

UNIVERSIDADE ANHANGUERA-UNIDERP

HEIDÍNE JUSSAÍNE SIMÕES MALAQUIAS

**AÇÃO INSETISTÁTICA DE ÓLEO ESSENCIAL DE TRÊS ESPÉCIES DE
*Mentha***

CAMPO GRANDE – MS

2016

HEIDÍNE JUSSAÍNE SIMÕES MALAQUIAS

AÇÃO INSETISTÁTICA DE ÓLEO ESSENCIAL DE TRÊS ESPÉCIES DE
Mentha

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional da Universidade Anhanguera-Uniderp, como parte dos requisitos para a obtenção do título de **Mestre** em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional.

Orientação:

Prof. Dr. Silvio Favero

CAMPO GRANDE – MS

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Anhanguera-Uniderp

M197a Malaquias, Heidíne Jussaíne Simões.
Ação insetistática de óleo essencial de três espécies e *Mentha* /
Heidíne Jussaíne Simões Malaquias. -- Campo Grande, 2016.
37f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Anhanguera-Uniderp,
2016.

“Orientação: Prof. Dr. Silvio Favero. ”

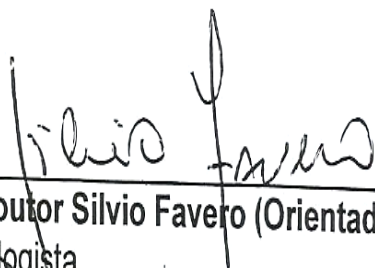
1. Agricultura sustentável. 2. Controle de pragas agrícolas. 3.
Lagarta do cartucho do milho. 4. Mentol. I. Título.

CDD 21.ed. 630.275
632.6

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidata: **Heidíne Jussáine Simões Malaquias**

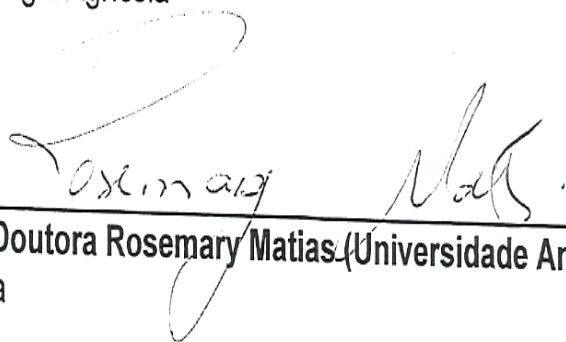
Dissertação defendida e aprovada em 4 de março de 2016 pela Banca Examinadora:



Prof. (Doutor) **Silvio Favero (Orientador)**
Entomologista



Prof. Doutora **Antônia Railda Roel (Universidade Católica Dom Bosco)**
Entomologia Agrícola



Prof. Doutora **Rosemary Matias (Universidade Anhanguera-Uniderp)**
Química

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por estar sempre presente em todos os momentos dessa longa jornada.

Aos meus pais José e Elza por terem me apoiado e sempre por darem muito incentivo aos meus estudos.

Ao meu irmão José Ricardo e familiares. E ao meu namorado Junior por todo apoio e companheirismo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Silvio Favero, por todo conhecimento transmitido nessa jornada.

A Mestra Cintia Conte, por ter me ajudado em práticas de laboratório e por todo o incentivo.

E aos meus amigos Luiz Octávio, Nayara Garcia e Carolina Pauliquevis por toda a ajuda. E as estagiarias do laboratório Vivian, Fabricia, Hagata e Karina.

E a CAPES pela bolsa concedida para a realização desta pesquisa.

SUMÁRIO

1. Resumo Geral	7
2. General Summary.....	8
3. Introdução Geral.....	9
4. Revisão de Literatura.....	11
6. Artigo	25
Resumo	25
Abstract	26
Introdução	27
Material e Métodos	28
Resultados	31
Discussão.....	35
Conclusão	36
Referências Bibliográficas.....	37
7. Conclusão Geral.....	39

1. Resumo Geral

A Lagarta do cartucho do milho é uma das principais pragas em diversas culturas no Brasil, causando prejuízos na atividade agrícola. A mesma pode ser controlada através do uso de bioinseticidas, evitando o uso de inseticidas químicos sintéticos. Esse tema contempla a linha de pesquisa: Sociedade, Ambiente e Desenvolvimento Regional Sustentável, o objetivo do trabalho foi controlar a Lagarta do cartucho do milho com óleo essencial de *Mentha* spp. no cultivo do milho. O óleo essencial das espécies de *Mentha* foram adquiridos da empresa Ferquima que foram obtidos por destilação de folhas. Para testar o potencial insetistático do óleo essencial de *Mentha arvensis*, *Mentha piperita* e *Mentha x spicata* sobre a fase larval do inseto foram realizados os bioensaios de: Exposição por aplicação tópica, exposição em superfície de contato, pulverização e fagoinibição. Os resultados de determinação das Doses Letais (DL) demonstraram que o óleo essencial de *M. arvensis* apresenta menor DL₅₀ (0,18 µL inseto⁻¹), ou seja, é mais tóxico quando comparado com os demais óleos essenciais. Para o teste de determinação da Concentração Letal por superfície de contato mostrou a menor CL₅₀ (59,86 mL ha⁻¹) para *M. piperita*, o mesmo ocorrendo para CL₅₀ por aplicação via pulverização. Apesar do não ajuste ao modelo PROBIT proposto para o óleo essencial de *M. arvensis* há indicação de toxicidade, pois a menor dosagem utilizada (25 mL ha⁻¹) provocou 100% de mortalidade de larvas de terceiro instar de *S. frugiperda*. Detectou-se toxicidade aguda tópica e efeito de fagoinibição das espécies estudadas de *Mentha* sobre as larvas de *S. frugiperda*.

Palavras-chave: Agricultura sustentável, Controle de pragas agrícolas, lagarta do cartucho do milho, Mentol, Mentona, Pulegona, Carvona.

2. General Summary

Corn cartridge Caterpillar is one of the main pests in various crops in Brazil, causing losses in agricultural activity. The same can be controlled through the use of biopesticides, avoiding the use of synthetic chemical insecticides. This theme includes the line of research: Society, Environment and Sustainable Regional Development, the objective was to control the corn cartridge Caterpillar with essential oil of *Mentha* spp. maize cultivation. The essential oil of *Mentha* species were purchased from company Ferquima sheets were obtained by distillation. To test the potential insetistático essential oil of *Mentha arvensis*, *Mentha piperita* and *Mentha x spicata* on insect larval stage were performed bioassays of: Exhibition by topical application, display contact surface, spraying and fagoinibição. The results of determination of lethal doses (LD) demonstrated that the essential oil from *M. arvensis* has lower LD₅₀ (0.18 uL insect⁻¹), ie is more toxic compared to other essential oils. For the determination of test lethal concentration for contact surface showed the lowest LC₅₀ (59.86 mL ha⁻¹) for *M. piperita*, the same happens to LC₅₀ application via spraying. Although not fit the PROBIT model proposed for the essential oil from *M. arvensis* no indication of toxicity as the lowest dose used (25 ml h⁻¹) resulted in 100% mortality of third instar larvae of *S. frugiperda*. Was detected topical acute toxicity and antifeedant effect of the studied species of *Mentha* on the larvae of *S. frugiperda*

Key-words: Sustainable agriculture, control of agricultural pests, fall armyworm, Menthol, menthone, Pulegone, carvone

3. Introdução Geral

O Brasil possui grande espaço territorial e alta biodiversidade. O fato biodiversidade é de grande magnitude, pois deve ser levado em consideração o contexto mundial e importância estratégica no uso de recursos naturais, (ALHO, 2012).

