de hasta 24 h de oviposición. Cada tratamiento tuvo 10 repeticiones con 15 huevos asperjados en un diseño completamente al azar en un esquema factorial 2x7 (OE de dos partes de planta y siete tratamientos) totalizando 14 tratamientos. Después de rociar, los huevos se dejaron secar a temperatura ambiente (aprox. 30 m) y luego cada réplica se individualizó en tubos de ensayo. La eclosión de las larvas se evaluó al quinto, sexto y séptimo día después de la oviposición. Los datos se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) y las medias se compararon mediante la prueba de Scott-Knott al 5 %. Los AE de ambas partes (hojas y frutos) hacen inviables los huevos a partir de la menor concentración ensayada, pero fue a partir de la concentración del 1%, que los AE de las hojas del fruto mostraron un efecto ovicida de hecho, haciendo inviable el 90% y el 71% de los huevos, respectivamente. Nuestros datos muestran que *P. fuliginum* es una especie de planta prometedora para futuros estudios con el objetivo de su bioprospección.

Palabras-clave: Metabolitos secundarios. Bioprospección. Fitoinsecticida. Biopesticida. Insecticida vegetal.

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), mais conhecida por lagarta-do-cartucho, está entre os principais insetos-praga da cultura do milho, destacando-se principalmente pela dificuldade de seu controle e resistência a inseticidas convencionais (Cruz, 2002). Consideramos o manejo fitossanitário e as dificuldades para o controle dessa praga, a utilização de substâncias extraídas de plantas nativas surge como uma alternativa, devido algumas espécies vegetais apresentarem potencial inseticida, além de mostrarem algumas vantagens quando comparada aos produtos sintéticos como: fácil degradação, menor contaminação do meio ambiente, baixo resíduos nos alimentos, baixo custo e serem acessível aos pequenos produtores (Oliveira, 2007). Estas características presentes em muitas plantas estão relacionadas ao fato de apresentarem substâncias que estão ligadas ao seu metabolismo secundário, que é onde alguns compostos específicos são produzidos, no qual são responsáveis por desempenhar importantes funções biológicas que garantem a sobrevivência da espécie, seja na atração de polinizadores, na regeneração, no controle hídrico, ou ainda no sistema de defesa contra predadores (Mazzeu, 2014; Miranda *et al.*, 2016).

Essas substâncias podem ser extraídas das espécies vegetais de diversas maneiras, e um dos produtos finais são os óleos essenciais (OE), que são substâncias voláteis e aromáticas encontradas em várias partes vegetais como flores, folhas, cascas, rizomas e frutos (Bizzo, Hovell & Rezende, 2009), as quais possuem grande potencial de uso em diversas áreas, como aditivos alimentares, fármacos, cosméticos, entre outros. Algumas espécies de plantas possuem grande rendimento de OE, com alto potencial bioativo, devido serem ricos em metabólitos secundários que podem ser utilizados para diversas finalidades, como é o caso família Piperaceae (Camargo, 2018), que possui substâncias diferenciadas e peculiares de grande interesse biológico (Mazzeu, 2014).

A família Piperaceae possui aproximadamente 3.500 espécies distribuídas em cinco gêneros, dos quais três (*Piper*, *Peperomia* e *Manekia*) estão presentes no Brasil com cerca de 400 espécies (Vasconcelos, 2019),

incluindo a *Piper fuliginum* Kunth.

Essa espécie em particular possui cinco tipos de substâncias em seu metabólito secundário, tanto nas folhas como nos frutos: duas kavalactonas, uma cromanona e dois derivados prenitados do ácido benzóico. Mazzeu (2014) descreve que os metabólitos presentes nos frutos e folhas são os mesmos, porém nos frutos existe maior polaridade no extrato etanólico.

