

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

CURSO DE AGRONOMIA

ROBSON DA SILVA CARVALHO

COMPATIBILIDADE DE ÓLEOS ESSENCIAIS A *Beauveria bassiana* (Balls.) Vuill

CAXIAS DO SUL

2022

ROBSON DA SILVA CARVALHO

COMPATIBILIDADE DE ÓLEOS ESSENCIAIS A *Beauveria bassiana* (Balls.) Vuill

Trabalho de Conclusão de Curso II como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo da Universidade de Caxias do Sul. Bacharelado em Agronomia. Orientador: Prof^ª Ma. Camila Bonatto Vicenço

CAXIAS DO SUL

2022

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à Deus por sempre estar ao meu lado em todos os momentos da minha vida e também a minha orientadora, que foi quem me conduziu ao longo do meu trabalho, com carinho e paciência, sendo sempre compreensiva, dedicada e me ajudando nos momentos mais difíceis na construção deste trabalho, e aos meus amigos pelas palavras de incentivo e apoio nas dificuldades.

Dedico este trabalho aos meus pais e aos meus irmãos, aos quais sempre me apoiaram em minhas decisões e me ajudaram ao longo de minha caminhada, obrigada pelos incentivos e pela força repassada diariamente, que de formas diretas e indiretas, me fizeram chegar até aqui, eu amo muito vocês.

COMPATIBILIDADE DE ÓLEOS ESSENCIAIS A *Beauveria bassiana* (Balls.) Vuill

Robson da Silva Carvalho¹

Camila Bonatto Vicenço²

Resumo: Insetos-praga são uma grande preocupação para a agricultura, pois podem provocar perdas de produtividade. O uso de defensivos agrícolas tem sido o principal meio de controle de pragas. Apesar de sua significativa contribuição para a agricultura, seu uso indiscriminado é prejudicial ao meio ambiente. A conscientização acerca dos riscos dos agroquímicos o uso de inimigos naturais como fungos, e controles alternativos, como óleos essenciais, podem ser uma alternativa de controle. O objetivo deste trabalho é avaliar atividade fungicida dos óleos essenciais de *Cymbopogon citratus*, *Cinnamomum camphora* var. *linaloolifera* e *Thymus vulgaris* sobre o entomopatógeno *Beauveria bassiana*. Na avaliação foram conduzidos ensaios em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x6, em que o fator A foi constituído pelos óleos essenciais: *C. camphora*, *C. citratus* e *T. vulgaris* e o fator B por quatro concentrações dos óleos essenciais: 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 % v/v e 2 controles: água e água + Tween-80[®] (0,5 % v/v). Os tratamentos foram incorporados a 100 mL de meio de cultura BDA fundente. Após a solidificação do meio de cultura, um disco da colônia de *B. bassiana* foi depositado em placa de Petri. As avaliações ocorreram no 3º, 7º, e 14º dia. Cada tratamento contou com 5 repetições, sendo cada repetição uma placa. Quando avaliada a compatibilidade com o fungo entomopatogênico verificou-se que os óleos essenciais apresentaram atividade fungicida em todas as concentrações testadas para esse organismo não alvo. Desta forma não seria indicado o uso associado do entomopatógeno e destes óleos essenciais...

Palavras-Chave: Controle biológico, controle alternativo, fungos entomopatogênicos.

COMPATIBILITY OF ESSENTIAL OILS *Beauveria bassiana* (Balls.) Vuill

Abstract: Insect pests are a major concern for agriculture, as they can cause productivity losses. The use of pesticides has been the main means of pest control. Despite its significant contribution to agriculture, its indiscriminate use is harmful to the environment. Awareness of the risks of agrochemicals or the use of natural enemies such as fungi, and alternative controls, such as essential ingredients, can be an alternative control. The objective of this work is to evaluate the fungicidal activity of the essential oils of *Cymbopogon citratus*, *Cinnamomum camphora* var. *linaloolifera* and *Thymus vulgaris* on the entomopathogen *Beauveria bassiana*. In the evaluation, tests will be controlled in a completely randomized design in a 3x6 factorial scheme, in which factor A will be constituted by the essential oils: *C. camphora*, *C. citratus* and *T. vulgaris* and factor B by four concentrations of essential oils: 0.5 ; 1.0; 1.5 and 2.0% v/v and 2 controls: water and water + Tween-80® (0.5% v/v). Treatments were grown in 100 mL of PDA fondant culture medium. After solidification of the culture medium, a disc of the *B. bassiana* colony was deposited in the Petri dish. Estimates occurred on the 3rd, 7th, and 14th day. Each treatment has 5 repetitions, each repetition being a plate. When evaluating the compatibility with the entomopathogenic fungus, it was verified that the essential oils of presented fungicidal activity in all concentrations collected for this non-target organism.