Porém, devido ao modelo econômico prevalente, que visa o desenvolvimento, esta prática encontra-se ameaçada desencadeando a extinção de espécies, desaparecimento dos espaços naturais, perda dos conhecimentos tradicionais e apropriação inadequada de espécies por multinacionais (SANTANDREU *et al.*, 2005).

O aniquilamento da biodiversidade desencadeia ameaças significativas para a agricultura e alimentação, devido à substituição de variedades tradicionais por cultivares comerciais, estreitando assim a base genética da agricultura (PETERSEN *et al.*, 2009).

Assim, procura explorar os mais variados produtos e serviços prestados pela biodiversidade (ALTIERI, 2009). Pois a crescente demanda dos mercados nacionais e internacionais por alimentos de qualidade e com menos agrotóxicos tem incentivado a busca por formas mais eficientes de produção (MARCOMINI, 2009), como intuito de proteger a saúde do homem e do meio ambiente.

A utilização de compostos tóxicos de origem vegetal não é uma técnica recente, já que seu uso no controle de pragas era bastante comum nos países tropicais (SEFFRIN, 2006). O seu uso diminuiu a partir do surgimento dos inseticidas sintético, utilizados em grande escala. O aparecimento de resistência a esses produtos provocou a retomada de estudos.

Dentre as substâncias úteis para o controle de insetos destacam-se as com ação inseticida, com ação esterilizadora, ou que apenas afastam ou impedem o ataque dos insetos as plantas como os repelentes e inibidores da alimentação (SAITO *et al.*, 2004).

As plantas insetistáticas apresentam vantagens como, segundo FAVERO e CONTE (2008), menor probabilidade de desenvolvimento de resistência pelo inseto porque normalmente há mais de um princípio ativo presente no derivado botânico, além da compatibilidade com outros métodos

de controle adequando-se aos princípios do manejo integrado de pragas, além da rápida biodegradação.

Este trabalho faz parte da linha de pesquisa: Sociedade, Ambiente e Desenvolvimento Regional Sustentável e do Laboratório de Entomologia da Universidade Anhanguera-Uniderp, esta vem, nos últimos anos, desenvolvendo testes em laboratório para avaliar a eficácia de três óleos essenciais: *Mentha arvensis*, *Mentha piperita* e *Mentha x spicata*, para diversas pragas agrícolas, entre elas a *Spodoptera frugiperda*.

4. Revisão de Literatura

Em 2014 a área nacional semeada com milho para a primeira safra atingiu 6.678,1 mil hectares, refletindo um decréscimo de 1,3%, quando comparada a 2013. Na região Centro Oeste, que possui 7,4% desta área plantada, é onde ocorreu a maior redução com cerca de 21,2% e, mais especificamente, 43,8% desta redução é em Mato Grosso do Sul (CONAB, 2014).

A infestação de insetos-praga nas lavouras brasileiras é algo que pode trazer sérias perdas aos agricultores, levando-os, muitas vezes, a terem prejuízos com a atividade agrícola. A lagarta-do-cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*), é uma das principais pragas no Brasil, prejudica tanto na safra quanto na entressafra, o inseto ataca as folhas ainda na fase inicial do desenvolvimento da planta, e pode atacar mais de 100 culturas diferentes, causando perdas quantitativas e qualitativas. Uma das alternativas é o uso de plantas insetistáticas, realizado através do uso de bioinseticida.

Os óleos essenciais é uma forma eficaz de controlar essa praga, neles são encontradas quantidades significativas tanto de monoterpenos como sesquiterpenos (NICARETA, 2006) que possuem atividades inseticidas, protegendo a planta contra ataques.

Estes podem causar diversos efeitos sobre os insetos como repelência, inibição de oviposição e da alimentação, alterações no sistema hormonal, causando distúrbios no desenvolvimento, deformações, infertilidade e mortalidade nas diversas fases (VENDRAMIN e CASTIGLIONI, 2000).

E assim diminuir o uso de inseticidas sintéticos que causam desequilíbrios ambientais e no sistema agrícola, podendo, ainda, poluir os recursos hídricos, desencadear o surgimento de populações de insetos resistentes e deixar resíduos tóxicos nos alimentos para o ser humano (ALMEIDA *et al.*, 1999).

Lagarta-do-cartucho

A lagarta-do-cartucho, antes somente praga-chave de milho, é atualmente é considerada praga importante em algodão, soja e sorgo, cultivos que estão espacial e fisicamente associados uns aos outros (CRUZ *et al.*, 2013).

O inseto adulto é uma mariposa que mede cerca de 35 mm de envergadura e apresenta uma coloração pardo-escura nas asas anteriores, e branco-acinzentada nas asas posteriores (BARROS, 2009) e apresentam dimorfismo sexual.

As fêmeas colocam ovos em massas nas folhas, em numero variável de 50 a 300 ovos, em camada superposta (MARCOMINI, 2009).

As larvas recém-eclodidas alimentam-se da casca de seus ovos, após começa a se alimentar de tecidos verdes, causando o sintoma conhecido como “folhas raspadas” (BARROS, 2009).

As lagartas completamente desenvolvidas medem aproximadamente 40 mm. A medida que as lagartas crescem, começam a fazer orifícios nas folhas, podendo causar sérios danos às plantas (CRUZ *et al.*, 1986).

O período larval depende das condições de temperatura com duração média de 20 dias. Findado este período larval, esta desce para solo onde se torna pupa. Esse período varia de 10 a 12 dias nas épocas mais quentes do ano (BARROS, 2009).

Outra característica importante para o aumento constante desta praga é o plantio contínuo da cultura do milho na região Centro Oeste (verão, safrinha e inverno irrigado). Ocorrendo ataques destas plantas recém-emergidas até ataques em fases mais tardias como nas espigas (MARACUCCI *et al.*, 2009; LEITE *et al.*, 2011).

Controle de pragas agrícolas

O controle da *S. frugiperda* é complexo, devido ao hábito de se alojar no cartucho, como dito anteriormente, assim poucos produtos atingem satisfatoriamente o inseto.

A tentativa do uso de cultivares transgênicas que carregam o gene para a produção da toxina produzida pelo *Bacillus thuringiensis* (Bt) tem se mostrado com pouca eficiência. Sendo necessárias, ainda, pulverizações complementares de inseticidas, aumentando o custo de produção (LEITE *et al.*, 2011).

O uso de substâncias tóxicas no controle de pragas agrícolas afeta espécies não alvo. Por exemplo, nos Estados Unidos, o número de abelhas em

áreas agricultáveis declinou nas populações entre 1985 e 1997, de 4,4 milhões para 1,9 milhão (DAILY, 1997).

Além disso, os produtos sintéticos levam ao aparecimento de populações alvos se tornarem resistentes. O quanto maior a resistência de uma população a um inseticida químico sintético, maior serão as doses por um período prolongado (MARTINAZZO *et al.*, 2000).

Assim ocorre o uso abusivo de inseticidas químicos causando resistência a essa praga no Brasil. Em várias regiões brasileiras tem-se verificado um aumento do uso de inseticidas, em algumas, o número de aplicações pode chegar a dez numa só safra, sem, no entanto, atingir o controle desejado da praga (CRUZ *et al.*, 1999).

Ainda a produção desses produtos é também um problema de saúde pública, pois a população fica exposta nas fábricas de agrotóxicos e em seu entorno, na agricultura, no combate às endemias, nas regiões próximas a áreas agrícolas, além dos consumidores por alimentos contaminados (RIGOTTO *et al.*, 2014).

Em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) o uso de substâncias químicas com ação inseticida ainda é uma ferramenta importante, porém, há a grande preocupação sobre os efeitos adversos destes produtos sobre a saúde e o ambiente, o que tem direcionado a procura e desenvolvimento de novas substâncias ou moléculas com maior seletividade a organismos não-alvos e de menor persistência no ambiente (EDWARDS, 2000; YU, 2008).