Diante disso, e com a crescente busca por produtos naturais nos últimos anos em setores, como na agricultura (Kuzey, 2021), o OE de *P. fuliginum* pode se tornar uma opção no controle de *S. frugiperda*, que possui seu ciclo de vida composto pelas fases de ovo, lagarta, pupa e adultos, e o controle deste inseto geralmente é realizado nas fases larvais, sendo incipientes pesquisas sobre o efeito de qualquer produto ou substâncias sobre a fase de ovo. Considerando isso, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito ovicida dos OEs extraídos das folhas e frutos de *P. fuliginum* sobre ovos da mariposa *S. frugiperda*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os bioensaios deste trabalho foram realizados nos laboratórios do Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agro-Ambientais (CPEDA), Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil.

2.1 Criação de *Spodoptera frugiperda*

Para o estabelecimento de uma criação de indivíduos de *S. frugiperda*, lagartas foram coletadas em cultivos de soja e milho no entorno da UNEMAT/Tangará da Serra na safra 2021/2022 e foram encaminhadas aos laboratórios do CPEDA onde foram identificadas e alimentadas com as plantas hospedeiras até se tornarem pupas. As pupas foram sexadas e os adultos obtidos foram transferidos para gaiolas de cópula e oviposição constituídas por tubos de PVC (20,0 cm diâmetro × 20,0 cm altura), revestidos internamente com papel sulfite (substrato de oviposição), fechados na parte superior com tecido de malha fina (tipo *voile*) preso com elástico e colocados sobre um prato plástico (23,5 cm diâmetro × 3,0 cm altura). Foram acondicionados 20 casais adultos (mariposas) por gaiola, os quais foram alimentados com solução de mel a 10%, embebida em um pedaço de algodão disposto no interior de uma tampa plástica (3,0 cm diâmetro × 1,5 cm altura) (adaptado de Giolo *et al.*, 2002). As posturas foram coletadas diariamente para utilização nos bioensaios, e também para manutenção da criação em laboratório utilizando dieta artificial proposta por Kasten-Junior, Precetti & Parra (1978), permanecendo nesses recipientes até se transformarem em pupas, e assim repetindo o ciclo.

2.2 Extração do óleo essencial das folhas e frutos de *Piper fuliginum*

Para extração do OE, folhas e frutos de *P. fuliginum* foram coletadas de forma aleatória em Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil (14°33'40" S - 57°27'41" W - 317 m) no entorno do córrego Salú, em área de transição dos biomas Cerrado e Floresta amazônica (Krinski, 2008). Após a coleta, o material vegetal foi submetido à hidrodestilação em aparelho tipo Clevenger modificado, durante 4 horas (Sartor, 2009). As

extrações foram realizadas em triplicatas de 100 g e os OEs obtidos foram acondicionados em microtubos de 1,5 µL e guardados em congelador até o momento de utilização nos bioensaios.

2.3 Bioensaios

Os bioensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2×7 (OE de duas partes vegetais e sete tratamentos de OE). Cada tratamento foi composto por 10 repetições contendo 15 ovos de até 24 h de *S. frugiperda*, totalizando 14 tratamentos. Os ovos foram colados em cartelas de papel azul de 1.0×2.5 cm e deixados secar à temperatura ambiente (aproximadamente 30 minutos). Após esse período, os OEs de folhas e frutos de *P. fuliginenum* foram preparados nos tratamentos a serem testados, sendo cinco concentrações (0,25, 0,5, 1,0, 2,0 e 4,0% diluídas em acetona P.A. min. 99,5% Dinâmica®) além dos dois tratamentos controles (um somente com água destilada e outro somente com acetona PA).

Depois das cartelas estarem totalmente secas, ocorreram as pulverizações de todos os sete tratamentos utilizando um aerógrafo Steula BC64 acoplado a um compressor Wimpel Comp-1, calibrado a uma pressão de 20 psi, que possibilitou a deposição de $1,5 \text{ mg cm}^{-2}$ de cada tratamento/concentração. Após a pulverização as cartelas foram mantidas sob a bancada do laboratório até estarem totalmente secas (aproximadamente 30 minutos). Cada repetição foi individualizada em tubos de ensaio de vidro ($10 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$), sendo mantidos em sala climatizada a $25 \pm 1,0$ °C (SD), $70 \pm 10\%$ UR (SD), e fotoperíodo de 12h L:D. A eclosão larval foi avaliada no quinto, sexto e sétimo dia após a oviposição, de acordo com o ciclo de desenvolvimento da espécie, mas como não houve diferença entre os dias avaliados, apenas os dados do quinto dia foram utilizados nas análises estatísticas.

