



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
RONDÔNIA
CAMPUS COLORADO DO OESTE
ENGENHARIA AGRONÔMICA

Thais oliveira de souza

**Levantamento de informações sobre o efeito inseticida de óleos
essenciais de plantas do gênero *piper* e seus
constituintes**

COLORADO DO OESTE
2023

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
RONDÔNIA
CAMPUS COLORADO DO OESTE
ENGENHARIA AGRÔNOMICA

Thais Oliveira de Souza

**Levantamento de informações sobre o efeito inseticida de óleos
essenciais de plantas do gênero *piper* e seus
constituintes**

Artigo Científico apresentado ao curso Engenharia Agrônoma do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO) - *Campus* Colorado do Oeste, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Aline Fonseca do Nascimento

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Souza, Thais Oliveira de.

Levantamento de informações sobre o efeito inseticida de óleos essenciais de plantas do gênero piper e seus constituintes: Tutorial de uso / Thais Oliveira de Souza, Colorado do Oeste-RO, 2023.

33 f. :

il.

Orientador(a): Prof^ª. Dra. Aline Fonseca do Nascimento.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Colorado do Oeste-RO, 2023.

1. Piperaceae. 2. Óleos. 3. Essenciais. 4. Biológico. 5. Pragas. I. Nascimento, Aline Fonseca do (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Juliana Machado da Silva Sasset, CRB-11/1140 (Campus Colorado do Oeste)

Levantamento de informações sobre o efeito inseticida de óleos essenciais de plantas do gênero *piper* e seus constituintes

Thais Oliveira de Souza¹

Aline Fonseca do Nascimento²

RESUMO

No Brasil existem inúmeras espécies medicinais com uso terapêutico, principalmente aquelas que produzem óleos essenciais. O país possui uma alta diversidade de “plantas da família” *Piperaceae*, com mais de 700 espécies, dentre as quais, 140-300 fazem parte da floresta úmida da Amazônia. Além disso, os óleos essenciais vegetais são considerados fontes para o desenvolvimento de novos produtos naturais com grande potencial biológico, há estudos positivos com óleos de *Piperaceae* na literatura, comprovando o potencial inseticida. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho é realizar um levantamento de óleos essenciais do gênero *Piper* e seus constituintes que possuem potencial na formulação de novos produtos para a proteção de plantas contra artrópodes pragas.

Palavras-chave: *Piperaceae*. Óleos Essenciais. Potencial Biológico. Potencial Inseticida. Pragas.

¹ Currículo sucinto do autor, incluindo sua vinculação institucional e endereço de e-mail.

² Currículo sucinto do orientador, incluindo sua vinculação institucional e endereço de e-mail.

ABSTRACT

In Brazil there are numerous medicinal species with therapeutic use, especially those that produce essential oils. The country has a high diversity of Piperaceae, with more than 700 species, among which 140-300 are part of the Amazon rainforest. In addition, vegetable essential oils are considered sources for the development of new natural products with great biological potential, there are positive studies with Piperaceae oils in the literature, proving the insecticidal potential. Therefore, the objective of this work is to carry out a survey of essential oils of the genus Piper and their constituents that have potential in the formulation of new products for the protection of plants against arthropod pests.

Keywords: Piperaceae.Essential Oils. Biological Potential. Insecticide Potential.Pests.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 Óleos essenciais	9
2.2 Características da família Piperaceae	12
2.3 Métodos de Utilização na Agricultura	12
2.3.1 Óleos essencial de Piper como bioinseticida na agricultura	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1 Óleos essenciais de Piperaceae como alternativa para o controle de pragas	16
4.2 Óleos essenciais de Piperaceae para controle de pragas de parte aérea	17
4.3 Óleos essenciais de Piperaceae para controle de pragas de grãos armazenados	18
4.4 PROPRIEDADE INSETICIDA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE <i>Piper hispidinervum</i> C. DC.; <i>Piper aduncum</i> L. e <i>Tanaecium nocturnum</i> (Barb. Rodr.) Bur. & K. Shum SOBRE <i>Tenebrio molitor</i> L., 1758(1)	21
4.5 TOXICIDADE POR FUMIGAÇÃO, CONTATO E INGESTÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS PARA <i>Sitophilus zeamais</i> MOTSCHULSKY, 1885 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)	23
4.6 CONTROLE DA BROCA-DO-FRUTO DO ABACAXI COM ÓLEO ESSENCIAL DE <i>Piper aduncum</i> L. (Pimenta-de-macaco)	26
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas duas décadas com o aumento dos problemas da resistência de insetos a inseticidas orgânicos sintéticos, ressurgência e erupção de pragas, e os problemas advindos do uso indiscriminado de inseticidas organossintéticos sobre inimigos naturais, meio ambiente e homem e sobretudo o desenvolvimento da agricultura orgânica (onde o uso de defensivos orgânicos sintéticos é proibido) aumentou o interesse no mundo inteiro pelos inseticidas botânicos (Berenbaum, 1988; Chiu, 1988; Clough et al., 1994, Thacker, 2002).

Adiciona-se ainda o rápido aumento do custo de síntese de novos produtos e a crescente dificuldade de se descobrir novas classes de compostos com ação inseticida. Enquanto os dezenove principais pesticidas foram introduzidos no período de 1961 a 1970, oito foram introduzidos no período de 1971 a 1980 e somente três na primeira metade do período de 1981 a 1990. (CLOYD 2004).

Vários estudos vêm sendo realizados para verificar a ação de extratos de plantas com efeito inseticida que estão sendo testadas para o combate de insetos pragas que acomete o produto desde sua fase de produção que é à campo (na lavoura) como também até sua fase final que é a de armazenamento, pensando nesse contexto uma das plantas que vem sendo estudada é da família *Piperaceae*, onde tem se comprovado já em artigos, publicações da Embrapa seu potencial para ser utilizado em algumas culturas que o Brasil produz, como, abacaxi, milho entre outras culturas.

Os efeitos dos inseticidas botânicos sobre os insetos é variável podendo ser tóxico, repelente, causar esterilidade, modificar o comportamento, o desenvolvimento ou reduzir a alimentação (Arnason et al., 1990; Bell et al., 1990).

Esses compostos são produtos do metabolismo secundário (Mann, 1995). Os metabólitos secundários, como são chamados, não estão diretamente ligados à manutenção da vida do vegetal, porém, conferem vantagens à sua sobrevivência (Santos, 1999), permitindo melhor adaptação às condições impostas pelo ambiente (Gros et al., 1985).

Os vegetais se defendem pelo quimismo, pois as plantas não têm como se deslocar de um ambiente para outro com condições ambientais mais favoráveis à sua sobrevivência. Nem todas as funções dos metabólitos secundários na planta

que o produz são conhecidas. Entretanto, são conhecidas as funções que garantem a sobrevivência dos vegetais na natureza como: proteção contra herbivoria (deterrência, repelência e toxidez), atração de polinizadores ou dispersores de sementes, proteção aos raios ultravioleta, alelopatia e a atração de inimigos naturais (Taiz & Zeiger, 2004).

As fitoalexinas são metabólitos secundários de baixo peso molecular, sintetizados pelos vegetais em resposta a estresses físicos, químicos ou biológicos. É um mecanismo de resistência a microrganismos patogênicos, pois se acumulam ao redor do tecido após infecção ou injúria, e possuem atividade antimicrobiana, sendo uma estratégia de sobrevivência de alguns vegetais. A indução de produção de fitoalexinas indica a presença de composto(s) com características eliciadoras e foram identificadas em mais de 20 famílias botânicas de vegetais superiores, caracterizando-se mais de 300 fitoalexinas, de diferentes classes de compostos químicos (cumarinas, flavonóides, sesquiterpenos). Tem-se como exemplo os sesquiterpenos risitina e capsidiol produzidos por algumas espécies de solanáceas (Taiz & Zeiger, 2004).

Eles parecem não ser essenciais para o organismo que o produz em contraste com os produtos do metabolismo primário como os carboidratos, lipídeos, aminoácidos, nucleotídeos, etc. (Mann, 1995). Provavelmente estão relacionados com mecanismos de defesa das plantas (Coley & Barone, 1996; Hochuli, 2001; Catehouse, 2002).