Outro aspecto importante para a busca de novos inseticidas é a evolução da resistência de pragas que tem elevado o número de espécies que toleram a cada dia maiores quantidades destes tóxicos (KLAUSEWER *et al.*, 2007; ASAMI *et al.*, 2007; WALSH, 2007).

A busca de novos sítios de ação para inseticidas tem merecido destaque e é fundamental para os programas de Manejo de Resistência de Insetos aos Inseticidas, principalmente para produtos químicos que não ajam apenas no sistema nervoso, como a maioria dos inseticidas atuais, mas que possam interferir na regulação do crescimento de insetos, inibição da respiração celular, inibição da atividade alimentar além de outras ações consideradas

insetísticas como repelência, inibição de oviposição alterações morfológicas, hormonais ou comportamentais (ISMAN, 2006).

Plantas no controle de pragas

Os óleos essenciais têm um forte impacto na saúde e cultura humana, usados ao longo da história da humanidade como condimentos, pigmentos e produtos farmacêuticos (SPRINGOB e KUTCHAN, 2009; TAIZ e ZEIGER, 2013). Desta maneira 80% da população mundial necessita do uso das plantas para os cuidados com a saúde (WERKA *et al.* 2007).

Assim os óleos essenciais e seus componentes possuem uma ampla aceitação pelos consumidores, por ser um produto seguro ao ambiente e a saúde humana (ORMANCEY *et al.*, 2001).

As maiorias dos inseticidas vegetais são biodegradáveis, o que leva o crescente interesse no uso de extratos e óleos essenciais de plantas. Mais de 1500 espécies de plantas são referenciadas com potencial inseticida, e ainda algumas não foram identificadas e que possivelmente possuam tal potencial (KUMAR *et al.*, 2011).

Hoje há algumas famílias de plantas que despertam interesses como inseticidas no controle de pragas sendo: Lamiaceae, Myrtaceae, Piperaceae, Lauraceae, Verbenaceae, Poaceae e Rutaceae (COITINHO *et al.*, 2011).

Os compostos de origem vegetal possuem diversos modos de ação sobre os insetos, podem afetar o crescimento, impedir a oviposição, impedir sua alimentação e reduzir a fertilidade. A maior parte dos óleos essenciais interrompe a função dos receptores de octopamina presente nos insetos, mas ausentes nos mamíferos. O que as torna a exploração destes compostos viável nos programas de manejo integrado de pragas (DUBEY *et al.*, 2010).

A utilização de plantas como inseticida apresenta alguns pontos favoráveis comparando aos inseticidas sintéticos: não contaminam o meio ambiente por serem renováveis e degradáveis. Também não deixa resíduos nos alimentos, são seguros aos operadores, e de baixo custo, tornando-se acessível aos pequenos produtores (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Mentha spp. (Lamiaceae)

Popularmente conhecida como hortelã ou menta, são plantas que possuem o crescimento rápido e geralmente suportam diversas condições

climáticas, além de distribuição em toda a Europa, África, Ásia, Austrália e América do Norte. No entanto, as espécies de hortelã preferem ambientes parcialmente sombreados, frescos e úmidos (KUMAR *et al.*, 2011).

Fatores ambientais e a fase de desenvolvimento da planta herbáceas podem influenciar na qualidade e quantidade de óleos essenciais (RODRIGUES *et al.*, 2004; ROHLOFF *et al.*, 2005; DAVID *et al.*, 2006). A intensidade luminosa, o fotoperíodo, a temperatura e a nutrição do solo podem influenciar diretamente na produção do óleo, ou indiretamente, através do aumento de biomassa das plantas de espécies produtoras de óleos essenciais (LIMA *et al.*, 2003; RODRIGUES *et al.*, 2004; VALMORBIDA *et al.*, 2006).

Conforme PEGORARO (2010) para *Menta x piperita* indicam a influência da associação entre fertilização do solo e alta intensidade luminosa no aumento da produção de mentol, na diversidade dos componentes do óleo essencial, bem como no aumento da biomassa e área foliar, que indiretamente levam à maior produção de óleos essenciais por planta.

As espécies de *Mentha* são conhecidas por suas propriedades terapêuticas e medicinais desde os tempos antigos, além de suas propriedades medicinais também é conhecida pela sua ação inseticida contra formigas, mosquitos, vespas e baratas (WORWOOD, 1993). Além disso, os componentes dos óleos essenciais de *Mentha* são relatados com propriedades antibacteriana, antifúngica e anticancerígeno (LEE *et al.*, 2001; BAKKALI *et al.*, 2008; TYAGI e MALIK, 2010).

Dentre as mentas mais populares se destacam a hortelã-verde (*M. spicata*), a menta-japonesa (*M. arvensis*), a hortelã-pimenta (*M. x piperita*), a mentrasto (*M. roduntifolia*), a menta-do-levante (*M. citrata*), poejo (*M. pulegium*), a hortelã-crespa (*M. crispa*) e a hortelã-romana (*Balsamite* sp.) (WATANABE *et al.*, 2006).

Nos últimos anos os pesquisadores têm se dedicado as atividades para demonstrar o potencial dos óleos essenciais de *Mentha* spp. para o controle de insetos praga, onde já foram obtidos dados contra pragas de grãos armazenados, obtendo-se efeito fumigante e repelente (CONTE e FAVERO, 2001; KUMAR *et al.*, 2011).

Estudos realizados sobre o efeito inseticida de *Mentha* spp. relatam que os principais componentes de seus óleos essenciais são os monoterpenos

mentol, mentona, pulegona e carvona, tais estudos ajudam a esclarecer os mecanismos de ação sobre os insetos (KUMAR *et al.*, 2011).

Óleos essenciais ricos em carvona foram registrados apenas para as três espécies; *M. spicata*, *M. longifolia* e *M. suaveolens* (KUMAR *et al.*, 2011). Este é o principal componente do óleo essencial de *M. spicata*, ele é amplamente utilizado como especiarias (KOKKINI *et al.*, 1995).

Pulegona é um monoterpeno de ocorrência natural de compostos orgânicos encontrado no óleo essencial da *M. pulegium* L. e *M. microphylla* K. Koch, entre espécies de *Mentha*. É usado como agentes aromatizantes e perfumaria (KUMAR *et al.*, 2011).

Mentol e Mentona são os principais componentes e os de maior valor econômico de óleo hortelã-pimenta, sendo um dos mais populares e utilizados (GUL, 1994). O mentol é uma substância cerosa e cristalino, usado para aliviar irritação na pele, queimaduras solares, dor de garganta, febre, dores musculares e congestionamento nasal. Enquanto mentona é usada em perfumaria e como sabor (KUMAR *et al.*, 2011).

Apresentam também diversos tipos de compostos secundários tais como ácido cinâmico, aglicona, glicosídeos e flavonoides e glicosídeos esteroidais, porém, a atividade biológica contra insetos é fortemente representada pelo óleo essencial (KUMAR *et al.*, 2011) que tem sua composição química bastante variada de espécie para espécie dentro gênero.

Os óleos essenciais têm ação neurotóxica e o sítio de ligação nos insetos é o octopaminérgico, logo, a ação é sobre a octopamina, que aumenta o estado de excitação do inseto, podendo causar uma ação disruptiva do neurônio despolarizado. A ação dos monoterpenos dos óleos essenciais sobre insetos são a hiperatividade, seguida de hiperextensão das pernas e abdôme, um breve espasmo e uma rápida imobilização seguida de morte (ENAN, 2001).