2.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos à homogeneidade de variância analisada pelo teste de Bartlett e análise de variância (ANOVA). E após verificada a significância (teste F) as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% com o auxílio do software estatístico Assisat versão 7.7 beta (Silva & Azevedo, 2016).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Análise de Variância (ANOVA) mostrou existir diferença significativa ($p < .0001$) entre os tratamentos de OE das diferentes partes vegetais de *P. fuliginenum* testadas (folhas e frutos) sobre ovos com até 24 h de *S. frugiperda* (Tabela 1). Ao compararmos as médias entre os tratamentos e as diferentes concentrações dos OEs da *P. fuliginenum*, verificamos que a partir de 1% a atividade ovicida foi de 90% e 71% entre os OEs das folhas e frutos respectivamente.

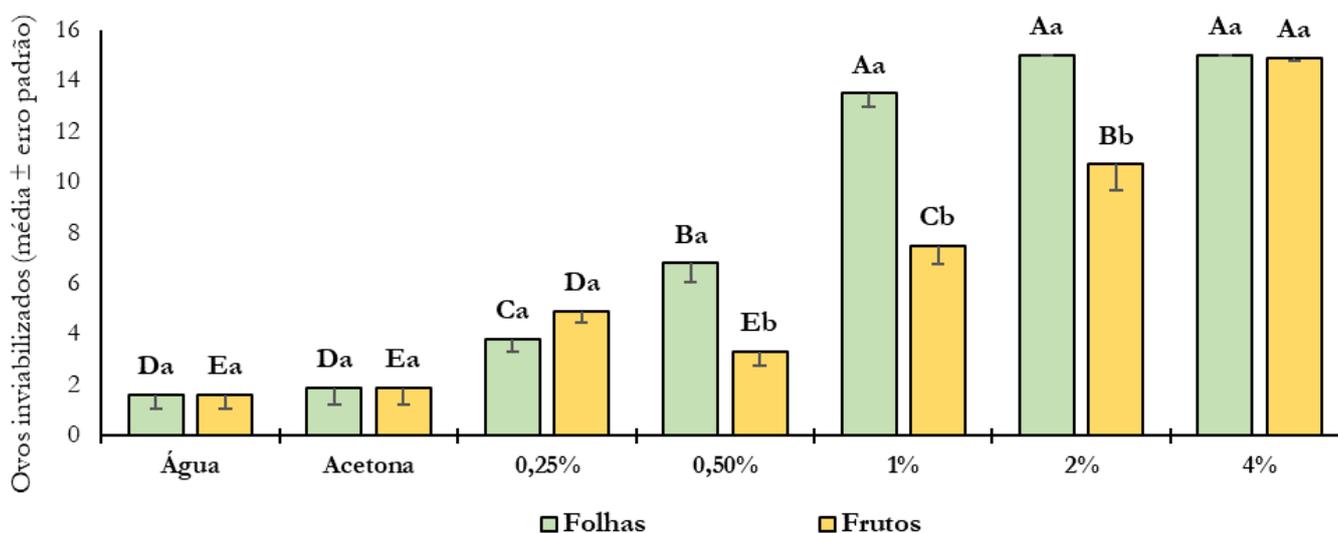
Contudo, o OE das folhas inviabilizou mais ovos da mariposa nas concentrações de 0,5, 1 e 2% em relação ao OE dos frutos, menos nas concentrações de 0,25 e 4%, onde ambos os OEs inviabilizaram a mesma quantidade de ovos. Já nos controles não ocorreu grande relevância no número de inviabilidade dos ovos, de modo a reforçar a eficácia dos OEs de *P. fuliginenum* (Figura 1).

Tabela 1 – Análise de variância para média de ovos de *Spodoptera frugiperda* inviabilizados após pulverização do óleo essencial de folhas e frutos de *Piper fuliginum*; Tangará da Serra/MT, 2022.

