

Fagoderrencia de traça-das-crucíferas causada por extratos aquosos de planta do Cerrado.

Isabella Maria Pompeu Monteiro Padial¹, Silvana Aparecida de Souza², Matheus Moreno Mareco da Silva¹, Natalia Pereira de Melo¹, Rosilda Mara Mussury³

¹Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias, curso de Agronomia – Bacharel, Dourados-Itahum, Km 12, Cidade Universitária, CEP: 79.804-970, Dourados-MS, Brasil. Email: bellapadial@hotmail.com

²Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade. Rodovia DouradosItahum, Km 12, Cidade Universitária, CEP: 79.804-970, Dourados-MS, Brasil. E-mail: silvanaadesouza@gmail.com

³Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA). Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Cidade Universitária, CEP: 79.804-970, Dourados-MS, Brasil. Email: mussuryufgd@gmail.com

Resumo

O uso incorreto e indiscriminado de inseticidas sintéticos colaborou no desenvolvimento de pragas agrícolas resistentes, como a *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) que é resistente a mais de 95 produtos catalogados, além disso, esses produtos afetam o meio ambiente, organismos não-alvos e a saúde humana. Um dos métodos alternativos possíveis de reduzir o uso de inseticidas sintéticos é através a aplicação de inseticidas vegetais, que, apresentam milhares de compostos bioativos, provenientes de seu metabolismo secundário. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de extratos vegetais sobre a preferência alimentar *P. xylostella*, visando redução no potencial alimentar da espécie. Para tal, foram utilizados discos de couve tratados com extratos aquosos *Miconia albicans* (sw.) Triana e oferecidos a lagartas de terceiro instar. As concentrações utilizadas para extrato aquoso foram de 0,3g (1%), 1,5g (5%) e 3g (10%) por 30 mL. A avaliação do índice de preferência alimentar em relação ao extrato aquoso, mostrou que todos extratos de *M. albicans* foram fagoderrentes. Os resultados obtidos a partir dos testes de preferência alimentar realizados nesse estudo, evidenciaram que os extratos aquosos de 10% e 5% foram os mais efetivos como antialimentar sobre lagartas de terceiro instar de *P. xylostella*.

Palavras-chave: *Plutella xylostella*, canela-de-velho, bioinseticidas vegetais

Introdução

A herbivoria é um tipo de interação entre inseto e planta que exerce pressão sobre o vegetal, forçando-o a desenvolver medidas de defesa que exercerão pressão sobre o inseto, que terá que achar formas de neutralizá-las. Uma dessas formas de defesa, é justamente a produção de fitoquímicos de forma constitutiva ou indutiva, que são compostos produzidos pelas plantas que atuam detendo a herbivoria de insetos. Assim, essa “corrida de defesa” faz com que esses

indivíduos coevolam gradualmente, e promova a diversificação dos mecanismos de defesa de uma espécie (AHUJA et al., 2011; WHITNEY & GLOVER, 2013; HANCOCK et al., 2015).

As Brássicas são descritas apresentando 338 gêneros que englobam 3.709 espécies vegetais ao redor do mundo (AL-SHEHBAZ et al., 2006). Sua família possui várias espécies de grande importância para economia e para a qualidade nutricional da alimentação cotidiana, uma vez que são fonte de fibras, vitaminas e minerais (BAENAS et al., 2012). Alguns exemplos presentes no cotidiano são o repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*), a mostarda (*Brassica juncea*) e o brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*) (WARWICK, 2011).

As plantas pertencentes dessa família são amplas produtoras de glucosinolatos-mirosinases, que constituem parte de seu sistema de defesa tanto para insetos quanto para patógenos (TALEKAR & SHELTON, 1993; SANTOLAMAZZA-CARBONE et al., 2014). Essas substâncias se caracterizam, dessa forma, como sendo parte do metabolismo secundário desse grupo. Dentro das células da planta, os glucosinolatos e as mirosinases se localizam em compartimentos separados, quando o inseto rompe a estrutura do vegetal a partir da sua alimentação, esses compostos entram em contato, os glucosinolatos são desestabilizados e geram produtos tóxicos para predador, podendo provocar tanto processos de antibiose quanto de antixenose (BENDEROTH et al., 2006; HOPKINS et al., 2009; FURSTENBERG-HAGG et al., 2013; SANTOLAMAZZA-CARBONE et al., 2014).