Assim, com o intuito de aproveitar o potencial de vários mecanismos responsáveis pela atividade inseticida uma combinação de diferentes espécies de *Mentha* com composição diversificada pode ser investigada (KUMAR *et al.*, 2011).

O óleo essencial de *M. arvensis*, em concentração de 100 µL, foi capaz de inibir significativamente o desenvolvimento das diferentes espécies de

fungos fitopatogênicos como o *Aspergillus* sp., *Penicillium rubrum*, *Sclerotinia* sp., *Fusarium moniliforme* cepa UEM e *Corynespora cassiicola* (DINIZ *et al.*, 2008).

SINGH *et al.* (1993) demonstraram o efeito fungicida e fungistático desse óleo sobre 23 espécies, entre elas *Alternaria* sp, *Curvalaria lunata*, *Fusarium moniliforme*, *F. solani* e *Rhizoctonia bataticola*. Estes autores usaram concentrações que variam de 500 a 10.000 µg mL⁻¹ de óleo de menta nos respectivos meios de cultura, e observaram inibição de 100% do crescimento micelial, a partir de 2000 µg mL⁻¹.

VIEIRA *et al.* (2006) obtiveram uma mortalidade superior a 90% em fêmeas de acaro rajado, após a aplicação do extrato aquoso, na forma de infusão de *Mentha spicata* a 20%.

Os óleos essenciais de *M. arvensis* L. e *M. × piperita* L. também demonstraram ter efeito insetistático para pragas de grãos armazenados. (KUMAR *et al.*, 2011).

As concentrações mais elevadas dos óleos essenciais de *Mentha* spp. funcionam como agente larvicida e concentrações mais baixas causam a deformação nas pupas, que leva à inibição ou redução na emergência de adultos. Assim afetam a fecundidade e a fertilidade das fêmeas (KUMAR *et al.*, 2011).

5. Referências Bibliográficas

ALHO, C. J. R. Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 26, n. 74, p. 151–165, 2012.

ALMEIDA, F. A. C.; GOLDFARB, A. C.; GOUVEIA, J. P. G. Avaliação de extratos vegetais e métodos de aplicação no controle de *Sitophilus* spp. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 1, n. 1, p. 13-20, 1999.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora da UFRGS. 5ed. 2009.

ASAMI, T.; KITAHATA, N.; NAKANO, T. Plant chemical biology: development of small active molecules and their application to plant physiology genetics and pesticide science. In: OHKAWA, H.; MIYAGAWA, H.; LEE, P. W. **Pesticide chemistry: crop protection, public health, environmental safety**. Weinhein: Wiley. p. 177-188, 2007.

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils – A review. **Food and Chemical Toxicology**, Reus, v. 46, p. 446–475, 2008.

BARROS, R. Pragas do milho Safrinha. In: BROCH, D. L. **Tecnologia e produção Milho safrinha e culturas de inverno 2009**. Maracaju: Fundação MS, 2009. p. 90-104.

COITINHO, R. L. B. C.; OLIVEIRA, J. V. de; GONDIM JUNIOR, M. G. C.; CÂMARA, C. A. G. Toxicidade por fumigação, contato e ingestão de óleos essenciais para *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1885 (Coleoptera: Curculionidae) **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 172-178, 2011.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. 2014. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 10. set. 2014.

CONTE, C. O.; FAVERO, S. Toxidade e repelência de óleos essenciais de menta e capim-limão para o gorgulho do milho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, (suplemento), CD ROM, 2001.

CRUZ, I.; VALICENTE, F. H.; VIANA, P. A.; MENDES, S. M. **Risco potencial das pragas de milho e de sorgo no Brasil**. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. 2013. 40 p.

CRUZ, I.; VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M. **Manejo das pragas iniciais de milho mediante o tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1999. 41p.

CRUZ, I.; WAQUIL, J. M.; SANTOS, J. P.; VIANA, P. A.; SALGADO, L. O. **Pragas da cultura do milho em condições de campo: métodos de controle e manuseio de defensivos**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1986. 71p.

DAILY, G. C. **Natures services: societal dependence on natural ecosystems**. Washington, 1997.

DAVID, E. F. S.; BOARO, C. S. F.; MARQUES, M. O. M. Rendimento e composição do óleo essencial de *Mentha piperita* L., cultivada em solução nutritiva com diferentes níveis de fósforo. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Paulínia, v. 8, p. 183-188, 2006.

DINIZ, S. P. S. S.; COELHO, J. S.; ROSA, G. S.; SPECIAN, V.; OLIVEIRA, R. C.; OLIVEIRA, R. R. Bioatividade do óleo essencial de *Mentha arvensis* L. no controle de fungos fitopatógenos. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 10, n. 4, p. 9-11, 2008.

DUBEY, N. K.; SHUKLA, R.; KUMAR, A.; SING, P.; PRAKASH, B. Prospects of botanical pesticide in sustainable agriculture. **Current Science**, Bangalore – Índia, v. 98, n. 4, p. 479-480, 2010.

EDWARDS, C. A. Ecologically based use of insecticides. p. 103-130 In: RECHCIGL, J. E.; RECHCIGL, N. A. **Insect pest management: techniques for environmental protection**. New York: CRC. 2000.

ENAN, E. Insecticidal activity of essential oils: octopaminergic sites of action. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Amsterdã, v. 130, p. 325-337, 2001.

FAVERO, S.; CONTE, C. O. Métodos de ensaios para determinação de atividade inseticida de derivados de plantas com alternativa sustentável de controle de pragas agrícolas. p.235-249. In: BAUER, F.C.; VARGAS JUNIOR, F. M. de. **Produção e Gestão agroindustrial**, v. 2. Campo Grande: UNIDERP, 2008.

GUL, P. Seasonal variation of oil and menthol content in *Mentha arvensis* Linn. **Pakistan J. For.**, Karachi, v. 44, p. 16-20, 1994.

ISMAN, M. B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 51, p. 45-66, 2006.

KLAUSEWER, A; RAMING, K.; STENZEL, K. Modern tools for drug discovery in agricultural research. p. 53-63. In OHKAWA, H.; MIYAGAWA, H.; LEE, P. W. **Pesticide chemistry: crop protection, public health, environmental safety**. Weinheim: Wiley. 2007.

KOKKINI, S.; KAROUSOU, R.; LANARAS, L. Essential oil of spearmint (*Carvone rich*) plants from the island of Crete (Greece). **Biochemical Systematics and Ecology**, Oxford, v. 23, p. 425-430, 1995.

KUMAR, P.; MISHRA, S.; MALIK, A. S. Insecticidal properties of *Mentha* species: A review. **Industrial Crops and Products**, Amsterdã, v. 34, p. 802–817, 2011.

LEE, S. E.; LEE, B. H.; CHOI, W. S.; PARK, B. S.; KIM, J. G.; CAMPBELL, B. C. Fumigant toxicity of volatile natural products from Korean spices and medicinal plants towards the rice weevil *Sitophilus oryzae* (L.). **Pest Management Science**, Albany, v. 57, p. 548–553, 2001.

LEITE, N. A.; MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M.; PEREIRA, E. J. G. **O milho Bt no Brasil: a situação e a evolução da resistência de insetos**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2011. 46p. (Embrapa Milho e Sorgo Série Documentos, 133).

LIMA, H. R. P.; KAPLAN, M. A. C.; CRUZ, A. V. M. Influência dos fatores abióticos na produção e variabilidade de terpenóides em plantas. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 10, p. 71-77, 2003.

MARACUCCI, R. C.; MENDES, S. M.; MOREIRA, S. G.; WAQUIL, J. M. **Levantamento dos danos causados pela infestação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em lavouras comerciais de milho Bt na região central de Minas Gerais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2009. 9p. (Embrapa Milho e Sorgo Circular Técnica, 144).