Fonte de variação	G. L.	Valores de F
Fator 1 (Partes vegetais)	1	41.4728 **
Fator 2 (Concentrações de OE)	6	189.6994 **
Interação entre Fator 1 x Fator 2	6	13.4905 **
Tratamentos	13	96.9702 **
Resíduos	126	-
p-valor	-	<.0001

Nota: **significativo a 1% (teste de Scott-Knott). G. L.= grau de liberdade; C. V.= Coeficiente de variação.

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 1 – Efeito do óleo essencial de folhas e frutos de *Piper fuliginum* sobre ovos da mariposa *Spodoptera frugiperda*.

Fonte: Pinheiro (2022). Letras maiúsculas comparam as concentrações para mesma parte vegetal (barras da mesma cor) e letras minúsculas comparam cada concentração entre as partes vegetais (barras de cores diferentes).

Esses resultados são promissores, pois para considerar um produto como ovicida, segundo Picollo & Zerba (1997), ele deve inibir a eclosão de pelo menos 75% dos ovos do inseto de interesse. Nesse sentido, esse estudo mostrou que os OE de ambas as partes vegetais de *P. fuliginum* testadas possuem efeito ovicida, apresentando redução na eclosão de ovos da lagarta *S. frugiperda*, quando comparado com os tratamentos controles (água e acetona). Além disso, vale ressaltar que os OEs não são um produto comercial, assim os dados preliminares verificados em nosso trabalho são ainda mais interessantes, pois poderão servir de base para o desenvolvimento de produtos naturais comerciais a partir de *P. fuliginum*.

Ademais, os compostos presentes no OE dessa espécie vêm sendo estudados devido às características químicas, tornando-a importante em pesquisas de bioprospecção (Krinski, Foerster & Deschamps, 2018). Outra característica interessante observada nos resultados do OE dos frutos de *P. fuliginum*, é que a menor

concentração do óleo (0,25%) inviabilizou maior quantidade de ovos do que o dobro dessa concentração (0,5%). Esse tipo de dado já foi relatado em OEs de outras espécies e partes vegetais de *Piper aduncum*, *Piper gaudichaudianum*, *Piper malacophyllum* e *Piper tuberculatum*, onde menores concentrações de OEs inviabilizam mais ovos do que concentrações maiores em ovos do percevejo-do-colmo do arroz, *Tibraca limbativentris* (Krinski, 2014).

O fenômeno descrito, pode ser explicado pelo efeito hormese, onde os inseticidas, principalmente aqueles considerados seletivos, incluindo os OEs, quando utilizados em concentrações maiores podem favorecer certas características dos insetos (neste caso, o número de lagartas de *S. frugiperda* eclodidas), enquanto concentrações menores são mais prejudiciais ou tóxicas ao inseto (Forbes, 2000). Além disso, verificamos diferentes efeitos dos OEs sobre os ovos, encontrando ovos murchos, secos e aqueles onde as larvas morreram no momento de romper o córion para sair dos ovos (Figura 2 - A, B e C).

Figura 2 – Diferentes efeitos do OE de folhas e frutos de *Piper fuliginum* sobre ovos da mariposa *Spodoptera frugiperda*. A - ovos murchos (amarelados); B - ovos secos (lagartas mortas dentro do ovo); e C - lagartas mortas ao saírem dos ovos.



Fonte: Pinheiro (2022).

Estas diferentes características observadas evidenciam que as substâncias presentes no OE desta espécie são potencialmente tóxicas para o embrião e conseguem penetrar no ovo, principalmente quando consideramos que as micrópilas já foram apontadas como sendo o principal ponto de penetração de produtos químicos em ovos de outros insetos pragas (Beament, 1948; 1949). Ademais, a aplicação dos OEs pode ocasionar à obstrução das micrópilas dos ovos, sendo letal quando estas estruturas são recobertas com óleo, pois a difusão do oxigênio através do córion tem um importante papel na respiração do embrião (Fiori, 1963; Hinton, 1981).