Contudo, essa cultura sofre pelo ataque de diversas pragas agrícolas, sendo que a traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella* (Linnaeus 1758) (Lepidoptera: Plutellidae)), se encontra, atualmente, como a principal delas. Esse inseto é uma mariposa que possui ampla distribuição ao redor do mundo e em propriedades rurais, além disso, outras características, como ciclo curto e alta capacidade reprodutiva a tornam extremamente destrutiva, chegando a somar prejuízos de 5 bilhões de dólares por ano, apenas no manejo da praga (ZAGO et al., 2010; ZALUCKI et al., 2012). Ainda, essa praga se caracteriza por apresentar uma elevada elasticidade genética, dificultando seu controle; assim, até 2019, ela já era resistente a cerca de 95 produtos catalogados no mundo todo (APRD, 2019). Um exemplo dessa característica, é que, sendo um inseto especialista em brassicáceas, ele desenvolveu um mecanismo endógeno para neutralizar os efeitos tóxicos dos glucosinolatos-mirosinases, produzindo enzimas sulfatases que impedem a ação das mirosinases sobre os glucosinolatos (RATZKA et al., 2002; WITTSTOCK et al., 2003).

Apesar disso, o controle químico, através de produtos sintéticos continua sendo o método de controle mais utilizado para *P. xylostella* (CASTELO BRANCO & AMARAL, 2002; DE BORTOLI et al., 2013). A literatura nos mostra que o uso incorreto desses produtos pode acarretar em grandes prejuízos em várias esferas, como a saúde, o meio-ambiente, e a própria agricultura. Inúmeros casos de intoxicação de agricultores e trabalhadores rurais durante e ao longo de anos de exposição aos produtos mostram os efeitos de alguns deles sobre a saúde humana, além disso, a intoxicação involuntária também é uma realidade (ALAVANJA, 2009; ALAVANJA & BONNER, 2012). O acúmulo desses produtos no meio-ambiente e sua dispersão é maléfica para vários organismos não-alvo, como pequenos mamíferos, peixes, anfíbios, pássaros e abelhas (KÖHLER & TRIEBSKORN, 2013; PAOLI et al., 2015). Já na agricultura, os danos também podem ser catastróficos, a seleção de pragas resistentes e a eliminação dos inimigos naturais se encontram como alguns dos principais efeitos negativos do

abuso dessas substâncias (DE BORTOLI et al., 2013). A Convenção de Estocolmo vem então, em 2002, proibindo o uso de uma lista de alguns dos produtos mais persistentes e bioacumulativo da época, como o DDT, a partir daí, tem-se a busca por produtos que possam controlar as pragas agrícolas, mas que sejam menos agressivos ao ser humano e ao meio-ambiente (CARVALHO, 2017).

Nesse sentido, os bioinseticidas a base de plantas tem como constituinte compostos produzidos por seu metabolismo secundário. Os vegetais são uma grande fonte desses compostos, apresentando uma defesa química contra pragas agrícolas; seu princípio ativo pode vir de várias partes da planta, como folhas, caules, raízes e frutos, essas partes, são, geralmente, reduzidas a pó e os princípios ativos são extraídos via solventes aquosos ou orgânicos (MENEZES, 2005; TAIZ & ZEIGER, 2003; KRINSKI et al., 2014). Ainda, esses compostos podem agir de formas diversas no inseto, seja inibindo sua alimentação, dificultando seu crescimento e reprodução ou alterando seu comportamento (MENEZES, 2005).

A família Melastomataceae possui, principalmente, espécies tropicais, agrupando 163 gêneros e 4.300 espécies (RENNER, 1993). O gênero *Miconia* é um dos maiores, com cerca de 1000 espécies, sendo que, no Brasil, *Miconia stenostachya* DC. e *Miconia albicans* (sw.) Triana prevalecem (MARTINS et al. 1996; SOUZA & LORENZI, 2005). *M. albicans*, também conhecida como canela-de-velho, é conhecida e utilizada na medicina tradicional por seus efeitos antirreumáticos (STALCUP, 2000). Além disso, resultados promissores tem sido encontrados em trabalhos descrevendo as atividades biológicas de espécies de *Miconia* spp., alguns deles descreveram os efeitos analgésicos de extratos crus, onde se utilizaram solventes como hexano, cloreto de metileno e etanol (VASCONCELOS et al., 2003). Outros estudos, ainda, mostram que seus frutos mostram um potencial antioxidante superior a outras frutas comuns (CORRÊA et al., 2021).