Keywords: Biological control, alternative control, entomopathogenic fungi.

Sumário

Sumário7

1	INTRODUÇÃO.....	5
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	8
5	RESULTADO E DISCUSSÃO.....	9
6	CONCLUSÃO.....	13
	REFERÊNCIAS.....	14

1 INTRODUÇÃO

O termo praga, em sentido geral, refere-se a uma população de insetos que depende do número de indivíduos, onde o inseto inflige algum tipo de incômodo ou lesão. A lesão normalmente é um efeito nocivo das atividades dos insetos (em especial a alimentação) na fisiologia do hospedeiro, ao modo que dano é a perda de utilidade mensurável do hospedeiro, tanto como quantidade ou qualidade da estética ou da produção (GULLAN & CRANSTON, 2017).

Na agricultura, o conceito de praga está diretamente relacionado com os efeitos econômicos causados pela ação dos insetos (NAKANO, 1981). Quando o nível de dano alcança um determinado patamar, no qual a perda financeira é importante, então a população de uma determinada espécie de insetos passa a ser considerada como uma praga econômica. Contudo, a decisão de quando o nível de danos é importante é muito subjetiva, variando de acordo com a praga e o dano em questão (HILL, 1997).

As pragas que ocorrem nas culturas podem comprometer toda a produção se não forem controladas de maneira adequada. Os inseticidas ditos “químicos”, ou seja, aqueles desenvolvidos sinteticamente e disponibilizados comercialmente para atuarem de forma efetiva como pesticidas, são a forma mais amplamente utilizada. Porém, mesmo que o produtor faça o uso correto desta ferramenta de controle, há os malefícios inerentes da toxicidade e persistência dos inseticidas sintéticos, acarretando problemas de saúde aos produtores e consumidores e problemas ambientais (BARZMAN et al., 2015).

A integração de diversas táticas de controle pode ser efetiva na redução da infestação de insetos-praga. O Manejo Integrado de Pragas (MIP) é uma estratégia que tem por finalidade reduzir danos das pragas com o mínimo de prejuízo à saúde humana e ao meio ambiente. Os métodos de controle utilizados no MIP são biológicos, químicos, culturais, mecânicos e físicos, implementados de acordo com o monitoramento e controle mais efetivo da praga (DREISTADT et al., 2016). De acordo com o Serviço de Pesquisa Agrícola do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA-ARS 2018), o MIP é um processo de tomada de decisão sustentável, baseado na ciência, que combina ferramentas biológicas, culturais, físicas

e químicas para reduzir as pragas e trazer ferramentas e estratégias de gestão de uma forma que minimize os riscos econômicos, de saúde e ambientais.

O controle físico ou mecânico é indicado para pequenas plantações geralmente, onde os insetos adultos são retirados, e os ovos e as pupas são esmagados. “Como o controle do curuquerê-da-couve (*Ascia monusteorseeis* (Lepidoptera: Pieridae) (Latreille, 1819)) em pequenas hortas por meio do esmagamento de ovos e catação das lagartas” (GALLO et al., 2002). Em relação ao controle cultural, o principal meio de controle é o solo, desde 1815 esta medida vem sendo utilizada como forma de controle de pragas (CRUZ, 1995). Alguns meios mais utilizados incluem: manejo do solo, rotação de culturas, mudança da época de plantio, erradicação de plantas que sirvam como hospedeiro alternativo, adubação e irrigação, essa são algumas formas que auxiliam no controle de pragas (VARASCHINI, 2019).