Juntamente com esses dados, ressaltamos que o controle de insetos-pragas geralmente é realizado para combater estágios mais desenvolvidos dos mesmo (larvas, ninfas ou adultos), sendo provavelmente o estágio de ovo o menos pesquisado em termos de suscetibilidade (químico ou natural), e os poucos estudos que verificaram a vulnerabilidade dos ovos foram muitas vezes relatados por acidente, decorrentes da aplicação de inseticidas em outras fases de desenvolvimento dos insetos (Smith & Salkeld 1966; Krinski, Foerster & Dechamps, 2018). Logo, esse estudo traz dados inéditos sobre a eficácia de óleos essenciais da *P. fuliginum* contra essa fase do ciclo de vida da *S. frugiperda*.

Nesse sentido, Nascimento (2016) comparou o efeito dos OEs das folhas de *P. aduncum*, *Piper divaricatum*, de um inseticida vegetal (Azamax) e outro sintético (Decis 25 EC) sobre ovos de *S. frugiperda* e constatou que o

OE da espécie *P. aduncum* foi mais tóxica que de *P. divaricatum* e do Azamax, enquanto o produto sintético se mostrou mais tóxico em relação aos demais. Mesmo assim, como em nosso trabalho, os OEs das *Piper* estudadas por essa autora mostraram dados promissores quando comparado ao inseticida vegetal comercial, mostrando que diversas espécies de *Piper* podem ser utilizadas na produção de produtos naturais para o controle de insetos.

Baseado no presente estudo, sugerimos que mais pesquisas sejam realizadas com *P. fuliginum*, em ovos com diferentes idades como já têm sido feitos com outras espécies de *Piper* contra outras pragas de insetos (Krinski, 2014; Krinski & Foerster, 2016; Krinski, Foerster & Deschamps, 2018), bem como em outras fases de *S. frugiperda* e outros grupos de insetos-pragas (Souza *et al.*, 2020). Também é de grande valia, realizar a análise cromatográfica dos OEs de *P. fuliginum*, para identificar os compostos presentes e poder fazer inferência sobre os que possuem atividade inseticida. Além disso, pode ser investigado o efeito sinérgico com outros OEs e com demais produtos a fim de potencializar sua aplicação. Aponta-se estas possibilidades, pois nos últimos anos grande parte dos estudos com plantas inseticidas têm sido realizados com outras famílias botânicas (Casida & Quistad, 1998; Isman, 2000; Krinski, Massaroli, & Machado, 2014). Ademais, estudos para domesticação/cultivo de plantas da família Piperaceae são necessários e já tem sido realizado para algumas espécies (Gomes & Krinski 2016; 2017; 2018a; 2018b; 2019; 2020; Ferriani *et al.* 2018; Ferriani & Krinski 2019a, 2019b), evidenciando o potencial para novos estudos que estas plantas apresentam na atualidade.

Contudo, plantas da família Piperaceae, ainda têm sido pouco estudadas, embora alguns estudos já tenham relatado que esta família pode ser uma rica fonte de moléculas promissoras para o controle de insetos. Desta forma, o potencial para estudos de bioprospecção, como o isolamento dos principais constituintes fitoinseticidas de espécies como *P. fuliginum* e consequente síntese desses compostos se faz necessário, podendo inclusive agregar valor para as espécies vegetais nativas.

4 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo mostraram que ambos os OEs de folhas e frutos da *P. fuliginum* inviabilizam os ovos da mariposa *S. frugiperda* a partir na menor concentração testada. Esses OEs possuem efeito ovicida a partir da concentração de 1%. Assim, os nossos dados preliminares e inéditos mostram que *P. fuliginum* é uma espécie vegetal promissora para mais estudos contra esse lepidóptero, visando sua bioprospecção para uso no controle desse inseto praga.

Conflitos de interesses

Os autores declaram que não há conflitos de interesse. Todos os autores estão cientes da submissão.