MARCOMINI, A. M. **Bioatividade e efeito residual de nanoformulações de nim sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E.SMITH)**. 2009. 83f. Dissertação (Dissertação de Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

MARTINAZZO, A. P.; FARONI, L. R. A.; BERBERT, P. A.; REIS, F. P. Utilização da fosfina em combinação com o dióxido de carbono no controle do *Rhyzopertha dominica* (F.) **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1063-1069, 2000.

NICARETA, C. **Óleos essenciais de *Solanum* e a interação com morcegos frugívoros**. 2006. 92f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

OLIVEIRA, M. S. S.; ROEL, A. R.; ARRUDA, E. J.; MARQUES, A. S. Eficiência de produtos vegetais no controle da lagarta-do-cartucho-do-milho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 326-331, 2007.

ORMANCEY, X.; SISALLI, S.; COUTIERE, P. Formulation of essential oils in functional perfumery. **Parfums Cosmetiques Actualites**, Grenoble, v. 157, p. 30 - 40, 2001.

PEGORARO, R. L.; FALKENBERG, M. B.; VOLTOLINI, C. H.; MARISA SANTOS, M.; PAULILO, M. T. S. Produção de óleos essenciais em plantas de *Mentha x piperita* L. var. *piperita* (Lamiaceae) submetidas a diferentes níveis de

luz e nutrição do substrato. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 631-637, 2010.

PETERSEN, P. F.; WEID, J. M. V. D.; Fernandes, G. B. Agroecologia: reconciliando agricultura e natureza. **Gestão ambiental na agricultura**, Belo Horizonte, v. 30, n. 252, p. 1-9, 2009.

RIGOTTO, R. M.; VASCONCELOS, D. P. E; ROCHA M. M. Uso de agrotóxicos no Brasil e problemas para a saúde pública. **Caderno de Saúde Pública**, v. 30, n. 7, p. 1-3, 2014.

RODRIGUES, C. R.; FAQUIN, V.; TREVISAN, D.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; RODRIGUES, T. M. Nutrição mineral, crescimento e teor de óleo essencial da menta (*Mentha x piperita* L.) em solução nutritiva sob diferentes concentrações de fósforo e época de coleta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 573-578, 2004.

ROHLOFF, J.; DRAGLAND, S.; MORDAL, R. ; IVERSEN, T. H. Effect of harvest time and drying method on biomass production, essential oil yield, and quality of peppermint (*Mentha x pipeita* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 53, p. 4143- 4148, 2005.

SAITO, M. L; POTT, A.; FERRAZ, J. M. G; NASCIMENTO, R. S. Avaliação de plantas com atividade deterrente alimentar em *Spodoptera frugiperda* (J.E.SMITH) e *Anticarsia gemmatalis* HUBNER. **Pesticidas Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 14, p. 1-10, 2004.

SANTANDREU, A.; PERAZZOLI, A. G.; DUBBELING, M. Biodiversidade, Pobreza e Agricultura Urbana na América Latina. **Revista de Agricultura Urbana**, Ottawa, v. 6, p. 9-11, 2005.

SEFFRIN, R. C. A. S. **Bioatividade de extratos vegetais sobre *Diabrotica speciosa* (GERMAR, 1824) (Coleoptera, Chrysomelidae)**. 2006. 83f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

SINGH, H. N. P; PRASAD, M. M; SINHA, K. K. Efficacy of leaf extracts of some medicinal plants against disease development in banana. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v. 17, n. 6, p. 269 - 271, 1993.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA. Embrapa recomenda o controle biológico da lagarta-do-cartucho em milho. Publicado em 05. mar. 2014 **Por Equipe SNA/SP**. Disponível em: <http://sna.agr.br/embrapa-recomenda-o-controle-biologico-da-lagarta-do-cartucho-em-milho/>. Acesso em: 27.ago.2014.

SPRINGOB, K.; KUTCHAN, T. M. **Introduction to the different classes of natural products**. Plant-Derived Natural Products. Dordrecht, Springer US, 2009. p. 3-50.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5ed. Castelló de la Plana. Artmed, 2013. 918p.

TYAGI, A. K.; MALIK, A. Antimicrobial action of essential oil vapours and negative air ions against *Pseudomonas fluorescens*. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdã, v. 143, p. 205–210, 2010.

VALMORBIDA, J; BOARO, C. F. S; MARQUES, M. O. M; FERRI, A. F. Rendimento e composição química de óleos essenciais de *Mentha piperita* L. cultivada em solução nutritiva com diferentes concentrações de potássio. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Paulínia, v. 8, p. 56-61, 2006.

VENDRAMIM, J. D.; CASTIGLIONI, E. Aleloquímicos, resistência de plantas e plantas inseticidas. In: GUEDES, J.C.; COSTA, I.D.; CASTIGLIONI, E. **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS, 2000. p. 113-128.

VIEIRA, M. R.; SACRAMENTO, L. V. S.; FURLAN, L. O.; FIGUEIRA, J. C.; ROCHA, A. B. O. Efeito acaricida de extratos vegetais sobre fêmeas de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 8, p. 210-217, 2006.

WALSH, T. A. Chemical genetic approaches to uncover new site of pesticide action. p. 285-294. In: OHKAWA, H.; MIYAGAWA, H.; LEE, P. W. **Pesticide**

chemistry: crop protection, public health, environmental safety. Weinheim: Wiley, 2007.

WATANABE, C. H.; NOSSE, T. M; GARCIA, C. A; PINHEIRO POVH, N. Extração do óleo essencial de menta (*Mentha arvensis* L.) por destilação por arraste a vapor e extração com etanol. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Paulinia, v. 4, p. 76-86, 2006.

WERKA, J. S.; BOEHME, A. K.; SETZER, W. N. Biological activities of essential oils from Monteverde, Costa Rica. **Natural Product Communications**, Ohio, v. 2, p.1215 –1219, 2007.

WORWOOD, V. A. **The complete book of essential oils and aromatherapy**. New World: Library, 1993.

YU, S. J. **The toxicology and biochemistry of insecticides**. Boca Raton: FL CRC Press, 2008. 276p.

6. Artigo

Toxicidade aguda e efeito fagoinibidor de óleo essencial de três espécies de *Mentha* sobre *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae)

Heidíne Jussaíne Simões Malaquias

Resumo

A lagarta-do-cartucho é uma das principais pragas do milho, a utilização de extratos vegetais, como inseticida alternativo, é uma forma de prover um controle sem desencadear os problemas provocados pelos inseticidas sintéticos químicos. Este trabalho teve como objetivo de avaliar o efeito do óleo essencial de *Mentha* ssp. (Lamiaceae) no controle da *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em condições de laboratório. Para testar o potencial insetistático do óleo essencial de *Mentha arvensis*, *Mentha piperita* e *Mentha x spicata* sobre a lagarta-do-cartucho foram realizados os bioensaios de: Exposição por aplicação tópica, exposição em superfície de contato, pulverização e fagoinibição. Os resultados de determinação das Doses Letais demonstraram que o óleo essencial de *M. arvensis* apresenta menor DL₅₀ (0,18 µL inseto⁻¹). Para o teste de determinação da Concentração Letal por superfície de contato mostrou a menor CL₅₀ (59,86 mL ha⁻¹) para *M. piperita*, o mesmo ocorrendo para CL₅₀ por aplicação via pulverização. Os óleos essenciais das três espécies de *Mentha* em estudo apresentaram efeito de fagoinibição para lagartas de terceiro instar de *S. frugiperda* dependente da concentração. Onde detectou-se efeito tóxico pelos quatro métodos de aplicação dos óleos essenciais.

Palavras-chave: Agroecologia, Manejo de praga, Inseticidas naturais.