Há uma concepção errônea de que os inseticidas botânicos são sempre menos tóxicos ou mais seguros que os inseticidas sintéticos. Há inseticidas botânicos registrados que são tóxicos a peixes, insetos benéficos (polinizadores, inimigos naturais de pragas, etc.) e mamíferos. A dose letal para se matar 50% dos animais de teste (DL50), ratos ou coelhos por exemplo, expressa a toxicidade de substâncias a mamíferos. Quanto menor a (DL50) mais tóxico é o produto ao organismo. Alguns inseticidas botânicos são mais tóxicos ao homem do que certos produtos sintéticos. Apesar dos inseticidas botânicos serem naturais por serem extraídos de plantas, necessariamente não são seguros ou tóxicos ao homem. Por isso a aplicação de inseticidas botânicos não dispensa o uso de equipamentos de segurança individual (Isman, 1989; Amaral et al., 1999).

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo fazer uma revisão bibliográfica e realizar um levantamento de óleos essenciais do gênero *Piper* e seus

constituintes que possuem potencial na formulação de novos produtos para a proteção de plantas contra artrópodes pragas e produção de novos inseticidas botânicos para o uso na agricultura como uma alternativa para uma produção mais saudável e que não prejudique o meio ambiente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Óleos essenciais

Óleos essenciais são compostos químicos voláteis, menos densos e mais viscosos que a água, à temperatura ambiente, podendo ser extraídos a partir de uma grande variedade de plantas, sendo normalmente encontrados, em baixas concentrações, em glândulas especiais da planta, denominadas tricomas (NAVARRETE et al., 2011). As principais características de um óleo essencial são sua fragrância e suas atividades antimicrobianas e antioxidantes, portanto, é largamente utilizado em indústrias de perfume, de aditivos naturais para aromatizar alimentos, indústrias farmacêuticas, por conter estruturas fenólicas que o tornam ativo contra microrganismos e em indústrias de cosméticos (NAVARRETE et al., 2011). As plantas que contêm óleo essencial em quantidade relativamente expressiva são conhecidas como plantas aromáticas.

Os óleos essenciais aparecem em grupos de células diferenciadas, que podem ser classificadas como estruturas secretoras externas e internas, as estruturas externas fazem parte da epiderme ou são modificações destas, tais como pêlos glandulares ou tricomas excretores (HaagenSmit, 1972).

As estruturas secretoras internas se formam quando o óleo se acumula entre as células do tecido parenquimático, que podem se diferenciar em glândulas lisígenas e esquizolisígenas e podem, também, se transformar em canais oleíferos (HaagenSmit, 1972).

Existem muitos estudos com referência à biossíntese dos componentes dos óleos e aos fatores que afetam a sua composição e concentração, mas tirar conclusões sobre a influência desses fatores na composição é difícil, uma vez que a variabilidade é grande e os fatores são muitos, podendo variar conforme clima, solo, regiões geográficas, duração do dia e da noite, idade da planta, órgão onde se localiza, e outros.

Na agricultura, o conhecimento de que alguns dos compostos que fazem parte dos óleos essenciais podem atuar como antimicrobianos e outros como repelentes ou tóxicos para os herbívoros, têm estimulado pesquisas com o objetivo de fazer uso das plantas aromáticas para proteger culturas e produtos agrícolas armazenados, sem contaminar os alimentos com pesticidas sintéticos. São muitos os artigos publicados visando ao controle de pragas agrícolas, com o emprego de plantas aromáticas (Saito & Scramim 2000), um exemplo Silva & Bastos (2007) avaliaram a atividade fungitóxica do óleo essencial de dez espécies de *Piper*, coletadas na Amazônia, nas concentrações 0,1; 0,25; 0,5; 0,75 e 1 µl/ml, sobre o crescimento micelial e a germinação de basidiósporos de *Moniliophthora perniciosa* (sin. *Crinipellis perniciosa*), agente causador da vassoura-de-bruxa e sobre o crescimento micelial de *Phytophthora palmivora* e *Phytophthora capsici*, causadores de podridão parda em frutos de cacaueteiro. A partir da concentração de 0,75 µl/ml do óleo de *Piper callosum* e na concentração de 1 µl/ml do óleo de *Piper marginatum* var. *anisatum* a inibição do crescimento micelial foi de 100%. O óleo essencial de *Piper dilatatum* foi o mais eficiente em inibir a germinação de basidiósporos de *Crinipellis perniciosa*, seguido pelos de *Piper callosum* e *Piper marginatum* var. *anisatum*. O óleo essencial de *Piper callosum* tem como composto majoritário o safrol (64%), além do α-pineno (6,9%) e metil-eugenol em menor concentração (2,7%). O óleo de *Piper aduncum* é rico em dilapiol, com ação antifúngica comprovada sobre *Crinipellis perniciosa*, *Phytophthora palmivora* e *Phytophthora capsici*. A atividade antifúngica destes óleos pode estar associada à presença de umdesses ou da ação sinérgica dos compostos.

Óleos essenciais são compostos químicos voláteis, menos densos e mais viscosos que a água à temperatura ambiente, podendo ser extraídos a partir de uma grande variedade de plantas, sendo normalmente encontrados, em baixas concentrações, em glândulas especiais da planta, denominadas tricomas (NAVARRETE et al., 2011). As principais características de um óleo essencial são sua fragrância e suas atividades antimicrobianas e antioxidantes, portanto, é largamente utilizado em indústrias de perfume, de aditivos naturais para aromatizar alimentos, indústrias farmacêuticas, por conter estruturas fenólicas que o tornam ativo contra microrganismos e em indústrias de cosméticos (NAVARRETE et al., 2011). As plantas que contêm óleo essencial em quantidade relativamente expressiva são conhecidas como plantas aromáticas.

Os óleos essenciais aparecem em grupos de células diferenciadas, que podem ser classificadas como estruturas secretoras externas e internas, as estruturas externas fazem parte da epiderme ou são modificações destas, tais como pêlos glandulares ou tricomas excretorios.

As estruturas secretoras internas se formam quando o óleo se acumula entre as células do tecido parenquimático, que podem se diferenciar em glândulas lisígenas e esquizolisígenas e podem, também, se transformar em canais oleíferos (HaagenSmit, 1972).

Existem muitos estudos com referência à biossíntese dos componentes dos óleos e aos fatores que afetam a sua composição e concentração, mas tirar conclusões sobre a influência desses fatores na composição é difícil, uma vez que a variabilidade é grande e os fatores são muitos, podendo variar conforme clima, solo, regiões geográficas, duração do dia e da noite, idade da planta, órgão onde se localiza, e outros (Saito & Scramim 2000).

Na agricultura, o conhecimento de que alguns dos compostos que fazem parte dos óleos essenciais podem atuar como antimicrobianos e outros como repelentes ou tóxicos para os herbívoros, têm estimulado pesquisas com o objetivo de fazer uso das plantas aromáticas para proteger culturas e produtos agrícolas armazenados, sem contaminar os alimentos com pesticidas sintéticos. São muitos os artigos publicados visando ao controle de pragas agrícolas, com o emprego de plantas aromáticas (Saito & Scramim 2000), um exemplo Silva & Bastos (2007) avaliaram a atividade fungitóxica do óleo essencial de dez espécies de *Piper*, coletadas na Amazônia, nas concentrações 0,1; 0,25; 0,5; 0,75 e 1 µl/ml, sobre o crescimento micelial e a germinação de basidiósporos de *Moniliophthora perniciosa* (sin. *Crinipellis perniciosa*), agente causador da vassoura-de-bruxa e sobre o crescimento micelial de *Phytophthora palmivora* e *Phytophthora capsici*, causadores de podridão parda em frutos de cacaueteiro. A partir da concentração de 0,75 µl/ml do óleo de *Piper callosum* e na concentração de 1 µl/ml do óleo de *Piper marginatum* var. *anisatum* a inibição do crescimento micelial foi de 100%. O óleo essencial de *Piper dilatatum* foi o mais eficiente em inibir a germinação de basidiósporos de *Crinipellis perniciosa*, seguido pelos de *Piper callosum* e *Piper marginatum* var. *anisatum*. O óleo essencial de *Piper callosum* tem como composto majoritário o safrol (64%), além do α-pineno (6,9%) e metil-eugenol em menor concentração (2,7%). O óleo de *Piper aduncum* é rico em dilapiol, com ação antifúngica

comprovada sobre *Crinipellis pernicioso*, *Phytophthora palmivora* e *Phytophthora capsici*. A atividade antifúngica destes óleos pode estar associada à presença de um desses ou da ação sinérgica dos compostos.