Contribuições dos autores

Todos os autores contribuíram na execução de todas as etapas do desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

- Beament, J. W. L. (1948). The penetration of insect egg shells: I. Penetration of the chorion of *Rhodnius prolixus* Stål. *Bulletin of Entomological Research*, 39, 359-383.
- Beament, J.W. L. (1949) The penetration of insect egg shells II. The properties and permeability of subchoral membranes during development of *Rhodnius prolixus* Still. *Bulletin of Entomological Research*, 39, 467-488.
- Bizzo, H. R., Hovell, A. M. C. & Rezende, C. M. (2009). Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. *Química Nova*, 588-594.
- Camargo, R. G. (2018). *Variação sazonal e regional dos óleos essenciais de Piper marginatum Jacq (Piperaceae)*. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná). <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/66362/R%20-%20D%20-%20REBECA%20GABRIEL%20DE%20CAMARGO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Casida, J. E. & Quistad, G. B. (1998). Golden age of insecticide research: past, present, or future? *Annual Review of Entomology*, 43, 1-16.
- Cruz, I. (2002). Manejo da resistência de insetos-praga a inseticidas, com ênfase em *Spodoptera frugiperda* (Smith). *Embrapa Milho e Sorgo-Docmentos (INFOTECA-E)*.
- Ferriani, A. P. & Krinski, D. (2019). Effect of cuttings defoliation and different substrates on the vegetative propagation of the monkey-pepper (*Piper aduncum* L.) (Piperaceae). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 13, 130-136.
- Ferriani, A. P. & Krinski, D. (2019) Propagation of pariparoba (Piperaceae) by different types of stem cuttings and substrates. *Acta Biológica Catarinense*, 6, 75-80.
- Ferriani, A. P., Gomes, E. N., Krinski, D. & Deschamps, C. (2018). Vegetative propagation of *Piper aduncum* L. (matico) using cuttings of varying lengths and different substrates. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 23, 1-9.
- Forbes, V. E. (2000) Is hormesis an evolutionary expectation? *Functional Ecology*, 14, 12-24
- Fiori, B. J. (1963) *Some factors influencing the ovicidal effectiveness of saturated petroleum oils and synthetic isoparaffins*. (Doctoral thesis, Cornell Univ., Ithaca, New York). <https://academic.oup.com/jee/article-abstract/56/6/885/2207805?login=false>
- Giolo, F., Grutzmacher, A., Garcia, M. & Busato, G. (2002). Parâmetros biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) oriundas de diferentes localidades e hospedeiros. *Revista Brasileira de Agrociência*, 8, 219-224.
- Gomes, E. N. & Krinski, D. (2020). Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas foliares e caulinares de pariparoba (*Piper umbellatum* L.). *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 13, 661-678.
- Gomes, E. N. & Krinski, D. (2019). Enraizamento de estacas caulinares de *Piper crassinervium* Kunth sob diferentes concentrações de ácido indobutírico. *Revista de Agricultura Neotropical*, 6, 92-97.
- Gomes, E. N. & Krinski, D. (2018). *Piper crassinervium* Kunth vegetative propagation: influence of substrates and stem cuttings positions. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, 11, 51-59.
- Gomes, E. N. & Krinski, D. (2016). Propagação vegetativa de *Piper amalago* L. (Piperaceae) em função de tipos de estaca e substratos. *Revista Cultura Agronômica*, 25, 199-210.