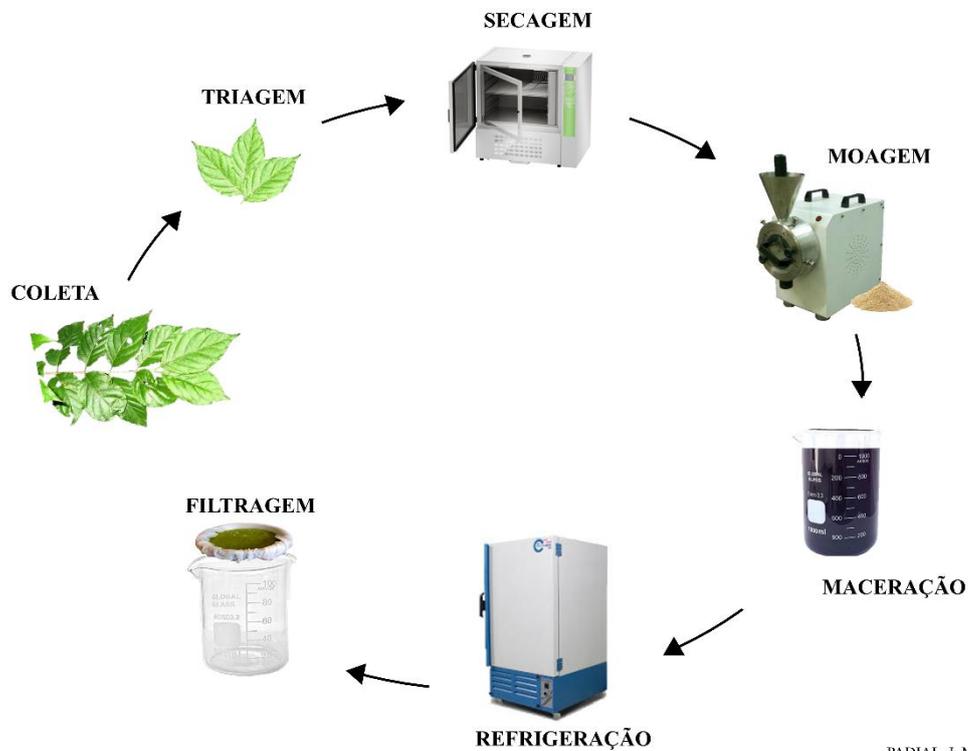
Dessa forma, tendo em vista a necessidade do uso formas alternativas de controle e do descobrimento de novas moléculas para o controle de pragas, o presente trabalho visou avaliar o efeito de extratos aquosos de folhas de *M. albicans* em concentrações de 1%, 5% e 10%, sobre a preferência alimentar de *P. xylostella*.

Materiais e Métodos

1. Confeção de extratos aquosos de *M. albicans*

Ramos de *M. albicans* foram coletados no assentamento Lagoa Grande em Itahum 22° 05'S e 55°15'W, Mato Grosso do Sul. As folhas foram destacadas, e o material foi higienizado com uma solução de hipoclorito de sódio. Em seguida, as folhas foram levadas para secar em uma estufa de circulação forçada de ar, a 45°C, por 3 dias. O material seco foi triturado em um moinho de facas, e colocado em potes de plástico, sendo então, armazenado em um ambiente sob abrigo de luz e umidade. 24 horas antes do experimento, o pó foi misturado através da técnica de maceração em uma solução de 3g de material vegetal para 30 ml de água destilada, 1,5g/30mL e 0,3g/30mL, confeccionando extratos nas concentrações de 10%, 5% e 1%,

respectivamente. Após esse processo, ele foi levado para refrigeração por 24 horas (até o uso no experimento), sendo previamente filtrado por tecido Voil (Figura 1).



PADIAL, I. M. P. M. (2019)

Figura 1. Metodologia para processo de confecção de extratos aquosos das folhas de *M. albicans*, a partir da técnica de maceração.

2. Criação de *P. xylostella* em ambiente controlado

Larvas de *P. xylostella* foram coletadas em hortas ao redor de Dourados e Itaporã, em Mato Grosso do Sul. Toda a criação foi mantida no Laboratório de Interação Inseto-Planta (LIIP), da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), situada na unidade 2 da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

As pupas coletadas foram armazenadas em tubos individuais e após o aparecimento das mariposas, elas foram colocadas em gaiolas de plástico (9 x 19 x 19 cm), com mel diluído em uma concentração de 10% e discos de couve e papel filtro, para que os indivíduos pudessem ovipositar. Após a postura, esses discos foram substituídos e os antigos, transferidos para outro recipiente de plástico (30 x 15 x 12 cm), onde os ovos eram deixados para eclosão e as larvas permaneceram desde a eclosão até o posterior empupamento. Durante esse período, as larvas foram alimentadas com folhas de couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) e higienizadas com uma solução de hipoclorito de sódio. Duas folhas de couve foram colocadas por pote, sendo que uma ficava sobreposta uma sobre a outra, de maneira em que as faces abaxiais se encontravam. A folha inferior foi substituída por uma nova todos os dias e a superior ocupava o lugar da inferior. Após o início do estágio de pupa, elas foram removidas dos recipientes de

plástico e individualizadas novamente. Todo o processo de manutenção da criação foi realizado em temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa $70 \pm 5\%$ e 56 fotoperíodo de 12 horas (Figura 2).