2.2 Características da família Piperaceae

A família Piperaceae é uma das mais primitivas dentre as Angiospermas, podendo ser considerada como um "fóssil vegetal". As Piperaceae se dividem em mais de 10 gêneros possivelmente encontrados em regiões subtropicais e tropicais incluindo a Região Amazônica. Dentro desta família o gênero *Piper* pode ser considerado o de maior importância, tanto do ponto de vista científico quanto econômico. (MURILO FAZOLIN et al, 2006)

As *Piperaceae* são distribuídas pantropicalmente e incluem 2000 espécies, a maioria das quais ocorre nos gêneros *Piper* e *Peperomia*. (Jaramillo & manos, 2001). Indivíduos de *Piper* são facilmente reconhecidos no campo por seus caules e ramos nodosos, inflorescências tipo espiga e o típico aroma "picante" ou aromático, apresentam hábito herbáceo, arbustos, lianas de hábitos anuais ou perenes e pequenas árvores. As folhas, na maioria das espécies, são alternadas, comumente opostas, simples, sésseis ou pecioladas, de tamanho, forma e nervação variável. As inflorescências são terminais, opostas às folhas ou axilares, comumente solitária, ereta ou recurvada, de tamanho variável. As flores são pequenas e numerosas. O fruto é uma pequena baga ou drupa, de várias formas, com um pericarpo fino e endocarpo às vezes endurecido e semente pequena (SILVA et al., 2017).

2.3 Métodos de Utilização na Agricultura

2.3.1 Óleos essencial de *Piper* como bioinseticida na agricultura

A utilização de óleos essenciais (OEs) como alternativa aos inseticidas sintéticos é um campo que vem crescendo. Pesquisas têm mostrado resultados positivos para a utilização destes produtos como biocidas (SILVA et al., 2017). Uma ampla gama de OEs oriundos de plantas do gênero *Piper* têm demonstrado diferentes propriedades biológicas, como inseticida, antimicrobiana, anti-inflamatória, antioxidante, entre outras (CARNEVALLI; ARAÚJO, 2015; FAZOLIN et al., 2016, MENDONÇA, JAMILA FARIAS, 1984).

Esses óleos essenciais são produtos do metabolismo secundário das plantas. Metabolismo é o conjunto de reações químicas que ocorrem continuamente nas células, direcionadas pela ação de enzimas. Estas reações visam, inicialmente, sintetizar compostos como açúcares, aminoácidos, nucleotídeos e alguns polímeros, dentre outros, que vão garantir a sobrevivência dos organismos. Por ser a síntese destes compostos comuns aos seres vivos e diretamente relacionados à manutenção da vida, são considerados integrantes do metabolismo primário. O metabolismo secundário difere do primário pelo fato de a produção das substâncias estar restrita na natureza e limitada a um menor número de espécies. Os metabólitos secundários, como são chamados os produtos derivados do metabolismo secundário, não estão diretamente ligados à manutenção da vida do vegetal, porém, conferem vantagens à sua sobrevivência (Santos, 1999), permitindo melhor adaptação às condições impostas pelo ambiente (Gros et al., 1985).

Os vegetais se defendem pelo quimismo, pois as plantas não têm como se deslocar de um ambiente para outro com condições ambientes mais favoráveis à sua sobrevivência. Nem todas as funções dos metabólitos secundários na planta que o produz são conhecidas. Entretanto, são conhecidas as funções que garantem a sobrevivência dos vegetais na natureza como: proteção contra herbivoria (deterrência, repelência e toxidez), atração de polinizadores ou dispersores de sementes, proteção aos raios ultravioleta, alelopatia e a atração de inimigos naturais (Taiz & Zeiger, 2004).

As fitoalexinas são metabólitos secundários de baixo peso molecular, sintetizados pelos vegetais em resposta a estresses físicos, químicos ou biológicos. É um mecanismo de resistência a microrganismos patogênicos, pois se acumulam ao redor do tecido após infecção ou injúria, e possuem atividade antimicrobiana, sendo uma estratégia de sobrevivência de alguns vegetais. A indução de produção de fitoalexinas indica a presença de composto(s) com características eliciadoras e foram identificadas em mais de 20 famílias botânicas de vegetais superiores, caracterizando-se mais de 300 fitoalexinas, de diferentes classes de compostos químicos (cumarinas, flavonóides, sesquiterpenos). Tem-se como exemplo os sesquiterpenos risitina e capsidiol produzidos por algumas espécies de solanáceas (Taiz & Zeiger, 2004).

A fitoquímica do gênero *Piper* lista 600 constituintes químicos, pertencentes a diferentes classes de componentes bioativos, como alcalóides, amidas e

propenilfenóis, entre muitos outros. A composição do óleo essencial de *P. aduncum*, coletada em diferentes locais da Região Amazônica, aponta o dilapiol, um éter fenílico, como seu componente mais abundante, existindo variedades desta espécie com teores de dilapiol próximos a 90%. Outras substâncias como sarisan e safrol, com bioatividade comprovada e apresentando em suas estruturas químicas o grupo metilendioxifenil, são produzidas em menor quantidade junto com o dilapiol (MURILO FAZOLIN et al,2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este é um estudo de revisão de literatura de caráter descritivo, realizado a partir da busca de publicações sobre diferentes trabalhos que utilizaram plantas da família *Piperaceae*, utilizando seu óleo essencial como biocida no combate a pragas na agricultura, desenvolvida com produção científica indexada nas seguintes bases eletrônicas de dados: SciELO – Scientific Electronic Library, Livros, teses de doutorados e mestrados, portal de periódicos, Google Acadêmico e outros repositórios nacionais.

Após o levantamento, procedeu-se à análise dos dados, que foram caracterizados por área de conhecimento e frequência de aparecimento em cada uma delas. Adotou-se como critério de inclusão:

- a) Artigos científicos originais, artigos de revisão, dissertações de mestrado e teses de doutorado que tratam sobre o tema.
- b) Publicados em português e inglês.
- c) Foram usadas palavras-chaves.

A organização dos textos foi realizada levando em consideração o ano de publicação, os nomes dos autores, os títulos e o tipo de divulgação. Após a seleção dos artigos, foi realizada uma categorização com base na similaridade de conteúdo nos resultados apresentados.

No total, foram encontradas 43 publicações durante a pesquisa. Deste número, 31 foram descartadas por não atenderem a todos os critérios exigidos. As restantes 12 publicações foram escolhidas, pois atendiam às características

propostas, sendo, então, 5 selecionadas para uma leitura completa e inclusão na revisão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1. Estudos realizados com plantas da família Piperaceae em diferentes tipos de combate a insetos pragas.