Abstract

The caterpillar of the cartridge is a major corn pests, the use of plant extracts as an alternative insecticide, is a way to provide a control without triggering the problems caused by chemical synthetic insecticides. This study aims to evaluate the effect of the essential oil of *Mentha* ssp. (Lamiaceae) in control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) under laboratory conditions. To test the insetistático potential of the essential oil of *Mentha arvensis*, *Mentha piperita* and *Mentha spicata* x on *Spodoptera cartridge* were performed bioassays of: Exhibition by topical application, exposure in contact surface, spraying and fagoïnibição. The results of determination of lethal doses demonstrated that the essential oil from *M. arvensis* has lower DL₅₀ (0.18 uL insect⁻¹). For the determination of test lethal concentration for contact surface showed the lowest CL₅₀ (59.86 mL ha⁻¹) for *M. piperita*, the same happening to CL₅₀ application via spraying. The essential oils of three species of *Mentha* study showed fagoïnibição effect for third instar caterpillars of *S. frugiperda* concentration dependent. Where toxic effect was detected for four of essential oils application methods.

Key-word: Agroecology, Pest management, Botanical insecticide.

Introdução

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma das principais pragas do milho, além de atacar outras culturas como algodão, arroz e sorgo, e a cada ano se torna mais severo devido ao aumento da exploração da cultura do milho, que é cultivado em várias regiões brasileiras (WAQUIL *et al.*, 2008).

A utilização de óleos vegetais, como inseticida alternativo, é uma forma de prover um controle sem desencadear os problemas provocados pelos inseticidas sintéticos químicos como desequilíbrios ambientais nas culturas e demais populações vegetais e animais presentes no ecossistema onde o inseticida foi aplicado, podendo, ainda, poluir os recursos hídricos, desencadear o surgimento de insetos resistentes e deixar resíduos tóxicos para o ser humano (ALMEIDA *et al.*, 1999).

FAVERO e CONTE (2008) apontam como limitação a disponibilidade de matéria prima, como são consideradas da natureza, podem se esgotar rapidamente devido ao elevado gasto de material para a obtenção do óleo vegetal, limitação esta que pode ser revertida com o replantio da espécie.

O controle com inseticidas naturais pode ser considerado ecologicamente correto, pois não coloca em risco a existência do inseto que apresenta como uma de suas características a infestação cruzada (ALMEIDA *et al.*, 1999).

Com possibilidade de encontrar um método de controle da praga, com menor custo, facilidade de aplicação, menor probabilidade de desenvolvimento de resistência, menor risco de contaminação e maior segurança para a saúde do ser humano e meio ambiente. Por meio desse trabalho objetivou-se avaliar o efeito do óleo essencial de *Mentha ssp.* (Lamiaceae) no controle da *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), em condições de laboratório.

Material e Métodos

Óleos essenciais

O óleo essencial das espécies de *Mentha* foram adquiridos da empresa Ferquima, apresentando a seguinte composição química: *M. arvensis*: L-mentol 38%; mentona 22%; acetato de mentila 3% e isomentona 9%. *M. piperita*: L-mentol 33%; mentona 30%; acetato de mentila 4% e eucaliptol 6%. *M. spicata*: L- carvona 70% e limoneno 19%.

Para testar o potencial insetistático do óleo essencial de *Mentha arvensis*, *Mentha piperita* e *Mentha x spicata* sobre a lagarta-do-cartucho foram realizados os bioensaios de: Exposição por aplicação tópica, exposição em superfície de contato e pulverização.

Criação de Insetos

A criação de *S. frugiperda* foi mantida em dieta artificial a base de gérmen de trigo e feijão em tubos de vidro (2,5 cm x 8,5 cm), em sala climatizada com 26 ± 1 °C, fotoperíodo de 12 horas e umidade relativa de 70 ± 5 %.

Ao se tornarem pupas, os insetos foram sexados e cinco casais foram mantidos em gaiolas de tubo PVC com 10 cm de diâmetro, revestidas internamente com folhas de papel sulfite, que serviu como substrato para postura de ovos. Após emergirem, as mariposas foram alimentadas com solução de mel a 10%.

Diariamente foi realizada a manutenção e retirada dos ovos, que foram colocados em placas de Petri (90 mm x 10 mm) mantidas em sala climatizada de temperatura $27 \pm 2^{\circ}$ C, umidade relativa de $70 \pm 5\%$ e fotoperíodo de 12 horas, até a eclosão das larvas quando, então, foram transferidas para tubos contendo dieta artificial.

Exposição por aplicação tópica

No teste de exposição por aplicação tópica foram utilizados 7 tratamentos com lagarta de 3^o instar sendo que para cada teste foram utilizadas 120 lagartas. Os tratamentos consistiram em óleo essencial puro e nas diluições em álcool isopropílico, obtendo então as seguintes concentrações de 6%; 12,5%; 25%; 50% e 75% e testemunha contendo apenas álcool isopropílico. Foi aplicado 1 µL de cada concentração na região protorácica do

inseto equivalendo a 1; 0,75; 0,50; 0,25; 0,125 e 0,06 $\mu\text{L inseto}^{-1}$. Após a aplicação as lagartas foram acondicionadas em placas de Petri (90 mm x 10 mm), sendo o fundo forrado com papel filtro de mesmo diâmetro e um pouco de dieta artificial.

Após 24 horas, foi avaliada a mortalidade por dose e repetição. Os dados de mortalidade foram tabulados e submetidos à análise de Probit (FINNEY, 1971), para obtenção das Doses Letais de 50 e 90 (DL₅₀ e DL₉₀).

Exposição em superfície de contato

Neste teste foram utilizados 6 tratamentos com lagartas de 3º instar e para cada teste foram utilizados 120 indivíduos. As diluições de óleo essencial com DMSO ou apenas DMSO para a testemunha, foram aplicadas 0,5 mL na placa de petri de 90 mm coberta com papel filtro do mesmo tamanho, sendo as concentrações aplicadas equivalente a 400; 200; 100; 50 e 25 mL ha⁻¹. Após a evaporação do solvente as lagartas foram liberadas sobre o papel. A contagem dos indivíduos mortos foi feita após 24 horas de confinamento. Os dados foram submetidos à análise de Probit para obtenção das Concentrações Letais de 50 e 90 (CL₅₀ e CL₉₀) (FINNEY, 1971).

Pulverização

Para a realização da pulverização as lagartas foram retiradas da dieta artificial e colocadas em uma placa de Petri (90 mm x 10 mm). Em seguida, foi feita a pulverização por 3 segundos com um micropulverizador adaptado de MASCARIN *et al.* (2013), usando-se um tubo de PVC de 150 mm de diâmetro por 20 cm de altura, acoplado-se na parte superior um aerógrafo de agulha de 0,3 mm, com pressão de 40 PSI com as dosagens utilizadas no ensaio de superfície de contato, após a pulverização foi colocado dieta artificial nas placas. Foram utilizados 120 indivíduos de 3º instar para cada teste. A contagem dos indivíduos mortos foi feita após 24 horas de confinamento. Os dados foram submetidos à análise de Probit para obtenção das Concentrações Letais de 50 e 90 (CL₅₀ e CL₉₀) (FINNEY, 1971).

Fagoibição sem chance de escolha

O teste foi realizado conforme método descrito por (ESCOUBAS *et al.*, 1993) com adaptações (FAVERO *et al.*, 2002). Foi utilizado placa de petri (90

mm x 10 mm) e um disco de folha de feijão com $5,4 \pm 0,1$ cm² por placa, sobre o qual foi aplicado 0,1mL das concentrações equivalente a 6%; 12,5%; 25%; 50% e 75% e óleo essencial puro, exceto a testemunha contendo apenas 0,1 mL de acetona.