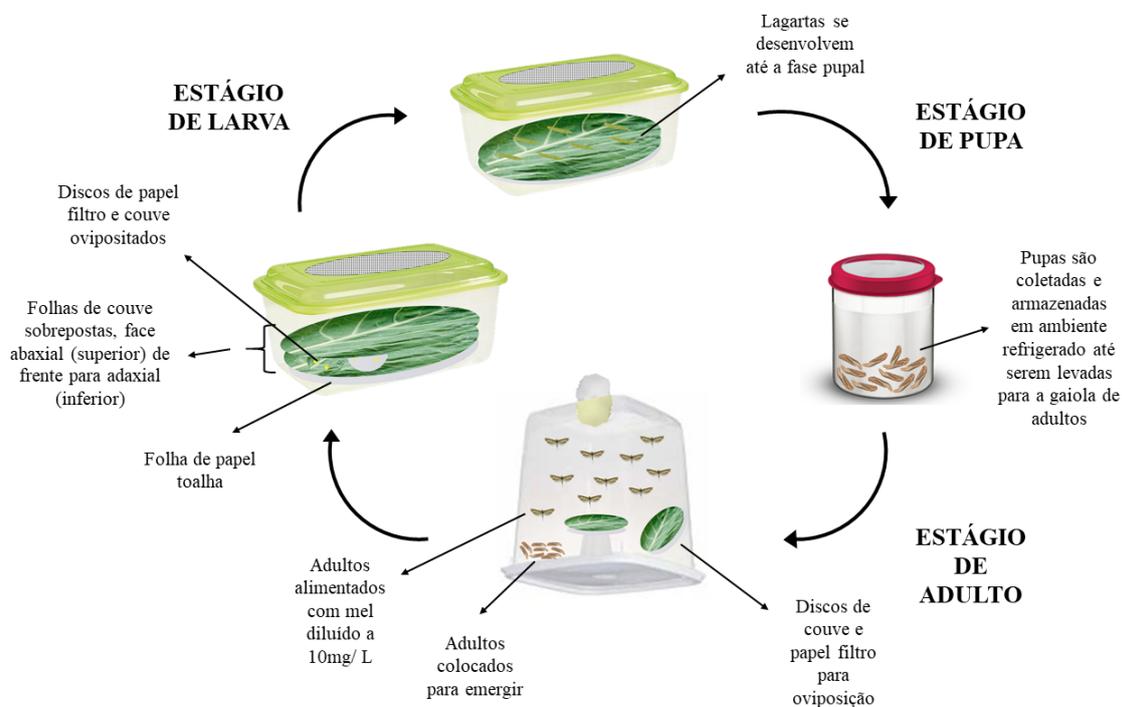


Figura 2. Metodologia utilizada para criação de larvas de *P. xylostella*

3. Preferência alimentar de *P. xylostella*

Os testes de preferência alimentar com chance de escolha aconteceram em ambiente controlado de laboratório, a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $55 \pm 5\%$ de UR e fotoperíodo de 12 h. Para isso, placas de Petri foram higienizadas e, em cada placa, foram colocados um papel filtro, 4 discos de couve (sendo que, dois foram submergidos em extrato e dois foram submergidos em água destilada; os discos tratados e de controle foram dispostos de maneira cruzada) e uma larva de *P. xylostella* de 3º ínstar, que foi posicionada no centro do disco. As larvas foram deixadas em contato com os discos por 24 horas, e, após esse período, o inseto foi retirado e os discos foram recolhidos e escaneados, a área foliar de cada um foi medida com auxílio do programa ImageJ (SCHNEIDER et al., 2012) (Figura 3). Foram calculados a área total do disco e área consumida pela larva, a diferença entre esses valores foi identificada como consumo foliar.

4. Análise estatística e cálculo do Índice de Preferência Alimentar (IP)

A partir do consumo de área foliar, foi calculado o índice de preferência alimentar (IP) (KOGAN & GOEDEN, 1970), onde, valores maiores do que 1 são classificados como fagoestimulantes, valores inferiores a 1 são classificados como fagodeterrentes valores iguais a 0 são neutros. A fórmula utilizada foi:

$$IP = \frac{2A}{(M + A)}$$

Onde,

A = área consumida dos discos tratados;

M = áreas consumidas dos discos não tratados.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial, tendo o cada extrato aquoso (1 plantas x 3 concentrações) 10 repetições e 3 subamostras para cada concentração. A normalidade dos dados foi comparada através do teste de Shapiro-Wilk e seus valores foram comparados pelo teste de Kruskal Wallis a 5% de probabilidade, como teste de post hoc foi feito o Dunn teste.