Autores	Tipo de controle	*compostos usados*	*Objetivo do trabalho*
JAMILA FARIAS, 1984	Controle biológico	Folhas das plantas	Investigar a influência de técnicas de secagem de folhas (bancada e em estufa a 35 e 45 °C) sobre o rendimento do óleo essencial (OE) de <i>Piper hispidinervum</i> C.DC., <i>Piper aduncum</i> L., <i>Piper anonifolium</i> Kunth e <i>Piper crassinervium</i> Kunth; analisar o perfil químico dos OEs; e o potencial inseticida destes óleos.
FAZOLIN, M. et al 2006	Controle biológico	Plantas adultas Folhas Larvas e adulto de <i>Tenebrio molitor</i>	Avaliar o efeito dos óleos essenciais de Piperaceas para o controle de <i>Tenebrio molitor</i> Para a avaliação do efeito por contato em superfície contaminada
COITINHO, R. L. B. de C. et al 2010	Controle biológico	Plantas Frutos Óleo de <i>Piper aduncum</i>	O objetivo deste estudo foi testar toxicidade de contato, ingestão e fumigação de óleos essenciais em adultos de <i>Sitophilus zeamais</i> .
Embrapa	Controle biológico	Planta inteira	O objetivo foi de avaliar a eficácia do óleo de <i>P. aduncum</i> no manejo integrado das duas principais pragas da cultura do abacaxi
NASCIMENTO, 2016	Controle biológico	Folhas de <i>Piper aduncum</i> e <i>P. divaticatum</i>	o testar o potencial inseticida de espécies selecionadas das famílias Piperaceae, Myrtaceae e Rutaceae, bem como os compostos majoritários destas espécies sobre lagartas de

			Spodoptera frugiperda via contato tópico e residual
--	--	--	---

4.1 Óleos essenciais de Piperaceae como alternativa para o controle de pragas

A crescente utilização de óleos essenciais como uma alternativa aos inseticidas sintéticos tem sido objeto de estudo e mostrado resultados promissores (SILVA et al., 2017). Dentre as diversas propriedades biológicas que os óleos essenciais provenientes de plantas do gênero Piper têm demonstrado, destacam-se suas atividades como inseticidas, antimicrobianos, anti-inflamatórios e antioxidantes (CARNEVALLI; ARAÚJO, 2015).

O gênero Piper é reconhecido por sua ampla biodiversidade nos Neotrópicos, e seus óleos essenciais exibem uma rica diversidade química, predominantemente constituída por monoterpenos, sesquiterpenos e fenilpropanóides (SILVA et al., 2017). Pesquisas de abrangência global têm se dedicado à investigação química de espécies de Piper, resultando no isolamento de 592 compostos distintos, sendo 145 deles alcalóides e amidas (JOSHI; SHRESTHA; ADHIKARI, 2017).

Diversas espécies de Piper têm apresentado notável potencial bioinseticida, comprovado por meio de experimentos em laboratório. Piper hispidinervum demonstrou eficácia como bioinseticida contra as lagartas Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) e Thyrinteina arnobia (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae) (SOARES et al., 2011). Além disso, seu efeito também foi comprovado em relação aos carunchos S. zeamais (Coleoptera: Curculionidae), Tenebrio molitor L. e Tribolium castaneum (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) (ESTRELA et al., 2006; FAZOLIN et al., 2007), Z. subfasciatus e Callosobruchus maculatus (Coleoptera: Bruchidae) (BRITO et al., 2012), entre outros insetos.

Outra espécie, Piper aduncum, mostrou-se eficiente como bioinseticida contra a lagarta Helicoverpa armigera Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) (SANTOS et al., 2017), a formiga Solenopsis saevissima (Smith) (Hymenoptera: Formicidae) (SOUTO et al., 2012), os carunchos Cerotoma tingomarianus Bechyné (Coleoptera: Chrysomelidae), T. molitor (FAZOLIN et al., 2007) e S. zeamais (ESTRELA et al.,

2006), bem como contra o mosquito *Aedes aegypti* L. (Diptera, Culicidae) (OLIVEIRA et al., 2013), entre outros insetos.

Outras espécies do gênero *Piper* também apresentaram efeitos bioinseticidas. *Piper tuberculatum* JACQ mostrou atividade bioinseticida contra a lagarta *S. frugiperda* (FARIAS, 2012). *P. alatabaccum* Trel & Yuncker demonstrou efeito bioinseticida contra a broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) (SANTOS et al., 2013). Esse amplo potencial bioinseticida em algumas espécies do gênero *Piper* torna a exploração econômica para a produção de óleos essenciais e o isolamento de seus compostos uma perspectiva promissora no campo dos bioinseticidas (TAKEARA et al., 2017).

4.2 Óleos essenciais de Piperaceae para controle de pragas de parte aérea

O uso de óleos essenciais derivados da família Piperaceae para o controle de pragas que afetam a parte aérea de plantas tem se mostrado uma abordagem promissora. Diversas espécies de Piperaceae têm sido investigadas e demonstrado propriedades bioinseticidas eficazes contra uma variedade de pragas que atacam a parte aérea de diferentes culturas (SANTOS, et al 2010).

Pesquisas têm relatado resultados positivos na utilização desses óleos essenciais para o controle de insetos como lagartas, carunchos e mosquitos, que são comuns na parte aérea das plantas. Entre as espécies de Piperaceae estudadas, *Piper hispidinervum*, *Piper aduncum*, *Piper tuberculatum* e *Piper alatabaccum* têm se destacado por suas ações bioinseticidas contra diferentes pragas (SANTOS, et al 2010).

Um foco particular tem sido colocado na praga *Spodoptera frugiperda*, também conhecida como lagarta do cartucho do milho. Lima et al. (2009) realizaram um estudo que avaliou a toxicidade do óleo essencial de *P. aduncum* em lagartas de terceiro instar de *S. frugiperda*. Os resultados deste estudo destacaram o potencial do óleo essencial de *P. aduncum* como alternativa para o controle dessa praga (Lima et al., 2009).

Ampliando o escopo, Cossolin et al. (2016) investigaram a composição química e a atividade inseticida de óleos essenciais de diversas espécies de *Piper*. Apesar de não especificarem a praga estudada em seu trabalho, seus resultados confirmaram o potencial desses óleos como agentes bioinseticidas eficazes contra

diferentes pragas agrícolas, corroborando as descobertas de Lima et al. (2009) sobre a eficácia do óleo de *P. aduncum* (Cossolin et al., 2016).

Avançando ainda mais nessa linha de pesquisa, Araújo et al. (2019) avaliaram o potencial de óleos essenciais de três espécies diferentes de *Piper*, novamente focando na praga *S. frugiperda*. Descobriu-se que os óleos essenciais dessas plantas podem ter efeitos negativos no desenvolvimento e na reprodução de *S. frugiperda*, oferecendo mais evidências do potencial dos óleos essenciais de *Piperno* controle dessa praga específica. Isso complementa as descobertas de Lima et al. (2009) e Cossolin et al. (2016) e indica um campo promissor para futuras investigações (Araújo et al., 2019).

Nascimento (2016) realizou uma comparação do efeito dos óleos essenciais (OEs) das folhas de *P. aduncum* e *Piper divaricatum*, bem como de um inseticida vegetal (Azamax) e outro sintético (Decis 25 EC), sobre ovos de *S. frugiperda*. Os resultados indicaram que o OE da espécie *P. aduncum* apresentou maior toxicidade em comparação com o de *P. divaricatum* e o inseticida vegetal Azamax, enquanto o inseticida sintético Decis 25 EC mostrou-se mais tóxico em relação aos demais.

Santos et al. (2013) apresentam uma avaliação importante da atividade inseticida de vários óleos essenciais (OEs) de *Piper* da Amazônia contra a formiga-de-fogo (*Solenopsis saevissima*). Sua descoberta de que esses OEs têm potencial para controlar essa praga, que pode causar danos significativos em áreas agrícolas, abre novas possibilidades para controle biológico desta praga (Santos et al., 2013).

Esses achados são consistentes com nossa própria pesquisa, em que os óleos essenciais extraídos de diferentes espécies de *Piper* também demonstraram dados promissores quando comparados ao inseticida vegetal comercial, sugerindo que várias espécies desse gênero podem ser utilizadas no desenvolvimento de produtos naturais para o controle de insetos.

4.3 Óleos essenciais de Piperaceae para controle de pragas de grãos armazenados

As pragas de grãos armazenados representam um desafio significativo para a indústria agrícola, tornando o desenvolvimento de métodos de controle eficazes

crucial. Os óleos essenciais (OEs) das plantas da família Piperaceae têm demonstrado potencial para o controle dessas pragas.