Foram realizadas 10 repetições para cada tratamento e uma lagarta de 3^o instar por repetição, que tinha sido mantida sem alimento por aproximadamente 24 h. Depois de 2 h da liberação as larvas de *S. frugiperda* foram retiradas. Após este período os discos foram digitalizados e, com auxílio do programa QUANT 1.0, foi efetuada a medição da área consumida pelos indivíduos.

Os dados foram submetidos a um modelo de regressão.

Fagoinibição com chance de escolha

O teste foi realizado conforme método descrito por (ESCOUBAS *et al.*, 1993) com adaptações (FAVERO *et al.*, 2002). Utilizou placas de Petri (90 mm x 10 mm) contendo 2 discos de folhas de feijão com $5,4 \pm 0,1$ cm², tendo um deles recebido aplicação de 0,1mL das concentrações equivalente a 6%; 12,5%; 25%; 50% e 75% e óleo essencial puro, exceto a testemunha contendo apenas 0,1 mL de acetona. E o segundo disco não recebeu nenhum tipo de tratamento.

Em cada placa os discos de folhas de feijão foram colocados equidistantes de um ponto central, onde foi liberada uma lagarta de 3^o instar.

Os demais procedimentos, incluindo a avaliação do consumo e a análise estatística foram semelhantes ao descrito para o teste sem chance de escolha.

Resultados

Os resultados de determinação das Doses Letais (DL) dos óleos essenciais de *M. piperita*, *M. spicata* e *M. arvensis* (Tabela 1) aplicados por via tópica em larvas de terceiro instar de *S. frugiperda* demonstraram que o óleo essencial de *M. arvensis* apresenta menor DL₅₀ (0,18 µL inseto⁻¹), ou seja, é mais tóxico quando comparado com os demais óleos essenciais.

Para os testes de determinação da Concentração Letal por superfície de contato (Tabela 2) houve ajuste da curva dosagem-mortalidade ao modelo Próbit apenas para *M. spicata* e *M. piperita* para as larvas de terceiro instar de *S. frugiperda*, indicando a menor CL₅₀ (59,86 mL ha⁻¹) para *M. piperita*, o mesmo ocorrendo para CL₅₀ por aplicação via pulverização (Tabela 3). Apesar do não ajuste ao modelo Próbit proposto para o óleo essencial de *M. arvensis* há indicação de toxicidade, pois a menor dosagem utilizada (25 mL ha⁻¹) provocou 100% de mortalidade de larvas de terceiro instar de *S. frugiperda*.

Tabela 1. Toxicidade aguda tópica de óleo essencial de três espécies de *Mentha* para larvas de terceiro instar de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)

Óleo	N	DL ₅₀ (IC95%) µL inseto ⁻¹	DL ₉₀ (IC95%) µL inseto ⁻¹	Declividade	χ ²	p
<i>Mentha piperita</i>	120	0,24 (0,15-0,36)	1,30 (0,74-4,69)	2,05	0,54	0,97
<i>Mentha spicata</i>	120	0,31 (0,19-0,48)	0,92 (0,56-2,66)	1,36	1,50	0,90
<i>Mentha arvensis</i>	120	0,18 (0,10-0,26)	0,61 (0,39-1,44)	2,40	1,60	0,90

N: número de indivíduos; DL: dose letal; χ² : Qui-Quadrado; p: probabilidade; IC(95%): Intervalo de confiança

Tabela 2. Toxicidade aguda por superfície de contato de óleo essencial de três espécies de *Mentha* para larvas de terceiro instar de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)

Óleo	N	CL ₅₀ (IC95%) mL ha ⁻¹	CL ₉₀ (IC95%) mL ha ⁻¹	Declividade	χ^2	P
<i>Mentha piperita</i>	120	59,86 (14,46-117,50)	465,21 (221,00-5338,00)	1,69	0,24	0,97
<i>Mentha spicata</i>	120	76,72 (35,42-137,59)	244,17 (134,89-1387,70)	1,88	0,92	0,82
<i>Mentha arvensis</i>	120	< 25				

N: número de indivíduos; CL: concentração letal; χ^2 : Qui-Quadrado; p: probabilidade; IC(95%): Intervalo de confiança

Tabela 3. Toxicidade aguda por pulverização de óleo essencial de três espécies de *Mentha* para larvas de terceiro instar de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)

Óleo	N	CL ₅₀ (IC95%) mL ha ⁻¹	CL ₉₀ (IC95%) mL ha ⁻¹	Declividade	χ^2	p
<i>Mentha piperita</i>	120	59,86 (14,49-117,50)	553,89 (223,2-42328,00)	1,33	0,37	0,95
<i>Mentha spicata</i>	120	74,33 (46,23-112,36)	240,93 (146,22-738,03)	4,70	0,90	0,82
<i>Mentha arvensis</i>	120	< 25				

N: número de indivíduos; CL: concentração letal; χ^2 : Qui-Quadrado; p: probabilidade; IC(95%): Intervalo de confiança

Em um teste de dupla chance de escolha não houve ajuste a nenhum modelo estatístico indicando que não há diferenças entre os Índices de Fagoinibição (%IF) ($p > 0,05$) (Tabela 4).

Os óleos essenciais das três espécies de *Mentha* em estudo apresentaram efeito de fagoinibição para lagartas de terceiro instar de *S. frugiperda* dependente da concentração (Figura 1). O efeito fagoinibidor das espécies em estudo foram bem similares entre si e ajustaram-se à um modelo de regressão exponencial ($p < 0,001$).

Tabela 4. Índice de fagoinibição do óleo essencial de *Mentha piperita*, *Mentha arvensis* e *Mentha spicata* sobre larvas de terceiro instar de *Spodoptera frugiperda* em teste com chance de escolha.

Concentração %	Índice Médio de Fagoinibição (Desvio Padrão) *		
	<i>Mentha piperita</i>	<i>Mentha arvensis</i>	<i>Mentha spicata</i>
6	1,4±0,1	1,5±0,2	1,5±0,1
12,5	2,1±0,1	1,7±0,1	2,1±0,2
25	2,3±0,2	2,1±0,1	1,9±0,2
50	2,8±0,1	2,5±0,2	2,2±0,3
75	3,1±0,5	2,6±0,2	2,0±0,1
100	3,1±0,4	2,9±0,3	2,7±0,1

*sem ajuste a um modelo de regressão ($p > 0,05$)