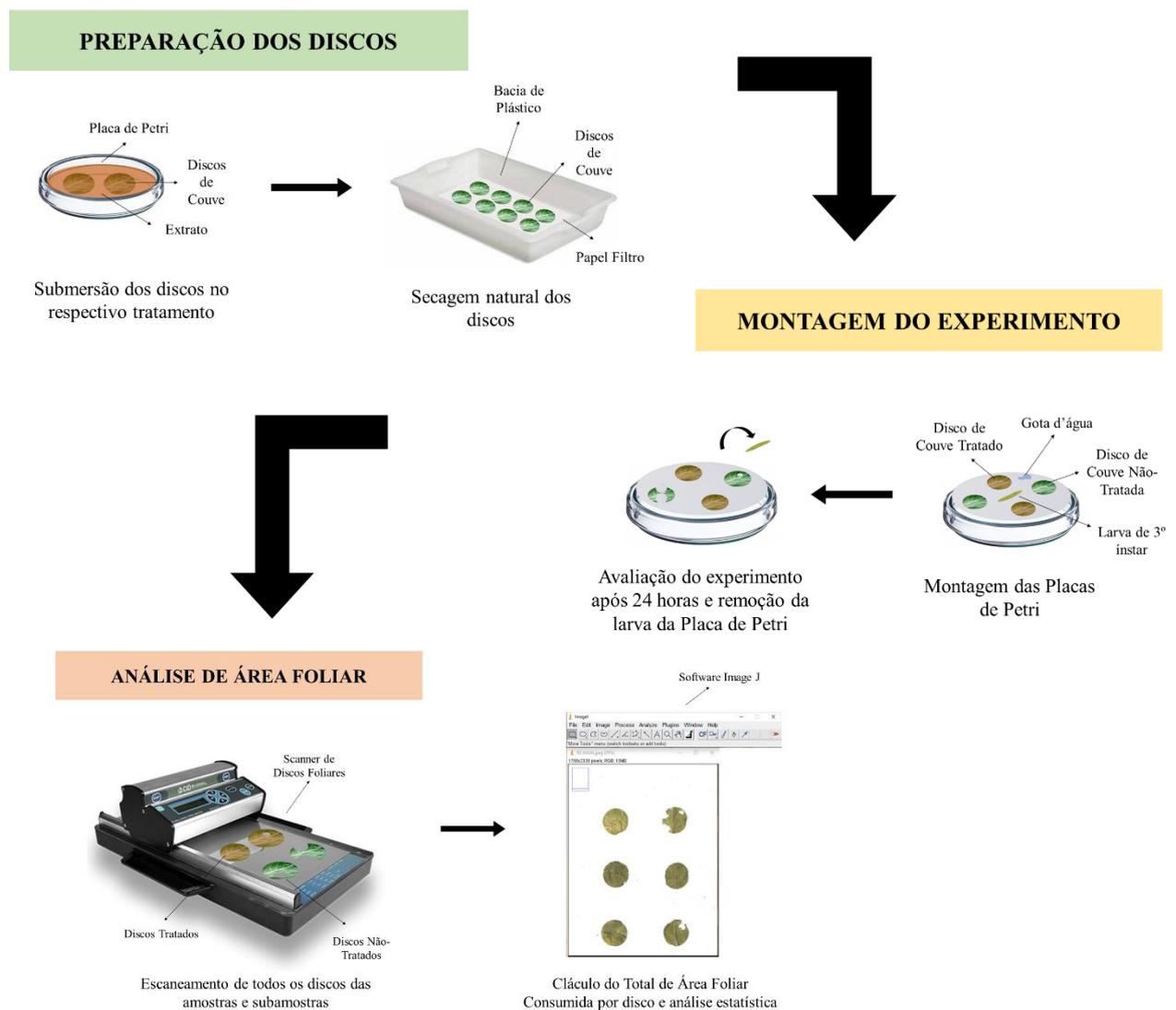


Figura 3. Metodologia utilizada para os testes de preferência alimentar com chance de escolha, utilizando extratos aquosos de *M. albicans* e indivíduos de *P. xylostella*.

Resultados

Foi observado que as larvas, logo após serem colocadas na placa de petri, elevavam suas mandíbulas, afim de identificar qual seria o melhor local para consumo, e rapidamente faziam uma escolha (menos de um minuto), sendo que, de forma geral, apenas um disco foi escolhido para consumo. Os Índices de Preferência mostraram que todos os extratos aquosos foram capazes de desestimular o consumo foliar de *P. xylostella* (fagoderretentes), visto que, eles reduziram (maior potencial fagoderretente) a medida que as concentrações aumentaram. Nota-se que as concentrações de 10% e 5% não diferiram estatisticamente pelo teste de Dunn, contudo, os extratos de 10% e 1%, sim (Tabela 1).

Tabela 1. Média das áreas foliares consumidas por cada tratamento de extrato aquoso e seu respectivo índice de preferência.

| Tratamento | Área Foliar Consumida (cm ²) | | Índice de Preferência (IP) | Classificação |
|--------------------------|--|----------|----------------------------|----------------|
| | Extrato | Controle | | |
| <i>M. albicans</i> (10%) | 0,043 | 0,201 | 0,353 b | Fagoderretente |
| <i>M. albicans</i> (5%) | 0,082 | 0,129 | 0,779 ab | Fagoderretente |
| <i>M. albicans</i> (1%) | 0,105 | 0,126 | 0,911 a | Fagoderretente |

Para os valores de IP, as médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Dunn 5% de probabilidade.