No que concerne o controle químico faz-se o uso de substâncias químicas para o controle dos organismos. O Brasil é um dos grandes produtores e exportadores de alimentos do mundo, e tem se utilizado intensivamente sementes transgênicas e produtos químicos (agroquímicos e fertilizantes) (GALLO et al., 2002; MIRANDA, 2006; HOLTZ, 2015). No entanto, o uso desordenado dos inseticidas tem gerado muitos problemas e isso foi evidenciado ao passar dos anos: a elevada toxicidade destes produtos tem causado problemas à saúde humana, a resistência adquirida pelos insetos e ainda a baixa degradação destas moléculas no ambiente, contaminando solo e lençóis freáticos (FINKLER, 2012).

Produtos naturais, como extratos de plantas e óleos essenciais, também podem ser uma ferramenta utilizada no MIP. Os óleos essenciais podem ser citados como pesticidas de amplo espectro (por possuírem vários modos de ação) e pesticidas de baixo risco (por sua rápida volatilização e permanência limitada em campo) (KOUL, WALIA & DHALIWAL, 2008).

O controle biológico é um fenômeno natural que consiste na regulação do número de plantas e animais por inimigos naturais, os quais constituem-se nos agentes de mortalidade biótica (PARRA et al., 2002). É um método de controle que utiliza inimigos naturais, como predadores, parasitóides e entomopatógenos, que irão atuar como reguladores populacionais de insetos (SALLES, 1995; HOLTZ, 2015).

O controle microbiano é um método de controle biológico que utiliza microrganismos entomopatogênicos, como fungos, bactérias e vírus, que tem por finalidade causar doenças nos insetos, ocasionando a redução da população de determinada praga a níveis que não prejudicam a planta em questão (VARASCHINI, 2019). A utilização de entomopatógenos tem várias vantagens quando comparado com inseticidas convencionais, incluindo custo-benefício, alto rendimento, ausência de efeitos colaterais prejudiciais para organismos benéficos, menos resíduos químicos no meio ambiente e aumento da biodiversidade em ecossistemas gerenciados pelo homem (GULLAN & CRANSTON, 2017).

Beauveria bassiana (Bals.) Vuillemin, é um fungo entomopatogênico encontrado em amostras de solo e insetos. Podendo colonizar grande parte dos insetos, ocorrendo de forma epizoótica e enzoótica em Coleópteros, Hemípteros e Lepidópteros, na forma enzoótica em Dípteros, Himenópteros e Ortópteros (ALVES, 1998). A infecção por esse fungo pode ser via tegumentar, que dependerá da presença de nutrientes provenientes de fontes de carbono, nitrogênio, glicose e quitina, que são essenciais para o desenvolvimento desse fungo. Pode acontecer em alguns grupos de insetos a infecção via sistema digestório e por sistema respiratório também através do espiráculo (DALZOTO & UHRY, 2009). Após passar pela cutícula, são formados tubos germinativos e hifas que percorrem o tegumento. Há uma massa considerável de hifas onde o fungo se multiplica na hemolinfa do inseto. Assim o inseto morre, com a falta dos nutrientes, se as condições forem favoráveis, emerge o fungo, externando suas hifas e formando na superfície do cadáver uma massa branca (LAZZARINI, 2005).

Como controle alternativo, pode-se citar os óleos essenciais que são produtos obtidos através de partes de plantas, como folhas, flores, caules sendo extraídos por extração de vapor de água. Embora todos os órgãos de uma planta possam acumular óleos essenciais, a composição pode variar dependendo de onde são extraídos (LUPE, 2007). Muitas dessas substâncias exibem propriedades tóxicas, repelentes estimulantes e fago inibidoras. Além do efeito inseticida, os óleos essenciais podem afetar negativamente o crescimento, desenvolvimento e reprodução de vários insetos de produtos armazenados (PAULIQUEVIS, CONTE & FAVERO, 2013).