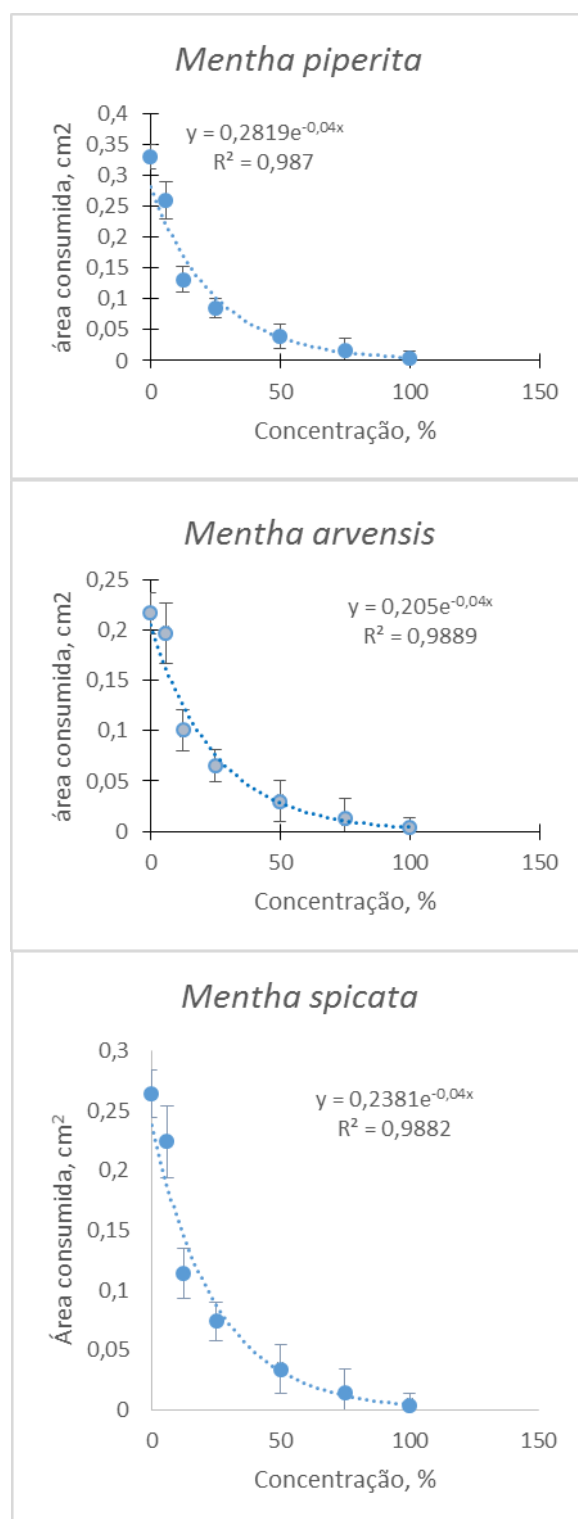


Figura 1. Efeito fagoinibidor do óleo essencial de *Mentha piperita*, *Mentha arvensis* e *Mentha spicata* sobre larvas de terceiro instar de *Spodoptera frugiperda* em teste sem chance de escolha.

Discussão

Os dados obtidos neste estudo mostram a potencialidade dos óleos essenciais das espécies de *Mentha* como inseticidas e fagoinibidor para larvas de terceiro instar de *S. frugiperda*. A toxicidade aguda tópica encontrada neste estudo é compatível com outros trabalhos tais como PAVELA (2005) que investigou a toxicidade de *M. spicata*, *M. pulegium*, *M. citrata* e *M. arvensis* para larvas de *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera) e ZEKRI *et al.* (2015) para adultos de *Toxoptera aurantii* (Hemiptera).

Dos óleos em estudo, verifica-se que os compostos majoritários L-mentol e Mentona para *M. arvensis* e *M. piperita* diferindo entre si pelos compostos minoritários o que pode explicar a diferença na toxicidade dos óleos. Uma vez, que outros estudos comprovam que compostos de óleos essenciais usados separadamente apresentam menor toxicidade quando comparado com o óleo integral, conforme pode ser visto em PAVELA (2010) para larvas de *S. littoralis* em KNAAK *et al.* (2013) para larvas de *S. frugiperda* e em ZEKRI *et al.* (2015) para adultos de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera).

A toxicidade dos monoterpenos presentes nos óleos essenciais é devida sua ação sobre o sistema nervoso dos insetos principalmente nos receptores octopamínicos, inibindo ou agindo como agonistas do neurotransmissor octopamina. Esse mecanismo está presente apenas em invertebrados demonstrando assim, baixa toxicidade para vertebrados, o que pode ser promissor para utilização em programa de controle de pragas de baixo impacto ambiental. Porém, ainda é necessário um estudo sobre a fauna de invertebrados benéficos para confirmar esta expectativa ENAN (2001).

Quanto ao método de aplicação do óleo essencial das *Mentha* em estudo pode-se observar que os dados dos ensaios por superfície de contato e por pulverização são semelhantes. Demonstrando que o efeito tóxico pode ser obtido tanto quando o inseto invade uma área pós-tratamento (superfície de contato) ou quando o inseto já está localizado na área (pulverização), ou seja, pode ter ação preventiva e emergencial.

A fagoinibição observada é devida a presença dos terpenos na composição química dos óleos, estas substâncias atuam nos receptores do aparato bucal dos insetos, impedindo que os mesmos continuem a alimentação

após as primeiras mordidas, resultados semelhantes ao observado foi detectado por Souza *et al.* (2010) e Sing *et al.* (2011).

Conclusão

Pode-se então concluir, que o óleo essencial das espécies *M. piperita*, *M. spicata* e *M. arvensis* apresentam toxicidade aguda tópica, por contato e foboinibição para larvas de *Spodoptera frugiperda* no terceiro instar.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, F. A. C; GOLDFARB, A. C; GOUVEIA, J. P. G. Avaliação de extratos vegetais e métodos de aplicação no controle de *Sitophilus* spp. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 1, n. 1, p. 13-20, 1999.

ENAN, E. Insecticidal activity of essential oils: octopaminergic sites of action. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Amsterdã, v. 130, p. 325-337, 2001.

ESCOUBAS, P; LAJIDE, L; MITZUTANI, J. An improved leaf-disk antifeedant bioassay and its application for the screening of Hokkaido plants. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Holanda, v. 66, n. 1, p. 99-107, 1993.

FAVERO, S.; CONTE, C.O. Métodos de ensaios para determinação de atividade insetistática de derivados de plantas com alternativa sustentável de controle de pragas agrícolas. In: BAUER, F.C.; VARGAS JUNIOR, F.M. de. **Produção e Gestão agroindustrial**. Campo Grande: UNIDERP, v. 2, 2008. p. 235-249.

FAVERO, S; CONTE, C. O; BAPTISTA, A. P. Atividade anti-alimentar de óleos essenciais de plantas aromáticas sobre *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p.157-164, 2002.

FINNEY, D. J. **Probit Analysis: 3 ed.** Cambridge University Press, 1971. 338p.

KUMAR, P.; MISHRA, S.; MALIK, A. S. Insecticidal properties of *Mentha* species: A review. **Industrial Crops and Products**, Amsterdã, v. 34, p. 802–817, 2011.

MASCARIN, G. M.; QUINTELA, E. D.; SILVA, E. G. da; ARTHURS, S. P. Precision micro-spray tower for application of entomopathogens. **BioAssay**, Londrina, v. 8, n. 1, 2013.

PAVELA, R. Acute and synergistic effects of monoterpenoid essential oil compound on the larvae of *Spodoptera littoralis*. **Journal of Biopesticides**, Tamilnado- Índia, v. 3, n. 3, p. 573-578, 2010.

PAVELA, R. Insecticidal activity of some essential oils against larvae of *Spodoptera littoralis*. **Fitoterapia**, Novara, v. 76, n. 5, p. 691-696, 2005.

WAQUIL, J. M.; BOREGAS, K. G. B.; MENDES, S. M. **Viabilidade do uso de hospedeiros alternativos como área de refúgio para o manejo da resistência da lagarta-do- cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) no cultivo do milho-Bt.** Embrapa Milho e Sorgo. 10p. 2008. (Comunicado Técnico).

ZEKRI, N.; HANDAQ, N.; EL-CAIDI; A.; ZAIR, T.; EL-BELGHITI, M.A. Insecticidal effect of *Mentha pulugium* L. *Mentha suaveolens* Ehrh. hydrosols against a pest of citrus *Toxoptera aurantii* (Aphididae). **Res. Chemical Intermed**, Chennai, n. 5, v. 41, p. 1 - 11, 2015.

7. Conclusão Geral

Nos bioensaios realizados em laboratório, os óleos essenciais de *M. piperita*, *M. x spicata* e *M. arvensis* apresentaram toxicidade aguda tópica, por contato e fagoinibição para larvas de *Spodoptera frugiperda*, importante economicamente por causarem sérios prejuízos na atividade agrícola. Os óleos essenciais demonstram ser eficientes diminuindo assim, resíduos nos alimentos, os custos e impactos ambientais.