Apesar de os extratos de 10% e 5% não terem diferido significativamente, notou-se uma grande diferença entre a redução do consumo foliar quando comparamos os dois: as larvas expostas aos extratos de 10% consumiram quase 5 vezes mais o controle do que os discos tratados, enquanto que para aquelas expostas aos extratos de 5%, esse valor foi de apenas 1,57 vezes (Figura 4).

A)



B)



Figura 4. Comparação do consumo foliar de discos tratados com água destilada (A) e discos tratados com extratos aquosos das folhas de *M. albicans* (B).

Contudo, um ponto interessante, foi que, ao somar o número de larvas que foi completamente repelida dos discos tratados, temos que mesmo nos extratos de 1%, pelo menos 63% das larvas deixaram de consumir as couves tratadas, sendo que esses valores chegaram a cerca 73% e 80%, para os extratos de 10% e 5%, respectivamente. Ou seja, temos que, independente das concentrações, mais de 60% da população de *P. xylostella* foi repelida das couves tratadas, preferindo consumir o controle.

Discussão

Os metabólitos secundários das plantas podem agir de diversas maneiras, especialmente quando existe um complexo de moléculas ativas, capazes de afetar os insetos. Alguns dos exemplos são os inibidores de alimentação, aqueles que afetam o crescimento, o desenvolvimento, a reprodução e a diapausa (FREITAS et al., 2014; MENEZES, 2005), sendo que, os metabólitos secundários de plantas que exibem um alto nível de atividade anti-alimentar são responsáveis por desempenhar um papel mais importante na seleção de insetos do que aqueles que são fagoestimulantes (NAWROT & HARMATHA, 2012). Neste estudo, as substâncias ativas atuaram como fagodeterrentes, ou seja, inibindo o consumo foliar das larvas.

Uma análise feita do gênero *Miconia*, incluindo *M. albicans*, mostra a proporção de compostos isolados do grupo: flavonoides (48%), triterpenos (31%), ácidos fenólicos (6%), esteroides (6%), quinonas (4%), taninos (4%) e ligninas (1%) (CUNHA, 2019). Contudo, triterpenos possuem baixa solubilidade em água (GANBOLD, 2010), nesse sentido, é mais provável que os extratos aquosos apresentem uma quantidade maior de flavonoides e outros componentes. A bioatividade desses grupos de moléculas possui efeitos diversos: inseticidas, citotóxica, antitumoral, atividade antibacteriana, pesticida, antimalárico, antileishmanicida e propriedades anti-helmínticas (VEGA, 2013).

Nos insetos, os flavonóides poderão interferir na ecdise, reprodução, alimentação e comportamento (MUSAYIMANA et al., 2001; SIMMONDS, 2001) e atuam como antialimentares, sendo constantemente relatados como repelentes (MORIMOTO et al., 2000). Já os taninos, são redutores digestivos, eles criam complexos de taninos-proteínas que dificultam a digestão e prejudicam o crescimento e a sobrevivência do inseto (MELLO & SILVA-FILHO, 2002).

Em 2012, investigadores compararam o efeito fagodeterrente de quinonas naturais e sintéticas através de experimentos de preferência alimentar de livre escolha, usando larvas de *Trichoplusia ni* e extratos de plantas variadas. O estudo mostrou que as quinonas naturais foram mais eficientes na supressão alimentar, sugerindo que a eficiência destes compostos está ligada com a estrutura e número dessas moléculas (AKHTAR et al., 2012).

Dessa maneira, a repelência do inseto é importante na medida que afeta sua capacidade de se nutrir enquanto larva, ou seja, seu desempenho, e isso, posteriormente, afetará sua biomassa pupal (MARONEZE & GALLEGOS, 2009). A biomassa pupal pode ser vista como um indicador de fecundidade, uma vez que, a quantidade e qualidade do alimento consumido na fase larval influencia o número de ovariolos da fêmea, e afeta diretamente a quantidade de ovos que será ovipositada (SALINAS, 1990; COSTA et al., 2004). Assim, uma alimentação

prejudicada durante a fase larval, pode significar, na fase adulta, um menor número de descendentes na próxima geração.

Com tudo, a identificação e o isolamento dos componentes ativos do extrato são importantes para que os tratamentos possam se basear na aplicação dos componentes ativos de maior eficiência. Ainda, foi possível notar um potencial inseticida da espécie de *M. albicans* em extratos mais concentrados, mostrando que é necessária uma maior quantidade de material vegetal para que melhores resultados sejam obtidos, ou ainda, um maior tempo de extração das substâncias hidrossolúveis.

Conclusão

Os extratos aquosos das folhas de *M. albicans* foram capazes de atuar reduzindo a alimentação de larvas de *P. xylostella*, sendo que, seu potencial fagodeterrente aumentou a medida que as concentrações aumentaram. A espécie botânica estudada apresenta potencial como redutora de danos causados por *P. xylostella*, mas recomenda-se estudo dessas espécies botânicas sobre outros aspectos da biologia do inseto e seus efeitos no meio ambiente.