Geralmente os óleos essenciais podem ser absorvidos pela cutícula, inalados ou ingeridos pelos insetos. Testes de fumigação, que consistem em observar a toxicidade dos

voláteis do óleo em organismos vivos, e pulverização de óleos essenciais, já foram descritos pela literatura (REGNAULT-ROGER & HAMRAOUI, 1995). Alguns óleos essenciais apresentam, ainda, potencial fungicida e fungistático. Por isso, a importância de serem estudados, para que possam servir de matéria-prima para síntese de novos produtos para o controle fitossanitário na agricultura (CELOTO et al., 2008). Há inúmeros exemplos da eficácia dos óleos essenciais no controle de fitopatógenos. Por outro lado, são escassas as informações sobre o impacto desses produtos, sob aqueles fungos de relevância na agricultura como os entomopatogênicos, que auxiliam no controle de pragas de diferentes culturas de interesse agrônomo (GONÇALVES et al., 2017)

Dentro das diversas plantas que são utilizadas para a extração do óleo essencial, podem-se destacar as dos gêneros *Cymbopogon*, *Cinnamomum* e *Thymus*, que já foram amplamente estudados e apresentam algum tipo de atividade biológica (NERIO et al., 2010). Aqui poderias mencionar a ação inseticida deles, assim ficaria mais claro porque estás avaliando a compatibilidade.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a compatibilidade dos óleos essenciais de *Cymbopogon citratus*, *Cinnamomum camphora* var. *linaloolifera* e *Thymus vulgaris* sobre *Beauveria bassiana*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A avaliação da atividade fungicida dos óleos essenciais de *C. citratus*, *C. camphora* e *T. vulgaris* sobre *B. bassiana* foram realizados no Laboratório de Controle de Pragas da Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, no segundo semestre de 2022.

Foi utilizado o entomopatógeno *Beauveria bassiana* (isolado UCS B05) proveniente da coleção de entomopatógenos do Laboratório de Controle de Pragas da UCS. A multiplicação do entomopatógeno foi realizada através do processo de repicagem em meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar). As placas foram mantidas em BOD com temperatura constante de 25 °C e com fotoperíodo de 12 horas, por 15 dias.

Para avaliar a seletividade dos óleos essenciais sob o entomopatógenos foram conduzidos ensaios em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x6, em que o fator A

foi constituído por três óleos essenciais: *C. camphora* (ho-sho), *C. citratus* (capim-limão) e *T. vulgaris* (tomilho) e o fator B por quatro concentrações dos óleos essenciais: 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% v/v e dois tratamentos controles que foram constituídos por água destilada e outro por água mais Tween-80[®] (0,5% v/v), que foi utilizado para emulsionar os óleos essenciais.

Para a avaliação do efeito fungicida dos óleos essenciais sobre *B. bassiana*, as concentrações, com auxílio de um micropipetador, foram incorporadas a 100 mL de meio de cultura BDA fundente, previamente autoclavado, após, foi vertido em placas de Petri (8 cm de diâmetro).

Após a solidificação do meio de cultura, um disco (5 mm de diâmetro) da colônia de *B. bassiana* foi transferido e depositado no centro de cada placa de Petri. As placas foram vedadas e incubadas em câmara de crescimento – BOD, com temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas, durante 14 dias. As avaliações foram realizadas no 3º, 7º e 14º dia, através da medição do diâmetro da colônia com auxílio de um paquímetro digital. Cada tratamento contou com 5 repetições, sendo cada repetição uma placa, totalizando 25 placas por tratamento.

Para comprovar a ação fungicida ou fungistática dos óleos essenciais, os discos de *B. bassiana* foram retirados das placas de Petri que continham os tratamentos, após o 14º dia de avaliação e foram inseridos em novas placas de Petri contendo somente o meio BDA. A avaliação ocorreu no 7º dia após a troca de substrato.

Os dados foram analisados a partir do modelo estatístico de variância ANOVA, seguido do teste post hoc de comparação múltipla de médias de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do programa SPSS 2.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da compatibilidade dos óleos essenciais sobre *B. bassiana* estão apresentados na Tabela 1, onde observa-se que houve crescimento fúngico nos controles negativos (água e água + Tween-80[®]), porém diferiram estatisticamente. Nota-se que não houve crescimento micelial do entomopatógeno *B. bassiana*, quando este foi submetido aos

tratamentos com os óleos essenciais, em nenhuma concentração e em nenhum dos dias de avaliação, observando-se um comportamento fungistático.