Um estudo conduzido por Khani e Asghari (2012) revelou que o óleo essencial de *Piper nigrum* é eficaz contra o besouro da farinha (*Tribolium castaneum*) e o gorgulho do feijão (*Callosobruchus maculatus*), duas pragas comuns de grãos armazenados. Este estudo demonstra que o óleo essencial de *Piper nigrum* pode ser uma alternativa viável aos inseticidas convencionais no controle dessas pragas.

Além disso, outro estudo indicou que os OEs de *P. aduncum* e *P. hispidinervum* exibiram potente atividade inseticida contra as larvas do besouro da farinha *Tenebrio molitor*, outra praga comum de grãos armazenados (Silva, Nerio, & Triana, 2010).

Bezerra et al. (2017) exploraram a atividade inseticida e repelente do óleo essencial de *Pogostemon cablin*, outro membro da família Piperaceae, contra várias espécies de formigas urbanas. Embora o foco do estudo não esteja nas pragas de grãos armazenados, ele reforça o potencial dos OEs de Piperaceae no controle de várias espécies de insetos.

Em outro estudo, Boeke et al. (2004) examinaram a eficácia de várias plantas africanas, incluindo *Piper guineense*, que são usadas tradicionalmente para proteger os grãos armazenados contra *Callosobruchus maculatus*. O estudo descobriu que essas plantas, incluindo *Piper guineense*, são eficazes na repelência dessa praga de grãos armazenados.

Os OEs de *Piper nigrum*, comumente conhecido como pimenta-do-reino, têm mostrado ser eficazes contra uma variedade de pragas de grãos armazenados. Por exemplo, um estudo mostrou que o OE de *P. nigrum* foi eficaz contra a praga de grãos armazenados *Rhyzopertha dominica*, comumente conhecida como gorgulhodo arroz (Huang, Ho, Lee & Yap, 2002).

Avaliando o potencial de OEs de *Piper* contra outras pragas, Tavares e Cruz (2011) investigaram a atividade inseticida do OE de *P. aduncum* e *Peperomia pellucida* contra o gorgulho-do-milho (*Sitophilus zeamais*), um besouro que infesta grãos armazenados. Seus resultados também sugerem que os OEs podem ser utilizados no controle dessa praga (Tavares & Cruz, 2011).

Os resultados desses estudos sugerem que os óleos essenciais de plantas da família Piperaceae podem ser uma opção viável para o controle de pragas de grãos

armazenados, embora mais pesquisas sejam necessárias para explorar plenamente o potencial desses óleos.

No artigo denominado óleos essenciais de Piperaceae para controle de pragas de grãos armazenados foi tratado a influência de técnicas de secagem das folhas sobre o rendimento do óleo essencial analisando o perfil químico e o potencial inseticida deste óleo.

As folhas foram secas e realizadas quatro repetições, submetidos à hidrodestilação durante 4 horas usando um aparelho tipo clewenger simples os insetos foram colocados em placas de petri sobre papel filtro umedecido com óleo essencial, sendo avaliado depois de 24 horas para verificar a mortalidade dos insetos O rendimento dos OEs foi maior nos óleos das espécies *P. hispidinervum* e *P. aduncum*, e estes óleos causaram maior taxa de mortalidade aos insetos.

Este estudo investigou o impacto das técnicas de secagem de folhas no rendimento do óleo essencial (OE) de várias espécies de Piper (*P. hispidinervum*, *P. aduncum*, *P. anonifolium*, *P. crassinervium*) e sua eficácia inseticida contra diversas pragas de grãos armazenados. Descobriu-se que a secagem de folhas em uma estufa a 45°C produziu o maior rendimento de OE para *P. hispidinervum* e *P. aduncum*. Esses óleos também apresentaram a maior taxa de mortalidade entre os insetos testados. No entanto, os OEs de *P. anonifolium* e *P. crassinervium* não foram eficazes contra *S. zeamais* nas concentrações investigadas.

O objetivo desta pesquisa foi investigar a influência de técnicas de secagem de folhas (bancada e em estufa a 35 e 45 °C) sobre o rendimento do óleo essencial (OE) de *Piper hispidinervum* C.DC., *Piper aduncum* L., *Piper anonifolium* Kunth e *Piper crassinervium* Kunth; analisar o perfil químico dos OEs; e o potencial inseticida destes óleos para *Ascia monuste orseis* (Godart, 1819), *Atta sexdens* L., *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831), *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) e *Sitophilus zeamais* Motschulsky.

As folhas foram obtidas nos municípios de Bujari e Rio Branco, Acre. As folhas foram secas até atingirem o peso constante. Avaliou-se o rendimento do OE

utilizando quatro repetições de 100g de folhas secas. Os OEs foram submetidos à hidrodestilação durante 4 horas usando um aparelho tipo clewenger simples, balão volumétrico de 5L e manta aquecedora..

Os bioensaios de mortalidade foram realizados em placas de Petri com o fundo recoberto de papel filtro umedecido com 1mL da solução (OE e Propanona), utilizou-se as concentrações 0,017% e 1%.

Após a evaporação do solvente, os insetos foram acondicionados nas placas e a mortalidade dos insetos foi avaliada após 24 horas de exposição.

O rendimento dos OEs de *P. aduncum* e *P. hispidinervum* variou entre as técnicas de secagem, sendo o maior rendimento obtido com folhas secas em estufa a 45 °C. Os constituintes majoritários presentes nos OEs foram o Safrol (98,8%) em *P. hispidinervum*, o Apiol (90%) em *P. aduncum*, o α -Muuroleno (23,11%) em *P. anonifolium* e o Viridiflorol (27,7%) em *P. crassinervium*. Em geral, constatou-se que os OEs de *P. hispidinervum*, *P. aduncum*, *P. anonifolium* e *P. crassinervium* apresentaram efeito tóxico para todas as espécies de insetos, exceto as espécies *P. anonifolium* e *P. crassinervium*, em que os OEs não apresentaram efeito tóxico para *S. zeamais*, nas concentrações investigadas. O rendimento dos OEs foi maior nos óleos das espécies *P. hispidinervum* e *P. aduncum*, e estes óleos causaram maior taxa de mortalidade aos insetos.

4.4 PROPRIEDADE INSETICIDA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Piper hispidinervum* C. DC.; *Piper aduncum* L. e *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. & K. Shum SOBRE *Tenebrio molitor* L., 1758(1)

O objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito dos óleos essenciais da *P. hispidinervum*, *P. aduncum* e da bignoniácea *Tanaecium nocturnum* sobre as larvas de tenebrio molitor, para a avaliação do efeito por contato em superfície contaminada, foram utilizados papéis-filtro impregnados com diferentes quantidades dos óleos essenciais. Para a avaliação do efeito tóxico foram aplicados 5 mL de soluções com diferentes concentrações dos óleos sobre larvas de quinto instar do inseto.

Para a obtenção dos óleos essenciais foram coletadas plantas adultas de *P. aduncum* e *P. hispidinervum* na Coleção de Germoplasma da Embrapa Acre, cortadas a 0,4 m do solo, separando-se somente as folhas para processamento. A massa vegetal foi submetida à secagem por seis dias em secador solar, até atingir de 20 a 30% de umidade, sendo revolvida duas vezes ao dia para facilitar a aeração. Para extração do óleo de *T. nocturnum*, foram selecionadas plantas que apresentaram secções de caule de até 1 cm de diâmetro separando-se as folhas frescas.

A taxa de mortalidade foi a variável utilizada para avaliar os experimentos. Todos os óleos essenciais apresentaram efeito inseticida sobre larvas de *T. molitor*, sendo que as respostas variaram em função da concentração utilizada, assim como do método de exposição do inseto.

A obtenção dos insetos utilizados nos experimentos, foram provenientes da Embrapa Recursos Genéticos, sendo criados em condições de laboratório em recipientes plásticos de 30 cm x 15 cm x 3 cm em sala climatizada a 24 + 1 °C e umidade relativa de 70% + 4 %. A alimentação de larvas e adultos consistiu de uma mistura de farelo de trigo, farinha de mandioca, farinha de rosca e aveia na proporção de 3:1:1:1 em peso. As larvas foram separadas dos adultos e quando atingiram o 5º instar foram utilizadas na experimentação.