Referências

- AHUJA, I.; BORGAN, B. H.; HANSEN, M.; HONNE, B. I.; MÜLLER, C.; ROHLOFF, J.; ROSSITER, J. T.; BONES, A. M. Oilseed rape seeds with ablated defence cells of the glucosinolate–myrosinase system. Production and characteristics of double haploid MINELESS plants of *Brassica napus* L. **Journal of Experimental Botany**, v. 62, p. 4975-4993, 2011.
- ALAVANJA, M. C. R. Pesticides use and exposure extensive worldwide. *Reviews on Environmental Health*, v. 24, p. 303-309, 2009.
- ALAVANJA, M. C. R.; BONNER, M. R. Occupational pesticide exposures and cancer risk: a review. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, v.15, p. 238-263, 2012.
- AL-SHEHBAZ, I.A.; BEILSTEIN, M.A.; KELLOGG, E.A. Systematics and phylogeny of the Brassicaceae (Cruciferae): an overview. **Plant Systematics and Evolution**, v. 259, p. 89120, 2006.
- APRD, Arthropod Pesticide Resistance Database. *Plutella xylostella*. 2019. Disponível em: <<http://www.pesticideresistance.org/>>.
- BENDEROTH, M.; TEXTOR, S.; WINDSOR, A. J.; MITCHELL-OLDS, T.; GERSHENZON, J.; KROYMANN J. Positive selection driving diversification in plant secondary metabolism. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 103, p. 9118-9123, 2006.
- CARVALHO, F. P. Pesticides, environment, and food safety. **Food and Energy Security**, v. 6, n.2, p. 48-60, 2017.

CASTELO BRANCO, M.; AMARAL, P. S. T. Inseticidas para o controle da traça-das crucíferas. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 3, p. 410-415, 2002.

CORRÊA J. G. S.; BIANCHIN M.; LOPES, A. P.; SILVA, E.; AMES, F. Q.; POMINI, A. M.; CARPES, S. T.; RINALDI, J. C.; MELO, R. C.; KIOSHIMA, E. S.; BERSANI-AMADO, C. A.; PILAU, E. J.; CARVALHO, J. E. C.; RUIZ, A. L. T. G.; VISENTAINER, J. V.; SANTIN, S. M. DE O. Chemical profile, antioxidant and anti-inflammatory properties of *Miconia albicans* (Sw.) Triana (Melastomataceae) fruits extract. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 273, 2021.

COSTA, E. L.; SILVA, N. R. F. P.; FIÚZA, L. M. Efeitos, aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas. **Acta Biológica Leopoldensia**, v. 26, p. 173-185, 2004

CUNHA, G. O. S.; CRUZ, D. C.; MENEZES, A. C. S. An Overview of *Miconia* genus: Chemical Constituents and Biological Activities. **Pharmacogn Reviews**, v. 13, n. 26, p. 77-88, 2019.

DE BORTOLI, S. A.; POLANCZYK, R. A.; VACARI, A. M.; DE BORTOLI, C. P.; DUARTE, R. T. *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae): tactics for integrated pest management in Brassicaceae. In: SOLONESKI, S.; LARRAMENDY, M. (Eds.). **Weed and pest control - conventional and new challenges**. Rijeka: InTech, p. 31-51, 2013.

FREITAS, A. F.; PEREIRA, F. F.; FORMAGIO, A. S. N.; LUCCHETTA, J. T.; VIEIRA, M. C.; MUSSURY, R. M. Effects of methanolic extracts of *Annona species* on the development and reproduction of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 43, p. 446-452, 2014.

FÜRSTENBERG-HÄGG, J.; ZAGROBELNY, M.; BAK, S. Plant defense against insect herbivores. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 14, n. 5, p. 10242- 97, 2013.

GANBOLD, M.; BARKER, J.; MA, R.; JONES, L.; CAREW, M. Cytotoxicity and bioavailability studies on a decoction of *Oldenlandia diffusa* and its fractions separated by HPLC. **J. Ethnopharmacol**, v. 131, 396–403, 2010.

HANCOCK, R. D.; HOGENHOUT, S.; FOYER, C. H. Mechanisms of Plant–insect Interaction. **Journal of Experimental Botany**, v. 66, n. 2, p. 421-424, 2015.

HOPKINS, R. J.; VAN DAM, N. M.; VAN LOON, J. J. A. Role of glucosinolates in insect-plant relationships and multitrophic interactions. **Annual Review of Entomology**, v. 54, p. 57-83, 2009.

KOGAN, M.; GOEDEN, R. D. The host-plant range of *Lema trilineata daturaphila* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 63, p 1175-1180, 1970.

KÖHLER, H. R.; TRIEBSKORN, R. Wildlife ecotoxicology of pesticides: can we track effects to the population level and beyond? **Science**, v. 341, p. 759-765, 2013.

KRINSKI, D.; MASSAROLI, A.; MACHADO, M. Potencial inseticida de plantas da família Annonaceae. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 225-242, 2014.