Tabela 1: Médias do crescimento fúngico de *Beauveria bassiana* quando submetido a diferentes tratamentos em avaliações no 3º, 7º e 14º dias após aplicação dos tratamentos.

Tratamento	Crescimento micelial de <i>B. bassiana</i> (mm)		
	3º dia	7º dia	14º dia
Água	10,04 a	19,05 a	39,16 a
Água + Tween-80® (0,5 % v/v)	5,93 b	16,15 b	25,68 b
<i>Cymbopogon citratus</i>			
0,5 % v/v	0 c	0 c	0 c
1,0 % v/v	0 c	0 c	0 c
1,5 % v/v	0 c	0 c	0 c
2,0 % v/v	0 c	0 c	0 c
<i>Thymus vulgaris</i>			
0,5 % v/v	0 c	0 c	0 c
1,0 % v/v	0 c	0 c	0 c
1,5 % v/v	0 c	0 c	0 c
2,0 % v/v	0 c	0 c	0 c
<i>Cinnamomum camphora</i> var. linalolifera			
0,5 % v/v	0 c	0 c	0 c
1,0 % v/v	0 c	0 c	0 c
1,5 % v/v	0 c	0 c	0 c
2,0 % v/v	0 c	0 c	0 c

Valores seguidos por letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

No 7º dia de avaliação, após a troca de substrato, com o intuito de verificar o comportamento do entomopatógeno *B. bassiana*, verificou-se que não houve crescimento micelial, comprovando atividade fungicida dos óleos essenciais testados em todas as concentrações observadas.

Estudos demonstram a compatibilidade dos extratos alcoólicos e aquosos de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* (Mart.)), goiaba (*Psidium guajava* (L.)), além de três diluições do desinfetante Peroxitano 1512L sobre a viabilidade de conídios de *B. bassiana*, contudo apenas os extratos tiveram pouco impacto no que se refere ao potencial de inóculo (MARTINS et al., 2016).

A compatibilidade dos óleos essenciais da casca de *Dugetia lanceolata* e o fungo entomopatogênico *B. bassiana* foi descrita por Pompermayer (2020), que observou que a toxicidade foi moderadamente tóxica.

Além disso, estudos realizados para testar a compatibilidade do óleo essencial de *Eucalyptus globulus* e *E. citriodora* sobre *B. bassiana* apontam que concentrações superiores a 0,4% e 0,2%, respectivamente, são capazes de inibir o crescimento micelial do entomopatogênico em questão (IMMEDIATO et al., 2016). Ummidi e Vladamani (2014), verificaram que os óleos de mostarda (*Sinapis alba*), coco (*Cocos nucifera*) e eucalipto (*Eucalyptus grandis*) em concentração de 2% v/v inibiu o diâmetro da colônia de *B. bassiana* em 20,38; 17,35 e 20,38% em relação a testemunha (água destilada), evidenciando que alguns óleos causam efeito fungicida.

O efeito fungicida do óleo essencial de *T. vulgaris* (composto majoritário timol com 50,06%) reduziu o crescimento *in vitro* de vários fungos fitopatogênicos, dentre eles *Rizoctonia solani*, *Pythium ultimum* var. *ultimum*, *Fusarium solani* e *Colletotrichum lindemuthianum*, os autores observaram que os óleos degradaram as hifas fúngicas (Zambonelli et al., 1996).

O óleo essencial de *Cymbopogon citratus* teve efeito inibitório *in vitro* de *Colletotrichum gloeosporioides* a partir da concentração de 500 ppm. Resultado que se assemelhou ao fungicida (Folicur; princípio ativo: tebuconazol) utilizado. Constatou-se também que o citral (composto majoritário presente no óleo essencial em questão) foi o responsável por tal ação inibitória (GUIMARÃES et al., 2007).