Bioensaios de concentração-mortalidade foram realizados utilizando-se larvas de *T. molitor* em placas de Petri contendo papéis filtro impregnados com 0,5 mL das seguintes concentrações dos óleos essenciais: 0,1%, 1,0%, 2,5%, 5,0% e 7,5% (v/v) para *P. aduncum* e *T. nocturnum*; e 1,0%, 2,0%, 3,0%, 4,0%, e 5% (v/v) para *P. hispidinervum*. Depois da evaporação total do solvente, os papéis filtro foram colocados nas placas de Petri, que em seguida receberam 20 larvas de *T. molitor*.

Os bioensaios consistiram na aplicação tópica de 0,5 mL das seguintes concentrações dos óleos essenciais: 0,1%, 1,0%, 2,5%, 5,0%, 7,5%, e 10,0% (v/v) para *P. aduncum* e *T. nocturnum*; e 2,0%, 3,0%, 4,0%, 5,0%, 6,0%, 8,0%, e 10,0% (v/v) para *P. hispidinervum*. A aplicação foi realizada na região protorácica de cada larva, com auxílio de uma microseringa. Posteriormente, foram formados grupos de dez indivíduos em cada placa de Petri.

A análise cromatográfica (FID) dos óleos essenciais apontou como componente majoritário o dilapiol (73,97%) e safrol (94,72%) para *P. aduncum* e *P. hispidinervum*,

respectivamente. A análise do óleo essencial de *T. nocturnum* por cromatografia gasosa apontou como componente principal o benzaldeído (88,4%).

Considerando-se as concentrações dos óleos essenciais que promoveram mortalidade acima de 80% de larvas de *T. molitor* expostas por contato em superfície contaminada, pode-se destacar: *T. nocturnum* a 2,5%, 5,0% e 7,5% (v v⁻¹), *P. aduncum* a 2,5%, 5,0%, 7,5% e 10,0% (v v⁻¹) e *P. hispidinervum* a 3,0%, 4,0% e 5,0%(v v⁻¹).

O óleo essencial de *T. nocturnum* nas concentrações de 5,0% e 7,5% (v v⁻¹) foi letal para a totalidade dos insetos por essa via de intoxicação, diferindo significativamente da mortalidade provocada pelas maiores concentrações do óleo de *P. aduncum* (7,5% e 10,0% (v v⁻¹)) e de *P. hispidinervum* (4,0% e 5,0% (v v⁻¹)) que não diferiram significativamente entre si.

Os óleos essenciais de *P. hispidinervum*, *P. aduncum* e *T. nocturnum* foram tóxicos para larvas *T. molitor* variando os níveis de mortalidade em função da concentração e da via de intoxicação.

4.5 TOXICIDADE POR FUMIGAÇÃO, CONTATO E INGESTÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS PARA *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY, 1885 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Os óleos essenciais têm mostrado grande potencial no controle de pragas de grãos armazenados, como *Sitophilus zeamais* (Rajendran & Sriranjini, 2008). A aplicação desses óleos pode ocorrer através de fumigação, contato e ingestão, abrindo um leque de opções para a abordagem de controle (Regnault-Roger et al., 2012).

De acordo com um estudo de Nerio, Olivero-Verbel e Stashenko (2010), vários óleos essenciais exibiram atividade repelente contra *S. zeamais*, enfatizando o potencial desses compostos naturais no manejo dessa praga. Este estudo

acrescenta outra dimensão ao uso de óleos essenciais, não apenas matando os insetos, mas também prevenindo a infestação.

Além disso, os estudos de Bezerra et al. (2016) e Kéita et al. (2001) destacam o potencial dos óleos essenciais de *Cymbopogon citratus* e *Ocimum basilicum*, respectivamente, na gestão de *S. zeamais*.

Adicionalmente, Miresmailli et al. (2006) fornecem uma visão mais ampla, destacando o potencial dos óleos essenciais de várias plantas medicinais e aromáticas no controle de *S. zeamais*. Isso indica que uma ampla gama de plantas pode ser fonte de óleos essenciais eficazes contra essa praga.

Coitinho et al (2010) examinou a toxicidade dos óleos essenciais para o *Sitophilus zeamais*, uma praga significativa do milho e outros cereais armazenados, usando métodos de contato, ingestão e fumigação. O estudo descobriu que os óleos essenciais de *P. hispidinervum* e *P. aduncum* eram os mais tóxicos, provavelmente devido à sua alta volatilidade e presença de compostos como safrol e dilapiol.

Considerando-se a importância econômica de *S. zeamais* como praga do milho e outros cereais armazenados, o desenvolvimento de pesquisas com inseticidas botânicos compatíveis com o manejo integrado de pragas é muito oportuno, visando atenuar os efeitos indesejáveis do uso de inseticidas sintéticos. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a toxicidade de contato, ingestão e fumigação de óleos essenciais em adultos de *S. zeamais*.

Os insetos foram criados em sementes de milho cv. Caatingueiro, obtidas da Embrapa Semi-Árido, Petrolina, PE, à temperatura de $27,4 \pm 1,9^\circ \text{C}$, umidade relativa de $61,5 \pm 7,0\%$ e fotofase de 12 horas e acondicionados em recipientes de dois litros de capacidade vidro, fechados com tampa plástica perfurada e revestida internamente com tecido fino para permitir as trocas gasosas. O confinamento dos insetos foi realizado durante 15 dias para efetuarem a postura e, em seguida, foram retirados e os recipientes armazenados até a emergência dos espécimes da geração

Obtenção dos Óleos Essenciais. O material vegetal coletado foi submetido à hidrodestilação por 2h no Laboratório, e os óleos essenciais, extraídos por meio de um aparelho tipo Clevenger modificado, foram separados da água, secos com Na_2SO_4 anidro e armazenados à baixa temperatura em recipientes escuros hermeticamente fechados. Também foram utilizados o composto eugenol e os óleos essenciais de *P. aduncum* e *P. hispidinervum* obtidos da Indústria Farmacêutica.

Fumigação com Óleos Essenciais em Adultos de *S. zeamais*. As CL_{50} s dos óleos essenciais e eugenol variaram de 0,53 a 94,7 $\mu\text{L/L}$ de ar, com as maiores toxicidades sido alcançadas com os óleos de *P. hispidinervum* e *P. aduncum*. As razões de toxicidade (RT) apresentaram valores entre 178,7 e 2,0. É muito provável que o desempenho de *P. hispidinervum* tenha sido decorrente da sua alta volatilidade, bem como pela presença do alilbenzeno safrol, como composto majoritário, concordando com Fazolin et al. (2007b). Enquanto a toxicidade de *P. aduncum* pode ser atribuída ao dilapiol, lignina presente em grande quantidade nesta planta (Bernard et al., 1995). A bioatividade do safrol em *S. zeamais* foi comprovada em pesquisas desenvolvidas por Huang et al. (1999) e Estrela et al. (2006). A associação das ligninas ao grupo metilenedioxidofenil provoca inibição da mono-oxigenase (enzima detoxificante) dependente do citocromo P450 (Bernard et al., 1990). O efeito inseticida do dilapiol pode também estar relacionado à ação de outros compostos bioativos minoritários de *P. aduncum*, como o safrol (Huang et al., 1999) e o sarisan (Bizzo et al., 2001), uma vez que apresentam também na sua estrutura o grupo metilenedioxidofenil (Fazolin et al., 2005).

A toxicidade de *P. hispidinervum* por fumigação é superior a *P. aduncum*, *S. terinbithifolius*, *P. marginatum* e composto eugenol.

Concluiu-se com esse estudo que os óleos essenciais são de grande valia como bioinseticida no combate ao *S. zeamais* levando em consideração também que uso de óleos essenciais preserva tanto a saúde do aplicador quanto do consumidor devido ser de rápida volatilização não ficando resíduos.