MARONEZE, D. M.; GALLEGOS, D. M. N. Efeito de extrato aquoso de *Melia azedarach* no desenvolvimento das fases imatura e reprodutiva de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Semina Ciências Agrárias**, v. 30, p. 537-550, 2009.

MARTINS, A. B.; SEMIR, J.; GOLDENBERG, R.; MARTINS, E. O gênero *Miconia* Ruiz & Pav. no Estado de São Paulo. **Acta Botanica Brasilica**, v. 10, p. 267-316, 1996.

MELLO, M. O.; SILVA-FILHO, M. C. Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 14, p. 71-81, 2002.

MENEZES, E.L.A. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Seropédica, Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia, 58 p., 2005.

MORIMOTO, M.; KUMEDA, S.; KOMAI, K. Insect antifeedant flavonoids from *Gnaphalium affine*. **Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 1888-1891, 2000.

MUSAYIMANA, T.; SAXENA, R. C.; KAIRU, E. W.; OGOL, C. P. K. O.; KHAN, Z. R. Effects of neem seed derivatives on behavioral and physiological responses of the 58 *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 94, p. 449-454, 2001.

NAWROT, J.; HARMATHA, J. Phytochemical feeding deterrents for stored product insect pests. **Phytochemical Review**, v. 11, p. 543-566, 2012.

PAOLI, D.; F. GIANNANDREA, M. G.; TURCI, R.; CATTARUZZA, M. S.; LOMBARDO, F. et al. Exposure to polychlorinated biphenyls and hexachlorobenzene, sêmen quality and testicular cancer risk. **Journal of Endocrinological Investigation**, v. 38, p. 745-752, 2015.

RATZKA, A.; VOGEL, H.; KLIEBENSTEIN, D. J.; MITCHELL-OLDS, T.; KROYMANN J. Disarming the mustard oil bomb. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 99, p. 11223–11228, 2002.

RENNER, S.S. Phylogeny and classification of the Melastomataceae and Memecylaceae. Nord. **Journal of Botany**, v. 13, p. 519-540, 1993.

SALINAS, P. J. Studies on the ecology and behavior of the lagartae *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae) III. **Effects of size and shape of the host plant eaves**, p. 40-43, 1990.

SANTOLAMAZZA-CARBONE, S.; VELASCO, P.; SOENGAS, P.; CARTEA, M. E. Bottom-up and top-down herbivore regulation mediated by glucosinolates in *Brassica oleracea* var. *acephala*. **Oecologia**, v. 174, p. 893-907, 2014.

SIMMONDS, M. S. J. Importance of flavonoids in insect–plant interactions: feeding and oviposition. **Phytochemistry**, v. 56, p. 245-252, 2001.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Instituto Plantarum: Nova Odessa, São Paulo, p. 269-276, 2005.

SCHNEIDER, C. A.; RASBAND, W. S. & ELICEIRI, K. W. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. **Nature methods**, v. 9, n. 7, p. 671-675, 2012.

STALCUP, M. M. **Plantas de uso medicinal ou ritual numa feira livre no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro (RJ) Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 954 p., 2003.

TALEKAR, N.S.; SHELTON, A.M. Biology, ecology, and management of the diamondback moth. **Annual Review of Entomology**, v. 38, p. 275-301, 1993.

VASCONCELOS, M. A. L.; FERREIRA, M. L. D. S.; ANDRADE E SILVA, R.; VENEZIANI, C. S.; CUNHA, W. R. Analgesic effects of crude extracts of *Miconia albicans*. **Bollettino Chimico Farmaceutico**, v. 142, p. 333-335, 2003.

VEGA, A. E. G. Chirimoya (*Annona cherimola* Miller), frutal tropical y sub-tropical de valores promisorios. **Cultivos tropicales**, v. 34, n. 3, p. 52- 63, 2013.

WHITNEY, H. M.; GLOVER, B. J. **Coevolution: Plant–Insect**. In: eLS. John Wiley & Sons Ltd, Chichester. 2013.

WITTSTOCK, U.; KLIEBENSTEIN, D. J.; LAMBRIX, V.; REICHEL, M.; GERSHENZON, J. Chapter five Glucosinolate hydrolysis and its impact on generalist and specialist insect herbivores. **Recent Advances in Phytochemistry**, v. 37, p. 101-125, 2003.

ZAGO, H. B. *et al.* Distribuição de Ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) e o Parasitismo por *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera:Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 2, p. 241-247, 2010.

ZALUCKI, M. P.; SHABBIR, A.; SILVA, R.; ADAMSON, D.; SHU-SHENG, L.; FURLONG, M. J. Estimating the economic cost of one of the world's major insect pests, *Plutella xylostella* (Lepidoptera:Plutellidae): just how long is a piece of string?. **Journal of Economic Entomology**, v. 105, n. 3, p. 1115-1129, 2012.