Tomazoni et al. (2017) observaram que a partir da concentração de 1,5 $\mu\text{L mL}^{-1}$ do óleo essencial de ho-sho (*Cinnamomum camphora* var. *linaloolifera*) inibiu 100% do crescimento micelial de diversos isolados do fitopatogênico *Alternaria solani*.

O efeito antifúngico dos óleos essenciais reduz o crescimento das hifas e induz a lise citoplasmática dos fungos. A inibição do crescimento causado por óleos essenciais geralmente induz mudanças na composição da parede celular, rompimento da membrana plasmática e desorganização da estrutura mitocondrial (BILLERBECK et al., 2001; MAIA, 2015).

Os óleos essenciais são constituídos por diversos compostos com uma grande variedade de mecanismos inseticidas e repelentes. Muitos estudos demonstram que esses compostos possuem atividade biológica e capacidade de provocar efeitos adversos em muitas pragas (DHIFI ET AL., 2016).

Essa atividade biológica dos óleos essenciais e seus componentes podem atuar como agentes fungistáticos e/ou fungicidas, denominada atividade antifúngica, dependendo das concentrações utilizadas. O mesmo óleo pode ser eficaz contra uma ampla gama de espécies de microrganismos, mas as concentrações inibitórias mínimas (CIMs) podem variar (ANTUNES & CAVACOB, 2010).

As plantas utilizam os monoterpenos para defesa contra patógenos, efeito aleloquímico, atividade repelente contra insetos, entre outras funções (CHAND ET AL., 2017). Esses compostos presentes nos óleos essenciais podem ser classificados em dois grandes grupos químicos, diferindo de acordo com a rota metabólica no qual estes foram sintetizados: terpenos (monoterpenos, sesquiterpenos e diterpenos) e, em menor teor, fenilpropanoides (REGNAULT-ROGER et al., 2012).

Estudos demonstram que inseticidas selecionados, exceto alguns (profenofos, indoxacarbe, imidacloprida, triazofos e metildemeton) todos os outros inseticidas podem ser usados com segurança junto com o micropatógeno. Ao comparar a toxicidade de inseticidas contra *B. bassiana* aos 14 dias e 30 dias após inoculação, a toxicidade dos inseticidas foi reduzida em 30 dias após a inoculação. Aos 14 dias, imidacloprida e triazofos foi moderadamente tóxico, durante 30 dias sua toxicidade reduzida a ligeiramente tóxico. Inseticida altamente tóxico profenophos em 14 dias foi degradado para moderadamente tóxico em 30 dias. Embora os diferentes inseticidas testados no presente investigações inibiram o crescimento de *B. bassiana* no meio envenenado in vitro, o uso combinado do fungo e inseticidas não podem ser completamente descartados. (AMUTHA, 2010)

Este estudo mostra que os óleos essenciais de *T. vulgaris*, *C. camphora* var. *linaloolifera* e *C. citratus* nas concentrações investigadas afetam a biologia de *B. bassiana* e que não podem ser utilizados concomitantemente. Mas isso não quer dizer que os óleos

essências não possam ser utilizados com a *B. bassiana*, assim dizendo eles podem ser utilizados em diferentes etapas, podendo ser feita uma rotação nas aplicações intercalando os dois. Pois assim não teremos uma interferência dos óleos essenciais sob o entomopatogeno na ação contra as pragas em questão.

4 CONCLUSÃO

Pelos resultados apresentados, pode-se inferir que os óleos essenciais de *C. camphora* (ho-sho), *C. citratus* (capim-limão) e *T. vulgaris* (tomilho) se mostram incompatíveis com o fungo da *B. bassiana*, ocorrendo o efeito fungicida no entomopatogeno e assim ocasionando a mortalidade do fungo. Todavia, devem ser ampliadas as pesquisas com outros extratos de óleos essenciais, ensaios em condições de campo e estudos de controle de qualidade para viabilizar a compatibilidade com a *B. bassiana* e assim ter uma maior adoção desses produtos naturais pelos agricultores. Pois fazem-se necessárias para elucidar o potencial destes produtos de origem vegetal como ferramenta alternativa aos produtos químicos, além de sua produção em larga escala.