4.6 CONTROLE DA BROCA-DO-FRUTO DO ABACAXI COM ÓLEO ESSENCIAL DE *Piper aduncum* L. (Pimenta-de-macaco)

Pelos resultados toxicológicos promissores da utilização do óleo essencial de *P. aduncum* para adultos e formas larvais de insetos em condições experimentais, foi montada uma unidade de observação (UO) em uma área de produtor de 1,5 ha, com o objetivo de avaliar a eficácia do óleo de *P. aduncum* no manejo integrado das duas principais pragas da cultura do abacaxi: broca-dos-frutos-do-abacaxi *Strymon megarus* (Godt, 1824) (Lepidoptera: Lycaenidae) e do percevejo *Thlastocoris lactus* Mayr, 1866 (Hemiptera: Coreidae). O óleo essencial foi pulverizado quinzenalmente do início do florescimento até a maturação dos frutos, na concentração de 0,5% (v/v), ou seja, 1,5 L/ha. Antes de adicionar a água, foram misturados 7 mL de espalhante adesivo, proporcionando uma completa emulsificação do óleo. Nessa área de cultivo, somente as plantas nas fases de florescimento e frutificação foram pulverizadas, diminuindo consideravelmente os custos de aplicação do produto. Para facilitar o emprego das pulverizações direcionadas, uniformizou-se a época de floração/frutificação por meio da aplicação de carbureto de cálcio (indução floral).

As observações foram realizadas em duas safras seguidas, concluindo-se que nas áreas pulverizadas com o óleo o número de frutos atacados pela broca foi em média de apenas 3%, enquanto nas áreas sem tratamento o ataque da broca foi superior a 30%. Por se tratar de uma praga cujo dano inutiliza os frutos para quaisquer finalidades, pode-se concluir que o óleo de *P. aduncum* foi eficaz no controle da broca-dos-frutos-do-abacaxi.

A mesma eficácia foi constatada quanto ao controle do percevejo-do-abacaxi. Neste caso, como a população do inseto apresenta um comportamento gregário, concentrando-se em poucas plantas da área de produção, as pulverizações foram restritas à aquelas que apresentassem os sintomas característicos de amarelecimento causado pelas picadas do inseto. O ataque das plantas foi reduzido de 25% para menos de 1 %, atestando que o óleo essencial promove o controle dessa praga.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabe-se que com a crescente utilização de óleos essenciais como uma alternativa aos inseticidas sintéticos, tem sido objeto de estudo e mostrado resultados promissores. Dentre as diversas propriedades biológicas que os óleos essenciais provenientes de plantas do gênero Piper têm demonstrado, destacam-se suas atividades como inseticidas, antimicrobianos, anti-inflamatórios e antioxidantes.

Devido a esses estudos e artigos publicados falando sobre a eficiência dos óleos vegetais como inseticidas sintéticos em diversas culturas e sendo eles eficiente contra pragas como Lepidoptera: Lycaenidae, percevejo *Thlastocoris lactus*, Sitophilus zeamais, *Tribolium castaneum* e o gorgulho do feijão *Callosobruchus maculatus* entre outros.

Conclui-se que com a eficiência dos óleos vegetais e seu elevado potencial para uma produção mais saudável e substituição dos inseticidas que se encontram no mercado os óleos essenciais são a solução para o futuro levando em consideração a sua eficiência e a sua decomposição no meio ambiente.

REFERÊNCIAS

FAZOLIN, M. et al. Synergistic potential of dillapiole-rich essential oil with synthetic pyrethroid insecticides against fall armyworm. Santa Maria, RS, **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 382-388, mai. 2016.

MURILO FAZOLIN... et al. Potencialidades da pimenta-de-macaco (*Piper aduncum* L): características gerais e resultados de pesquisa / Murilo Fazolin... et al. Rio Branco, AO: Embrapa Acre, 2006. 53 p. ii. color. (Embrapa Acre, Documentos, 103).

GROS, E.G.; POMILIO, A.B.; SELDES, A.M. & BURTON, G. Introducción al Estudio de los Productos Naturales. Washington. The General Secretariat of the Organization of the American States. 1985.

HAAGEN-SMIT, A.J. The chemistry, origin and function of essential oils in plant life In: GUENTHER, E. The essential oils. Huntington: R.E. Krieger, 1972.

JARAMILLO, M.A. & MANOS, P.S. 2001. Phylogeny and patterns of floral diversity in the genus *Piper* (*Piperaceae*). American Journal of Botany 88: 706-716.

JEMÂA, J. M. B. et al. Insecticidal activities of essential oils from leaves of *Laurus nobilis* L. from Tunisia, Algeria and Morocco, and comparative chemical composition. **Journal of Stored Products Research**, v. 48, p. 97-104, out. 2012.

KRINSKI, D. et al. Ovicidal effect of the essential oils from 18 Brazilian *Piper* species: controlling *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera, Erebidæ) at the initial stage of development. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 40, n.1, p.1-10, 2018.

KRINSKI, D.; FOERSTER, L. A. Toxicity of essential oils from leaves of *Piperaceae* species in rice stalk stink bug eggs, *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, p. 676-687, nov./dec. 2016.

LIMA, R. K. et al. Atividade inseticida do óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) sobre lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidæ). **Acta amazônica**, v. 39, n. 2, p. 377-382, 2009.

MENDONÇA, JAMILA FARIAS, 1984- Óleos essenciais de *Piperáceas* como alternativas para o controle de pragas.

OLIVEIRA, G. L. et al. Chemical study and larvicidal activity against *Aedes aegypti* of essential oil of *Piper aduncum* L. (*Piperaceae*). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, RJ, v. 85, n. 4, p. 1227-1234, nov. 2013.

PEREIRA, A. C. R. L. et al. Atividade inseticida de óleos essenciais e fixos sobre *Callosobruchus maculatus* (FABR., 1775) (Coleóptera:Bruchidae) em grãos de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) WALP.]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 717-724, mai./jun. 2008.

PEREIRA, R. et al. Produção de pimenta-longa (*Piper aduncum* L. e *Piper hispidinervum* C. DC.) no Ceará. **Embrapa Agroindústria Tropical Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, Fortaleza, CE, dez. 2012.

SAITO, M.L. & SCRAMIN, S. Plantas Aromáticas e seu Uso na Agricultura. Jaguariúna. Embrapa Meio Ambiente. 2000.

SANTOS, T. L. B. et al. Fitoquímica do óleo essencial de *Piper* e toxicidade aguda sobre *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de**

Ciências Agrárias (Agrária), v. 12, n. 4, p. 484-489, ago. 2017

SANTOS, R.I. Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In: SIMÕES, C. M. O. et al. Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre. Ed. da UFRGS; Florianópolis. Ed. da UFSC. 1999. pp. 323-354.

SILVA, D.M.H. & BASTOS, C.N. Atividade antifúngica de óleos essenciais de espécies de *Piper* sobre *Crinipellis pernicioso*, *Phytophthora palmivora* e *Phytophthora capsici*. *Fitopatologia Brasileira* 32: 143-145. 2007.

SILVA, J. K. et al. Essential oils from neotropical *Piper* species and their biological activities. *International Journal Molecular Sciences*, v. 18, n. 12, p. 2571, dez. 2017.

SILVA, W. C. et al. Toxicity of *Piper aduncum* L. (*Piperales: Piperaceae*) from the Amazon forest for the cattle tick *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* (Acari: Ixodidae). **Veterinary Parasitology**, v. 164, n. 2-4, p. 267-274, 2009.

SILVEIRA, J. C. et al. Levantamento e análise de métodos de extração de óleos essenciais. *Enciclopédia Biosfera*, v. 8, n. 15, p. 2038-2052, dez. 2012.

SMITH, J. F., STEVENS, A. C., TEPE, E. J., & DAVIDSON, C. (2008). Placing the origin of two species-rich genera in the late cretaceous with later species divergence in the tertiary: a phylogenetic, biogeographic and molecular dating analysis of *Piper* and *Peperomia* (*Piperaceae*). *Plant Systematics and Evolution*, 275(1), 9-30.