- Gomes, E. N. & Krinski, D. (2017). Propagação vegetativa de *Piper umbellatum* L. (Piperaceae) em função de substratos e comprimentos de estacas. *Scientia Agraria*, 17, 31-37.
- Gomes, E. N. & Krinski, D. (2018). Enraizamento de estacas apicais, medianas e basais de *Piper aduncum* L. em diferentes substratos. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 17, 435-439.
- Hinton, H. E. (1981) Biology of insect eggs. Three volumes, Pergamon Press, Oxford.
- Isman, M. B. (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 19, 603-608.
- Kasten-Junior, P., Precetti, A. A. C. M. & Parra, J. R. P. (1978). Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) em duas dietas artificiais e substrato natural. *Revista de Agricultura*, 53, 68-78.
- Krinski, D., & Miyazawa, C. S. (2008). *Peixes de Riachos de Cabeceira de Tangará da Serra, Mato Grosso: lista de espécies e abordagem citogenética*. (1. ed.). Cuiabá/MT: KCM Editora.
- Krinski, D. (2014). *Artrópodes associados ao arroz de terras altas, Oryza sativa, em Novo Progresso, estado do Pará: níveis de danos e estratégias para manejo*. (Doutorado em Ciências - Zoologia, Universidade Federal do Paraná). <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/36839>
- Krinski, D., Massaroli, A. & Machado, M. (2014). Potencial inseticida de plantas da família Annonaceae. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36, 225-242.
- Krinski, D. & Foerster, L. A. (2016). Toxicity of essential oils from leaves of Piperaceae species in rice stalk stink bug eggs, *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). *Ciência e Agrotecnologia*, 40, 676-687.
- Krinski, D., Foerster, L. A. & Deschamps, C. (2018). Ovicidal effect of the essential oils from 18 Brazilian *Piper* species: control of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera, Erebidae) at the initial stage of development. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 40, e35273-e35285.
- Kuzey, C. A. (2021). *Óleos essenciais: aspectos gerais e potencialidades*. (Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha – Campus Santo Ângelo). <https://arandu.iffarroupilha.edu.br/bitstream/itemid/157/1/CAMILA%20TCC%207.pdf>
- Mazzeu, B. F. (2014). *Estudo de aspectos químicos, biológicos e biossintéticos em Piper fuliginum Kunth (Piperaceae)*. (Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista). <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/110696/000780628.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Miranda, C. A. S. F., Cardoso, M. das G., Batista, L. R., Rodrigues, L. M. A. & Figueiredo, A. C. da S. (2016). Óleos essenciais de folhas de diversas espécies: propriedades antioxidantes e antibacterianas no crescimento de espécies patogênicas. *Revista Ciência Agronômica*, 47, 213-220.
- Nascimento, A. F. (2016). *Atividade de óleos essenciais e compostos majoritários de plantas das famílias Piperaceae, Myrtaceae e Rutaceae sobre Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)*. (Dissertação em Doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco). http://www.ppgca.ufrpe.br/sites/ppgea.ufrpe.br/files/documentos/aline_fonseca_do_nascimento.pdf.
- Oliveira, M. S. S., Roel, A. R., Arruda, E. J. & Marques, A. S. (2007). Eficiência de produtos vegetais no controle da lagarta-do-cartucho-do-milho *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). *Ciência e Agrotecnologia*, 31, 326-331.
- Piccolo, M. I. & Zerba, E. (1997). Embryogenesis, pp. 265-270 In: Carcavallo, R. U, Galíndez, G. L. Jurberg, J; Lent, H, [eds.] Atlas dos vetores da Doença de Chagas nas Américas, Fiocruz, Rio de Janeiro (BR).

Sartor, R. B. (2009). *Modelagem, simulação e otimização de uma unidade industrial de extração de óleos essenciais por arraste a vapor*. (Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre). <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/21924/000737903.pdf?...>

Silva, F. D. A. S. & Azevedo, C. A. V. (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, 11, 3733-3740.

Souza, M. T., Souza, M. T., Bernardi, D., Krinski, D., Melo, D. J., Costa O. D., Rakes, M, Zarbin, P. H. G., Maia, B. H. L. N. S. & Zawadneak, M. A. C. (2020). Chemical composition of essential oils of selected species of *Piper* and their insecticidal activity against *Drosophila suzukii* and *Trichopria anastrephae*. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 13056-13065.

Smith, E. H. & Salkeld E.H. (1966). The use and action of ovicides. *Annual Review of Entomology*, 11, 331-368.

Vasconcelos, M. S. (2019). *Avaliação da atividade farmacológica in vivo do óleo essencial da Piper marginatum (Piperaceae)*. 2019. (Dissertação de Mestrado em Biociência, Universidade Federal do Oeste do Pará). https://repositorio.ufopa.edu.br/jspui/bitstream/123456789/478/1/Disserta%0c3%a7%0c3%a3o_Avalia%0c3%a7%0c3%a3odaAtividadeFarmacol%0c3%b3gica.pdf

Nota: O presente trabalho foi avaliado duplo-cego e aceito na modalidade artigo científico no II Congresso Nacional de Entomologia online, realizado no período de 06 a 08 de julho de 2022.