REFERÊNCIAS

- ALVES, S. B.: **Controle microbiano de insetos. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz - FEALQ**, ed.2, p.1163, 1998.
- Antunes, M.D.C.; Cavacob, A.; The use of essential oils for postharvest decay control. A review. *Flavour Fragrance Journal*. v.25, p.351-366, 2010.
- BARZMAN, M.; BÀRBERI, P.; BIRCH, A.N.E.; BOONEKAMP, P.; DACHBRODT-SAAAYDEH, S.; BENNO, G.; HOMMEL, B.; JENSEN, J.E.; KISS, J.;KUDSK, P.; LAMICHHANE, J.R.; MESSEÉANL, A.; MOONEN, A.C.; RATNADASS, A.; RICCI, P.; SARAH, J.L.; SATTIN, M.: Eight Principles of Integrated Pest Management.**Agron. Sustain. Dev.** 35: p.1199–1215, 2015.
- DE BILLERBECK, Virginia G. et al. Effects of *Cymbopogon nardus* (L.) W. Watson essential oil on the growth and *morphogenesis* of *Aspergillus niger*. **Canadian journal of microbiology**, v. 47, n. 1, p. 9-17, 2001.
- CAVALCANTI, Yuri Wanderley; DE ALMEIDA, Leopoldina de Fátima Dantas; PADILHA, Wilton Wilney Nascimento. Atividade antifúngica de três óleos essenciais sobre cepas de *Candida*. **Revista Odontológica do Brasil Central**, v. 20, n. 52, 2011.
- Chand, R.R.; Jokhan, A.D.; Gopalan, R.D. (2017). A mini-review of essential oils in the South Pacific and their Insecticidal Properties. *Adv. Hort. Sci.* 31: 295-310.
- COPPEL, H.C.; MERTINS, J.W.: **Biological Insect Pest Suppression**.Berlin. Springer–Verlag. 1977.
- CRUZ, I.: **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS** (EMBRAPA/CNPMS. Circular Técnica, 21), p.45, 1995.
- CRUZ, Tatiane Paulino da et al. Atividade fungicida do óleo essencial de *Cymbopogon winterianus jowit* (Citronela) contra *Fusarium solani*. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 1, p. 1-8, 2015.
- DALZOTO, P.R.; UHRY, K.F.: **Controle Biológico De Pragas No Brasil Por Meio De *Beauveria Bassiana* (Bals.) Vuill**, 2009.
- DREISTADT, S. H.; CLARK, J.K.; MARTIN, T.A.; FLINT, M.L.: **Pests of Landscape Trees and shrubs: an integrated pest management guide/UC Statewide Integrated Pest**

Management Program. 3 ed. University of California. Oakland, California. Agriculture and Natural Resources. p.439, 2006.

FINKLER, L. L. C.: CONTROLE DE INSETOS: UMA REVISÃO. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, vols. 8 e 9, p.169-189, 2011/2012.

FERNANDES, Eires Tosta; FAVERO, Silvio. **Óleo essencial de *Schinus molle* L. para o controle de *Sitophilus zeamais* Most.1855 (Coleoptera:Curculionidae) em milho**. Revista Brasileira de Agroecologia, v.9, ed.1, p. 225-231, 2014.

GALLO, D. et al.: **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, p.920, 2002.

GONCALVES, V. P.: Compatibilidade de agrotóxicos e óleos essenciais a *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin. **Dissertação de Mestrado**. UFP. Pelotas. p. 63, 2017. Acesso em 10 de junho de 2022.
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1089889/1/AnaPaulaAfonsoDissertacaoVanessa.pdf>

GUIMARÃES, Luiz G. de L. et al; Estudo do efeito fungitóxico do óleo essencial de Capim-limão (*Cymbopogon citratus*) sobre *Colletotrichum gloeosporioides*. Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2007.

HOLTZ, A. M.: **Pragas das brássicas**. Colatina, ES: Instituto Federal do Espírito Santo/IFES, ed.1, 2015.