SOBREIRA, P. H. M., HERNANDEZ, A. E. F., & SOUZA, A. D. (2017). Inventário das espécies de *Piperaceae* ocorrentes em três áreas de Porto Velho-RO e caracterização dos óleos essenciais de *Piper tuberculatum* jacq. com potencial ação de controle de fitopatógenos. *Saber Científico*, 6(1), 20-26.

SOUTO, R. N. P. Estudos preliminares da atividade inseticida de óleos essenciais de espécies de *Piper* L. (*Piperaceae*) em operárias de *Solenopsis saevissima* F Smith (Hymenoptera: Formicidae), em laboratório. **Biota Amazônia**, v. 1, n. 1, p. 42-48, dez. 2012.

SOUZA, L. P. de. et al. Toxicity and sublethal effects of allyl isothiocyanate to *Sitophilus zeamais* on population development and walking behavior. **Journal of pest science**, v. 91, n. 2, p. 761-770, 2018.

- SOUZA, A. P. et al.** Insecticidal effects of extracts from native plants to Mato Grosso do Sul, Brazil, on *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: curculionidae). **BioAssay**, v. 5, n. 1, p. 1-5, 2010.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E.** Fisiologia Vegetal. 3ª. Ed. Porto Alegre. Ed. Artmed. 2004.
- YUNCKER, T. G.** (1966). New species of *Piperaceae* from Brazil (No. 3). Instituto de Botânica.
- YUNCKER, T. G.** (1972). The *Piperaceae* of Brazil. *Hoehnea*, 2, 19-366.
- CARNEVALLI, D. B.; ARAÚJO, A. P. S. de.** Atividade Biológica da Pimenta Preta (*Piper nigrum* L.): Revisão de Literatura. **Uniciências**, v. 17, n. 1, p. 41-46, 2015.
- SILVA, C. P. da.; RICCI, T. G.** Bioprospecção de espécies de plantas bioherbicida e bioinseticida. *A Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Exatas e Agrárias Produção/construção e tecnologia*. v. 6, n. 10, p. 74-89, 2017.
- JOSHI, D. R.; SHRESTHA, A. C.; ADHIKARI, N.** A review on diversified use of the king of spices: *Piper nigrum* (Black pepper). *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, v. 9, n. 10, p. 4089-4101, 2017.
- SOARES, C. S. A. et al.** Ação inseticida de óleos essenciais sobre a lagarta desfolhadora *Thyrinteina arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae). *Revista Verde*, v. 6, n. 5, p. 154-157, dez. 2011.
- BRITO, S. S. S. et al.** Avaliação do potencial inseticida dos óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* sobre praga de grão armazenado. *Horticultura Brasileira*, v. 30, n. 2, p. 1021-1027, jul. 2012.
- SANTOS, T. L. B. et al.** Fitoquímica do óleo essencial de *Piper* e toxicidade aguda sobre *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)*, v. 12, n. 4, p. 484-489, ago. 2017.
- SOUTO, R. N. P.** Estudos preliminares da atividade inseticida de óleos essenciais de espécies de *Piper* L. (*Piperaceae*) em operárias de *Solenopsis saevissima* F Smith (Hymenoptera: Formicidae), em laboratório. *Biota Amazônia*, v. 1, n. 1, p. 42-48, dez. 2012.
- ESTRELA, L. L. V. et al.** Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 41, n. 2, p. 217-222, 2006.

OLIVEIRA, G. L. et al. Chemical study and larvicidal activity against *Aedes aegypti* of essential oil of *Piper aduncum* L. (Piperaceae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, RJ, v. 85, n. 4, p. 1227-1234, nov. 2013.

FAZOLIN, M. et al. Propriedade inseticida dos óleos essenciais de *Piper hispidinervum* C. DC., *Piper aduncum* L. e *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. & K. Shum sobre *Tenebrio molitor* L., 1758. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 31, n. 1, p. 113-120, 2007.

FARIAS, A. M. Bioatividade do óleo essencial de *Piper tuberculatum* Jacq sobre a lagarta-do-cartucho-do-milho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith. 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). 2012. 66f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2012

TAKEARA, R. et al. Biological properties of essential oils from the *Piper* species of Brazil: a review. *Aromatic and Medicinal Plants-Back to Nature*, v. 4, p. 81- 93, 2017.

Santos et al.: Atividade inseticida de *Piper hispidum* sobre *Hypothenemus hampei*. *Revista Brasil. Bot.*, V.33, n.2, p.319-324, abr.-jun. 2010.

Lima, G. S., Oliveira, M. G. A., Blank, A. F., Alves, P. B., Nascimento, V. T., & Ehlert, P. A. D. (2009). Toxicidade residual de óleos essenciais de *Piper aduncum* Linnaeus (Piperales: Piperaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae). *Ciência e Agrotecnologia*, 33(6), 1601-1607.

Cossolin, J. F. S., Magro, S. R., De Oliveira, J. L., & Forim, M. R. (2016). Chemical composition and insecticidal activity of essential oils from *Piper* species. *Revista Brasileira de Entomologia*, 60(4), 326-331.

Araújo, D. S., Carvalho, R. S., Silva, J. N., Lopes, I. R., Barbosa, D. R. S., Santos, E. A., & Carvalho, G. A. (2019). Toxicity of essential oils from three *Piper* species on the biology of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 63(4), 317-322.

Santos, A. A. P., Santos, H. C. H., Paula, M. A. J., Tose, L. V. O., Santos, W. G., Arrigoni-Blank, M. F., ... & Bacci, L. (2013). Chemical characterization and insecticidal activity of the essential oil leaves of *Piper marginatum* Jacq against red imported fire ant *Solenopsis saevissima* Smith (Hymenoptera: Formicidae). *African Journal of Agricultural Research*, 8(39), 4850-4855.

Huang, Y., Ho, S. H., Lee, H. C., & Yap, Y. L. (2002). Insecticidal properties of eugenol, isoeugenol and methyleugenol and their effects on nutrition of *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Stored Products Research*, 38(4), 403-412.

Silva, W. J., Dória, G. A., Maia, R. T., Nunes, R. S., Carvalho, G. A., Blank, A. F., ... & Bacci, L. (2010). Effects of essential oils on *Aedes aegypti* larvae: alternatives to environmentally safe insecticides. *Bioresource technology*, 99(8), 3251-3255.

Khani, A., & Asghari, J. (2012). Insecticide activity of essential oils of *Mentha longifolia*, *Pulicaria gnaphalodes* and *Achillea wilhelmsii* against two stored product pests, the flour beetle, *Tribolium castaneum*, and the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Insect Science*, 12(1), 73.

Bezerra, J. W. A., Morais, S. M., Carvalho, A. R., Nascimento, A. K. L., Andrade-Neto, M., & Silva, L. A. (2017). Insecticidal and repellence activity of the essential oil of *Pogostemon cablin* against urban ants species. *Acta Tropica*, 172, 173-178.

Boeke, S. J., Baumgart, I. R., Van Loon, J. J., Van Huis, A., Dicke, M., & Kossou, D. K. (2004). Toxicity and repellence of African plants traditionally used for the protection of stored cowpea against *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Stored Products Research*, 40(4), 423-438.

Regnault-Roger, C., Vincent, C., & Arnason, J. T. (2012). Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. *Annual Review of Entomology*, 57, 405-424.

Nerio, L. S., Olivero-Verbel, J., & Stashenko, E. (2010). Repellent activity of essential oils: a review. *Bioresource technology*, 101(1), 372-378.

Bezerra, J. W. A., Nascimento, A. K. L., & Carvalho, A. R. (2016). Inseticida de óleos essenciais de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. e *Ocimum basilicum* L. contra *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1885. *Científica*, 44(2), 190-197.

Miresmailli, S., Bradbury, R., & Isman, M. B. (2006). Comparative toxicity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil and blends of its major constituents against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on two different host plants. *Pest management science*, 62(4), 366-371.

Kéita, S. M., Vincent, C., Schmit, J. P., Arnason, J. T., & Bélanger, A. (2001). Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (F.)(Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, 37(4), 339-349.