LAZZARINI, G. M. J.: Efeito da umidade sobre a germinação in vitro de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* e atividade contra *Triatom ainfestans*. 46p. **Dissertação (Mestrado em Parasitologia)** - Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

LUPE, Fernanda Avila.: Estudo da composição química de óleos essenciais de plantas aromáticas da Amazônia. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química. Campinas, 2007.

NAKANO, O.: **Entomologia econômica**. Piracicaba: Livro cereas. p. 314, 1981.

MAIA, Tatiana Faria; DONATO, Alexandre de; FRAGA, Marcelo Elias. Atividade antifúngica de óleos essenciais de plantas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 17, n. 1, p. 105-116, 2015.

MIRANDA, J. M.: **Manejo Integrado de Pragas do Algodoeiro no Cerrado Brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, p.24, 2006.

MARTINS, C. C.; ALVES, L. F. A.; MAMPRIM, A. P. Effect of plant extracts and a disinfectant on biological parameters and pathogenicity of the fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Ascomycota: Cordycipitaceae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, n. 2, p. 420–427, 2016.

USDA-ARS (United States Department of Agriculture-Agricultural Research Service). A national road map for integrated pest management. 2018.
<https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/OPMP/IPM%20Road%20Map%20FINAL.pdf>

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. Controle biológico: terminologia. In: PARRA, J.R.P; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, p.1-16. 2002.

PAULIQUEVIS, C. F.; CONTE, C. O.; FAVERO, S.: **Atividade insetistática do óleo essencial de *Pothomorpheumbellata* (L.) Miq. Sobre *Rhyzoperthadominica* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Bostrichidae)**, 2013.

PAPINI, S.; ANDREA, M. M.; LUCHINI, C. L.: **Segurança Ambiental no Controle de Químico de Pragas e Vetores**, v.1 – São Paulo: Editora Atheneu, p.3-6, 2014.

P.J. GULLAN; P.S. CRANSTON.: **Insetos - Fundamentos da Entomologia**, 5ª edição - Rio de Janeiro: Roca, p. 313-342, 2017.

Pavella, R.; Benelli, G. (2016). Essential Oils as Ecofriendly Biopesticides? Challenges and Constraints. **Trends Plant Sci.** 12: 1000-1006.

Regnault-Roger, C.; Vincent, C.; Thor, J. (2012). Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. *Annu. Rev. Entomol.* 57: 405–424.

SMITH, R. J.; GRULLA, E. A.: Nutritional requirements for conidial germination and hyphal growth of *Beauveria bassiana*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.37, n.3, p.222-230, 1981.

SALLES. L. A.: **Bioecologia e controle da mosca-das-frutas Sul-Americana. Pelotas: EMBRAPA/ CPACT**, p.58, 1995.

HILL, D.: **The economic importance of insects**. London: Chapman & Hall. P.395,1997.

KOUL, O; WALIA, S. DHALIWAL, G.S.: Essential Oils as Green Pesticides: Potential and Constraints. **Biopestic. Int.** 4: p.63–84, 2008.

VARASCHINI, S.: **Ação do óleo essencial de pitanga, patchouli e *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill sobre *Myzus persicae* Sulzer, 1776 (Hemiptera: Aphididae).** 2019.

POMPERMAYER, Katiane. **Toxicidade de óleos essenciais de anonáceas para *Alphitobius diaperinus* (Panzer)(Coleoptera: Tenebrionidae) e compatibilidade para o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.(Ascomycota: Cordycipitaceae).** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Zambonelli A, Aulerio AD, Bianchi A, Albasini A, 1996. Effects of essential oils on *phytopathogenic* fungi in vitro*. **Journal of Phytopathology** 94: 491–495.

TOMAZONI, Elisa Zorzi et al. In vitro and in vivo activity of essential oils extracted from *Eucalyptus staigeriana*, *Eucalyptus globulus* and *Cinnamomum camphora* against *Alternaria solani* Sorauer causing early blight in tomato. **Scientia Horticulturae**, v. 223, p. 72-77, 2017.

AMUTHA, M. et al. Effect of commonly used insecticides on the growth of white Muscardine fungus, *Beauveria bassiana* under laboratory conditions. **Journal of Biopesticides**, v. 3, n. Special Issue, p. 143, 2010.